

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Smart Water Control System*

Smart Water Control System merupakan solusi yang memungkinkan pompa air menyala dan mati secara mandiri berdasarkan kondisi lingkungan misalnya level air, tanpa perlu intervensi manusia secara langsung. Prinsip kerjanya mencakup tiga elemen utama, sensor yang mendeteksi kondisi seperti tinggi air atau kelembaban, pengendali (mikrokontroler) yang memproses sinyal dari sensor sesuai logika yang ditentukan, dan aktuator misalnya *relay* yang mengaktifkan atau mematikan pompa yang melakukan aksi fisik berdasarkan keputusan pengendali. Dengan penerapan yang tepat, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi kebutuhan pengawasan manual [11].

Pada penelitian di Indonesia, “*(IoT)-based Soil Moisture Monitoring and Water Pump Control System for Ornamental Plants*” oleh Rahma dkk., menunjukkan bahwa mekanisme pola kendali otomatis ketika kondisi sensor menunjukkan “kering” maka pompa menyala; jika “cukup atau tidak kering” maka pompa mati terbukti meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga operator. Walaupun konteksnya untuk irigasi tanaman, logika kontrolnya relevan dengan pengisian tandon air sekolah, yaitu saat tingkat air rendah pompa aktif, dan saat penuh atau cukup pompa dimatikan [12].

Lebih lanjut, sebuah studi berjudul “*Automatic Water Level Controlling and Monitoring System*” mengembangkan sistem otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan sensor level (*Float switch* atau sensor ultrasonik)

untuk mendeteksi batas maksimal air dalam tandon, kemudian memutus aliran pompa agar tidak terjadi *overflow*. Sistem tersebut memberikan gambaran bahwa kontrol otomatis tidak hanya menghidupkan pompa saat dibutuhkan, tetapi juga memproteksi kondisi berlebih yang dapat menyebabkan pemborosan atau kerusakan [13].

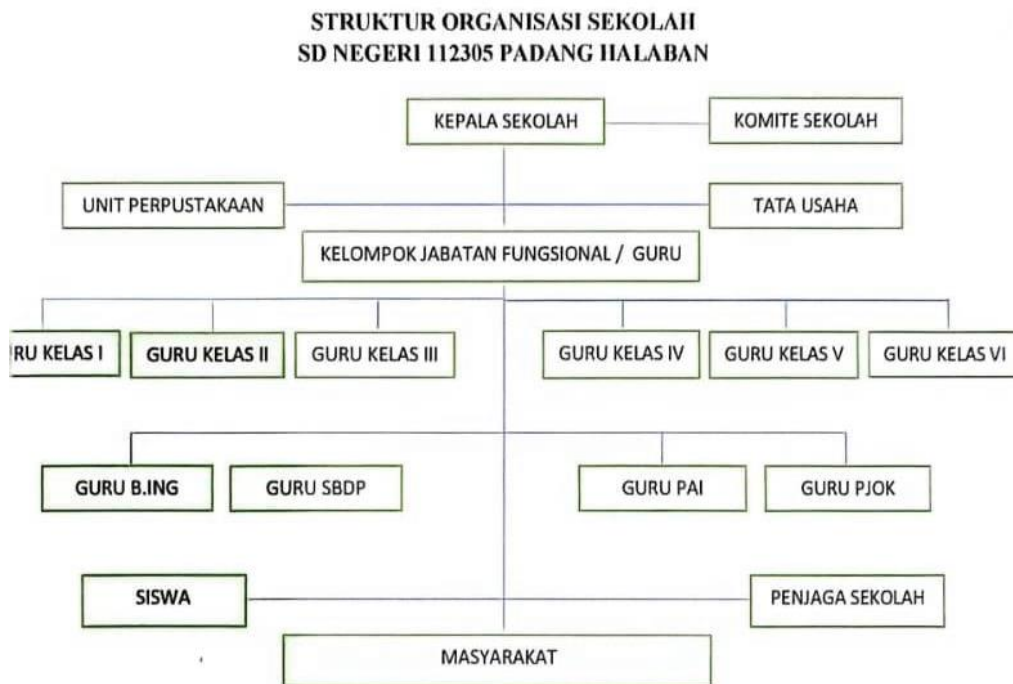
Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali otomatis pompa air menawarkan beberapa manfaat penting yaitu pengurangan kebutuhan intervensi manual, peningkatan keandalan distribusi air, dan kemampuan proteksi terhadap kondisi ekstrem seperti *overflow* atau kekosongan air. Untuk konteks sekolah, dengan frekuensi pengisian tandon yang cukup tinggi dan keterbatasan sumber daya manusia, sistem otomatis semacam ini sangat layak diterapkan menggunakan komponen sederhana namun efektif.

