

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah prototipe sistem otomatisasi untuk proses pengisian air minum isi ulang dengan basis kendali NodeMCU. Sistem memiliki kemampuan mengenali jenis galon berkapasitas 5 liter maupun 9 liter, serta menghentikan aliran air secara otomatis ketika volume telah mencapai kapasitas maksimum. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode *prototyping*, yaitu proses pengembangan yang diawali dengan identifikasi kebutuhan utama, kemudian dilakukan modifikasi melalui penambahan atau penghapusan komponen hingga sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan (Arfandi & Supit, 2019).

Perangkat ini dirancang sebagai penghitung barang otomatis dengan memanfaatkan sensor inframerah yang terintegrasi pada sistem kendali Arduino Uno. Prinsip kerja sensor tersebut menyerupai transistor, di mana saat objek berada dalam jangkauan deteksi, sensor memasuki kondisi *cut-off* sehingga lampu indikator aktif dan keluaran sistem terbaca sebagai logika LOW. Sebaliknya, ketika tidak ada objek yang terdeteksi, lampu tetap tidak menyala dan sinyal keluaran menunjukkan logika HIGH (Husain et al., 2020)

Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kapasitas air dan pengisian otomatis berbasis IoT dengan memanfaatkan modul ESP8266. NodeMCU ESP8266 berperan sebagai mikrokontroler yang mengumpulkan data ketinggian air dan mengirimkannya melalui koneksi WiFi, sehingga pengguna dapat memantau kondisi secara real-time menggunakan perangkat bergerak. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pengukuran ketinggian air serta relay sebagai pengendali pompa, guna memastikan ketepatan informasi dan keakuratan proses pengisian. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu memberikan data yang presisi serta mengendalikan pengisian air sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Aplikasi seluler dengan antarmuka yang ramah

pengguna memudahkan pemantauan kapasitas air secara langsung melalui perangkat mobile (Azhar et al., 2024).

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pembuatan alat pemantauan pengisian air otomatis berbasis IoT (*Internet of Things*). Sistem pemantauan dilakukan melalui smartphone menggunakan aplikasi Blynk, yang menampilkan indikator level air, laju aliran, dan volume. Proses pengujian dilakukan dengan metode kalibrasi, menggunakan penggaris untuk memverifikasi kinerja sensor ultrasonik dan gelas ukur untuk memastikan keakuratan pengukuran volume air. Hasil pengujian sensor ultrasonik menunjukkan akurasi yang tinggi, dengan rata-rata kesalahan sebesar 1,74% pada tandon atas dan 1,25% pada tandon bawah. Namun, pada pengukuran di bawah 2 mm, sensor tidak dapat mendeteksi secara presisi. Sementara itu, sensor *water flow* memiliki tingkat kesalahan sebesar 0,88% atau setara 27 ml. Pengujian LCD menghasilkan tampilan yang mendekati akurat, sedangkan hasil pada aplikasi Blynk hanya berbeda pada angka desimal. Volume air tandon atas juga menunjukkan hasil hampir sama dengan pengukuran manual, dengan kesalahan sebesar 0,099% untuk volume tabung dan 0,9% pada volume balok (Eriyanto et al., 2023).

Penelitian ini mengembangkan sistem otomatisasi untuk pengisian air pada galon isi ulang di depot berbasis IoT dengan membangun prototipe yang mampu mengatur volume air secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk menggantikan metode manual yang masih umum digunakan di depot air isi ulang, yang memerlukan ketepatan waktu dalam mematikan saklar.

Kata kunci: galon, air, manual, otomatis, IoT (Maulana & Meisaroh, n.d.).

