

Rancang Bangun Sistem Pengatur Pengisian Air Galon Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328P

Ari Anggara^{#1}, Aulia Rahman^{#2}, Alfatirta Mufti^{#3}

Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh, 23111, Aceh, Indonesia

¹ari02anggara@gmail.com

²aurahmn@unsyiah.ac.id

³alfatirta.ee@unsyiah.ac.id

Abstrak— Pengisian ulang air minum di depot umumnya menggunakan peralatan yang relatif modern, namun proses pengisian air ke dalam galonnya masih secara manual. Sistem pengisian air galon otomatis dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas pengisian air galon sehingga tidak terjadinya kerugian air. Sistem pengisian air otomatis mendeteksi keberadaan galon menggunakan sensor ultrasonik. Galon akan terdeteksi sensor pada jarak 10 cm. Ketika galon sudah terdeteksi, lampu indikator berkedip selama 4 detik. Setelah lampu berkedip, pompa air akan menyala dan galon mulai terisi. Sistem mendeteksi keberadaan galon dengan rata-rata kesalahan sebesar 0.096 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian sensor ultrasonik berjalan dengan baik dengan setpoint 10 cm untuk jarak yang dapat mendeteksi keberadaan galon. Pengisian air diatur oleh sensor waterflow dengan setpoint 19 liter karena sistem ini menggunakan galon yang bermuatan 19 liter. Pengisian air menghasilkan kesalahan minimum dengan selisih 0.05 liter terjadi pada pengujian volume air 8 liter. Kesalahan maksimum dengan selisih 0.3 liter terjadi pada pengujian 1 liter dan 9 liter. Rata-rata kesalahan sistem pengisian air sebesar 0.1374 liter sehingga presentasi kesalahan yang didapat adalah 0.729%. Hal tersebut masih berada dalam rentang kesalahan yang tertera pada datasheet sensor waterflow YF-S201, yaitu $\pm 5\%$.

Kata Kunci— pengisian air galon, sensor waterflow, sensor ultrasonik, Mikrokontroler328p, motor pompa.

I. PENDAHULUAN

Air dapat diartikan sebagai senyawa yang dianggap penting bagi seluruh makhluk hidup yang ada di Bumi. Hefni Effendi mengatakan bahwa air merupakan salah satu sumber energi gerak dalam kehidupan [1]. Kebutuhan air tiap manusia berbeda-beda. Kebutuhan air paling utama bagi manusia adalah untuk minum [2]. Berdasarkan pedoman umum gizi seimbang yang dikeluarkan oleh Depkes, masyarakat dianjurkan untuk mengkonsumsi air minum minimal 2 liter (setara dengan 8 gelas) sehari untuk memenuhi kebutuhan cairan tubuh dan menjaga kesehatan

[3]. Untuk memenuhi kebutuhan air minum ini didirikanlah depot-depot air minum isi ulang yang dikemas dengan galon.

Proses di depot pengisian ulang air minum umumnya masih dilakukan dengan menggunakan peralatan yang relatif modern, namun proses pengisian air ke dalam galonnya masih secara manual. Operator harus menekan tombol untuk memulai pengisian dan memperhatikan tingkat kepenuhan air selama proses pengisian. Hal tersebut tidak efisien dan juga dapat menimbulkan ketidakpastian dari volume air terisi dalam galon. Secara otomatis, konsumen dapat dirugikan karena volume air yang masuk ke galon tidak sama walaupun dengan operator yang sama. Dan, operator juga dirugikan jika volume air yang melimpah.

Pada [4], Muchlis merancang sistem pompa air otomatis yang dapat mengisi wadah berdasarkan waktu yang diatur pada program yang ditanam dalam mikrokontroler. Kelemahan pada sistem pengisian air berdasarkan pengaturan waktu ini adalah volume air sudah ditentukan, jika volume air berbeda maka waktu harus disesuaikan kembali, selain itu debit air yang keluar harus konstan. Jika debit air berkurang maka saat waktu pengisian berhenti, air tidak terisi secara penuh.

Kelemahan yang sama didapatkan pada sumber [5], Andri merancang alat pengisi galon otomatis dengan timer sehingga jumlah air yang dikeluarkan dari pompa berbeda-beda. Sistem ini juga menggunakan sensor ultrasonik untuk membaca ketinggian air dan LED sebagai indikator ketinggian air dalam penampungan.

Dari kelemahan yang telah diuraikan, peneliti merancang sebuah sistem otomasi pengisian air galon dengan menggunakan sensor ultrasonik dan sensor waterflow. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan galon. Jika sensor mendeteksi keberadaan galon, lampu indikator berkedip. Setelah beberapa detik, pompa air akan menyala sehingga air dapat mengalir dan galon mulai terisi. Sensor waterflow berfungsi untuk membaca dan mengatur jumlah volume air yang selama pengisian. Sensor waterflow mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk mematikan

pompa air saat volume air yang telah ditentukan tercapai. Relay berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan pompa air. Jumlah volume air yang mengalir ditampilkan pada LCD agar operator dapat melihat apakah volume air yang keluar sesuai atau tidak.