2.2 *Internet of Things*

Teknologi *Internet of Things* (IoT) merujuk pada konektivitas berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet, sehingga perangkat-perangkat tersebut dapat saling berkomunikasi, berbagi data, dan menjalankan aksi otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung [14]. Sebagaimana dijelaskan dalam jurnal “*Internet of Things* (IoT): Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya”, *Internet of Things* (IoT) memungkinkan objek-objek “benda” (*things*) yang dilengkapi sensor dan aktuator untuk terkoneksi ke jaringan internet dan saling bertukar informasi sehingga dapat mendukung pengendalian jarak jauh dan otomasi [15].

pendidikan dasar negeri yang berada di bawah naungan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. Sekolah ini berlokasi di Jalan Pelajar No. 2, Desa Perkebunan Padang Halaban, Kecamatan Aek Kuo, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Provinsi Sumatera Utara, dengan Nomor Pokok Sekolah Nasional (NPSN) 10205745. Berdasarkan data *Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kemendikbud*, SD Negeri 112305 Padang Halaban memiliki luas lahan sekitar 7.280 m² dan berstatus akreditasi B, menunjukkan bahwa sekolah ini telah memenuhi sebagian besar standar mutu pendidikan nasional dengan baik.

Dalam kegiatan operasionalnya, sekolah ini memiliki struktur organisasi yang terdiri atas Kepala Sekolah, Komite Sekolah, Tenaga Administrasi (Tata Usaha), Guru Fungsional, serta unit pendukung seperti Perpustakaan dan Penjaga Sekolah. Struktur tersebut menunjukkan adanya pembagian tugas dan tanggung jawab yang jelas antara pihak manajemen dan tenaga pengajar untuk mendukung kegiatan belajar mengajar yang efektif. Berdasarkan dokumen resmi struktur organisasi sekolah yang ditandatangani oleh Kepala Sekolah Pahireddin, S.Pd, pelaksanaan tugas di lingkungan SD Negeri 112305 Padang Halaban mencakup berbagai kelompok jabatan guru seperti guru kelas I–VI, guru mata pelajaran (Bahasa Inggris, SBdP, PAI, PJOK), serta dukungan administratif dari tenaga tata usaha dan komite sekolah.



Gambar 2. 2 Struktur Organisasi SD Negeri 112305

Sebagai lembaga pendidikan dasar yang melayani masyarakat di wilayah pedesaan, SD Negeri 112305 Padang Halaban memiliki peran strategis dalam memberikan pendidikan dasar yang berkualitas sekaligus membentuk karakter peserta didik sejak usia dini. Kondisi geografis sekolah yang berada di kawasan perkebunan menjadi tantangan tersendiri, terutama dalam penyediaan sarana pendukung seperti air bersih dan sistem pengisian tandon air yang stabil untuk kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil lokasi di sekolah tersebut dengan tujuan memberikan solusi berbasis teknologi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya air melalui sistem *Smart Water Control* berbasis *Internet of Things* (IoT) dan Twilio API for *Whatsapp* .

2.4 *Whatsapp*

Whatsapp merupakan salah satu aplikasi pesan instan yang paling banyak

digunakan di Indonesia, sehingga sangat potensial dijadikan sebagai media komunikasi pada sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Melalui integrasi API seperti Twilio, *Whatsapp* dapat berfungsi sebagai antarmuka (*user interface*) yang memungkinkan komunikasi dua arah antara pengguna dan perangkat elektronik. Keunggulan *Whatsapp* meliputi kemudahan penggunaan, kecepatan transmisi pesan, keamanan enkripsi *end-to-end*, serta sifatnya yang lintas platform sehingga dapat digunakan pada hampir semua perangkat digital.



WhatsApp

Gambar 2. 3 Aplikasi *Whatsapp*

Menurut penelitian Muchlis dalam *Systematics Journal*, aplikasi *Whatsapp* dapat dijadikan sarana pemrosesan perintah dan pengembalian informasi secara otomatis melalui mekanisme bot. Sistem yang dibangun dalam penelitiannya menunjukkan bahwa *Whatsapp* mampu menerima perintah pengguna, memprosesnya melalui API, dan mengirimkan output kembali secara akurat dan real-time. Hal ini membuktikan bahwa *Whatsapp* dapat digunakan sebagai alat komunikasi pada sistem otomasi dan *Internet of Things* (IoT) secara efektif [18].