Studi ini mengembangkan alat pengisian fluida cair otomatis berbasis Arduino Uno, dilengkapi sensor *water flow* YF-S201 untuk memantau aliran cairan. Tujuan utamanya adalah mengetahui performa sistem pengisian botol secara otomatis. Penelitian dilakukan dengan model pengembangan prosedural. Uji coba menunjukkan bahwa pengisian susu secara manual memerlukan waktu ± 340 detik

per botol, sedangkan dengan sistem otomatis berbasis mikrokontroler waktu berkurang menjadi ± 210 detik. Kekurangan alat ini terlihat pada botol kelima, di mana volume cairan yang terisi lebih rendah dibandingkan pengisian sebelumnya (Riyanto et al., 2023).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Depot Air Minum Isi Ulang

Menurut BPS (2018), air minum isi ulang adalah air hasil proses penjernihan yang tidak diberi merek. Depkes (2006) menjelaskan bahwa depot air minum isi ulang merupakan badan usaha yang menyediakan air minum curah tanpa kemasan untuk masyarakat. SK Menperindag No. 651/MPP/KEP/10/2004 mendefinisikan depot air minum sebagai industri yang mengolah air baku menjadi air minum untuk dijual langsung kepada konsumen. Air yang layak diminum harus memenuhi kriteria kejernihan, bebas warna, bebas bau, dan memiliki rasa tawar. Pendirian depot air minum isi ulang memerlukan persyaratan meliputi perizinan usaha, kualitas air, serta sanitasi (Kemenperindag, 2004).



Gambar 2. 1 Depot Air Minum Isi Ulang

(sumber: <https://www.tanindo.net/depot-air-minum-isi-ulang/>)

2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan

2.3.1 Water Flow Sensor

Water flow sensor merupakan alat pendeteksi debit air. Penelitian ini memanfaatkan sensor tersebut yang memiliki rotor dan *hall-effect transducer* untuk membaca aliran.

Prinsip kerjanya adalah dengan mendeteksi perputaran rotor atau turbin ketika aliran air melewati sensor. Putaran tersebut kemudian menghasilkan pulsa digital, di mana jumlah pulsa berbanding lurus dengan volume fluida yang mengalir (Ariessanti et al., 2020).



Gambar 2. 2 Water Flow Sensor

(sumber: <https://irishelectronics.ie>)

Sensor water flow umumnya memiliki 3 pin utama yang digunakan untuk koneksi ke mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, atau ESP32. Berikut adalah penjelasan masing-masing pin:

- **VCC (Voltage Common Collector):**
Pin ini digunakan untuk memberikan tegangan kerja pada sensor, biasanya sebesar 5V DC. Dihubungkan ke pin 5V pada Arduino atau mikrokontroler lainnya.
- **GND (Ground):**
Merupakan pin massa atau negatif dari sistem. Harus dihubungkan ke pin GND pada mikrokontroler agar sistem memiliki referensi tegangan yang sama.

- OUT (Output Pulse):

Pin ini menghasilkan sinyal digital berupa pulsa yang berbanding lurus dengan laju aliran air. Pulsa-pulsa ini dihitung oleh mikrokontroler untuk mengetahui jumlah air yang mengalir. Pin ini dihubungkan ke pin digital input Arduino, misalnya pin D2.

Tabel 2. 1 Contoh Koneksi nodemcu

Sensor Flow	Nodemcu
VCC	5V
GND	GND
OUT	D2

2.3.2 Sensor Infrared

Sensor IR mendeteksi cahaya inframerah dan tersedia dalam bentuk modul siap pakai yang disebut *IR Detector Photomodule*. Di dalamnya terpasang *photodiode* sebagai penerima sinyal inframerah serta penguat (*amplifier*) untuk memperkuat sinyal yang diterima.



Gambar 2.3 Modul Infrared

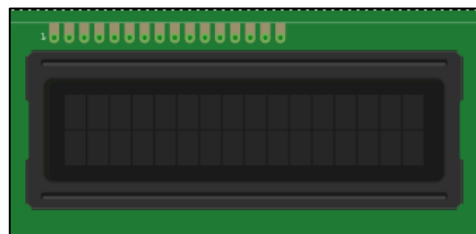
(sumber: <https://www.edukasielektronika.com/2020/09/sensor-infrared-ir-proximity-fc-51.html>)

