

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium PLC Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta, Fakultas Teknik, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220.

3.1.2. Waktu Penelitian

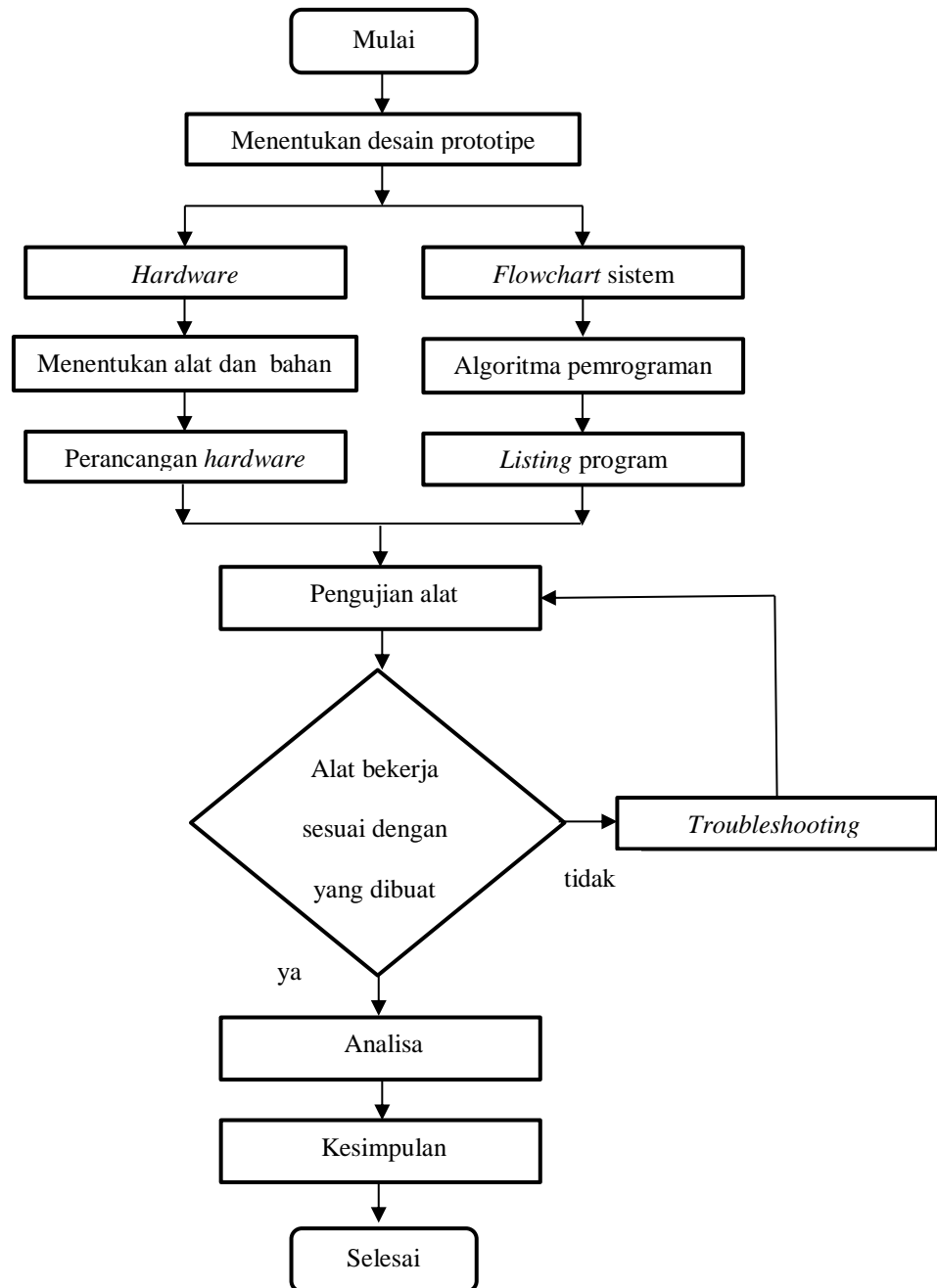
Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2015 sampai dengan Januari 2016.

