

SISTEM PEMANTAUAN PENGISIAN AIR GALON
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)
MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT



PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul "Sistem Pemantauan Pengisian Air Galon Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Protokol MQTT" oleh Nurlina dengan NIM 32220004 dan Kismatul Khasanah dengan NIM 3220017 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 27 September 2023

Pembimbing 1,



Yuniar, S.S.T., M.T.

NIP. 19770603 202212 2 002

Pembimbing 2,



Arni Litha, S.T., M.T.

NIP. 19730401 199903 2 002

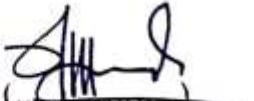
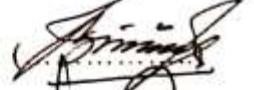
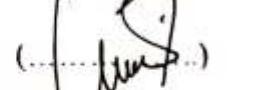


HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, 27 September 2023..., tim penguji ujian sidang Laporan Tugas Akhir telah menerima hasil ujian sidang Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa Nurlina dengan NIM 32220004 dan Kismatul Khasanah dengan NIM 32220017 dengan judul “Sistem Pemantauan Pengisian Air Galon Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Protokol MQTT”

Makassar, 27 September 2023

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir:

- | | | |
|-------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Yedi George YL, S.ST., M.T | Ketua |  |
| 2. Mardhiyah Nas, S.T., M.T. | Sekretaris |  |
| 3. Sahbuddin Abd. Kadir, S.T., M.T. | Anggota |  |
| 4. Ir. Andi Muis, M.T. | Anggota |  |
| 5. Yuniarti, S.ST., M.T | Pembimbing 1 |  |
| 6. Arni Litha, S.T., M.T | Pembimbing 2 |  |



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan Berkah, Rahmat, Karunia dan Ridho-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul *“Sistem Pemantauan Pengisian Air Galon Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Protokol MQTT”*. Tak lupa pula penulis kirimkan shalawat serta salam kepada Junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi tauladan bagi umatnya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk menyelesaikan Pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses pembuatan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Ir. Ilyas Mansur, M.T;
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D;
3. Koordinator Program Studi D-3 Teknik Telekomunikasi Yuniarti S.ST., M.T;
4. Ibu Yuniarti S.ST., M.T., sebagai pembimbing I dan Ibu Arni Litha, S.T., M.T., sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir ini;
5. Keluarga penulis, Ayah, Ibu dan saudara kandung yang telah memberikan dukungan moral, material dan doa untuk penulis;
6. Bapak M. Arif sebagai pemilik depot air minum isi ulang Berkah yang telah membantu penulis dalam mengimplementasikan sistem yang telah dibuat;

7. Teman-teman kelas 3A D3 Teknik Telekomunikasi yang telah membantu dan mendoakan kelancaran penulis dalam mengerjakan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis menerima dengan rendah hati kritik dan saran untuk pembelajaran dan perbaikan kedepannya. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang sebaik-baiknya.

Makassar, 27 September 2023



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
SURAT PERNYATAAN	xiii
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Depot Air Minum	4
2.2 <i>Internet of Things</i> (IoT)	5
2.3 NodeMCU ESP8266	7
2.4 Arduino IDE	8
2.5 Sensor	9
2.6 <i>Relay</i>	15

2.7 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> dan I2C	17
2.8 <i>Solenoid Valve</i>	18
2.9 <i>Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)</i>	21
2.10 Website	21
2.11 <i>Database</i>	24
2.12 phpMyAdmin	25
2.13 <i>Mosquitto</i>	25
2.14 XAMPP	25
2.15 Visual Studio Code	25
2.16 Persentase <i>Error</i> dan Akurasi	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Alat dan Bahan	28
3.3 Prosedur Penelitian	30
3.4 Pengujian	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Perancangan Sistem	43
4.2 Pengujian	46
4.3 Hasil Perancangan <i>Database</i> dan Website	56
4.4 Pembahasan	62
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skematik pin pada <i>board</i> NodeMCU ESP8266.....	7
Gambar 2. 2 Arduino Software	8
Gambar 2. 3 Prinsip kerja sensor ultrasonik	10
Gambar 2. 4 Sensor <i>Ultrasonic HC-SR04</i>	12
Gambar 2. 5 Bagian-bagian sensor <i>water flow</i>	13
Gambar 2. 6 Sensor Water flow YF-S201	15
Gambar 2. 7 Prinsip kerja kontak NO dan NC.....	16
Gambar 2. 8 <i>Relay 2 Channel</i>	17
Gambar 2. 9 Modul LCD 16x2	17
Gambar 2. 10 Modul I2C	18
Gambar 2. 11 <i>Solenoid Valve</i>	20
Gambar 2. 12 Protokol MQTT	20
Gambar 2. 13 XAMPP <i>Control Panel</i>	25
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	31
Gambar 3. 2 Rangkaian Sistem	33
Gambar 3. 3 <i>Flowchart Sistem</i>	35
Gambar 3. 4 Penulisan Program Arduino IDE	37
Gambar 3. 5 Tampilan MQTTBox.....	39
Gambar 3. 6 Tampilan phpMyAdmin	40
Gambar 3. 7 Penulisan Program <i>Visual Studio Code</i>	42
Gambar 4. 1 Tampilan Program Arduino IDE	44
Gambar 4. 2 Konfigurasi protokol MQTT pada MQTTBox	45
Gambar 4. 3 Tampilan <i>Publish Message</i> ke <i>MQTT Broker</i> setelah Pengisian Selesai.....	54
Gambar 4. 4 Tampilan <i>Subscribe Data</i> Pengisian dari <i>MQTT Publisher</i> ke <i>Database</i>	55
Gambar 4. 5 Tampilan Data Pengisian pada Website.....	55
Gambar 4. 6 Tampilan Tabel pada <i>Database</i>	56
Gambar 4. 7 Tampilan Database Admin.....	56
Gambar 4. 8 Tampilan <i>Database</i> Tabel Pengisian	57

Gambar 4. 9 Tampilan <i>Database</i> Tabel Laporan Pengisian	57
Gambar 4. 10 Tampilan <i>Home</i>	58
Gambar 4. 11 Tampilan <i>Login Admin</i>	58
Gambar 4. 12 Tampilan <i>Dashboard</i>	59
Gambar 4. 13 Tampilan Data Pengisian	59
Gambar 4. 14 Tampilan Laporan Pengisian.....	60
Gambar 4. 15 Tampilan Laporan Pengisian Per Hari	60
Gambar 4. 16 Tampilan Laporan Pengisian Per Minggu dan Per Bulan	61



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266	8
Tabel 3. 1 Daftar Alat.....	28
Tabel 3. 2 Daftar Bahan	29
Tabel 3. 3 Daftar <i>Software</i>	29
Tabel 3. 4 Koneksi antar pin komponen dengan NodeMCU ESP8266 pada rangkaian sistem	34
Tabel 3. 5 Koneksi antar pin komponen dengan <i>Relay</i> pada diagram sistem.....	34
Tabel 3. 6 Koneksi antar pin komponen dengan Catu daya 220V pada diagram .	34
Tabel 3. 7 Struktur <i>database</i> admin	40
Tabel 3. 8 Struktur <i>database</i> data pengisian	41
Tabel 3. 9 Struktur <i>database</i> laporan pengisian.....	41
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian mikrokontroler NodeMCU ESP8266.....	46
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04.....	47
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian <i>Relay 2 Channel</i>	48
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian <i>Solenoid Valve</i>	49
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian Pompa Air	49
Tabel 4. 6 Data hasil pengujian kalibrasi sensor <i>water flow</i> YF-S201 dengan <i>calibration factor</i> 7,5	50
Tabel 4. 7 Data hasil pengujian sensor water flow YF-S201 dengan <i>calibration factor</i> 6,5.....	51
Tabel 4. 8 Data hasil pengujian sistem secara keseluruhan untuk galon 19 liter..	53
Tabel 4. 9 Data hasil pengisian pada website	61