Penerima inframerah TSOP dirancang dengan tiga koneksi, yakni *output*, *VCC* (+5 V DC), dan *GND*. Di dalam modulnya terdapat *photodiode* dan rangkaian penguat yang terintegrasi, berdaya rendah, dan dapat bekerja dengan logika TTL maupun CMOS. Sensor ini dibekali filter frekuensi 30–56 kHz yang memungkinkannya mendeteksi sinyal inframerah termodulasi. Apabila sinyal pembawa pada frekuensi tersebut diterima, pin keluarannya menghasilkan logika rendah. Sebaliknya, tanpa

adanya sinyal pembawa, keluaran akan berada pada logika tinggi. Pada penelitian ini, sensor infared berfungsi untuk mendeteksi objek galon dengan jarak minimal 1 cm dan maksimal 17,5 cm.

2.3.3 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul tampilan yang memanfaatkan kristal cair di antara dua lembar kaca yang tertutup rapat pada sisinya. Permukaan luar kaca dilapisi dengan bahan penghantar transparan, sedangkan celah di antara keduanya diisi kristal cair dengan ketebalan kurang lebih 1×10^{-5} meter. Perangkat ini digunakan sebagai media penampil informasi dari hasil pembacaan sensor. Untuk mengoperasikannya, LCD diatur selalu dalam mode penulisan (*write mode*) dengan menghubungkan pin R/W ke ground, sehingga tidak terjadi konflik data pada jalur bus akibat mode baca. Modul LCD bekerja dengan suplai tegangan sebesar +5 volt. Contoh bentuk fisik LCD dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk Fisik LCD

(Sumber: <http://sainsdanteknologiku.blogspot.co.id/2017>)

2.3.4 Relay

Relay adalah komponen listrik yang memiliki sepasang titik kontak tetap di bagian bawah serta titik kontak bergerak di bagian atas. Cara kerjanya didasarkan pada prinsip elektromagnetik, yaitu ketika arus listrik mengalir pada kumparan (*spool*), akan timbul medan magnet yang menarik kontak bergerak sehingga terhubung dengan kontak tetap. Proses ini memungkinkan relay berfungsi sebagai sakelar otomatis yang dikendalikan oleh arus listrik (Handy Wicaksono, 1996, hlm. 1–12).



Gambar 2.5 Gambar Relay

(Sumber: [Industri306, 2016](#))

Modul relay merupakan perangkat yang memanfaatkan prinsip kerja elektromagnet untuk menggerakkan kontaktor atau berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat dikendalikan oleh rangkaian lain melalui suplai listrik sebagai sumber tenaganya. Efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) saat dialiri arus listrik akan membuat kontaktor menutup (aktif) atau membuka (nonaktif). Berbeda dengan saklar konvensional yang dioperasikan secara manual, relay bekerja secara otomatis melalui sinyal listrik (Nababan et al., 2020).

Jenis paling sederhana adalah relay elektromekanis, yang menghasilkan gerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Dalam sistem elektronika maupun kelistrikan, relay memiliki peran penting sebagai pengendali perangkat dengan kebutuhan arus besar tanpa harus langsung terhubung dengan rangkaian pengendali berarus kecil. Selain itu, modul relay juga berfungsi sebagai pengaman pada rangkaian.

Secara umum, modul relay dibangun dari tiga bagian pokok, yaitu:

1. Common: merupakan terminal yang secara default terhubung dengan Normally Closed (NC) ketika relay berada dalam kondisi tidak aktif.
2. Koil (kumparan): bagian utama pada relay yang bekerja dengan membangkitkan medan magnet saat dialiri arus listrik.