3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk membuat alat ini yaitu menggunakan metode penelitian eksperimen laboratorium. Penelitian dilakukan dengan membuat alat yang dimulai dengan perancangan alat terlebih dahulu yang akan dibahas pada bagian perancangan sistem, selanjutnya dilakukan pembuatan alat berdasarkan perancangan yang dibuat dan dilanjutkan dengan pengujian alat.

3.3 Alur Penelitian Pembuatan Prototipe Sistem Kendali Keran Dan Penampung Air Otomatis Berbasis Arduino

Alur kerja sistem kendali keran dan penampung air otomatis pada tempat wudu berbasis arduino uno agar kegunaannya tepat dan mudah dioperasikan dengan baik harus melalui tahapan-tahapan. Lihat pada gambar 3.1 di bawah ini merupakan diagram alur kerja penelitian atau *flowchart* penelitian sistem kendali keran dan penampung air otomatis pada tempat wudu berbasis arduino uno :



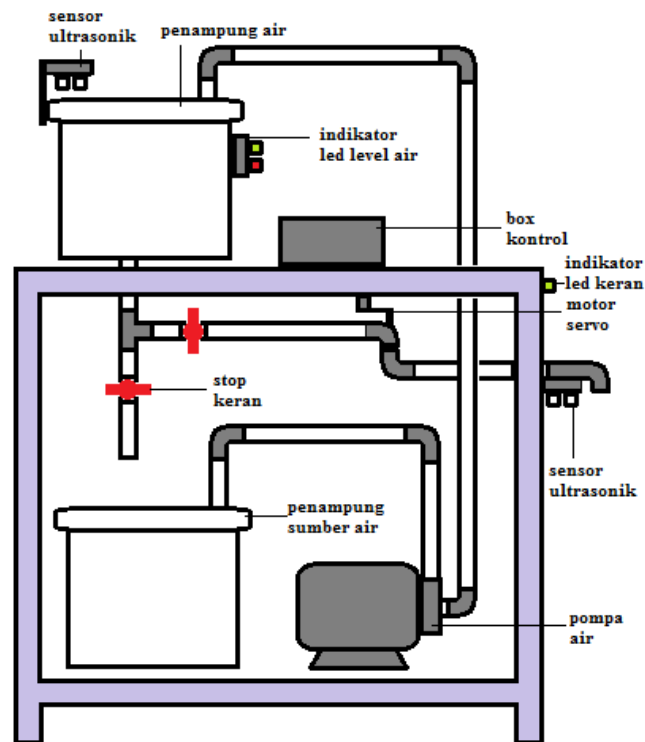
Gambar 3.1 *Flowchart* tahapan penelitian
Sumber : dokumentasi

Merancang sistem kendali keran dan penampung air otomatis berbasis arduino uno harus digambarkan terlebih dahulu menggunakan *flowchart* penelitian tentang konfigurasi dan pengawatan yang akan diterapkan. Tujuannya adalah membantu dalam mengetahui kesalahan serta kelamahan jika terjadi

kegagalan dalam perancangan pembuatan sistem tersebut. *flowchart* penelitian juga akan membantu untuk memahami perancangan sistem yang akan dilakukan.

3.4. Rancangan Penelitian

Dikarenakan penelitian merupakan pembuatan alat, oleh sebab itu dilakukan pendahuluan dengan cara perancangan alat terlebih dahulu. Pada gambar 3.2 di bawah adalah perancangan desain prototipe.



Gambar 3.2 Perancangan desain prototipe
Sumber : dokumentasi

Perancangan desain ini dibuat agar mempermudah desain awal prototipe. Tinggi prototipe ini sekitar 110 cm termasuk penampung air, sensor yang digunakan yaitu menggunakan dua buah sensor ultrasonik, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi tangan dan kaki manusia saat berwudu, dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi level air, agar air selalu terisi pada penampung air. Menggunakan mikrokontroler arduino uno r3 (atmega328) sebagai pengendali

input dan *output* . Menggunakan pompa air AC 220V untuk mengisi air pada tangki. Untuk realisasi perancangan alat bisa dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Realisasi perancangan prototipe
Sumber : dokumentasi

3.5. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk lembar pengamatan pengujian sensitivitas pada sensor ultrasonik. Dengan menghitung jarak minimal dan maksimal sensor dapat bekerja dengan baik, lihat

di sub bab 3.13 tabel pengujian alat. Diperlukan juga alat bantu seperti meteran gulung untuk mengukur jarak sensitivitas pada sensor, gelas ukur untuk mengukur berapa liter air yang digunakan untuk berwudu dan avometer untuk mengukur tegangan *input* dan *output* komponen.

