

OTOMATISASI PENYEDIA DAN PENGATUR AIR WUDU PADA MASJID

SKRIPSI
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

INAS WIDANINGRUM HAPSARI

NIM. 0710630022-63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG
2011

LEMBAR PERSETUJUAN

**OTOMATISASI PENYEDIA DAN
PENGATUR AIR WUDU PADA MASJID**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**INAS WIDANINGRUM HAPSARI
NIM. 0710630022-63**

Telah diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.
NIP 19590304 198903 1 001

Ir. Nurussa'adah, MT.
NIP 19680706 199203 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**OTOMATISASI PENYEDIA DAN
PENGATUR AIR WUDU PADA MASJID**

Disusun oleh :
INAS WIDANINGRUM HAPSARI
NIM. 0710630022-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus
pada tanggal **23 Desember 2011**

Majelis Penguji:

R. Arief Setiawan, ST., MT.
NIP. 19750819 199903 1 001

Mochammad Rif'an, ST., MT
NIP. 19710301 200012 1 001

Ir. M. Julius St., MS.
NIP. 19540720 198203 1 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Sholeh Hadi Pramono, Dr., Ir., MS.

NIP. 19580728 198701 1 001

PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat, taufik dan hidayah-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi yang berjudul “Otomatisasi Penyedia dan Pengatur Air Wudu pada Masjid” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- Bapak Ibuku tersayang, adikku Tio sayang, Usi serta seluruh keluarga besar penulis atas kasih sayang, dukungan, kesabaran dan doa-nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan,
- Bapak Sholeh Hadi Pramono, Dr., Ir., MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. M. Julius St, MS. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ponco Siwindarto, Ir, M.Eng.Sc. dan Ibu Nurussa’adah, Ir, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing 2 atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan yang telah diberikan,
- Staff Recording Jurusan Teknik Elektro,
- Teman-teman HME, BigFamz Core dan Paket B angkatan 2007,
- Tim GFT-UB DT periode 2008-2009, Kakak-kakak LKIM 2008, teman-teman dan senior EFM Workshop TEUB periode 2008-2009 atas kepercayaan dan semangatnya. Maju terus radio elektro TEUB,
- Veteran, teman-teman Tim Robot TEUB, TRUB periode 2009-2011 (terutama KRI-AMRU) atas kerja sama, kekompakan, ilmu pengetahuan dalam bidang elektronika dan robotika, bersyukur bisa mengenal kalian. Jayalah robotika TEUB di Indonesia maupun di internasional,

- Teman-teman Workshop periode 2010-2011, terutama Tomi&Gosong, atas bantuan dan semangatnya selama jatuh bangun di tim,
- Rekan dalam pengerjaan skripsi dan pengejaran waktu, Bapak Yoga Windarto P,
- Sahabat cerdasu Yayuk Istichomah, Farasofi N.R., Adelia R.S, Nourma D.P, Asri S.I, Bunga Ayu A.J semoga sukses milik kita semua,
- Sahabat Mud'ow yang diragukan eksistensinya, Dita Ayu D.P, Meidina Nur F., Astrie Windi P., Fifi Nur I.S., Lintang G.A., Vivi D.A., Dura,
- Ibu-ibu komplek setempat, anyoong, put ur hands up ahjumma Put, Cil, Hup, Del, No', Tic, Pyt, Doy, Cha, Ta', Yuc, Nui, Oel sayang kalian,
- Eri Wibowo, ST beserta keluarga, atas kesabaran, doa, *trust*, dukungan, terima kasih atas waktu-waktu yang terpinjam, hingga saat ini,
- Seluruh teman-teman serta semua pihak yang tidak mungkin untuk dicantumkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas segala bentuk bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, Desember 2011

Penulis

ABSTRAK

Inas Widaningrum Hapsari, 2011 : Otomatisasi Penyedia dan Pengatur Air Wudu pada Masjid. Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Dosen Pembimbing : Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc, dan Ir.Nurussa'adah, MT.

Masjid merupakan wujud utama dari sarana peribadatan umat Islam yang memiliki fasilitas berwudu. Karena berwudu adalah suatu kegiatan yang membutuhkan banyak air dan selalu dibutuhkan, maka masjid harus mampu menyediakan tempat wudu yang layak bagi semua pengunjungnya. Pada umumnya, keran wudu pada masjid saat ini masih digerakkan secara manual. Masyarakat masih menggunakan keran manual untuk membuka dan menutup aliran air. Hal ini menyebabkan adanya kalangan tertentu, seperti tunadaksa, yang kurang dapat menggunakan keran dengan mudah. Selain itu, keran manual mudah rusak jika sering diputar-putar, apalagi kalau yang memutar adalah pengguna yang kurang bijak. Kelalaian menutup keran akan mengakibatkan pemborosan air. Jika hal ini terus terjadi, maka bisa dinilai kurang efektif dan kurang efisien.