DAFTAR SINGKATAN

AMDK	: Air Minum Dalam Kemasan
AMIU	: Air Minum Isi Ulang
HTTP	: <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IoT	: <i>Internet of Things</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
MQTT	: <i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
PHP	: <i>Hypertext Preprocessor</i>
SQL	: <i>Structured Query Language</i>
VS Code	: <i>Visual Studio Code</i>
XAMPP	: X Apache MySQL PHP dan Perl

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Implementasi Alat pada Depot Air Minum Isi Ulang Berkah.....	68
Lampiran 2 Pengujian NodeMCU ESP8266	69
Lampiran 3 Pengujian <i>Relay 2 Channel</i>	69
Lampiran 4 Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	69
Lampiran 5 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	70
Lampiran 6 Pengujian Sensor <i>Water flow</i> YF-S201	70
Lampiran 7 Pengujian Sistem secara Keseluruhan	71
Lampiran 8 <i>Datasheet Hardware</i>	72
Lampiran 9 Kode Program.....	81



SURAT PERNYATAAN

Nama : Nurlina

NIM : 32220004

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “*Sistem Pemantauan Pengisian Air Galon Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Protokol MQTT*” merupakan gagasan, hasil karya kami dengan arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka Laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang diterapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2023



Nurlina

32220004

UJUNG PANDANG

SURAT PERNYATAAN

Nama : Kismatul Khasanah

NIM : 32220017

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "*Sistem Pemantauan Pengisian Air Galon Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Protokol MQTT*" merupakan gagasan, hasil karya kami dengan arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka Laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang diterapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 21 September 2023



Kismatul Khasanah

32220017

UJUNG PANDANG

SISTEM PEMANTAUAN PENGISIAN AIR GALON BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT

RINGKASAN

Kebutuhan air dalam kehidupan manusia sangatlah penting. Peran tersebut dapat terlihat dalam hal pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat. Masyarakat biasanya mengonsumsi air yang diperoleh dari depot air minum isi ulang. Di depot air minum isi ulang “Berkah”, pemilik kesulitan dalam mengetahui jumlah volume air yang dikeluarkan setiap penjualan air galon karena tidak adanya pencatatan volume air yang terjual.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat sistem pemantauan pengisian air galon pada usaha depot air minum isi ulang berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan protokol MQTT. Penelitian ini diawali dengan studi literatur, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan pengujian sistem. Pengambilan data dilakukan dengan pengujian pada setiap komponen dan pengujian sistem secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil penelitian, sistem diimplementasikan di depot air minum isi ulang Berkah. Sensor ultrasonik mendeteksi jarak galon 26-28 cm, berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonik didapatkan rata-rata nilai persentase *error* 0,315% dengan tingkat akurasi 99,69%. Sensor *water flow* membaca volume air sebesar 19,03 liter hingga 19,21 liter, berdasarkan hasil pengujian sensor *water flow* dengan *calibration factor* 6,5 didapatkan hasil rata-rata nilai persentase *error* 0,761% dengan tingkat akurasi 99,24%. Data hasil pengisian menggunakan protokol MQTT untuk diteruskan ke *database* dan ditampilkan pada website. Penjualan harian tertinggi di depot air minum isi ulang Berkah dapat mencapai Rp 265.000 dengan tarif isi ulang Rp 5000/19 liter, sedangkan total volume air yang keluar sebesar 1007 liter dengan waktu operasional kerja mulai pukul 07.00 – 22.00.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok manusia dalam kehidupan sehari-hari, karena 70% tubuh manusia terdiri dari air. Kebutuhan tubuh manusia terhadap air ini dipenuhi melalui asupan dari air minum dan makanan. Berdasarkan pedoman umum gizi seimbang yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan, masyarakat dianjurkan mengkonsumsi air minum minimal 2 liter sehari untuk memenuhi kebutuhan cairan tubuh dan menjaga kesehatan (Bekti, 2009).

Di kota besar, dalam hal pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat biasanya mengonsumsi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK), karena praktis dan dianggap lebih higienis. Akan tetapi perlahan-lahan masyarakat merasa bahwa AMDK semakin mahal, sehingga muncul alternatif lain yaitu air minum yang diproduksi oleh depot air minum isi ulang. Akibatnya tingkat konsumsi air minum isi ulang menjadi lebih banyak dibandingkan air minum dalam kemasan (Natalia, L.A. 2014: 32).

Pada penelitian sebelumnya, Ismar Ismail Arsyad dan Nasran telah melakukan penelitian dengan menerapkan sistem pengendalian secara otomatis untuk proses pengisiannya dengan menggunakan *sensor load cell*, tetapi untuk monitoring volume air galon yang dikeluarkan masih dilakukan secara manual sehingga masih harus dipantau secara langsung dan tidak adanya *database* maupun laporan yang menunjukkan hasil pengisian yang dilakukan sebelumnya. Hal tersebut kurang efektif dan efisien jika monitoring masih dilakukan secara manual.

Hasil observasi pada depot air minum is ulang “Berkah”, diketahui pemilik depot air minum kesulitan dalam mengetahui jumlah air yang dikeluarkan setiap penjualan air galon karena tidak adanya pencatatan volume air yang terjual. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem monitoring pengisian air galon secara otomatis. Dimana sistem yang dibuat berbasis *database* yang dapat dilihat pada website. *Database* diperlukan untuk mencatat volume air galon yang dikeluarkan kemudian dikonversi ke dalam satuan liter dan rupiah.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka pada perancangan tugas akhir ini akan dibuat “**Sistem Pemantauan Pengisian Air Galon Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Protokol MQTT**”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan pengisian air galon berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan protokol MQTT?
2. Bagaimana menampilkan data hasil pengisian dan penjualan air galon pada usaha depot air minum isi ulang di website?

1.3 Ruang Lingkup

1. Sistem bekerja menggunakan modul NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler.
2. Sistem bekerja menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04 untuk mendeteksi jarak galon.
3. Sistem bekerja menggunakan sensor *water flow* untuk mengukur volume air selama pengisian.
4. Sistem menggunakan *broker Mosquitto* sebagai broker protokol MQTT.

5. Sistem menggunakan MySQL sebagai penyimpan *database*.
6. Data hasil pengisian dan penjualan air galon ditampilkan di website.

1.4 Tujuan

1. Merancang sistem pemantauan pengisian air galon berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan protokol MQTT.
2. Menampilkan data hasil pengisian dan penjualan air galon pada usaha depot air minum isi ulang di website.

1.5 Manfaat

1. Menghasilkan sistem yang dapat membantu dalam melakukan pemantauan pengisian air galon pada usaha depot air minum isi ulang.
2. Mengetahui tiap liter air yang terjual sehingga pemilik usaha dapat mengetahui jumlah penjualan per hari, per minggu, dan per bulan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Depot Air Minum

Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen (Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI, 2004: 3). Proses pengolahan air pada prinsipnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik fisik, kimia maupun mikrobiologi.