Penelitian lain oleh Michael dalam *KC UMN E-Print* juga menunjukkan pemanfaatan *Whatsapp* sebagai media kendali untuk perangkat elektronik. Dalam studi tersebut, *Whatsapp* digunakan untuk memicu aksi tertentu melalui bot yang menghubungkan sistem dengan Twilio API. Pengguna dapat mengirimkan

perintah seperti “aktifkan”, “nonaktifkan”, atau “cek status”, dan sistem akan memberikan respon otomatis sesuai kondisi perangkat. Hasil penelitian mengonfirmasi bahwa *Whatsapp* dapat menjadi alternatif antarmuka kendali yang murah, mudah diakses, dan stabil untuk sistem *Internet of Things* (IoT) rumah tangga maupun lingkungan pendidikan [19].

Pada penelitian ini, *Whatsapp* digunakan sebagai media kontrol manual dan notifikasi otomatis dalam sistem Smart Water Control di SD Negeri 112305 Padang Halaban. Melalui Twilio API, *Whatsapp* menerima perintah seperti “*Hidupkan Pompa*”, “*Matikan Pompa*”, serta menampilkan status tandon seperti “*Air Penuh*”, “*Air Rendah*”, atau “*Pompa Aktif*”. Penggunaan *Whatsapp* ini diharapkan mempermudah pihak sekolah dalam melakukan kontrol jarak jauh dan memantau kondisi air tanpa harus berada di lokasi tandon, sehingga sistem menjadi lebih praktis, cepat, dan responsif.

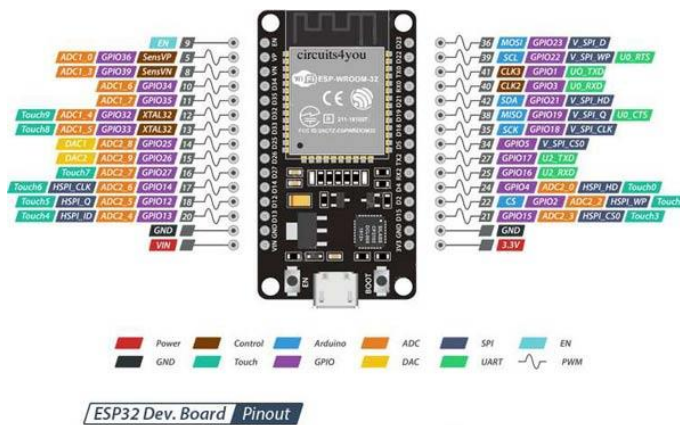
2.5 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah sebuah modul SoC (*System on Chip*) yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, serta dilengkapi banyak peripheral seperti ADC, PWM, UART, SPI, I²C, dan lainnya. Keunggulan ini menjadikannya platform yang sangat sesuai untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT) dan otomasi, khususnya sistem kendali jarak jauh. Sebagai contoh, penelitian “*Electrical Analysis Using ESP-32 Module in Realtime*” menunjukkan bahwa ESP32 dapat menangani pengukuran data listrik dengan kesalahan rata-rata kurang dari 0,3% pada tegangan dan kurang dari 0,2% pada arus, menunjukkan stabilitas dan akurasi cukup baik untuk aplikasi kontrol *real-time* [20].

Penelitian lain “*Designing Smart Home Prototype Using IoT Based ESP32*”

Microcontroller and Telegram” menggunakan ESP32 sebagai basis prototipe otomatisasi rumah dan menunjukkan bahwa ESP32 mampu terintegrasi dengan aplikasi pesan instan, mengirim dan menerima perintah, serta menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan internet secara handal [21].

Selain itu, studi “Rancangan Teknologi IoT Berbasis ESP32 dalam Mengoptimalkan Distribusi Air di Perkebunan Salak” memperlihatkan bahwa ESP32 yang terhubung sensor kelembapan tanah dan sensor aliran air dapat meningkatkan efisiensi distribusi air hingga 30% ketika dibandingkan sistem manual [22].



Gambar 2. 4 ESP32

Berdasarkan tiga penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa ESP32 merupakan pilihan yang sangat cocok untuk sistem kendali pompa air otomatis di sekolah, karena: konektivitasnya baik, komputasi cukup untuk implementasi logika kontrol dan komando jarak jauh, serta keberhasilan penerapan dalam sistem distribusi air nyata. Dengan demikian, penelitian ini memilih ESP32 sebagai pengendali utama sistem, yang dihubungkan dengan modul *relay* dan sensor pelampung (*Float Switch*), sekaligus dikontrol melalui *Whatsapp* (dengan API yang relevan).