3. Kontak: bagian ini mencakup dua jenis terminal, yaitu Normally Closed (NC) yang terhubung saat relay tidak aktif, dan Normally Open (NO) yang akan terhubung ketika relay diaktifkan

Pin Konfigurasi:

1. VCC : 5VDC
2. COM : 5VDC
3. IN1 : High/ Low Output
4. IN2 : High/ Low Output
5. GND : Ground

2.3.5 Pompa Air

Pompa merupakan perangkat atau mesin yang berfungsi memindahkan cairan dari area dengan ketinggian atau tekanan rendah menuju area dengan ketinggian atau tekanan yang lebih tinggi. Prinsip kerjanya didasarkan pada perbedaan tekanan antara sisi masuk (*suction*) dan sisi keluar (*discharge*). Secara sederhana, pompa mengubah energi mekanik dari sumber penggerak menjadi energi kinetik (kecepatan) yang digunakan untuk mengalirkan cairan sekaligus mengatasi hambatan di sepanjang jalur alirannya. Dalam sistem ini, pompa air digunakan untuk mengisi air ke dalam galon. Tipe pompa yang digunakan adalah pompa DC dengan tegangan kerja 12 volt.



Gambar 2.6 Pompa Mini 12 Volt

(Sumber: <https://elektrologi.iptek.web.id/pompa-air-mini-12v-dc/>)

2.3.6 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah platform pengembangan berbasis open source yang dirancang untuk pembuatan dan pengujian prototipe perangkat Internet of Things (IoT). Pemrogramannya dapat dilakukan menggunakan bahasa pemrograman luar ataupun melalui Arduino IDE. Modul ini berfungsi sebagai mikrokontroler yang dapat diprogram sekaligus sebagai modul WiFi untuk konektivitas internet, sehingga memudahkan pengembangan aplikasi IoT

NodeMCU dibangun dengan modul ESP8266 yang mengintegrasikan berbagai fitur seperti GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), I²C, 1-Wire, dan ADC (Analog to Digital Converter) dalam satu papan. Dimensi NodeMCU adalah panjang 4,83 cm, lebar 2,54 cm, dan berat sekitar 7 gram. Papan ini telah dilengkapi dengan modul WiFi serta firmware open source. Spesifikasi utama NodeMCU meliputi:

1. Board ESP8266: menggunakan modul ESP8266 berbasis serial WiFi SoC (System on Chip) dengan USB-to-TTL onboard. Standar jaringan nirkabel yang didukung adalah IEEE 802.11 b/g/n.
2. Kapasitor: terdapat dua kapasitor tantalum, masing-masing 100 μ F dan 10 μ F, untuk kestabilan tegangan.
3. Regulator LDO 3,3V: menyediakan tegangan stabil untuk board.
4. LED indikator: LED biru yang menunjukkan status operasi board.
5. CP2102 USB-to-UART bridge: memudahkan komunikasi antara board dan komputer melalui USB.
6. Tombol dan port: termasuk tombol reset, tombol flash, dan port USB.
7. GPIO: board memiliki 9 pin GPIO, termasuk 3 pin PWM, 1 pin ADC, serta pin RX dan TX untuk komunikasi serial.
8. Ground: tersedia 3 pin GND.
9. Pin S3 dan S2: berfungsi sebagai GPIO4.
10. Pin S1 (MOSI): jalur data dari master menuju slave dalam komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface).
11. Pin S0 (MISO): jalur data dari slave ke master dalam SPI.

12. Pin SK (SCLK): jalur clock dari master ke slave untuk sinkronisasi data SPI.
13. Pin Vin: digunakan sebagai input tegangan utama untuk board.
14. MCU 32-bit: memiliki mikrokontroler 32-bit terintegrasi untuk pemrosesan data.



Gambar 2.7 GPIO NodeMCU ESP8266 v3

(Sumber: <http://make-it.ca/nodemcu-details-specifications/>)

- 1 RST: digunakan untuk mereset modul.
- 2 ADC: Analog-to-Digital Converter dengan rentang tegangan input 0–1 V, menghasilkan nilai digital 0–1024.
- 3 EN: Chip Enable, aktif saat diberi sinyal HIGH.
- 4 IO16: GPIO16, dapat membangunkan modul dari mode deep sleep.
- 5 IO14: GPIO14, berfungsi sebagai HSPI_CLK.
- 6 IO12: GPIO12, berfungsi sebagai HSPI_MISO.
- 7 IO13: GPIO13, berfungsi sebagai HSPI_MOSI dan UART0_CTS.
- 8 VCC: catu daya 3,3 V (VDD).
- 9 CS0: chip select untuk komunikasi SPI.
- 10 MISO: jalur data dari slave menuju master.
- 11 IO9: GPIO9.
- 12 IO10: GPIO10.
- 13 MOSI: jalur data dari master menuju slave.
- 14 SCLK: jalur clock untuk sinkronisasi SPI.
- 15 GND: ground atau referensi tegangan.