Menurut Asosiasi Pengusaha Air Minum Isi ulang (2003), air minum isi ulang (AMIU) adalah air olahan yang berasal dari sumber mata air yang disuplai oleh distributor melalui tangki-tangki menuju stasiun atau depot pengisian air minum dan dipasarkan secara langsung pada konsumen. Umumnya, air ini disajikan kembali pada wadah galon bekas air minum dalam kemasan (AMDK).

Air minum isi ulang merupakan salah satu jenis air minum yang dapat langsung diminum tanpa dimasak terlebih dahulu, karena telah melewati beberapa proses tertentu. Merebaknya peluang usaha yang umumnya disebut sebagai depot air minum isi ulang tidak terlepas dari krisis yang dialami masyarakat Indonesia, sehingga masyarakat mencari alternatif lain dalam membangun suatu usaha dengan biaya relatif ringan tetapi cepat kembali modalnya, ataupun para konsumen air minum mengurangi biaya kebutuhan sehari-hari. Air minum isi ulang tidak dapat disebut sebagai air minum dalam kemasan, karena pada umumnya penjual atau produsen air minum isi ulang tidak memiliki kemasan sendiri (Epina dkk., 2018: 75).

Air minum isi ulang menjadi salah satu pilihan dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, karena selain lebih praktis (tidak perlu memasaknya terlebih dahulu) air minum ini juga dianggap lebih higienic. Tingginya minat masyarakat dalam mengkonsumsi air minum dalam kemasan dan mahalnya harga air minum dalam kemasan yang diproduksi industri besar mendorong tumbuhnya depot AMIU di berbagai tempat terutama kota-kota besar. Hal tersebut antara lain dari segi harganya AMIU lebih murah yaitu 1/3 dari harga air minum dalam kemasan yang diproduksi resmi industri besar, akan tetapi beberapa anggota masyarakat masih ragu akan hal kualitasnya sehingga dapat dikatakan aman untuk dikonsumsi (Selomo dkk., 2018: 2).

2.2 *Internet of Things (IoT)*

Internet of things atau yang dikenal dengan IoT terdiri dari dua kata yaitu “internet” dan “things”. Internet memiliki arti jaringan di seluruh dunia dari sistem komputer yang saling terkait menggunakan standar protokol internet (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) yang dapat menghubungkan jutaan orang diseluruh dunia. Pada IoT, “things” dapat berupa RFID (*Radio Frequency Identification*), sensor, *actuator*, handphone atau hal sejenisnya yang dapat membentuk suatu skema sehingga dapat berinteraksi satu dengan yang lainnya untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Giusto *et al.*, 2010).

IoT menghubungkan *Things* melalui sebuah jaringan sehingga manusia dapat melakukan sesuatu dengan data yang diperoleh (Park *et al.*, 2012). Sehingga secara *general* IoT dapat didefinisikan sebagai jaringan *smart* objek yang terbuka dan

komprehensif yang dapat mengatur, membagikan informasi, dan data secara otomatis serta merespon suatu situasi dan perubahan pada lingkungan.

IoT yang diterapkan di industri lebih fokus pada menghubungkan perangkat yang berpengaruh terhadap infrastruktur, manufaktur, dan hal lain yang berkaitan dengan kegiatan industri dengan tujuan keuntungan bisnis (Mondal, 2019). Banyaknya data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk mengambil solusi analitik dan mengarahkan kinerja industri yang optimal. IoT dapat digunakan untuk memantau proses produksi dan dihubungkan dengan sistem yang dapat mengatur diri sendiri sehingga membutuhkan lebih sedikit intervensi manusia (Xu *et al.*, 2014).

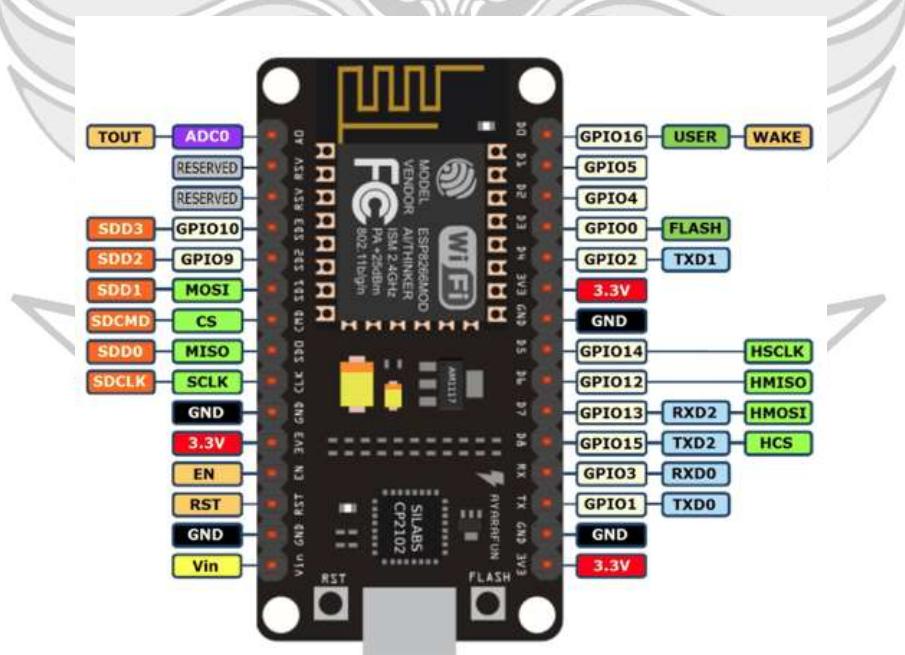
Komponen *Internet of Things* (IoT) terdapat 3 lapisan penyusun IoT yaitu lapisan fisik, lapisan komunikasi, dan lapisan aplikasi. Lapisan fisik terdiri dari perangkat fisik seperti sensor, aktuator, mesin manufaktur, *smart terminal* dan pusat data. Lapisan komunikasi menggunakan teknologi jaringan seperti *Wireless sensor networks* (WSN), 5G dan komunikasi *machine-to-machine* (M2M) untuk mengintergrasikan berbagai macam perangkat pada lapisan fisik untuk proses produksi (Alladi *et al.*, 2019).

Lapisan aplikasi merupakan penghubung langsung dengan pengguna yang dapat mengontrol serta memantau berbagai aspek dari sistem IoT. Aplikasi dapat memudahkan pengguna dalam memvisualisasikan serta menganalisis keadaan sistem IoT saat ini dan masa depan (Ray, 2018).

2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah *board* elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek IOT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan compiler-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE.

Bentuk fisik dari NodeMCU ESP8266, terdapat port USB (mini USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya. NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*) ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connected to Internet*“.



Gambar 2.1 Skematik pin pada board NodeMCU ESP8266

Berikut ini adalah spesifikasi dari NodeMCU ESP8266:

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Mikrokontoller	ESP8266
Input Tegangan	3.3V ~ 5V
Ukuran Board	57 mm x 30 mm
GPIO	13 pin
Flash Memory	4 MB
Wireless	802.11 b\g\n standart
USB to Serial Converter	CH340G

2.4 Arduino IDE

Integrated Development Environment (IDE) merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.