Oleh karena itu, peneliti mengangkat judul “Rancang Bangun Sistem Pengatur Pengisian Air Galon Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328P” pada penelitian tugas akhir. Diharapkan penelitian ini bisa dimanfaatkan sebagai sistem yang efektif dan efisien untuk pengisian air pada depot air isi ulang di Indonesia.

II. DASAR TEORI

A. Dasar Sistem Kendali

Sistem kendali (*control system*) merupakan suatu komponen yang memiliki proses pengendalian untuk mengatur atau mengubah suatu system berdasarkan masukan dan keluaran yang dihasilkan. Sistem kendali memiliki tiga unsur yaitu masukan, proses dan keluaran (Abustan, 2015). Berdasarkan tipe kendalinya, sistem kendali terdiri atas 2 yaitu sistem kendali *loop* terbuka dan sistem kendali *loop* tertutup:

- Sistem kendali Loop Terbuka (*open-loop control system*).

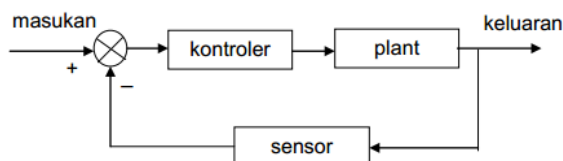
Pada sistem kendali loop terbuka, sinyal keluarannya tidak berpengaruh langsung terhadap proses pengendalian. Sinyal keluaran yang dihasilkan tidak dapat dikembalikan untuk mengubah sinyal masukan. Sehingga setiap masukan memiliki kondisi yang tetap dan harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu [7].



Gambar. 1 Diagram sistem kontrol loop terbuka

- Sistem Kendali Loop Tertutup (*closed-loop control system*)

Pada sumber [7], sistem kendali loop tertutup, sinyal keluarannya berpengaruh langsung terhadap proses pengendalian. Sistem kendali loop tertutup disebut juga sebagai sistem kendali umpan-balik dikarenakan aksi umpan-balik yang terjadi dapat memperkecil kesalahan dari sistem tersebut.



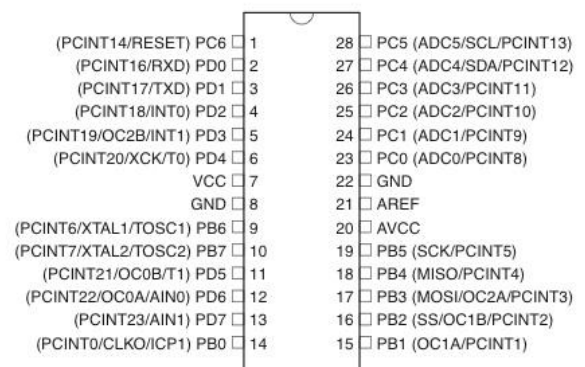
Gambar. 2 Diagram sistem kontrol loop tertutup

Perbedaan yang signifikan antara sistem kendali *loop* terbuka dan tertutup terdapat pada segi kestabilan seperti yang ditunjukkan pada sumber [7]. Sistem *loop* terbuka kestabilan bukanlah bagian terpenting, sedangkan *loop* tertutup kestabilan adalah bagian terpenting dikarenakan kecenderungan terjadi kesalahan akibat koreksi berlebihan

menimbulkan osilasi pada amplitud. Namun, sistem kontrol tertutup memiliki umpan-balik yang membuat respon sistem relatif kurang peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem.

B. Mikrokontroler ATMEGA328p

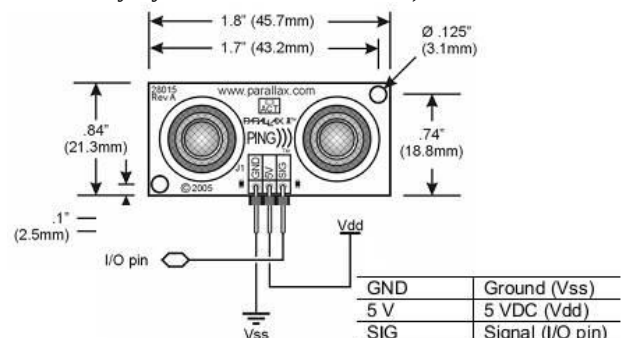
Pada[8], Atmega328P merupakan sebuah mikrokontroler 8-bit berbasis RISC AVR dari Atmel dengan performansi tinggi. Dengan mengeksekusi sejumlah instruksi dalam satu siklus tunggal, perangkat mencapai *throughputs* mendekati 1 MIPS per MHz. Inti AVR mengkombinasikan satu set instruksi sebanyak 32 register yang bekerja. Semua register dihubungkan secara langsung ke ALU dengan mengizinkan dua register bebas dapat diakses dalam sekali instruksi dalam satu siklus. Mikrokontroler Atmega328P bekerja pada tegangan 1.8 V dan 5.5 V.