Sebagai solusi permasalahan tersebut, dengan memanfaatkan teknologi elektronik mikrokontroler, dibutuhkan suatu sistem yang efektif untuk digunakan pada sarana wudu. Sistem ini terdiri atas pengatur dan penyedia air wudu. Pengatur air wudu menggunakan PIR sebagai pendeteksi gerak orang yang berwudu. Keluaran sensor akan mengaktifkan keran elektrik. Penggunaan keran elektrik yang aktif secara otomatis menyebabkan pengguna tidak kontak langsung dengan keran, sehingga daya tahan keran menjadi lebih lama. Sistem ini juga dapat menjaga ketersediaan air dalam tandon secara otomatis dengan memanfaatkan elektroda sebagai sensor level air. Sistem menggunakan dua sumber pengisian air untuk terus menjaga ketersediaan air dalam tandon. Saat sistem mengetahui bahwa tidak ada air yang bisa dialirkan pompa air dari sumber ke dalam tandon, sistem akan mengaktifkan buzzer sebagai tanda peringatan. Hasil pengujian membuktikan bahwa sensor gerak pada sistem mampu menghemat pengeluaran air sebesar 3,45% daripada cara konvensional, dengan hasil keakuratan pembacaan gerakan sebesar 92%. Penempatan sensor berada pada ketinggian 1 m yang mampu membaca gerakan dengan tinggi minimal 0,6 m dari permukaan tanah pada sudut 0°. Jangkauan sudut terlebar sensor sebesar 60° dengan jarak terjauh 173 cm. Dengan adanya sistem otomatis ini, masjid memiliki sarana berwudu yang lebih termodernisasi dan dapat digunakan oleh semua kalangan tanpa merepotkan pihak masjid dalam menunggu tandon terisi penuh secara manual.

Kata kunci: wudu, sistem otomatis, sensor gerak, keran elektrik, elektroda, tandon, pompa air, buzzer, mikrokontroler

DAFTAR ISI

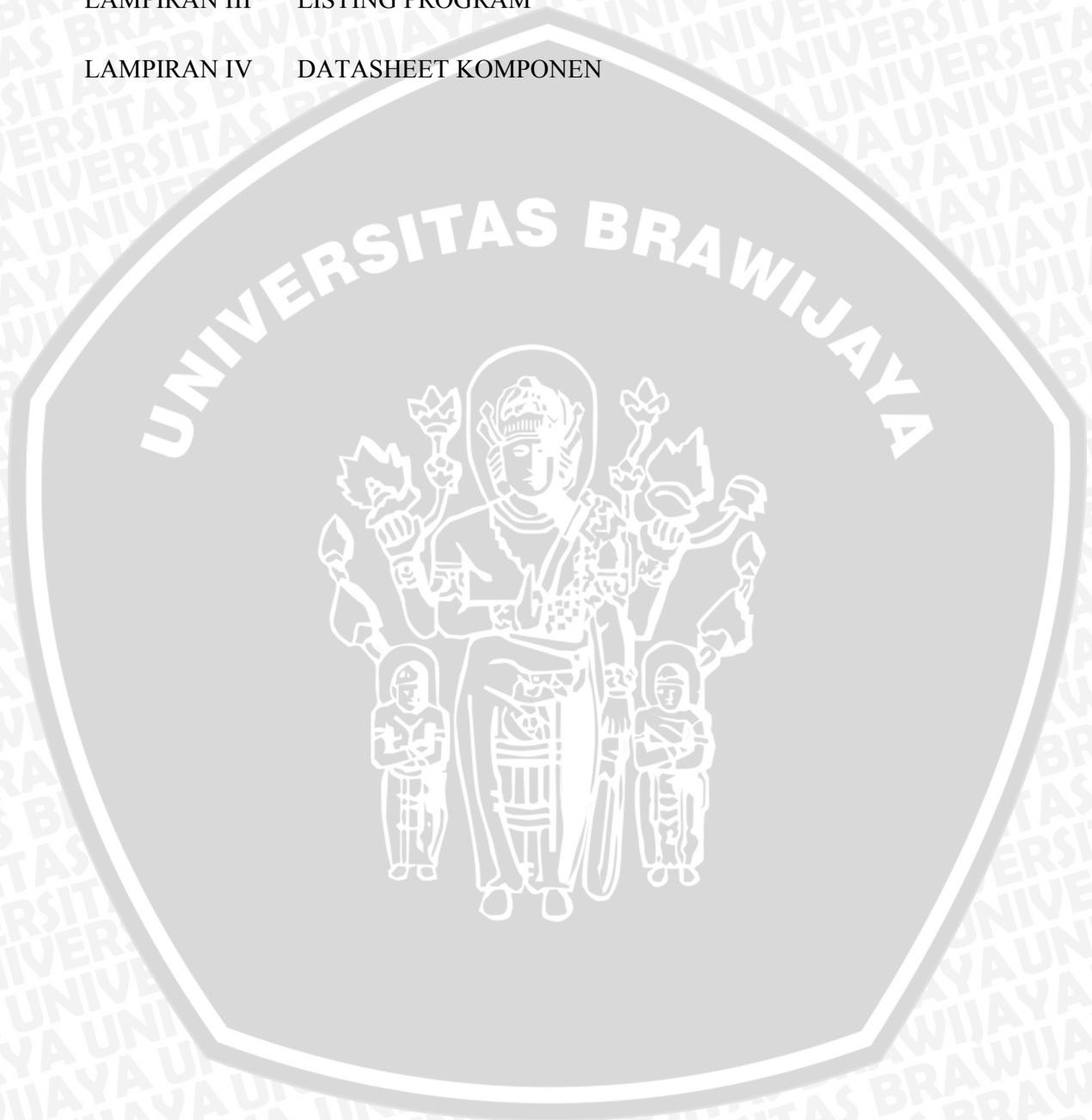
PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pelaksanaan wudu.....	5
2.2 Cahaya Infra Merah.....	6
2.3 Sensor Passive Infra Red.....	7
2.3.1 Prinsip Kerja Sensor PIR.....	9
2.4 Air Sebagai Penghantar.....	10
2.5 Penguat Operasional (Op-Amp).....	11
2.6 Mikrokontroler Atmel AVR ATmega8.....	13
2.7 Optocoupler.....	15
2.7.1 Cara Kerja Optocoupler.....	15
2.7.2 Penggunaan Optocoupler.....	16