- 16 IO15: GPIO15, MTDO, HSPICS, dan UART0_RTS.
- 17 IO2: GPIO2, berfungsi juga sebagai UART1_TXD.
- 18 IO0: GPIO0.
- 19 IO4: GPIO4.
- 20 IO5: GPIO5.
- 21 RXD: UART0_RXD, juga GPIO3.
- 22 TXD: UART0_TXD, juga GPIO.

2.4 Perangkat Lunak Yang Digunakan

Perangkat lunak (*software*) merupakan kumpulan data *elektronik* yang disusun dan disimpan di dalam komputer dalam bentuk program atau instruksi, yang berfungsi untuk menjalankan suatu perintah. *Software* bertugas menerjemahkan instruksi yang diberikan pengguna (*user*) agar dapat diproses oleh perangkat keras (*hardware*).

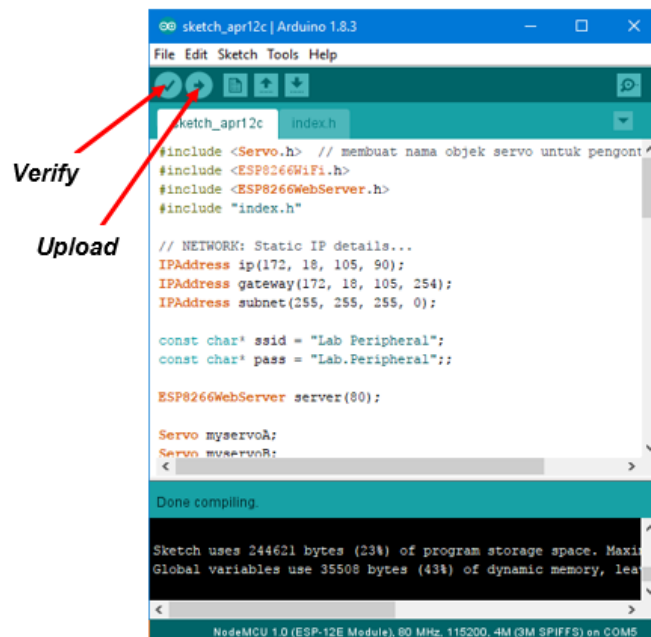
2.4.1 Software Mikrokontroler

Perangkat lunak yang digunakan pada Arduino meliputi driver dan Arduino IDE, meskipun terdapat pula beberapa aplikasi pendukung lainnya yang bermanfaat dalam proses pengembangan. Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan program khusus pada komputer yang digunakan untuk membuat rancangan atau sketsa program bagi papan Arduino. Perangkat lunak ini ditulis menggunakan bahasa Java dan dirancang untuk memudahkan proses penulisan, kompilasi, serta pengunggahan kode ke papan mikrokontroler Arduino..

2.4.2 Perangkat Lunak Arduino IDE

IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan mengembangkan program pada papan Arduino, termasuk Arduino Uno. Di Arduino IDE, terdapat jendela konsol berwarna hitam yang menampilkan berbagai informasi terkait proses, seperti kesalahan (error), proses kompilasi (compile), dan unggah (upload) program. Selain itu, di pojok kanan bawah jendela, pengguna dapat melihat jenis papan (board) yang digunakan beserta nomor COM Port yang aktif.

- a. Verify/Compile: fungsi ini memeriksa sketch untuk memastikan tidak ada kesalahan pada sintaks. Apabila sketch valid, program akan dikonversi menjadi bahasa mesin yang dapat dijalankan oleh papan Arduino.
- b. Upload: digunakan untuk mengirim sketch yang telah dikompilasi ke papan Arduino agar dapat dijalankan.



Gambar 2.8 Arduino IDE