Gambar. 3 Diagram sistem kontrol loop terbuka [9]

C. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ultrasonik bekerja dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Frekuensi yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung dengan medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat (S. Sauzan, M. Syaryadhi, A. Rahman, 2016).



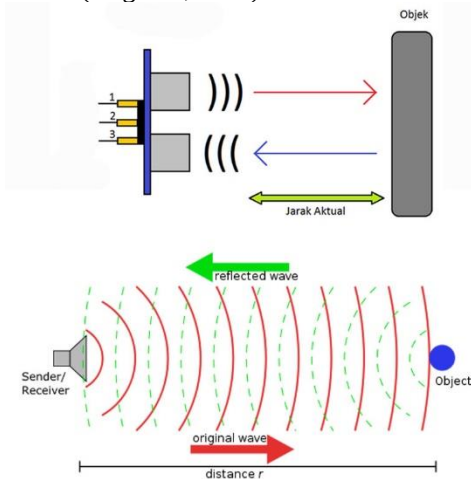
Gambar. 3 Diagram sistem kontrol loop terbuka [10]

Sensor ultrasonik yang sering digunakan di pasaran adalah sensor yang memiliki respon frekuensi 40 kHz. Untuk memancarkan sinyal dengan respon maksimum, dibutuhkan

gelombang dengan frekuensi 40 kHz yang dibandingkan dengan osilator (W. Budiharto, P.A. Nalwan, 2009).

$$S = \frac{v.t}{2} = \frac{344.t}{2} \quad (1)$$

Persamaan 1 menunjukkan rumus mencari jarak, yang dimana s adalah jarak antar sensor ultrasonik dengan objek dalam satuan meter, v adalah kecepatan suara diudara (344 m/s) dan t adalah selisih waktu tempuh pemancaran gelombang dan penerimaan pantulan gelombang dalam satuan detik (s) (Zulfikar, 2003). Sensor mendeteksi objek dengan memancarkan rambatan gelombang ultrasonik pendek dan kemudian mendengarkan atau mengeluarkan suara atau getaran. Sensor memancarkan atau merambatkan gelombang ultrasonik dikendalikan oleh mikrokontroler. Rambatan bergerak melalui udara dengan kecepatan sekitar 344 m/s, mengenai obyek dan kemudian memantulkan kembali menuju sensor. Sensor memberikan *output* ke mikrokontroler yang akan berakhir pada saat getaran gema yang terdeteksi (Nugroho, 2011).



Gambar 4 cara kerja sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima terbuat dari *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 kHz – 400 kHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi, mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan yang disebut dengan efek *piezoelectric* (Hani, 2010).

Berdasarkan sumber [11], Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya) dan pantulan gelombang akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombangnya akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Proses *sensing* yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung

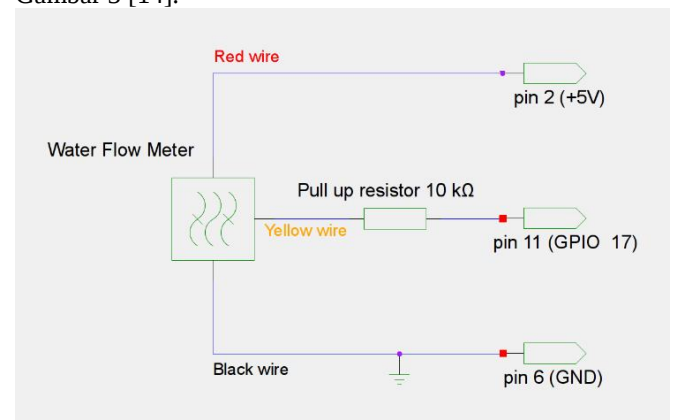
jarak antar sensor dengan obyek sasaran. Jarak antar sensor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal *input* maka dianggap tidak ada halangan didepannya.

D. Sensor Flow Water

Sensor flow water merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir pada pipa [12]. Sensor flow water terdiri dari bagian katup plastic, rotor air dan sensor efek Hall. Ketika air mengalir melalui rotor maka rotor berputar. Sensor efek Hall merupakan sensor yang dirancang untuk merasakan adanya obyek magnetis dengan perubahan posisinya, biasanya magnet permanen.