2.8	Transistor.....	17
2.9	Relay	20
2.10	Solenoid Valve	21
2.11	Pompa Air	22
2.12	Buzzer	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1	Studi Literatur.....	24
3.2	Perancangan Alat.....	24
3.3	Pembuatan Alat	25
3.4	Pengujian Alat	25
3.5	Pengambilan Kesimpulan dan Saran	25
BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....		27
4.1	Penentuan Spesifikasi Alat.....	27
4.2	Diagram Blok Sistem.....	28
4.3	Perancangan Perangkat Keras	31
4.3.1	Rangkaian Sensor Gerak (PIR).....	31
4.3.2	Rangkaian Sensor Air pada Pipa.....	31
4.3.3	Rangkaian Sensor Level Air dalam Tandon.....	34
	Rancangan Logika Pengisian Tandon.....	37
4.3.5	Rangkaian Driver Relay	38
4.3.6	Rangkaian Mikrokontroler ATmega8.....	43
4.3.6.1	Rangkaian Reset Mikrokontroler.....	44
4.3.7	Rangkaian Buzzer	45
4.3.8	Perancangan Mekanik	45
4.4	Perancangan Perangkat Lunak	47
4.4.1	Perancangan Program Utama.....	47
4.4.2	Sub Program Pengatur Keran Wudu.....	48

4.4.3	Sub Program Pengisian Tandon.....	49
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		54
5.1	Pengujian Sensor Gerak (PIR).....	54
5.1.1	Tujuan Pengujian.....	54
5.1.2	Peralatan Pengujian.....	54
5.1.3	Prosedur Pengujian.....	55
5.1.4	Data Pengujian.....	56
5.1.5	Analisis Data Pengujian.....	58
5.2	Pengujian Sensor Air pada Pipa.....	58
5.2.1	Tujuan Pengujian.....	58
5.2.2	Peralatan Pengujian.....	58
5.2.3	Prosedur Pengujian.....	59
5.2.4	Data Pengujian.....	59
5.2.5	Analisis Data Pengujian.....	61
5.3	Pengujian Sensor Level Air Tandon.....	62
5.3.1	Tujuan Pengujian.....	62
5.3.2	Peralatan Pengujian.....	62
5.3.3	Prosedur Pengujian.....	62
5.3.4	Data Pengujian.....	63
5.3.5	Analisis Data Pengujian.....	65
5.4	Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega8.....	66
5.4.1	Tujuan Pengujian.....	66
5.4.2	Peralatan Pengujian.....	66
5.4.3	Prosedur Pengujian.....	66