3.6. Prosedur Penelitian

Persiapan yang dilakukan sebelum memulai penelitian yaitu menyerahkan proposal usulan penelitian yang ditujukan kepada ketua program studi teknik elektro hingga mendapatkan tiga dosen sebagai *reviewer* kelayakan dari proposal.

Setelah proposal disetujui, maka tahap awal adalah mendesain rancangan alat terlebih dulu, kemudian mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan untuk merancang alat tersebut. Tahap selanjutnya mulai merakit sampai sesuai dengan rancangan awal alat. Selanjutnya dilakukan pengujian awal. Setelah alat sesuai dengan yang diharapkan maka selanjutnya memulai pengujian alat. Setelah selesai maka akan mendapatkan hasil penelitian. Dengan didampingi pembimbing dalam penulisan, melakukan penulisan skripsi sampai selesai dan disetujui untuk melakukan sidang.

3.7. Kriteria Pengujian Alat

Pengujian alat dilaksanakan ketika alat telah jadi dan siap digunakan. Pengujian pada alat dilakukan dengan cara mengukur jarak sensitivitas dari sensor ultrasonik tersebut. Seberapa jauh jarak minimal dan maksimal sensor dapat bekerja dengan baik. Dengan mendekatkan tangan dan kaki ke sensor ultrasonik maka keran yang digerakan motor servo akan membuka dan mengeluarkan air untuk digunakan berwudu. Jika tangan atau kaki menjauh sampai batas maksimal tertentu maka keran yang digerakan motor servo akan tertutup dan

berhenti mengalir air. Pada penampung air otomatis, sensor ultrasonik sebagai pembaca level ketinggian air, pengujian dilakukan dengan mengukur jarak minimum sensor ultrasonik pada batas bawah penampung air untuk mengaktifkan pompa dan mengisi air ke penampung air, lalu menghitung jarak maksimum sensor ultrasonik pada batas atas penampung air untuk mematikan pompa dan berhenti mengisi air ketika penampung air sudah penuh.

3.8. Teknik Analisis Data

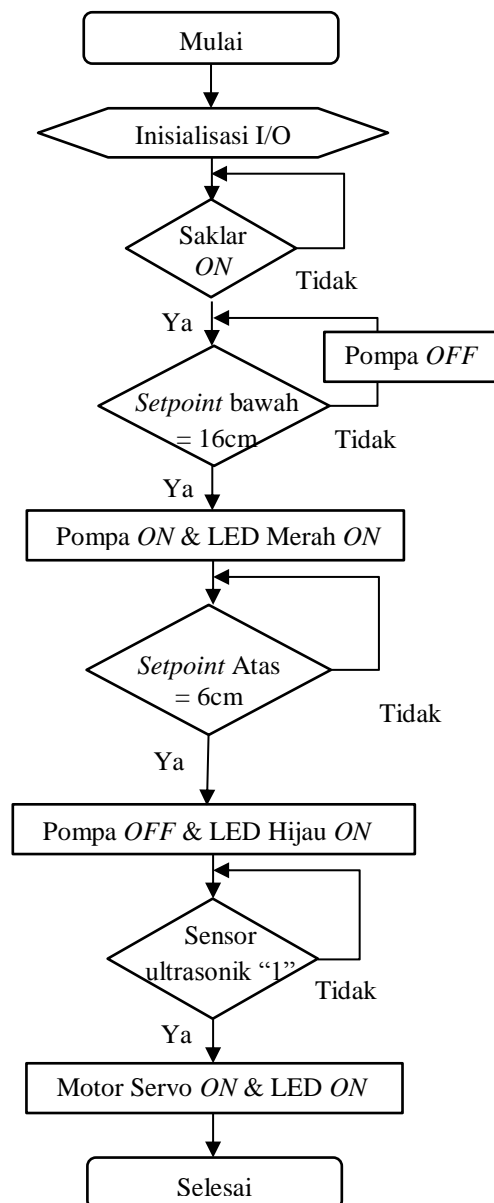
Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis data kualitatif dimana data-data yang diperoleh tidak dapat ditabulasi maupun diklarifikasi. Dengan menggunakan berbagai data sekunder dilakukan analisa sehingga didapatkan suatu kesimpulan dari sistem atau alat yang telah dibuat.