Elemen Hall adalah bahan semikonduktor yang kecil, tipis dengan irisan rata. Efek Hall dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan atau putaran apabila gerakan atau putaran tersebut dipengaruhi oleh medan magnet. Efek Hall terjadi ketika konduktor pembawa arus tertahan pada medan magnet, medan memberi gaya menyamping pada muatan-muatan yang mengalir pada konduktor. Setiap perubahan medan magnet yang terjadi akan dideteksi oleh efek Hall, dimana perubahan kutub utara dan selatan akan dapat memberikan input pada efek Hall dan menghasilkan output berupa pulsa transisi turun (aktif low) [13].

Output sensor efek Hall berupa aliran pulsa. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5 V dc dan ground seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 [14].

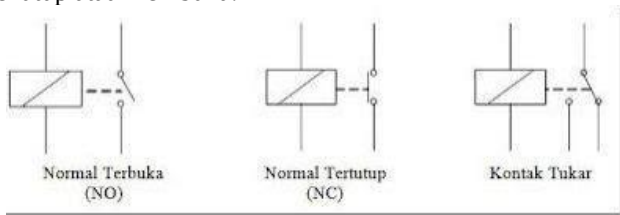


Gambar 5 Sensor Flow Water

E. Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang dioperasikan dengan listrik secara mekanis mengendalikan penghubung rangkaian listrik. Relay dapat digunakan kendali jarak jauh dan untuk pengendalian alat yang bersumber pada tegangan dan arus rendah (A. Ghofur, A.R. Hakim, E. Nasution, 2010). Relay adalah sebuah saklar magnetik yang menggunakan medan magnet dan sebuah kumparan untuk membuka atau menutup satu atau beberapa

kontak saklar pada saat relay dialiri arus. Relay terdiri dari sebuah lilitan kawat yang terlilit pada suatu besi dari inti besi lunak yang selanjutnya berubah menjadi magnet yang menarik atau menolak suatu pegas sehingga kontak pun menutup atau membuka.



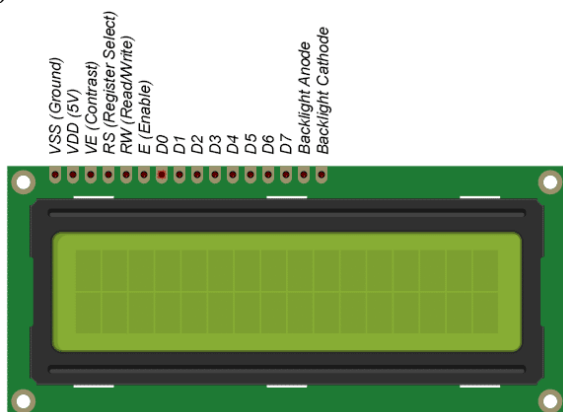
Gambar 6 Jenis-jenis relay[15]

Relay bekerja berdasarkan pembentukan elektromagnet yang menggerakkan elektromekanis penghubung dari dua atau lebih titik penghubung rangkaian sehingga dapat menghasilkan kondisi ON atau kontak OFF atau kombinasi keduanya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. Sifat-sifat relay adalah sebagai berikut:

- Kuat arus yang diperlukan untuk pengoperasian relay ditentukan oleh pabrik pembuatnya,
- Tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan suatu relay akan sama dengan kuat arus dikalikan dengan tahanan relay,
- Daya yang diperlukan sama dengan tegangan yang dikalikan dengan arus (Ardhianto, 2010).

F. Liquid Crystal Display

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu media yang digunakan sebagai penampil pada sistem berbasis mikrokontroler. Selain tampilan LCD, ada banyak komponen yang dapat menerjemahkan sebuah data menjadi informasi yang dapat dipahami manusia, seperti LED, *seven segment*, maupun PC (A. Finawan dan A. Mardiyanto, 2011). LCD memiliki karakter, setiap karakter memiliki alamat masing-masing, baris pertama memiliki 80 heksadesimal sampai 8F heksadesimal (karena ada 16 karakter) dan baris kedua beralamat C0 sampai dengan CF (Supandi, Hilda, F. Hadary, 2017).



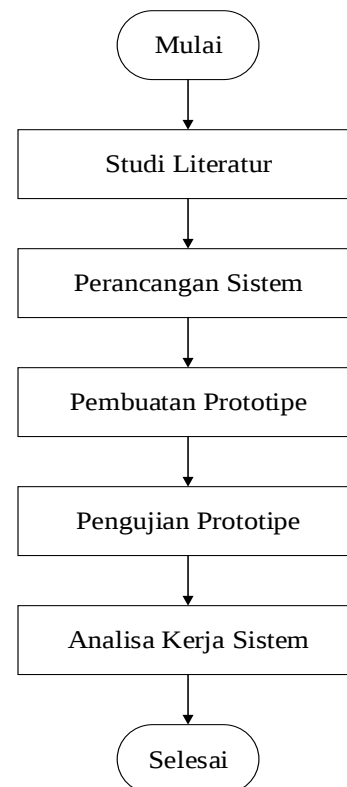
Gambar 7 Liquid Crystal Display (LCD) [16]

LCD bekerja dengan tidak memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan

cahaya dari *back-lit*. LCD adalah lapisan campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan tegangan, molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflector. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan (Anastasia, 2017).

III. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan sebuah penelitian diperlukan adanya metode yang sistematis sehingga penelitian dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Penulis menggunakan metode seperti gambar 1 berikut.



Gambar 8 Diagram alir penelitian

Metode penelitian ini dimulai dengan proses studi literatur yang terkait. Pada tahap ini yang dilakukan adalah pengumpulan literature-literatur serta kajian yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dibuat. Kajian-kajian tersebut dapat diambil dari buku, internet, jurnal dan sumber-sumber lain yang terkait dengan penelitian ini. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem pengisian air galon secara otomatis, yang terdiri dari merangkai perangkat keras dan pemrograman. Rangkaian perangkat keras terdiri dari

beberapa komponen seperti sensor waterflow, sensor ultrasonik, relay yang dihubungkan dengan mikrokontroler Atmega328P untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan. Setiap komponen memiliki peranan masing-masing. Pemrograman bertujuan untuk menghasilkan sinkronisasi antar komponen dan sesuai dengan tugas masing-masing.

Langkah selanjutnya adalah menguji alat secara keseluruhan, apakah alat berjalan sesuai dengan algoritma yang dirancang. Jika keluaran dari alat berjalan sesuai dengan yang diinginkan, yaitu jumlah volume air yang keluar 19L dan relay mematikan pompa maka peneliti mengambil data dan menganalisisnya dan penelitian dianggap berhasil. Jika keluaran tidak sesuai, peneliti tetap harus mengambil datanya dan diuji terus sampai keluaran sesuai dengan yang diinginkan. Setelah selesai dilakukan pengujian alat dapat dilanjutkan ketahapan berikutnya, yaitu menganalisa kerja alat. Analisa dilakukan untuk melihat sejauh mana tingkat keberhasilan alat. Data diambil dari percobaan secara langsung dan dengan perhitungan. Setiap data dibandingkan untuk melihat tingkat efisiensi dari sistem.

Data yang diambil berupa pengujian sensor ultrasonik untuk mendeteksi keadaan galon dalam jarak tertentu, dan pengujian pengisian air yang terdeteksi oleh sensor waterflow. Setelah semua data dianalisis, penulis akan mengambil kesimpulan dari penelitian ini dan memberikan saran kepada pembaca pengembangan yang bisa dilakukan oleh peneliti lainnya

A. Kebutuhan Sistem

Prototipe pengaturan pengisian air memerlukan beberapa komponen dan alat yang dibutuhkan untuk terciptanya sistem prototipe ini. Tabel 1 menunjukkan komponen yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian ini.

TABLE I
KOMPONEN YANG DIBUTUHKAN

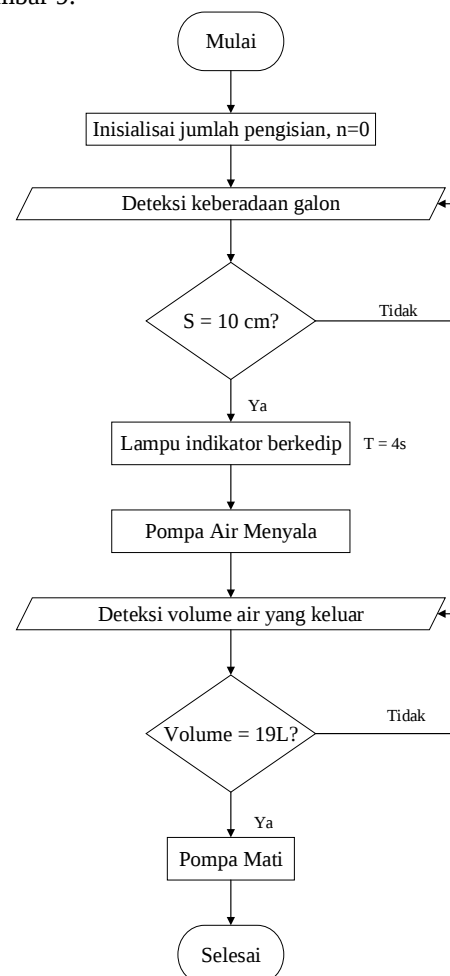
	Komponen	Jumlah
1	Arduino Nano	1
2	Sensor Waterflow	1
3	Sensor Ultrasonik	1
4	Relay	1
5	Pipa	1
6	PCB	1
7	Pompa Air	1
8	Galon Air 19 L	1
9	Papan PCB	1
10	LCD	1
11	Kabel Penghubung	Secukupnya
12	LED	1

B. Perancangan Sistem

Prototipe memiliki dua sistem didalamnya, antara lain sistem untuk mendeteksi keberadaan galon dan sistem untuk mengatur saat galon terisi. Sensor akan mendeteksi keberadaan galon dalam tempat pengisian menggunakan

variable jarak. Jarak yang digunakan pada sistem ini sebesar 10 cm dari sensor. Jika sensor mendeteksi keberadaan galon, lampu indikator akan menyala selama beberapa detik. Setelah lampu indikator menyala, pompa air akan hidup dan galon mulai terisi.