5.4.4	Data Pengujian.....	67
5.4.5	Analisis Data Pengujian.....	68
5.5	Pengujian Rangkaian Driver Relay.....	69
5.5.1	Tujuan Pengujian.....	69
5.5.2	Peralatan Pengujian.....	69
5.5.3	Prosedur Pengujian.....	70
5.5.4	Data Pengujian.....	71
5.5.5	Analisis Data Pengujian.....	75
5.6	Pengujian Buzzer.....	75
5.6.1	Tujuan Pengujian.....	75
5.6.2	Peralatan Pengujian.....	76
5.6.3	Prosedur Pengujian.....	76
5.6.4	Data Pengujian.....	76
5.6.5	Analisis Data Hasil Pengujian.....	77
5.7	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	77
5.7.1	Tujuan Pengujian.....	77
5.7.2	Peralatan Pengujian.....	78
5.7.3	Prosedur Pengujian.....	78
5.7.4	Data Pengujian.....	78
5.7.5	Analisis Data Pengujian.....	83
BAB VI PENUTUP.....		84
6.1	Kesimpulan.....	84
6.2	Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....		86

LAMPIRAN I	FOTO ALAT
LAMPIRAN II	GAMBAR RANGKAIAN
LAMPIRAN III	LISTING PROGRAM
LAMPIRAN IV	DATASHEET KOMPONEN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Sensor Pir KC7783R.....	7
Gambar 2. 2	Konfigurasi Pin Sensor Pir.....	8
Gambar 2. 3	Arah Jangkauan Gelombang Sensor Pir.....	8
Gambar 2. 4	Batasan Sudut Jangkau Sensor Pir Kc7783r.....	8
Gambar 2. 5	Diagram Blok Sensor Pir.....	9
Gambar 2. 6	Diagram Waktu Pembacaan Sensor.....	10
Gambar 2. 7	Rangkaian Pembanding Sederhana.....	13
Gambar 2. 8	Konfigurasi Pin Atmega8.....	14
Gambar 2. 9	Konstruksi Dan Simbol Optocoupler.....	15
Gambar 2. 10	Penempatan Dioda Pengaman Untuk Menghindari Kerusakan Led <i>Optocoupler</i>	16
Gambar 2. 11	Simbol Transistor Bipolar Jenis Npn.....	18
Gambar 2. 12	Rangkaian Transistor Sebagai Saklar.....	19
Gambar 2. 13	Rangkaian Transistor Sebagai Saklar Elektronik.....	20
Gambar 2. 14	Simbol Relay.....	21
Gambar 2. 15	Skema Solenoid.....	22
Gambar 2. 16	Pompa Air Aquarium.....	22
Gambar 2. 17	<i>Buzzer</i>	23
Gambar 4. 1	Diagram Blok Otomatisasi Penyedia Dan Pengatur Air Wudu Pada Masjid.....	28
Gambar 4. 2	Rangkaian Sensor Pir.....	31
Gambar 4. 3	Rangkaian Sensor Air.....	32
Gambar 4. 4	Rangkaian Sensor Air.....	35
Gambar 4. 5	Rangkaian Driver Relay.....	38
Gambar 4. 6	Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler Atmega8.....	43
Gambar 4. 7	Rangkaian Reset.....	44
Gambar 4. 8	Rangkaian Buzzer.....	45
Gambar 4. 9	Rancangan Mekanik Alat.....	46
Gambar 4. 10	Diagram Alir Program Utama.....	48
Gambar 4. 11	Diagram Alir Program Pengatur Keran Wudu.....	49

Gambar 4. 12	Diagram Alir Sub Program Pengisian Tandon	51
Gambar 4. 13	Diagram Alir Sub Program Pengaktifan Pompa.....	53
Gambar 5. 1	Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor Pir	55
Gambar 5. 2	Area Pembacaan Sensor Gerak Menurut Pengujian	57
Gambar 5. 3	Ilustrasi Pengujian Sensor Gerak (Pir).....	57
Gambar 5. 4	Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor Air Pada Pipa	59
Gambar 5. 5	Pengujian Rangkaian Sensor Air Pada Pipa	60
Gambar 5. 6	Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor Level Air Tandon..	63
Gambar 5. 7	Peletakan Sensor Level Air Tandon Tampak Atas	64
Gambar 5. 8	Diagram Alur Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Atmega8...	67
Gambar 5. 9	Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Atmega8	67
Gambar 5. 10	Diagram Blok Pengujian Rangkaian Driver Relay	70
Gambar 5. 11	Diagram Alur Program Pengujian Rangkaian Driver Relay	71
Gambar 5. 12	Pengujian Rangkaian Driver Relay.....	71
Gambar 5. 13	Pengukuran Arus Kolektor Pada Rangkaian Relay	72
Gambar 5. 14	Pengukuran Arus Basis Transistor BD139.....	74
Gambar 5. 15	Diagram Blok Pengujian Buzzer	76
Gambar 5. 16	Pengujian Buzzer Terhadap Output Mikrokontroler	77
Gambar 5. 17	Tampilan Keseluruhan Alat Saat Sistem Diaktifkan	79