Gambar 2.2 Arduino Software

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino *Software* (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi. Teks editor pada Arduino *Software* ini memiliki fitur seperti *cutting/paste* dan *searching/replacing* sehingga memudahkan dalam menulis kode program. Pada Software Arduino IDE, terdapat semacam message box berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan Sotware Arduino IDE, menunjukan *board* yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan. Jika sebuah *sketch* sedang berjalan pada board menerima satu kali konfigurasi atau data lain ketika *sketch* pertama mulai, memastikan bahwa *software* yang berkomunikasi menunggu satu detik setelah membuka koneksi dan sebelum mengirim data ini. Untuk dapat melakukan pemrograman dengan benar maka Arduino IDE harus dikoneksikan dengan *board* Arduino yang telah terinstal pada port tertentu. Untuk mengupload program ke mikrokontroller dapat menggunakan kabel USB sebagai medianya.

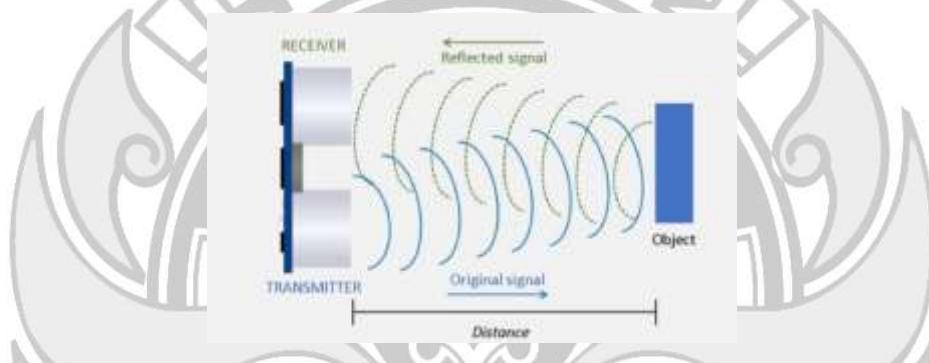
2.5 Sensor

2.5.1 Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang dapat mendeteksi gelombang ultrasonik, yaitu gelombang suara yang memiliki frekuensi ultrasonik atau

frekuensi di atas kisaran frekuensi pendengaran manusia. Umumnya sensor ultrasonik bersifat ganda, yaitu mendekksi dan menghasilkan gelombang ultrasonik (*Datasheet HC-SR04*).

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian diterima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu puncar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Prinsip kerja HCSRF-04 adalah transmitter memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (40 KHz) yang bebentuk pulsa, kemudian jika didepan HCSRF-04 ada objek padat maka receiver akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut dan receiver akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Untuk memulai pengukuran jarak, mikrokontroler mengeluarkan output *high* pada pin trigger selama minimal 10 μ s sinyal *high* yang masuk membuat sensor HCSRF-04 ini mengeluarkan gelombang suara ultrasonik. Kemudian ketika bunyi yang dipantulkan kembali ke sensor HCSRF-04, bunyi tadi akan diterima dan membuat keluaran sinyal *high* pada pin echo yang kemudian menjadi inputan pada mikrokontroler HCSRF04 akan memberikan pulsa 100 μ s - 18ms pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan.

Persamaan umum untuk menghitung jarak dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$s = v \cdot t \quad (2.1)$$

Keterangan:

s = jarak (m)

v = kecepatan (m/s)

t = waktu (s)

Untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek, dapat menggunakan persamaan 2.2.

$$s = \frac{v \cdot t}{2} \quad (2.2)$$

Keterangan:

s = jarak antara sensor dengan objek (m)

v = kecepatan rambat bunyi di udara (340 m/s)

t = waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar ke penerima (s)

Pada persamaan 2.2 dalam menghitung jarak antara sensor dengan objek, waktu dibagi dua didasarkan pada prinsip kerja dari sensor ultrasonik yaitu pemancar (*Transmitter*) akan memancarkan gelombang ultrasonik ke objek, kemudian objek akan memantulkan gelombang ultrasonik dan diterima oleh penerima (*Receiver*). Pada saat gelombang ultrasonik dipancarkan ke objek diperoleh waktu tempuh pertama dan pada saat gelombang ultrasonik dipantulkan dari objek ke penerima diperoleh waktu tempuh kedua. Sehingga waktu tempuh total didapatkan dari penjumlahan waktu tempuh pertama dan waktu tempuh kedua.

Menurut Datasheet HC-SR04, sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 buah pin dengan fungsi sebagai berikut:

1. VCC, sebagai pin sumber tegangan sensor sebesar 5V.
2. Trig, sebagai pin pembangkit sinyal ultrasonik (*trigger*).
3. Echo, sebagai pin pendeksi sinyal pantulan ultrasonik (*receiver*).
4. GND, sebagai pin sumber tegangan *negative* sensor (*ground*).

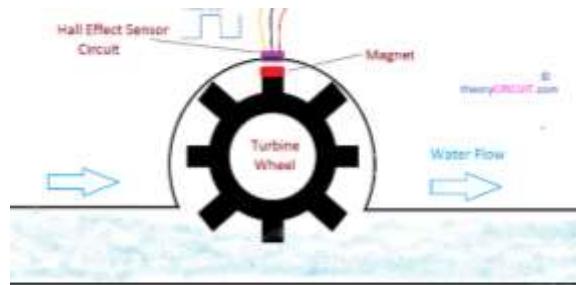


Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

2.5.2 Sensor *Water flow* YF-S201

Sensor *water flow* adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur debit/volume air. Sensor ini di definisikan sebagai jenis tranduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis dan magnetis menjadi tegangan dan frekuensi.

Sensor *water flow* terdiri dari beberapa bagian katup plastik (*valve body*), rotor air dan sebuah sensor *half effect circuit*. Sensor dilengkapi dengan tiga kabel yaitu merah (VCC), hitam (ground) dan kuning (output pulsa *half effect circuit*). Dengan menghitung pulsa dari output sensor, akan dapat dengan mudah menghitung aliran air, sensor YF-S401 bukan sensor yang presisi karena output sinyal *pulse* tergantung dari lambat dan kencangnya perputaran turbin.



Gambar 2.5 Bagian-Bagian Sensor Water Flow

Prinsip kerja dari sensor *water flow* meter adalah ketika air mengalir melalui sensor maka rotor akan berputar dan kecepatan dari rotor akan sesuai dengan aliran air yang masuk melewati rotor. Pulsa sinyal dari rotor akan diterima oleh sensor *hall effect circuit* untuk selanjutnya diproses di mikrokontroler. Frekuensi pulsa *hall effect circuit* memiliki hubungan linier dengan jumlah (volume) fluida yang melintasi penampang sensor, yang memungkinkan *water flow* sensor YF-S201 digunakan dengan tujuan pengukuran akurasi debit dan tingkat presisi yang cukup tinggi. Salah satu parameter penting yang memiliki peran sangat penting untuk akurasi pembacaan debit air adalah faktor kalibrasi yang merupakan frekuensi sensor untuk 1 liter fluida yang melewati. Berdasarkan *datasheet* *water flow* sensor menentukan nilai faktor kalibrasi sebesar 7,5 dengan tingkat akurasi ketidakpastian antara sensor satu dengan sensor lainnya sebesar 3 – 10%.