3.9. Cara Kerja Alat

1. Pastikan kabel catu daya terpasang pada *stop* kontak.
2. Saat catu daya terpasang sensor ultrasonik dalam keadaan *standby* dan keran dan motor servo dalam posisi *off* atau tertutup.
3. Saat terdapat tangan dan kaki manusia di depan sensor ultrasonik, sensor ultrasonik membaca *on* sehingga motor servo posisi *on* dan membuka sehingga air keluar dari keran.
4. Ketika tangan dan kaki manusia menjauh dari sensor ultrasonik, posisi motor servo menjadi *off* dan air berhenti keluar, sensor ultrasonik kembali keadaan semula menjadi *standby*.

5. Pada penampung air otomatis, ketika air dalam keadaan kosong sensor ultrasonik pada *setpoint* batas bawah berlogika *high* sehingga pompa air *on* dan mengisi air sampai penuh.
6. Saat penampung air penuh karena proses pengisian, *setpoint* batas atas sensor ultrasonik berlogika *high* dan *setpoint* batas bawah berlogika *low* sehingga pompa air akan *off* dan berhenti memompa air.

3.10. Flowchart Sistem



Gambar 3.4 Alur Kerja Pembuatan Prototipe Sistem Kendali Keran Dan Penampung Air Otomatis Berbasis Arduino

Prinsip kerja sistem kendali keran dan penampung air otomatis berdasarkan diagram alur pada gambar 3.4 adalah sebagai berikut :

Pertama adalah *Start*, yaitu menyalakan sistem yang pertama dengan menghubungkan sumber daya listrik pada *stop* kontak, kemudian menyalakan saklar keseluruhan sistem menjadi *on*. Saat penampung air dalam keadaan kosong *setpoint* batas bawah sensor ultrasonik membaca dan berlogika *high*, lalu pompa *on* dan mengisi air sampai penuh hingga menyentuh *setpoint* batas atas berlogika *high* maka pompa *off*. Pada sensor ultrasonik di keran otomatis berlogika *high* karena adanya tangan dan kaki manusia untuk berwudu, motor servo menjadi *on* dan indikator led *on* kemudian air mengalir digunakan untuk berwudu,

3.11 Tabel *Input* dan *Output*

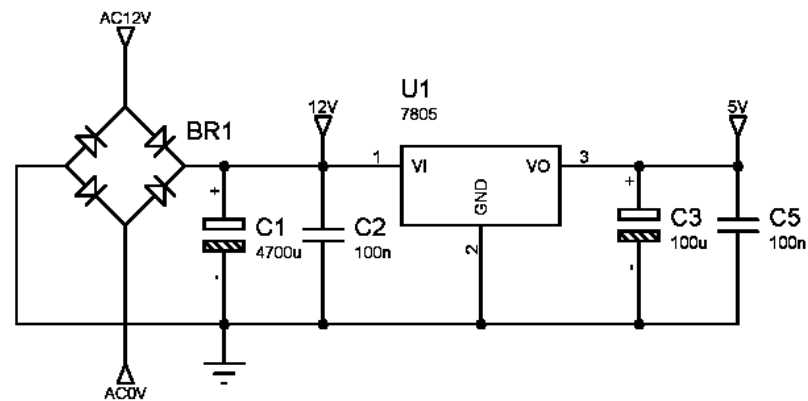
Tabel 3.1 *Input* dan *output* prototipe keran dan penampung air otomatis