2.6 Sensor Pelampung (*Float Switch*)

Sensor pelampung (*Float Switch*) adalah perangkat mekanik-elektronik yang menggunakan prinsip gaya apung untuk mendeteksi perubahan tingkat air. Ketika permukaan air naik atau turun sampai titik tertentu, pelampung akan bergerak dan mengubah posisi kontak saklar internal menghasilkan sinyal digital (*ON* atau *OFF*) yang dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti ESP32. Dengan demikian, sensor ini menjadi elemen penting dalam sistem kendali otomatis pompa air, karena memungkinkan aksi otomatis seperti menyalakan pompa saat air rendah dan mematikan pompa saat tandon penuh.

Dalam penelitian “Perancangan Prototipe Sistem Pengisian Air Otomatis dengan *Float Level Sensor* Berbasis SCADA” ditemukan bahwa sensor pelampung (*float level sensor*) memiliki keunggulan seperti: tahan terhadap kondisi cairan, tidak terpengaruh kapasitansi kabel eksternal, dan dapat dioperasikan dari jarak jauh. Penelitian menjelaskan bahwa *Float switch* biasanya digunakan sebagai saklar batas (*limit switch*) dalam sistem pengisian otomatis tangki air untuk meminimalkan pemborosan karena kelebihan isi atau kekurangan air [23].



Gambar 2. 5 Sensor Pelampung (*Float Switch*)

2.7 Modul Relay

Modul *relay* merupakan salah satu komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar berbasis arus listrik dan berperan sebagai pengendali dalam sistem. Komponen ini digunakan untuk mengatur beban listrik AC menggunakan rangkaian kendali DC, yang biasanya memiliki perbedaan tegangan antara beban dan sistem kendalinya. *Relay* sangat dibutuhkan dalam sistem elektronika sebagai penghubung antara rangkaian beban dan sistem kontrol, terutama pada sistem dengan sumber daya yang berbeda [24].



Gambar 2. 6 Modul Relay

2.8 Twilio API for Whatsapp

Twilio API for *Whatsapp* adalah layanan komunikasi berbasis cloud yang memungkinkan sistem atau perangkat *Internet of Things* (IoT) untuk terhubung ke aplikasi *Whatsapp* . Melalui API ini, sistem bisa mengirim pesan, menerima perintah, dan menanggapi balasan pengguna, sehingga komunikasi antar-pengguna dan perangkat fisik (seperti mikrokontroler) dapat dilakukan secara dua arah dan *real time*.



Gambar 2. 7 Twilio

Dalam konteks penelitian ini, Twilio API akan digunakan untuk melakukan dua fungsi utama:

1. Kontrol manual via *Whatsapp*

Pengguna sekolah dapat mengirim pesan seperti “HIDUPKAN POMPA” atau “MATIKAN POMPA” melalui *Whatsapp* , dan sistem akan memproses perintah tersebut melalui ESP32 dan *relay* untuk mengaktifkan atau mematikan pompa.

2. Notifikasi otomatis

Sistem akan mengirim pesan otomatis ke *Whatsapp* pengguna ketika kondisi tandon penuh atau air habis terdeteksi oleh sensor pelampung, sehingga pengguna mendapat informasi secara langsung tanpa harus memeriksa lokasi fisik.

Dengan begitu, integrasi Twilio API dalam sistem *Smart Water Control* ini menjadikan sistem tidak hanya otomatis berdasarkan sensor, tetapi juga interaktif dengan pengguna melalui platform pesan yang sudah sangat familiar. Hal ini meningkatkan kemudahan penggunaan serta memperkuat fungsi *monitoring* dan kontrol jarak jauh di lingkungan sekolah.

2.9 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak gratis dan open-source yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program-sketsa ke berbagai mikrokontroler seperti ESP32, Arduino Uno, dan lainnya. Lingkungan ini memakai bahasa pemrograman C/C++ dengan struktur utama `void setup()` dan `void loop()`, sehingga memudahkan pengembangan sistem dan *Internet of Things* (IoT) oleh pengguna dengan

berbagai latar belakang.

Menurut penelitian “*Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home*” oleh Wicaksono & Rahmatya, Arduino IDE digunakan untuk memprogram ESP32 CAM dalam sistem *smart home*, termasuk pengiriman data sensor dan kontrol perangkat secara jarak jauh. Penelitian ini menunjukkan bahwa Arduino IDE cocok untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT) karena kompatibilitasnya dengan *platform* ESP32 dan dukungan pustaka (*library*) yang luas [25].