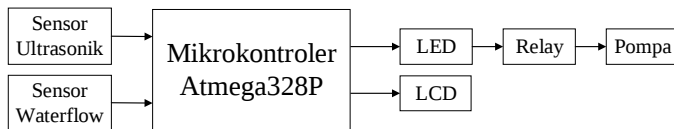
Ketika galon dalam pengisian, sistem harus mengontrol agar volume air yang mengalir harus sesuai dengan muatan galon, yaitu 19 liter. Sensor mendeteksi volume air yang mengalir selama pengisian. Jika volume air sudah mencapai 19 liter maka pompa air akan mati. Peneliti menambahkan layar monitor di luar tempat pengisian air untuk memudahkan melihat jumlah volume air. . Keseluruhan alur sistem digambar dalam bentuk *flowchart* seperti yang dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Alur system pengaturan pengisian air galon

C. Rancangan Rangkaian

Berdasarkan rangkaian, prototipe memiliki dua rancangan, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem pengaturan pengisian air berbasis Mikrokontroler Atmega328P. Mikrokontroler Atmega328P merupakan bagian otak sistem yang berfungsi untuk mengintegrasikan komponen-komponen agar dapat bekerja, mengeksekusi sesuai yang diperintahkan dan menyimpan data sistem.



Gambar 10 Skema rangkaian sistem

Pada Gambar 10, prototipe dilengkapi oleh beberapa komponen yang terbagi menjadi komponen masukan dan komponen keluaran. Komponen masukan adalah sensor ultrasonik dan sensor waterflow. Sedangkan komponen keluaran adalah LED, relay, pompa air dan LCD.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kebutuhan Sistem

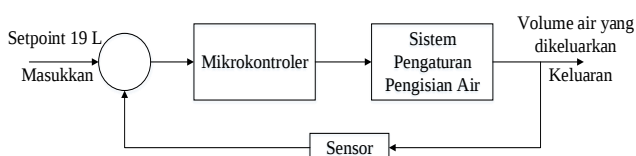
Sistem otomasi terdiri dari rangkaian sensor dan rangkaian relay. Semua rangkaian dikendalikan oleh mikrokontroler Atmega328P. Sistem rangkaian otomasi kemudian dipasang pada kotak kayu yang didesain menyerupai tempat pengisian air pada depot air minum. Gambar 11.



Gambar 11 Prototipe Pengisian air galon

B. Blok Diagram Sistem

Gambar 12 menunjukkan diagram sistem pengaturan pengisian air dengan menggunakan sistem kontrol loop tertutup.

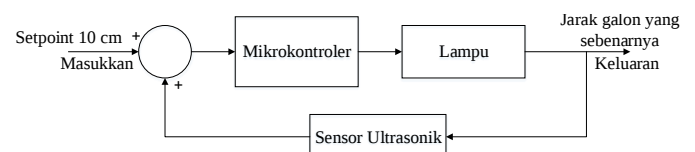


Gambar 12 Blok diagram sistem pengaturan pengisian air

Kontroler menerima sinyal masukan dan keluaran. Sensor mendeteksi kondisi galon secara aktual. Sensor yang digunakan pada sistem ini ada dua, yaitu sensor ultrasonik dan sensor waterflow. Pada masukan, peneliti menetapkan setpoint untuk volume air yang keluar sebesar 19 L. Data volume air yang keluar saat itu dimasukkan kembali ke kontroler untuk membandingkan dengan masukan. Kontroler mengirimkan sinyal kontrol ke sistem pengaturan pengisian air untuk mengontrol komponen-komponen dalam sistem sehingga keluaran menunjukkan jumlah volume air yang dikeluarkan pada saat sistem berjalan.

C. Hasil Pengujian Keberadaan Galon

Gambar 13 menunjukkan diagram kontrol pengujian keberadaan galon dengan menggunakan sistem kontrol loop tertutup.



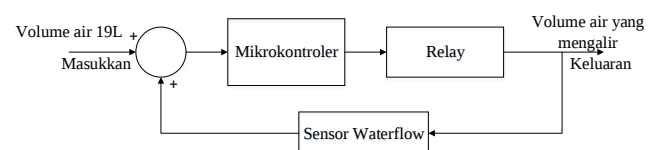
Gambar 13 Blok diagram sistem kontrol keberadaan gallon

Posisi galon dengan setpoint sebesar 10 cm merupakan masukan pada sistem kontrol sensor ultrasonik. Mikrokontroler berfungsi menerima sinyal masukan dari sensor ultrasonik dan sinyal keluaran ke lampu.