Komponen	Alamat	Keterangan
Sensor ultrasonik keran otomatis	<i>Port 4 & 5</i>	<i>Input</i> pembaca keberadaan objek
Motor servo	<i>Port 10</i>	<i>Output</i> membuka dan menutup keran air
Indikator LED keran	<i>Port 7</i>	<i>Output</i> indikator sensor ultrasonik keran otomatis
Sensor ultrasonik penampung air	<i>Port 11 & 12</i>	<i>Input</i> pembaca level air pada penampung air
Indikator LED merah (<i>level low</i>)	<i>Port 9</i>	<i>Output</i> indikator level air <i>low</i>
Indikator LED hijau (<i>level high</i>)	<i>Port 8</i>	<i>Output</i> indikator level air <i>high</i>
Pompa air	<i>Port 6</i>	<i>Output</i> untuk pengisian air pada penampung air

3.12 Wiring Diagram

3.12.1 Wiring Diagram Kelistrikan Rangkaian Catu Daya

Wiring diagram kelistrikan untuk rangkaian catu daya dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 Wiring Diagram Kelistrikan Pada Rangkaian Catu Daya

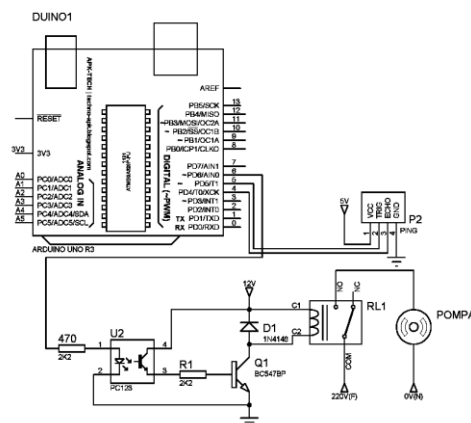
Catu daya menggunakan Trafo *Step down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari 220 Volt AC PLN menjadi 12 Volt AC. Tegangan yang dihasilkan trafo masih AC, kemudian masuk ke dioda *bridge* sehingga menjadi DC tetapi DC yang dihasilkan masih belum sempurna karena masih *ripple* atau masih berfrekuensi sama dengan frekuensi AC PLN yaitu 50 Hz. Cara untuk menjadikan DC yang sempurna yaitu dengan mengalirkannya masuk ke kapasitor yang berfungsi sebagai *filter*. Kapasitor bersifat menyimpan muatan listrik sehingga aliran listrik 12 Volt DC tersebut mengalir mengisi kapasitor sampai penuh lalu setelah penuh kapasitor akan membuang isi muatannya ke komponen selanjutnya, sehingga tegangan DC tersebut sudah tidak lagi berfrekuensi.

Tegangan yang dibutuhkan oleh rangkaian di atas adalah 5 Volt sehingga digunakan Regulator untuk menghasilkan tegangan 5 Volt yaitu 7805.

Regulator adalah pembatas arus yang memiliki fungsi hampir mirip dengan dioda zener. Berapapun *input* tegangan yang masuk, *output*-nya tetap sesuai dengan karakteristiknya dan akan membuang sisanya ke *ground*. *Output* dari 7805 sudah 5 Volt yang kemudian masuk ke kapasitor juga karena fungsi dari kapasitor adalah menyimpan muatan listrik sehingga aliran listrik 5 Volt mengalir mengisi kapasitor sampai penuh lalu setelah penuh kapasitor akan membuang isi muatannya ke beban. Hal ini dimaksudkan supaya kerja regulator menjadi lebih ringan karena aliran listrik lebih dulu disimpan di kapasitor, kemudian baru masuk ke beban. Untuk indikator bahwa rangkaian catu daya ini mengalirkan arus listrik digunakan sebuah LED dan sebuah resistor yang menyala pada saat Baterai kotak mengalirkan arus listrik ke rangkaian catu daya.

3.12.2 Wiring diagram kelistrikan rangkaian sensor ultrasonik

Wiring diagram kelistrikan untuk rangkaian sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 3.6 ini.