Persamaan umum dalam mengukur debit air yang mengalir di dalam pipa dengan acuan volume dan waktu dapat dilihat melalui persamaan 2.3.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Q = debit air mengalir (liter/detik)

V = volume (liter)

t = waktu (detik)

Untuk mengukur debit air yang mengalir di dalam pipa berdasarkan *datasheet* sensor YF-S201 dapat menggunakan persamaan 2.4.

$$Q = \frac{\text{pulse frequency}}{\text{CF}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

Q = debit air mengalir (liter/menit)

Pulse frequency = jumlah putaran per periode (Hz)

CF = *calibration factor*

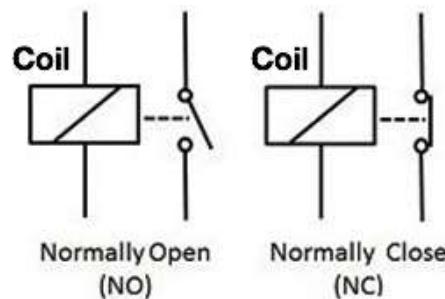
Pada persamaan 2.4 dalam mengukur debit air yang mengalir di dalam pipa menggunakan sensor *water flow* YF-S201 dengan parameter *pulse frequency* dan *calibration factor* didasarkan pada prinsip kerja sensor yaitu ketika air mengalir melalui sensor maka rotor akan berputar dan kecepatan dari rotor akan sesuai dengan aliran air yang masuk melewati rotor, pulsa sinyal dan *pulse frequency* dari rotor diterima oleh *half effect sensor circuit*, sedangkan *calibration factor* digunakan untuk akurasi pembacaan debit dan volume air.



Gambar 2.6 Sensor Water Flow YF-S201

2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. *Relay* juga biasa disebut sebagai komponen elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal. Komponen *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang yang memiliki tegangan lebih tinggi. Kontak saklar *relay* terdiri dari *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Kontak NO dan NC merupakan sebuah komponen elektronika yang prinsip kerjanya dikendalikan oleh sinyal elektrik. Sehingga untuk dapat bekerja, kontak ini nantinya akan memanfaatkan gaya magnetik. Dimana gaya magnetik yang terdapat di dalamnya akan membuat kontak bergerak untuk membuka ataupun menutup sesuai kondisi.



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Kontak NO dan NC

NO berarti biasanya terbuka, artinya kabel yang terhubung ke kontak ini biasanya akan terbuka (atau mati) dan arus tidak akan mengalir ketika *relay* dinonaktifkan. Ketika *relay* diaktifkan dengan memberikan catu daya, sirkuit internal *relay* akan terpicu yang membuat kontak ini tertutup (berarti saklar tuas internal akan ditekan ke titik NO) dan arus akan mulai mengalir melalui kontak ini. Oleh karena itu, disebut biasanya terbuka karena secara *default* kontak ini tidak akan mengalirkan arus kecuali diberi energi.

NC berarti biasanya tertutup, artinya kabel yang terhubung ke kontak ini biasanya akan tertutup (atau hidup) dan arus akan mengalir ketika *relay* dinonaktifkan. Ketika *relay* diaktifkan dengan memberikan catu daya, sirkuit internal *relay* akan terpicu yang membuat kontak ini terbuka (berarti saklar tuas internal akan ditarik menjauh dari titik NC) dan arus sekarang akan berhenti mengalir melalui kontak ini. Oleh karena itu, disebut biasanya tertutup karena secara *default* kontak ini akan mengalirkan arus kecuali diberi energi.

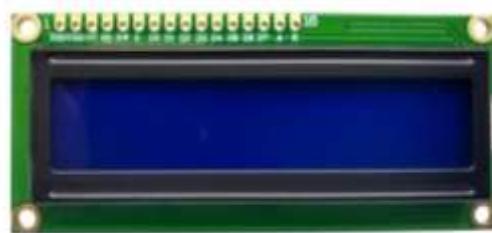


Gambar 2.8 Relay 2 Channel

2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display atau yang biasa disebut LCD adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi menampilkan karakter seperti tulisan, angka, dan sebagainya. LCD banyak digunakan dalam bidang elektronika sebagai bahan pembelajaran maupun komponen utama yang dipasang pada suatu alat untuk memberikan tampilan informasi sesuai yang diinginkan.

Modul LCD 16x2, setiap karakternya terbentuk dari 8 baris dan 5 kolom pixel, dimana satu baris terakhirnya adalah kursor. Akses data (pembacaan maupun penulisan) pada LCD ini dilakukan melalui register data (Derek, Allo, & Tulung, 2016).



Gambar 2.9 Modul LCD 16x2

Dalam membuat rangkaian LCD dengan kontroller, biasanya memerlukan komponen tambahan agar data dari kontroller dapat terkirim ke LCD dengan baik. Pada komponen tambahan inilah biasanya menggunakan beberapa kabel dan komponen lain agar sesuai dengan sinyal kaki output pada LCD. Sehingga untuk menghemat jumlah kabel koneksi dan mempermudah perangkaian, maka menggunakan komponen yang disebut dengan modul I2C sebagai jembatan koneksi antara LCD dengan kontroller.

Pada umumnya, *Inter Integrated Circuit* atau biasa disebut dengan I2C digunakan untuk menjembatani antara *minimum system* dan LCD. Sistem pada modul ini terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang berfungsi untuk membawa informasi data antara I2C dengan kontrollernya. Oleh karena itu, I2C mengurangi penggunaan pin pada mikrokontroller yang hanya membutuhkan 4 pin saja yaitu 5V, GND, SCL, dan SDA (Najoan dkk., 2017).



Gambar 2.10 Modul I2C

2.8 Solenoid Valve

Solenoid valve atau katup *solenoid* adalah katup yang dioperasikan dengan bantuan medan magnet dari sebuah *solenoid* (kumparan kawat yang membentuk

medan magnet). *Solenoid valve* digunakan untuk mengontrol aliran fluida atau gas dengan cara membuka atau menutup jalur aliran.

Solenoid valve terdiri dari dua bagian utama yaitu *solenoid* dan *valve*. *Solenoid* terdiri dari kumparan kawat yang membentuk medan magnet ketika dialiri arus listrik. Medan magnet ini kemudian digunakan untuk menggerakkan sebuah katup (*valve*) yang terpasang di atasnya. Ketika kumparan kawat dialiri arus listrik, maka katup akan terbuka sehingga fluida atau gas dapat mengalir melalui pipa. Begitu pula sebaliknya, ketika kumparan kawat tidak dialiri arus listrik, maka medan magnet akan hilang dan katup akan tertutup sehingga aliran fluida atau gas terhenti.

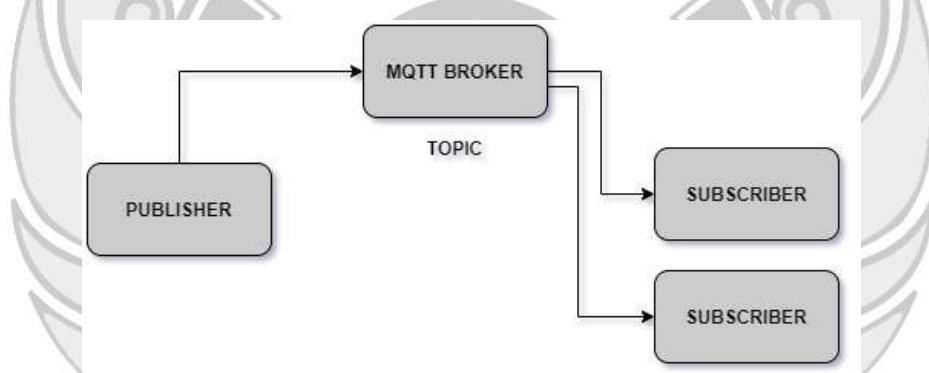
Solenoid valve digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pada sistem kontrol aliran cairan, sistem pendingin, sistem pengisian air, sistem irigasi, dan sebagainya. Keuntungan dari *solenoid valve* adalah kemampuan untuk bekerja secara otomatis dan memiliki waktu respon yang cepat. Selain itu, *solenoid valve* juga dapat dikontrol jarak jauh dengan menggunakan sistem pengontrol yang sesuai.