Sensor ultrasonik mendeteksi posisi galon secara aktual. Posisi galon aktual dimasukkan kembali ke mikrokontroler untuk membandingkan dengan masukan. Lampu indikator berkedip yang menunjukkan bahwa kondisi galon sudah terdeteksi sesuai dengan setpoint. Setelah lampu berkedip selama 4 detik, relay akan menghidupkan pompa air dan galon mulai terisi.

D. Pengujian pengisian air

Gambar 14 menunjukkan diagram 95 ontrol pengujian pengisian air dengan menggunakan 95 ontro 95 ontrol loop tertutup.



Gambar 14 Blok diagram system control pengisian air

Sistem pengaturan pengisian air memiliki setpoint untuk volume air yang mengalir, yaitu sebesar 19 liter. Sensor waterflow mendeteksi aliran air yang mengalir pada pipa. Mikrokontroler menerima sinyal dari sensor waterflow dan mengeluarkan sinyal ke relay untuk menghidupkan dan mematikan pompa air. Jika sensor waterflow mendeteksi bahwa volume air yang mengalir belum mencapai setpoint maka pompa air tetap hidup. Jika volume air sudah mencapai

setpoint maka mikrokontroler mengirimkan sinyal ke relay untuk mematikan pompa air.

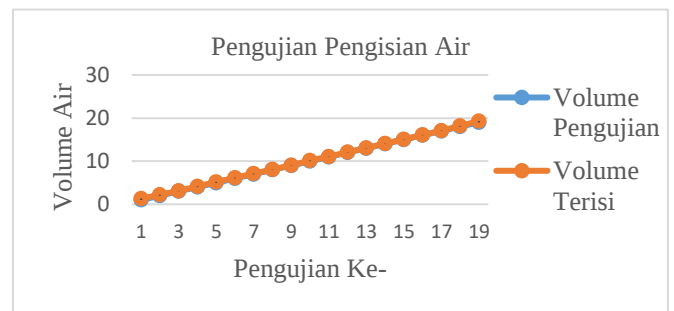
Pengujian pengisian air pada galon dilakukan berulang kali dengan volume air yang berbeda. Pengujian air dimulai dari volume 1 liter dan diakhiri dengan volume 19 liter (sampai galon terisi penuh). Interval setiap pengujian sebesar 1 liter sehingga total pengujian sebanyak 19 kali. Setiap literanya, peneliti akan mencatat data volume air yang tampil pada arduino untuk membandingkan dengan perhitungan.

Gambar 15 menunjukkan grafik pengujian pengisian air yang terdapat dua buah garis berbeda warna, biru menunjukkan volume air pengujian dan orange menunjukkan volume air yang terdeteksi. Hasil pengujian mendapatkan kesalahan minimum dengan selisih 0.05 liter terjadi pada pengujian volume air 8 liter. Kesalahan maksimum dengan selisih 0.3 liter terjadi pada pengujian 1 liter dan 9 liter. Hal ini terjadi karena air sisa yang terdapat pada pipa tetap jatuh ke galon ketika pompa air sudah dimatikan sehingga menghasilkan selisih pada pengukuran volume air.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN PENGISIAN AIR

No.	Volume Air (liter)	Volume Terisi (liter)	Selisih (liter)
1	1	1.3	0.3
2	2	2.2	0.2
3	3	3.1	0.1
4	4	4.15	0.15
5	5	5.21	0.21
6	6	6.13	0.13
7	7	7.1	0.1
8	8	8.05	0.05
9	9	9.07	0.07
10	10	10.2	0.2
11	11	11.08	0.08
12	12	12.1	0.1
13	13	13.09	0.09
14	14	14.08	0.08
15	15	15.06	0.06
16	16	16.1	0.1
17	17	17.09	0.09
18	18	18.2	0.2
19	19	19.3	0.3
Total Selisih			2.61

Selisih Minimum	0.05
Selisih Maksimum	0.3



Gambar 15 Grafik pengujian pengisian air

Untuk menghitung volume air galon mengacu pada Tabel II sebagai berikut:

- Rata-rata selisih kelebihan pengisian air:

$$\bar{V} = \frac{\sum \text{selisih volume air (liter)}}{19}$$

$$\bar{V} = \frac{2.61}{19} = 0,1374 \text{ liter}$$

- Sehingga didapatkan presentase kesalahan pengisian air galon 19 liter:

$$\begin{aligned} \%V &= \frac{\text{Rata - rata selisih}}{19} \times 100\% \\ &= \frac{0,1374 \text{ liter}}{19} \times 100\% = 0.729\% \end{aligned}$$

Pengujian pengisian air galon memiliki rata-rata selisih sebesar 0.1374 liter. Presentase kesalahan volume air yang didapatkan pada sistem pengisian air sebesar 0.729%. Hal tersebut masih berada dalam rentang kesalahan yang tertera pada datasheet sensor waterflow YF-S201, yaitu $\pm 5\%$.