Gambar 2. 8 Arduino IDE

Dari studi tersebut dapat disimpulkan bahwa Arduino IDE memainkan peranan penting dalam penciptaan sistem kendali berbasis mikrokontroler termasuk sistem pengisian tandon air otomatis di sekolah. Oleh karena itu, pada penelitian ini Arduino IDE digunakan sebagai lingkungan pengembangan untuk melakukan:

- penulisan kode pengendali ESP32 yang membaca input dari sensor pelampung (*Float Switch*),
- pengaturan logika otomatisasi pompa air melalui modul *relay*,

- integrasi komunikasi antara ESP32 dan layanan *Whatsapp* melalui API seperti Twilio.

2.10 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan digunakan untuk menghubungkan antar komponen elektronik pada rangkaian, tanpa memerlukan proses penyolderan. Kabel ini umum digunakan dalam sistem prototipe seperti *Smart Home* berbasis *Internet of Things* (IoT), karena memungkinkan penyusunan sirkuit yang cepat, fleksibel, dan mudah diubah-ubah [26].

Kabel jumper biasanya digunakan dalam papan prototipe (*breadboard*) untuk menyusun rangkaian sementara sebelum dirakit secara permanen. Kabel ini hadir dalam berbagai ukuran dan jenis, seperti kabel jumper *male-to-male*, *male-to-female*, dan *female-to-female*, yang masing-masing dapat disesuaikan dengan kebutuhan proyek. Fungsinya yang fleksibel membuat kabel jumper menjadi salah satu perangkat utama yang mendukung eksperimen dan pengembangan alat elektronik.



Gambar 2.9 Kabel Jumper

2.11 *FLOWchart*

FLOWchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program atau proses tertentu. *FLOWchart* membantu analis dan programmer untuk memecah permasalahan menjadi bagian-bagian kecil, mempermudah analisis alur kerja, dan menyusun solusi algoritmik yang lebih terstruktur. Dengan *fLOWchart*, proses-proses dalam program dapat dilihat dengan lebih visual dan mudah dipahami, khususnya dalam tahap perancangan sistem atau pemrograman. *FLOWchart* dibagi menjadi dua jenis utama.

1. *FLOWchart* Sistem


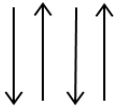

Menunjukkan alur proses dalam suatu sistem termasuk media input, output, dan penyimpanan.



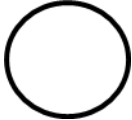




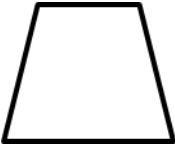
2. *FLOWchart* Program


Menggambarkan langkah-langkah algoritma secara detail yang saling terhubung satu sama lain melalui simbol tertentu.

Berikut ini adalah simbol-simbol *fLOWchart* yang sering digunakan

Tabel 2. 1 Simbol *FLOWchart*

NO	SIMBOL	FUNGSI
1		Terminal Digunakan sebagai titik awal dan akhir dari sebuah program.
2		Simbol Arah Alur (<i>FLOW Direction</i>) Digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain serta menunjukkan arah jalannya proses.
3		<i>Input-Output</i> : Menyatakan proses menerima masukan data atau menampilkan keluaran dari suatu kegiatan.

4		<p>Keputusan (<i>Decision</i>): Menandakan adanya kondisi tertentu yang memerlukan pilihan atau cabang dari beberapa kemungkinan.</p>
5		<p>Proses yang Telah Ditentukan (<i>Predefined Process</i>): Simbol yang menggambarkan proses yang sudah didefinisikan sebelumnya, biasanya berkaitan dengan penyimpanan atau pemrosesan data.</p>
6		<p>Penghubung (<i>Connector</i>): Digunakan untuk menyambungkan proses yang berpindah halaman atau bagian.</p>
7		<p>Tunda (<i>Delay</i>): Menunjukkan adanya jeda waktu atau proses menunggu, seperti menanti dokumen disortir atau diproses.</p>
8		<p>Dokumen Ganda (<i>Multiple Documents</i>): Menyatakan lebih dari satu dokumen yang terlibat dalam satu proses, dan dilambangkan dalam satu simbol.</p>
9		<p>Dokumen (<i>Document</i>): Simbol ini digunakan untuk menggambarkan data berbentuk informasi tertulis atau tercetak.</p>
10		<p>Proses Tertentu (<i>Predefined Proses</i>): Menandakan bahwa langkah-langkah atau proses yang dilakukan sudah ditentukan dalam bentuk prosedur.</p>
11		<p>Operasi Manual (<i>Manual Operation</i>): Melambangkan proses atau kegiatan yang dilakukan secara manual, tanpa bantuan alat otomatis.</p>

12		<p>Proses (<i>Process</i>): Menunjukkan adanya aktivitas komputasi atau pengolahan data yang dilakukan oleh sistem/program.</p>
----	---	---

Sumber: [27]