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Nilai Hambat Jenis Berbagai Bahan/Zat	11
Tabel 2	Parameter-parameter Beberapa Macam <i>Optocoupler</i>	17
Tabel 3	Spesifikasi Input-Output IC 74LS14	34
Tabel 4	Spesifikasi Perancangan Sensor Air	34
Tabel 5	Spesifikasi Input-Output IC 74LS14	37
Tabel 6	Spesifikasi Perancangan Sensor Air	37
Tabel 7	Rancangan Logika Pengisian Tandon.....	37
Tabel 8	Respon Sensor Gerak Terhadap Objek Manusia yang Bergerak.....	56
Tabel 9	Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Air Pada Pipa.....	61
Tabel 10	Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Level Air Batas Atas Tandon	64
Tabel 11	Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Level Air Batas Bawah Tandon	64
Tabel 12	Data Pengujian Rangkaian Mikrokontroler.....	68
Tabel 13	Data Pengujian Rangkaian Driver Relay	72
Tabel 14	Data Pengujian Pengukuran Arus Kolektor Rangkaian Driver Relay	73
Tabel 15	Data Pengujian Pengukuran Arus Basis Rangkaian Driver Relay.....	74
Tabel 16	Hasil Pengujian Buzzer.....	77
Tabel 17	Data Pengujian Keseluruhan Sistem ke-1	80
Tabel 18	Data Pengujian Keseluruhan Sistem ke-2	81
Tabel 19	Data Pengujian Keseluruhan Sistem ke-3	82

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang meningkat pesat telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya. Terutama pada teknologi yang menggunakan kendali otomatis. Dengan adanya kendali otomatis ini, maka peran kerja dari manusia bisa sedikit berkurang atau sama sekali tidak ada.

Air merupakan kebutuhan pokok yang paling utama. Salah satu kegiatan yang membutuhkan banyak air adalah berwudu. Masjid sebagai tempat peribadatan umat Islam harus bisa mengatasi permasalahan yang berhubungan dengan persediaan air wudu. Saat berwudu, air yang terbuang sangatlah banyak. Kebanyakan orang biasanya tidak memperhatikan keran yang dibuka penuh atau secukupnya. Sistem keran yang masih konvensional yang digerakkan secara manual oleh manusia memiliki kelemahan yaitu keran mudah rusak dan adanya pemborosan air dikarenakan kelalaian menutup keran. Selain itu, berwudu dengan sistem keran tersebut terkadang susah digunakan untuk kalangan dengan keterbatasan tertentu seperti tunadaksa.

Tersedianya air wudu pada keran bergantung pada ketinggian dan kemampuan daya tampung debit air pada tandon, sehingga pengisian tandon menjadi faktor utama tersedianya air untuk berwudu. Pada umumnya, tandon air diletakkan pada sebuah tempat yang lebih tinggi, sehingga dibutuhkan pompa air untuk mengisi tandon tersebut. Hal ini sering menimbulkan masalah ketika hendak mengisi tandon dikarenakan volume air di dalam tandon tidak dapat diketahui dengan pasti. Seringkali air yang diisikan sudah melewati batas daya tampung sehingga banyak air yang terbuang sia-sia. Ketidaksengajaan tersebut tidak hanya menyebabkan pemborosan penggunaan air tetapi juga pemborosan biaya listrik yang harus dikeluarkan untuk mengaktifkan pompa. Oleh karena itu diperlukan suatu cara agar bisa mengendalikan pompa untuk mengisi tandon agar penggunaan air lebih efisien dan selalu tersedia.