Gambar 2.11 *Solenoid Valve*

2.9 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)

Protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) merupakan protokol pesan yang sangat sederhana dan juga ringan. Protokol MQTT menggunakan arsitektur *publish* dan *subscribe* yang dirancang secara terbuka dan mudah untuk diimplementasikan, mampu menangani ribuan pengguna jarak jauh dengan hanya menggunakan satu server. MQTT menggunakan bandwidth jaringan yang sedikit, selain itu juga menggunakan sumber daya perangkat yang sedikit pula. Pada protokol ini berbasis M2M (*Machine to Machine*) yang artinya dapat berkomunikasi antar mesin atau perangkat, bisa dua perangkat atau lebih.



Gambar 2.12 Protokol MQTT

Protokol MQTT terdiri dari 2 komponen utama, yaitu *MQTT Client* dan *MQTT Broker*. *MQTT Client* merupakan protokol yang berada pada perangkat, seperti halnya Arduino. Sedangkan *MQTT Broker* berfungsi untuk menangani *publish* dan juga *subscribe* data.

MQTT memiliki 3 level QoS (*Quality of Service*). Level-level ini memberikan garansi konsistensi dari pengiriman pesan. *Client* dan *broker* menyediakan mekanisme penyimpanan data pengiriman kembali dari pesan

sehingga meningkatkan konsistensi data akibat kegagalan jaringan ataupun restart.

Ketiga level tersebut antara lain.

1. Level 0, pesan dikirimkan hanya sekali. Pesan yang terkirim tergantung dari konsistensi adanya jaringan dan tidak ada usaha untuk mengirimkan pesan kembali.
2. Level 1, pesan dikirimkan setidaknya satu kali. Jadi *clien* setidaknya akan menerima pesan sekali. Jika *subscriber* tidak mengakui (*acknowledge*) maka *broker* akan mengirimkan pesan sampai *publisher* menerima status pengakuan pesan dari *clien*.
3. Level 2, pesan pasti diterima satu kali, protokol dengan level ini memastikan bahwa pesan pasti tersampaikan dan tidak terjadi duplikasi pesan yang terkirim (OASIS, 2014).

2.10 Website

Menurut Hartono (2014), website merupakan himpunan halaman yang terkandung didalamnya banyak data, teks, beragam gambar diam maupun gambar gerak, berbagai gaya animasi, suara, bahkan video yang menghasilkan suatu keutuhan sistem. Ada yang berbentuk statis ataupun dinamis kemudian terciptalah satu rangkaian bangunan yang satu dengan lainnya saling terkait dimana diantara keduanya dihubungkan dengan ragam jaringan halaman yang disebut sebagai *hyperlink*. Sebuah website disebut statis ketika informasi pada web tersebut bersifat tetap, jarang atau bahkan tidak ada perubahan, dan informasi yang ditampilkan hanya dari pemilik web tersebut, web ini dapat ditemui pada personal blog. Namun menjadi dinamis ketika informasi yang ditampilkan silih-berganti dan berasal dari

pemilik serta pengguna web tersebut. Berdasarkan sifatnya, suatu website dibagi menjadi menjadi yakni:

1. Web statis

Dari kata statis saja dapat dipahami bahwa website statis memiliki makna, tidak dapat diubah, ketika konten didalam website tersebut ingin diubah maka harus dilakukan secara manual yaitu dapat dilakukan oleh si pemilik website saja, dengan mengubah kode-kode yang dirancang sebagai fondasi dari web itu sendiri, contoh dari penggunaan web statis ini ialah web personal blog (Zufria dan Azhari, 2017).

2. Web dinamis

Web dimanis merupakan website yang didesain agar dapat dirubah atau ditambah kontennya sesering mungkin sesuai kebutuhan pengguna. Contoh umum untuk penggunaan website jenis dinamis ini antara lain; web berita, web portal, atau web toko *online* yang didalamnya terdapat fasilitas berita, jenis produk dan sebagainya (Zufria dan Azhari, 2017).

2.11 Database

1. *Database*

Menurut Manan (2014) *database* berfungsi untuk mengelompokkan data yang mana keduanya berelasi, kelompok data-data yang tersusun rapi dan mampu dideskripsikan sesuai aktivitas yang data itu miliki, bertujuan untuk mempermudah identifikasi dari kelompok data itu sendiri. Data-datanya disimpan pada perangkat keras komputer kemudian ditampilkan dan dimanipulasi pada perangkat lunak. Data yang tersimpan kemudian dimanfaatkan sebagai sumber informasi lalu diorganisasikan untuk efisiensi kapasitas penyimpanan karena informasi yang

dihasilkan akan lebih terstruktur. *Database* diakses atau dimanipulasikan dengan menggunakan sebuah *software* yang disebut *Data Base Management System* (DBMS).

Data memiliki arti yang bermacam-macam, secara umum disebut sebagai bukti gabungan dari hasil penelitian, kemudian dapat dijadikan dasar suatu kajian atau pendapat. Sekumpulan data-data tersebut dikumpulkan dan disalin sebagai informasi oleh suatu pengolah informasi, dengan demikian informasi adalah data yang telah diproses sehingga berguna bagi pemakainya sebagai pemecah suatu masalah (Bennett, 2014).

2. *Search Querry Language* (MySQL)

Menurut Achmad (2016) MySQL merupakan suatu perangkat lunak manajemen basis data *Search Querry Language* (SQL) atau DBMS yang *multithread* dan *multi-user*. MySQL merupakan perangkat lunak yang dibuat oleh sebuah perusahaan Swedia yaitu MySQL AB yang menggenggam utuh hak cipta hampir semua kode sumbernya. Para pendiri MySQL adalah dua orang Swedia dan satu orang Finlandia diantaranya, David Axmark, Alla Larsson, dan Michael “Monty” Widenius. Mereka menyediakan MySQL menjadikannya perangkat lunak gratis dibawah lisensi *General Public License* (GPL), bagi yang tidak cocok dengan penggunaan GPL, maka dapat membeli melalui lisensi komersial. Beberapa kelebihan MySQL antara lain, *free* (bebas didownload), stabil dan tangguh, fleksibel dengan berbagai bahasa pemrograman, keamanan yang baik, dukungan dari berbagai komunitas, kemudahan manajemen *database*, mendukung transaksi dan pengembangan *software* yang lumayan tepat (Nugroho, 2014).

2.12 phpMyAdmin

phpMyAdmin adalah aplikasi web untuk mengelola *database* MySQL dan *database* MariaDB dengan lebih mudah melalui antarmuka (*interface*) grafis. Aplikasi web ini ditulis menggunakan bahasa pemrograman PHP. Sebagaimana aplikasi-aplikasi lain untuk lingkungan web (aplikasi yang dibuka atau dijalankan menggunakan browser), phpMyAdmin juga mengandung unsur HTML/XHTML, CSS dan juga kode JavaScript. Aplikasi web ini ditujukan untuk memudahkan pengelolaan basis data MySQL dan MariaDB dengan penyajian antarmuka web yang lengkap dan menarik.