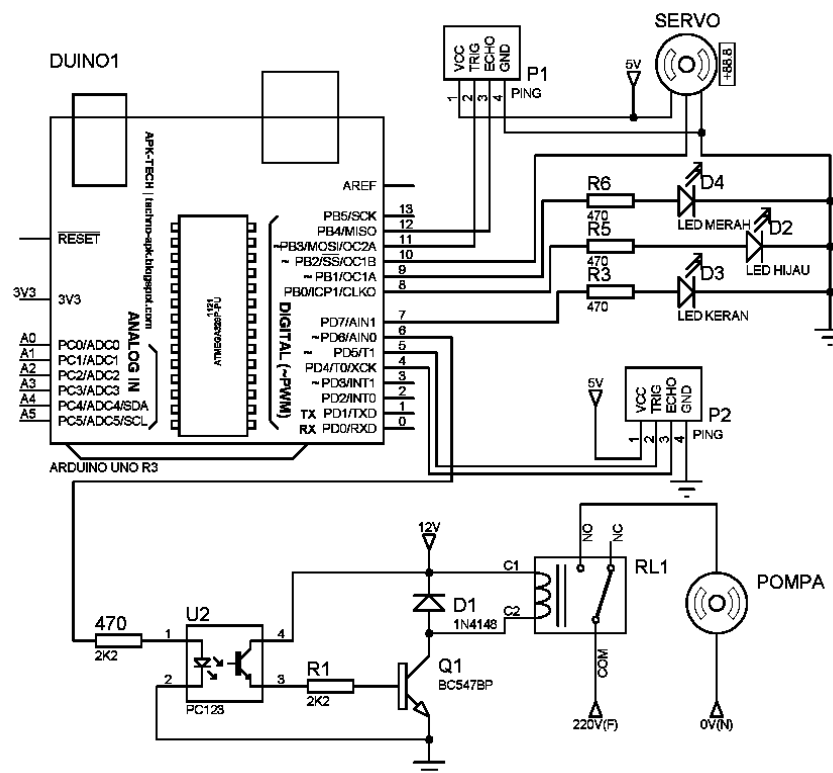
Gambar 3.6 *Wiring Diagram* Sensor Ultrasonik

relay dan pompa air. VCC pada sensor ultrasonik dihubungkan ke pin VCC arduino , begitu juga GND pada sensor dihubungkan ke pin GND arduino

sebagai sumber daya pada sensor. *Trigger* pada sensor dihubungkan pada pin 5 dan *Echo* dihubungkan pada pin 4 sebagai *input transmitter* dan *receiver*. *Output* hasil dari sensor pada pin 6 dihubungkan ke *relay* dan sumber listrik AC 220V masuk ke NO (*Normaly Open*) pada *relay* untuk mengontak dan mengaktifkan pompa.

3.12.3 Wiring diagram kelistrikan rangkaian keseluruhan

Wiring diagram kelistrikan untuk rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.7 ini



Gambar 3.7 *Wiring Diagram* Sensor keseluruhan

Pada gambar 3.7 terlihat semua *input* dan *output* yang digunakan dalam perancangan alat ini. Terdapat dua *input* yaitu sensor ultrasonik 1 untuk keran otomatis dan sensor ultrasonik 2 untuk penampung air otomatis. *Output* dalam rangkaian diatas terdapat 3 buah LED indikator, motor servo serta *relay* yang mengontak pompa air.

3.13. Tabel pengujian alat

3.13.1. Pengujian terhadap jarak baca sensor ultrasonik pada keran otomatis

Pengujian terhadap jarak baca sensor ultrasonik pada keran otomatis dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan jarak pendeteksian sensor terhadap gerakan tubuh manusia yang sedang berwujud di depan keran. berikut ini pada tabel 3.2 pengujian jarak pembacaan sensor ultrasonik pada keran otomatis.

Tabel 3.2 Pengujian jarak pembacaan sensor ultrasonik pada keran otomatis

Jarak (cm)	Kondisi	Led indikator	Motor servo
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

3.13.2. Pengujian terhadap jarak baca sensor ultrasonik pada penampung air

Pengujian terhadap jarak baca sensor ultrasonik pada penampung air dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan jarak pendeteksian maksimum dan minimum terhadap level ketinggian air. Hasil dari pembacaan jarak sensor ultrasonik digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan pompa secara otomatis. Berikut ini pada tabel 3.3 dan 3.4 pengujian jarak maksimum pembacaan sensor ultrasonik untuk mengaktifkan pompa saat berlangsungnya pengosongan air dan saat berlangsungnya pengisian air.