Dari permasalahan tersebut timbulah suatu ide untuk membuat otomatisasi keran yang lebih efektif lagi dengan memanfaatkan aplikasi mikrokontroler. Sistem ini merupakan modernisasi dari tema tugas akhir yang pernah dikerjakan oleh Bhibin Dwi Nurwoko, tahun 2007 yang berjudul “Pengatur Air Wudlu Pada Masjid”. Tugas akhir tersebut menggunakan sensor ultrasonic (PING))) dan komponen diskrit sebagai komponen utamanya. Pada perancangan sistem yang pernah dilakukan tersebut, terdapat beberapa kelemahan antara lain perancangan sistem dengan teknologi yang sederhana namun membutuhkan biaya pembuatan yang lebih mahal, sistem tidak dapat mengatasi permasalahan jika tandon mengalami keterbatasan dalam menyediakan air. Selain itu, sensor bekerja berdasarkan pantulan dari segala macam benda yang ada di hadapannya pada jarak tertentu. Hal tersebut memungkinkan sistem tidak dapat mengatasi permasalahan jika suatu benda yang tidak diinginkan berada di hadapan sensor dalam jangka waktu yang lama. Karena air akan keluar dari keran secara terus menerus sampai benda dijauhkan posisinya dari jangkauan sensor. Berdasarkan kelemahan tersebut, maka dilakukan rancangbangun sistem dengan pengontrol yang lebih modern dan bersifat *programmable*. Sistem ini terdiri atas dua bagian, yaitu otomatisasi buka tutup keran wudu dan otomatisasi pengisian air pada tandon. Penggunaan sensor PIR (*Passive Infrared*) berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan infrared yang dipancarkan dari tubuh manusia saat akan berwudu, dan kontrol buka tutup keran elektrik berguna untuk mengatasi pemakaian air yang berlebihan. Selain itu pemakaian keran elektrik membuat pengguna tidak kontak langsung dengan keran, sehingga daya tahan keran lebih lama.

Otomatisasi penyediaan air di tandon menggunakan sensor level air berupa elektroda sebagai indikator dan mikrokontroler sebagai pengontrol. Sistem ini menggunakan dua sumber pengisian, yaitu PDAM sebagai prioritas utama dan sumur air tanah sebagai cadangan. Hal ini berguna untuk menjaga ketersediaan air pada tandon.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu masalah yang ada di Latar Belakang, maka dalam skripsi ini dapat dirumuskan:

- 1) Bagaimana merancang dan membuat rangkaian yang mampu mendeteksi orang yang akan mengambil air wudu memanfaatkan sensor PIR?
- 2) Bagaimana mengatur pengaktifan pompa untuk pengisian tandon agar dapat menyala dan mati secara otomatis sesuai dengan level air pada tandon?
- 3) Bagaimana merancang unit pengontrol yang mampu mengolah output dari unit sensor dan mampu mengaktifkan penggerak untuk komponen output?
- 4) Bagaimana hasil pengujian dan analisis hasil rancangan dari Otomatisasi Penyedia dan Pengatur Air Wudu pada Masjid?

1.3 Ruang Lingkup

Mengacu pada permasalahan yang ada, ruang lingkup pada skripsi ini dibatasi pada:

- 1) Alat merupakan bentuk *prototype* rancangbangun sistem.
- 2) Sensor PIR hanya dibahas sebagai pendeteksi keberadaan manusia.
- 3) Hanya membahas perancangan untuk satu buah keran dan peletakkan di dalam ruang.
- 4) Hanya membahas pemanfaatan pada tempat ibadah agama Islam.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah merancang suatu model/*prototype* sistem otomatis untuk penyedia air dan pengatur keran untuk berwudu yang bertujuan untuk efisiensi penggunaan air serta rancangan yang mudah dibuat oleh banyak kalangan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Berisi tentang uraian Latar Belakang, Rumusan Masalah, Ruang Lingkup, Tujuan dan Sistematika Penulisan laporan skripsi ini.

Bab II Dasar Teori

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan sistem.

Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode-metode yang dipakai dalam melakukan perancangan, pengujian, dan analisis data.

Bab IV Perancangan Sistem

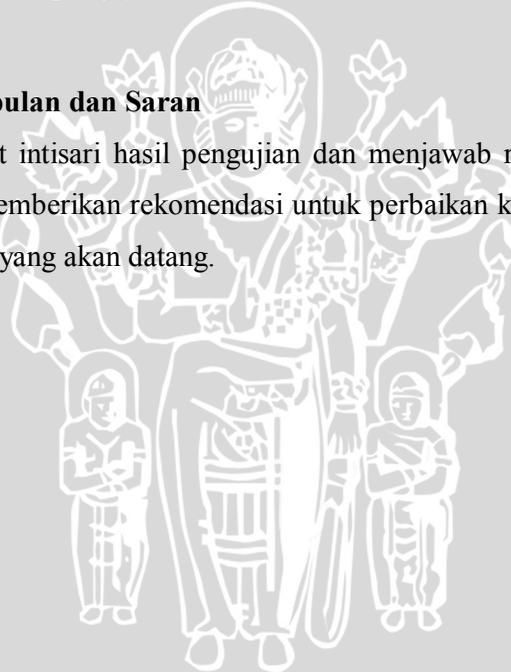
Berisi perancangan dan perealisasiian sistem yang meliputi spesifikasi, perencanaan diagram blok, prinsip kerja dan realisasi sistem.