2.13 Mosquitto

Mosquitto adalah *message broker* yang mengimplementasikan protokol MQTT versi 3.1 dan 3.1.1. *Broker mosquitto* cukup handal terutama dalam sistem *Internet of Things*, karena sudah digunakan oleh banyak *user*. *Mosquitto* telah mendukung berbagai sistem operasi mulai dari Mac OS, Microsoft Windows, dan berbagai varian distro Linux.

Broker mosquitto bertanggung jawab untuk menerima koneksi jaringan dari pengguna dan menangani permintaan pengguna untuk *subscriber* dan *publisher*, serta meneruskan pesan yang dipublikasikan oleh *client* ke pelanggan lain. *Broker mosquitto* menyediakan metode ringan dalam melakukan pengiriman pesan menggunakan model *pub/sub*. Hal ini membuatnya cocok untuk pengiriman pesan *Internet of Things* seperti dengan sensor berdaya rendah atau perangkat seluler seperti ponsel, komputer tertanam, atau mikrokontroler.

2.14 XAMPP

XAMPP adalah perangkat lunak bebas yang mendukung banyak sistem operasi, merupakan kompilasi dari beberapa program. Fungsinya adalah sebagai server yang berdiri sendiri (localhost), yang terdiri atas program Apache HTTP Server, MySQL *database*, dan penerjemah bahasa yang dirilis dengan bahasa pemrograman PHP dan Perl. Nama XAMPP merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi apapun), Apache, MySQL, PHP dan Perl. Program ini tersedia dalam GNU *General Public License* dan bebas, merupakan web server yang mudah digunakan yang dapat melayani tampilan halaman web yang dinamis.



Gambar 2.13 XAMPP Control Panel

XAMPP dikembangkan dari sebuah tim proyek bernama Apache Friends, yang terdiri dari Tim Inti (*Core Team*), Tim Pengembang (*Development Team*) & Tim Dukungan (*Support Team*).

2.15 Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah kode editor sumber yang dikembangkan oleh Microsoft untuk Windows, Linux dan macOS. Ini termasuk dukungan untuk *debugging*, kontrol git yang tertanam dan GitHub, penyorotan sintaksis, penyelesaian kode cerdas, *snippet*, dan *refactoring* kode. Ini sangat dapat

disesuaikan, memungkinkan pengguna untuk mengubah tema, pintasan *keyboard*, preferensi, dan menginstal ekstensi yang menambah fungsionalitas tambahan.

Visual Studio Code (VS Code) ini adalah sebuah teks editor ringan dan handal yang dibuat oleh Microsoft untuk sistem operasi *multiplatform*, artinya tersedia juga untuk versi Linux, Mac, dan Windows. Teks editor ini secara langsung mendukung bahasa pemrograman JavaScript, Typescript, dan Node.js, serta bahasa pemrograman lainnya dengan bantuan plugin yang dapat dipasang *via marketplace Visual Studio Code* (seperti C++, C#, Python, Go, Java, dst). Banyak sekali fitur-fitur yang disediakan oleh Visual Studio Code, diantaranya *Intellisense*, *Git Integration*, *Debugging*, dan fitur ekstensi yang menambah kemampuan teks editor.

2.16 Persentase *Error* dan Akurasi

Perhitungan kesalahan persentase adalah perbedaan antara hasil nilai perkiraan maupun nilai terukur dan nilai pasti. Cara ini biasa digunakan dalam ilmu kimia dan ilmu lainnya untuk melaporkan atau menganalisis perbedaan antara nilai terukur atau eksperimental dan nilai yang benar. Perhitungan nilai persentase *error* dengan cara yaitu nilai acuan dikurangi dengan nilai pengukuran sensor dibagi nilai acuan lalu dikali 100%, hasil dari perhitungan tersebut akan menghasilkan nilai persentase *error*.

Berikut merupakan rumus perhitungan nilai *error* yang ditunjukkan pada persamaan 2.5.

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai Pengukuran}}{\text{Nilai acuan}} \times 100 \% \quad (2.5)$$

Akurasi menunjukkan kedekatan nilai hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Untuk menentukan tingkat akurasi perlu diketahui nilai sebenarnya

dari parameter yang diukur dan kemudian dapat diketahui seberapa besar tingkat akurasinya. Berikut merupakan rumus mencari tingkat akurasi dari suatu pengukuran yang ditunjukkan pada persamaan 2.6.

$$\% \text{ Akurasi} = 100 \% - \left(\frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai Pengukuran}}{\text{Nilai acuan}} \times 100 \% \right) \quad (2.6)$$

Keterangan:

Nilai acuan = Nilai dari alat ilmiah

Nilai Pengukuran = Nilai pengukuran sensor



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

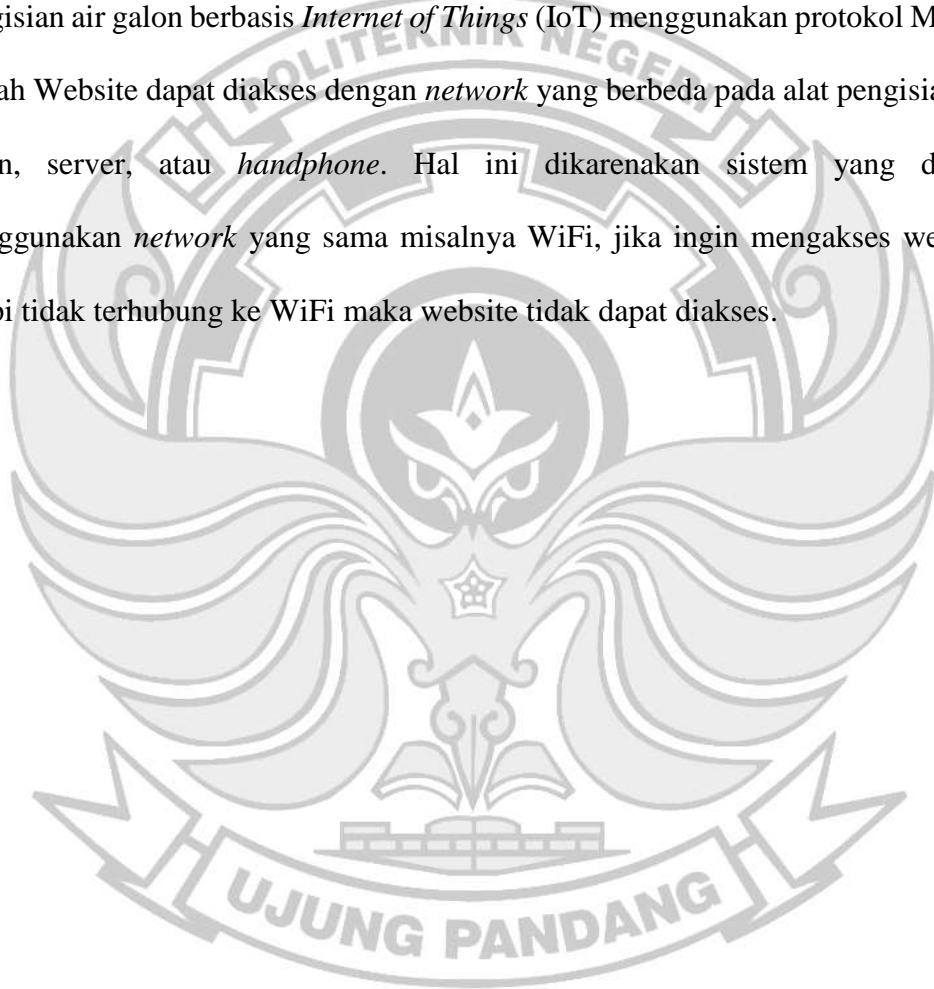
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari tahap perancangan, pembuatan, dan pengujian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem pemantauan pengisian air galon berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan protokol MQTT dirancang melalui perancangan *hardware* dan *software*, serta diimplementasikan di depot air minum isi ulang Berkah. Sensor ultrasonik mendeteksi jarak galon 26-28 cm, berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonik didapatkan rata-rata nilai persentase *error* 0,315% dengan tingkat akurasi 99,69%. Sensor *water flow* membaca volume air sebesar 19,03 liter hingga 19,21 liter, berdasarkan hasil pengujian sensor *water flow* dengan *calibration factor* 6,5 didapatkan hasil rata-rata nilai persentase *error* 0,761% dengan tingkat akurasi 99,24%. Data hasil pengisian menggunakan protokol MQTT untuk diteruskan ke *database* sistem. Dengan demikian, sistem pengisian air galon ini dapat bekerja dengan baik dan digunakan secara terus-menerus pada depot air minum isi ulang “Berkah”
2. Website digunakan untuk memantau data pengisian dan penjualan air galon. Website dapat digunakan dengan baik untuk menyimpan data hasil pengisian dan hasil penjualan yang dapat dilihat melalui laporan pengisian per hari, per minggu, per bulan, bahkan per tahun karena menggunakan data *range* tanggal untuk dapat menampilkan laporan pengisian dengan total volume yang terjual dalam satuan liter dan harga jual dalam satuan rupiah. Penjualan harian