Tabel 3.3 Pengujian jarak maksimum pembacaan sensor ultrasonik untuk mengaktifkan pompa saat berlangsungnya pengosongan air.

Level ketinggian air (cm)	Jarak dari sensor (cm)	<i>Setpoint</i> batas bawah	Pompa	Keterangan
7	12			
6	13			
5	14			
4	15			
3	16			

Tabel 3.4 Pengujian jarak minimum pembacaan sensor ultrasonik untuk mematikan pompa saat berlangsungnya pengisian air.

Level ketinggian air (cm)	Jarak dari sensor (cm)	<i>Setpoint</i> batas atas	Pompa	Keterangan
12	9			
13	8			
14	7			
15	6			
16	5			

3.13.3 Pengujian indikator LED level ketinggian air pada penampung air

Pengujian indikator LED pada penampung air dilakukan untuk mengetahui level ketinggian air melalui indikator LED. Terdapat dua indikator LED pada penampung air yaitu LED hijau yang menunjukkan bahwa level air posisi sedang *high* dan LED merah yang menunjukkan bahwa level air posisi sedang *low*. Pengujian ini terdapat dua fase yaitu saat berlangsungnya pengosongan air dan saat berlangsungnya pengisian air. berikut ini pada tabel 3.5 dan tabel 3.6 pengujian indikator LED level ketinggian air saat berlangsungnya proses pengosongan air dan saat berlangsungnya proses pengisian air.

Tabel 3.5 Pengujian indikator LED level ketinggian air saat berlangsungnya pengosongan air

Level ketinggian air (cm)	LED hijau (level air <i>high</i>)	LED merah (level air <i>low</i>)
16		
15		
14		
13		
12		
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		

Tabel 3.6 Pengujian indikator LED level ketinggian air saat berlangsungnya pengisian air

Level ketinggian air (cm)	LED hijau (level air <i>high</i>)	LED merah (level air <i>low</i>)
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

3.13.4. Pengujian perbandingan volume air yang digunakan saat berwudu

Pengujian perbandingan volume air yang digunakan saat berwudu dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak air yang dihabiskan saat berwudu. Perbandingan yang digunakan yaitu antara keran otomatis dengan keran manual. Keran yang digunakan perbandingan sama dan dengan keluaran air yang sama, jadi bisa diambil nilai selisih antara keran otomatis dengan keran manual, sehingga didapatkan hasil seberapa hemat penggunaan air dalam berwudu yang menggunakan keran otomatis. berikut ini pada tabel 3.7 di bawah hasil pengujian perbandingan volume air yang digunakan saat berwudu yang diperoleh.

Tabel 3.7 Pengujian perbandingan volume air yang digunakan saat berwudu

Pengujian ke-	Keran otomatis (liter)	Keran manual (liter)	Prosentase (%)
1			
2			
3			
4			
5			
Rata-rata			

3.13.5. Pengujian tegangan komponen

Pengujian tegangan komponen dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan kerja saat komponen tersebut aktif dan berapa tegangan saat komponen tidak aktif. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan dengan alat ukur avometer.

3.13.5.1. Pengujian tegangan saklar catu daya

Pengujian tegangan saklar catu daya dilakukan untuk mengetahui berapa nilai tegangan yang masuk pada catu daya, berikut ini pada tabel 3.8 hasil pengujian tegangan catu daya.

Tabel 3.8 Pengujian tegangan saklar catu daya

Pengujian ke-	Posisi <i>Switch</i>	Logika <i>Input</i>	Tegangan Terukur
1			
2			

3.13.5.2. Pengujian tegangan pompa air

Pengujian tegangan pompa air dilakukan untuk mengetahui berapa nilai tegangan yang masuk pada pompa air dan *relay* dari *output* arduino, berikut ini pada tabel 3.9 pengujian tegangan pompa air.

Tabel 3.9 Pengujian tegangan pompa air

Pengujian ke-	Port	Logika Output	Tegangan Terukur Relay	Tegangan Terukur Pompa	Kondisi Pompa
1					
2					

3.13.5.3. Pengujian tegangan motor servo

Pengujian tegangan motor servo dilakukan untuk mengetahui berapa nilai tegangan yang masuk pada motor servo dari *output* arduino, berikut ini pada tabel 3.10 pengujian tegangan motor servo.