Bab V Pengujian dan Analisis Sistem

Bagian ini menjelaskan tentang hasil pengujian dan hasil analisis sistem yang direncanakan. Pengujian meliputi pengujian tiap sub-sistem dan pengujian keseluruhan sistem beserta analisis skripsi ini.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Memuat intisari hasil pengujian dan menjawab rumusan masalah serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan kualitas penelitian dimasa yang akan datang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa teori pendukung yang perlu dibahas dalam Otomatisasi Penyedia dan pengatur Air Wudu Pada Masjid ini meliputi :

2.1 Pelaksanaan wudu

Wudu adalah cara untuk menghilangkan hadas (keadaan tidak suci bagi seorang muslim) kecil yang dilakukan ketika akan mengerjakan shalat dan ibadah-ibadah lain yang menjadikan wudu sebagai salah satu syaratnya, sehingga shalat dan ibadah-ibadah lain itu tidak sah jika pelakunya tidak dalam keadaan suci (berwudu).

Dalam melakukan wudu ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, antara lain: harus menggunakan air yang suci dan mensucikan, semua bagian yang wajib dikenai wudu (muka, tangan, kepala dan kaki) harus benar-benar rata terbasuh (tidak terdapat kotoran atau benda penghalang yang menghalangi sampainya air pada anggota wudu), dan orang yang berwudu hendaknya memahami seluk-beluk berwudu.

Wudu juga harus dilakukan dengan mengikuti rukun-rukun sebagai berikut:

1. Niat berwudu untuk menghilangkan hadas kecil yang pelaksanaannya bersamaan dengan permulaan membasuh muka.
2. Membasuh muka dari puncak kening sampai dagu dan lebarnya sampai batas telinga kiri dan kanan.
3. Membasuh kedua tangan sampai kedua siku.
4. Menyapu kepala, sebagian atau seluruhnya.
5. Membasuh kedua kaki sampai kedua mata kaki.
6. Tertib, yang berarti bahwa pelaksanaan membasuh anggota-anggota wudu itu harus sesuai dengan urutannya.

Pelaksanaan wudu yang tidak memenuhi syarat dan rukun dipandang tidak sah menurut agama (Ensiklopedi Islam jilid V, 1994: 198). Dalam pelaksanaan

berwudu, dibutuhkan air yang selalu mengalir saat mengenai anggota tubuh. Pada umumnya, air keluar melalui kran-kran yang tersedia pada tempat berwudu.

Dalam pelaksanaannya, wudu melibatkan sebagian anggota tubuh. Tubuh manusia memiliki suhu normal dan dapat berubah jika terjadi pembakaran energi akibat adanya aktifitas gerakan tubuh. Gerakan tersebut menyebabkan perbedaan radiasi infra merah. Sinar infra merah pasif yang dipancarkan tubuh memiliki panjang gelombang tertentu yang bisa dimanfaatkan oleh sensor PIR untuk membuat alat bantu manusia dalam berwudu sekaligus mengurangi pemborosan air.

2.2 Cahaya Infra Merah

Cahaya merupakan suatu bentuk radiasi dari gelombang elektromagnetik yang prinsipnya sama dengan gelombang radio, misalnya infrared, ultraviolet, dan sinar-X. Pada dasarnya yang membedakan adalah panjang gelombang dan frekuensi. Panjang gelombang dari cahaya tampak yakni 400 nm hingga 800 nm, dan ultraviolet memiliki panjang gelombang lebih pendek dari 400 nm.

Infra merah dapat digunakan baik untuk memancarkan data maupun sinyal suara. Sinyal carier dibutuhkan untuk membawa sinyal data maupun sinyal suara hingga sampai pada *receiver*. Untuk transmisi sinyal suara biasanya digunakan rangkaian *voltage to frequency converter* yang berfungsi untuk mengubah tegangan sinyal suara menjadi frekuensi.