V. KESIMPULAN

Penelitian tugas akhir adalah sebuah prototipe, dimana prototipe ini memiliki dua sub-sistem, yaitu sistem dapat mendeteksi keberadaan galon dan sistem dapat mengetahui jumlah volume air yang keluar sebesar 19 liter.

Pada pengujian keberadaan galon didapatkan kesalahan minimum sebesar 0.02 cm pada pengujian ke-6. Dan, kesalahan maksimal dengan selisih 0.2 cm pada pengujian ke-8. Rata-rata kesalahan yang didapat dalam pengujian ini sebesar 0.096 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian sensor ultrasonik berjalan dengan baik dengan setpoint 10 cm untuk jarak yang dapat mendeteksi keberadaan galon.

Hasil dari pengujian pengisian air mendapatkan kesalahan minimum dengan selisih 0.05 liter terjadi pada pengujian volume air 8 liter. Kesalahan maksimum dengan

selisih 0.3 liter terjadi pada pengujian 1 liter dan 9 liter. Hal ini terjadi karena air sisa yang terdapat pada pipa tetap jatuh ke galon ketika pompa air sudah dimatikan sehingga menghasilkan selisih pada pengukuran volume air. Pengujian pengisian air galon memiliki rata-rata selisih sebesar 0.1374 liter. Presentase kesalahan volume air yang didapatkan pada sistem pengisian air sebesar 0.729%. Hal tersebut masih berada dalam rentang kesalahan yang tertera pada datasheet sensor waterflow YF-S201, yaitu $\pm 5\%$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya karya ilmiah ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

- Orang tua dan keluarga yang telah banyak memberikan bantuan, doa, semangat dan dukungan selama ini.

REFERENSI

- [1] F. Geost, "Penjelasan Pengertian Air Menurut Beberapa Ahli," Geologinesia, 20 Desember 2017.
- [2] B. Reed, "Minimum Water Quantity Needed for Domestic Uses," WHO/SEARO Technical Notes for Emergencies, New Delhi, 2005.
- [3] Bkti, "Pentingnya Minum Air yang Cukup Setiap Hari," Medicastore, [Online].
- [4] M. Muchlis, "Water Dispense Otomatis Menggunakan Sensor dan Timer," Skripsi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma, Jakarta, 2010.
- [5] A. Dewantoro, "Prototipe Alat Pengisi Galon Otomatis Pada Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis ATmega8," Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2015.
- [6] R. S. a. A. Abustan, "Omniwheels Dengan Manipulator Untuk Robot Penjinak Bom," *Jurnal Mekanikal*, vol. 6, no. 1, pp. 557-564, 2015.
- [7] K. Ogata, Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan) Jilid 1, Bandung: Erlangga, 1984.
- [8] R. Fachri, "Pengertian Kegunaan dan Fungsi Arduino,"
- [9] Atmel, "8-bit AVR Microcontrollers-DATASHEET COMPLETE," Atmel Corporation, San Jose, 2016.
- Bapak Aulia Rahman S.T., M.Sc. dan Bapak Alfartirta Mufti S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah menyediakan banyak waktu luang, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- Bapak Zulhelmi S.T.,M.Sc dan Bapak Syukriyadin S.T.,M.T selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II, serta Bapak Fardian S.T., M.Sc. selaku Ketua Sidang.
- Bapak Sayed Muchallil S.T.,M.Sc selaku pembimbing akademik
- [10] S. Karim, "Ultrasonik Sensor Lever Air," PPPPTK BOE MALANG, 19 Februari 2014.
- [11] A. Nugroho, "Perancangan Tongkat Tuna Netra Menggunakan Teknologi Sensor Ultrasonik Untuk Membantu Kewaspadaan dan Mobilitas Tuna Netra," *Skripsi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta*, 2011.
- [12] A. Suharjono, L.N. Rahayu, R. Afwah, "Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang," *Jurnal TELE*, vol. 13, no. 1, pp. 7-12, 2015.
- [13] B. Abhinay, S.R. Marjorie, M. Aravind and K. Jayanth, "Prevention of Damage of Motor Using Water Flow Sensor," in *Proceedings of the International Conference on Soft Computing Systems: ICSCS 2015, Volume 1*, Chennai, India, 2015.
- [14] K.T.T. Siregar, T. Tamba, B. Perangin-angin, "Viskosimeter Digital Menggunakan Water Flow Sensor G1/2 Berbasis Mikrokontroler 8535," *Jurnal Saintia Fisika*, vol. 4, no. 1, 2013.
- [15] Anonim, "Pengertian dan Jenis Relay," C. Basics, "Arduino LCD Set Up and Programming Guide," Circuit Basics