Tabel 3.10 Pengujian tegangan motor servo

Pengujian ke-	Port	Logika Output	Rotasi motor servo	Tegangan Terukur	Kondisi Keran
1					
2					

3.13.5.4. Pengujian tegangan indikator LED

Pengujian tegangan indikator LED dilakukan untuk mengetahui berapa nilai tegangan yang masuk pada indikator LED dari *output* arduino, berikut ini pada tabel 3.11 pengujian tegangan motor servo.

Tabel 3.11 Pengujian tegangan indikator LED

Indikator LED	port	Tegangan terukur	
		OFF	ON
Keran otomatis			
Merah (level air <i>low</i>)			
Hijau (level air <i>high</i>)			

3.13.6. Pengujian debit air

Pengujian debit air dilakukan untuk mengetahui berapa debit air yang mengalir pada keluaran pompa dan keran otomatis. Pengujian dilakukan dengan mengukur debit air dengan alat ukur flowmeter. Berikut ini pada tabel 3.12 pengujian debit air.

Tabel 3.12 Pengujian debit air

Pengujian ke-	Debit Keran (mililiter / detik)	Debit Pompa (mililiter / detik)
1		
2		
3		
4		
5		
Rata-rata		

3.13.7. Pengujian waktu pengisian dan pengosongan air pada penampung air

Pengujian waktu pengisian dan pengosongan air dilakukan untuk mengetahui berapa waktu yang dihabiskan saat proses pengisian air oleh pompa dan berapa waktu yang dihabiskan saat proses pengosongan air yang dikeluarkan oleh keran otomatis. Pengujian dilakukan dengan mengukur waktu yang dihabiskan dengan alat ukur *stopwatch*. Berikut ini pada tabel 3.13 pengujian waktu pengisian dan pengosongan air.

Tabel 3.13 Pengujian waktu pengisian dan pengosongan air

Pengujian ke-	Waktu Pengisian (detik)	Waktu pengosongan (detik)
1		
2		

3		
4		
5		
Rata-rata		

3.13.8. Pengujian nilai rupiah yang digunakan untuk berwudu

Pengujian nilai rupiah yang digunakan untuk berwudu dilakukan untuk mengetahui berapa nilai rupiah yang dihabiskan untuk berwudu per orang. Pengujian dilakukan dengan mengukur berapa liter air yang dihabiskan untuk berwudu dengan alat ukur gelas ukur. Selanjutnya dikonversikan ke nilai rupiah dengan perhitungan rumus dibawah ini :

Diketahui :

- waktu pengisian air pada penampung air = 30 detik = 0,008 jam
- daya pompa air = 286 watt = 0,286 kilowatt
- volume total penampung air = 12 liter
- tarif dasar listrik per kwh = Rp. 1409,16

$$\begin{aligned} \text{biaya pengisian air} &= \text{tarif listrik per kwh} \times \text{daya pompa} \times \text{waktu pengisian} \\ &= 1409,16 \times 0,286 \times 0,008 = \text{Rp. } 3,22 \end{aligned}$$

Dari perhitungan rumus diatas diketahui biaya yang dihabiskan untuk mengisi air pada penampung air. Selanjutnya biaya yang dihabiskan untuk berwudu dapat dicari dengan perhitungan rumus dibawah ini :

$$\text{Biaya penggunaan air wudu} = \text{biaya pengisian air} \times \frac{\text{Jumlah air dihabiskan}}{\text{Volume penampung air}}$$

Jika diasumsikan air yang dihabiskan untuk berwudu yaitu sebanyak 3 liter air maka biaya yang dihabiskan yaitu : $3,22 \times \frac{3}{12} = \text{Rp. } 0,805$

Berikut ini pada tabel 3.14 pengujian nilai rupiah yang digunakan untuk berwudu :

Tabel 3.14 Pengujian nilai rupiah yang digunakan untuk berwudu

Pengujian ke-	Jumlah air dihabiskan (liter)	Nilai rupiah (Rp)
1		
2		
3		
4		
5		
Rata-rata		