tertinggi di depot air minum isi ulang Berkah dapat mencapai Rp 265.000 dengan tarif isi ulang Rp 5000/19 liter, sedangkan total volume air yang keluar sebesar 1007 liter dengan waktu operasional kerja mulai pukul 07.00 – 22.00.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan lebih lanjut tentang sistem pemantauan pengisian air galon berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan protokol MQTT adalah Website dapat diakses dengan *network* yang berbeda pada alat pengisian air galon, server, atau *handphone*. Hal ini dikarenakan sistem yang dibuat menggunakan *network* yang sama misalnya WiFi, jika ingin mengakses website tetapi tidak terhubung ke WiFi maka website tidak dapat diakses.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Solihin. 2016. *Pemograman Web dengan PHP dan MySQL*. Budi Luhur. Jakarta.
- Agung P.S, Resmi Mustaricihie, Lusius A. Wardoyo. 2022. *Pengaplikasian Internet of Things (IoT) Dalam Manufaktur Industri Farmasi di Era Industri 4.0. Jurnal Farmaka, volume 20, nomor 1.*
- Agung Setia Budi, Diki Mulyadi, dkk. *Sistem Kontrol Pendekripsi Pengisian Air Galon Berbasis IoT.* <https://perpustakaan.poltekgal.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=22697&bid=4208638>. Diakses tanggal 5 Januari 2023.
- Alladi, T, et, al. 2019. *Blokchain Applications for Industry 4.0 and Industrial IoT: A review. IEEE Access*, 7, 176935-176951
- Ari Anggara, Aulia Rahman, Alfatirta Mufti. 2018. *Rancang Bangun Sistem Pengatur Pengisian Air Galon Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328P. Jurnal KITEKTRONIK vol.3 no.2.*
- Arni Litha, Christian Lumembang. 2018. *Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pengisian Ulang Air Galon. Jurnal Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M), pp. 171-176.*
- Bekti. 2009. *Pentingnya Minum Air yang Cukup Setiap Hari.* www.medicastore.com.
- Erwan Yudi Indrasto. 2019. *Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Udara pada Kandang Ayam Berbasis Web Menggunakan Protokol MQTT. Skripsi, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang.*
- Epina, Riska, dkk. 2018. *Higiene Sanitasi dan Uji Escherichia Coli Depot Air Minum Isi Ulang (Damiu) di Kelurahan Pesisir, Kecamatan Lima Puluh, Kota Pekanbaru. Jurnal Kesehatan Nasional, Vol 3, 2 2018.*
- Giusto, D, dkk. 2010. *The Internet of Things*. ISBN: 978-1-4419-1673-0.
- Hartono, Hamzah. 2014. *Pengertian Website dan Fungsinya. Ilmu Teknologi Informasi (Ilmuti), 1-7.*
- Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI. 2004. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor 651/MPP/kep/10/2004 Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya. Jakarta. https://jdih.kemendag.go.id/backendx/image/regulasi/28000512_Kepmenperindag_Nomor_651_Tahun_2004.pdf. Diakses 7 Januari 2023.
- Natalia LA, Bintari SH, Mustikaningtyas D. *Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora. Unnes Journal of Life Science. 2014; 3(1):31-38.*
- Nugroho, Mochammad Arie. 2018. *Penerapan Otomatisasi Pada Pengaman Pembuangan Gas Vent Stack Pada Snuffing Unit N2 Berbasis Programmable*

- Logic Controller (PLC) Pada PT Transportasi Gas Indonesia.* Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Nurul H.L, Mimin F.R, Soffa Zahara. 2019. *Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Thing (IoT).* Jurnal 5.14.04.11.0.097.
- Manan, L. 2014. *Buku Pintar Swamedikasi.* Cetakan pertama. Saufa. Jogjakarta.
- Mondal, D. 2019. *The Internet of Thing (IoT) and Industrial Automation; a Future Perspective Particle Swarm Optimization Matlab Code View Project Power System and PID Controller Parameters via SCA Algorithm View Project The Internet of Thing (IoT) and Indsutrial Automatio.* World Journal of Modelling and Simulation, 15(2), 140-149.
- OASIS. 2014. *MQTT Version 3.1.1 OASIS Standart, (October)*, 81.
- Oktavian, D, dkk. 2016. *Rancang Bangun Alat Monitoring Kecepatan Angin dengan Koneksi Wireless menggunakan Arduino Uno.* E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, vol.5 no.4:1-7.
- Park, M, et.al. 2012. *Three-dimensional Tracking of Construction Resources Using an On-Site Camera System.* Journal of Computing in Civil, 26(4), 541-549.
- Putri, Heni Aditya. 2018. *Rancang Bangun Monitoring Penyiram Tanaman Menggunakan Sensor Moisture Berbasis Web Service.* Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Ray, P. 2018. A Survey on Internet of Things architectures. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 30(3), 291-319.
- Selomo, M dkk. 2019. *Hygiene dan Sanitasi Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Campalagian Kabupaten Polewali Mandar.* Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK) LP2M Unhas, Vol 1, 2 2018.
- Xu, L, et, al. 2014. *Internet of Things in Industries: A Survey.* IEEE Transactions on Industrial Informatics, 10(4), 2233-2243.
- Yanda Aprinaldi, Tanda Saputra. 2021. *Sistem Pemantauan dan Pengisian Cairan Pada Hemodialisa berbasis IoT Dengan P4otokol MQTT.* Jurnal JITEL v1, i1, pp. 9-16.
- Zufria, Ilka dan M. Hasan Azhari. 2017. *Web-Based Applications in Calculation of Family Heritage (Science of Faroidh).* Jurnal Sistem Informasi Vol.1 No.1: 2579- 5341.