Infra merah merupakan radiasi yang tidak tampak pada daerah spectrum elektromagnetik. Detektor panas memiliki respon terhadap sumber panas yang timbul dari suatu radiasi tertentu dan hasilnya diukur dengan peralatan temperatur. Tiga jenis detektor panas yang paling banyak dipakai adalah bolometer, thermocouple, dan pyroelectric. Untuk masing-masing detektor yang telah disebutkan, penyerapan radiasi menimbulkan perubahan suhu pada detektor yang menyebabkan terjadinya perubahan fisik dari bahan penyusunnya. Untuk bolometer misalnya, akan terjadi perubahan resistansi (tahanan) listrik (Anonim, 2007).

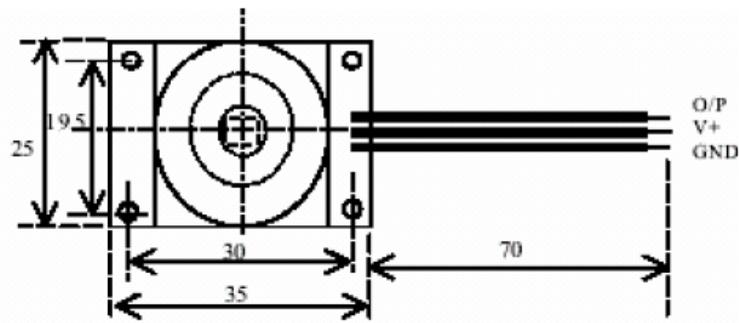
2.3 Sensor Passive Infra Red

Sensor Passive Infra Red (PIR) adalah sebuah sensor atau pendeteksi suatu objek guna berbagai aplikasi seperti sensor-sensor yang lainnya. Passive Infra Red merupakan sensor berbasis infrared, tetapi tidak seperti sensor infrared kebanyakan yang terdiri atas IR LED dan fototransistor. Sensor PIR ini tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Akan tetapi sesuai dengan namanya “Passive”, sensor ini hanya menerima atau merespon energi pancaran infra merah pasif yang dimiliki oleh tubuh manusia saja. Hal ini disebabkan adanya *IR Filter* yang menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif. *IR Filter* dimodul sensor PIR ini mampu menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif antara 8 sampai 14 mikrometer, sehingga panjang gelombang yang dihasilkan dari tubuh manusia yang berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer ini saja yang dapat dideteksi oleh sensor (Rifqy, 2008). Sensor PIR yang dipakai dalam perancangan alat ini adalah sensor PIR KC7783R yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sensor PIR KC7783R
Sumber: <http://www.thaicasyelec.net>

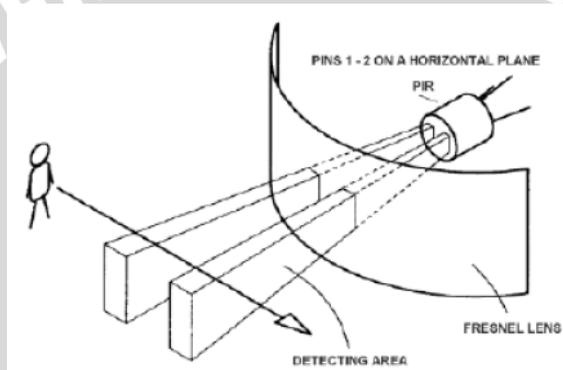
Sensor ini memiliki dua keluaran yaitu logika tinggi dan logika rendah. Logika tinggi berupa level tegangan 5V dan logika rendah berupa level tegangan 0V. Konfigurasi sensor PIR ditunjukkan dalam Gambar 2.2, sensor ini memiliki 3 pin yang masing-masingnya dihubungkan ke ground, Vcc, dan pin I/O. Konfigurasi pin sensor ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konfigurasi pin sensor PIR

Sumber: Parallax, 2007: 1

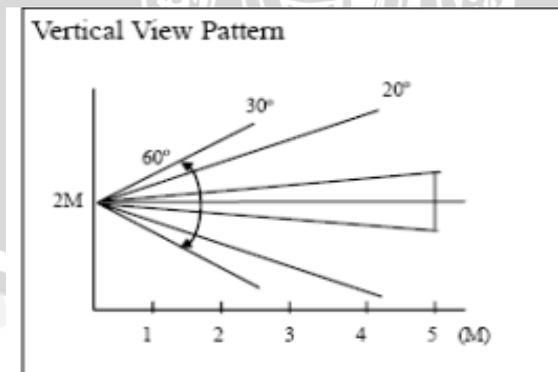
Arah jangkauan gelombang sensor PIR ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Arah jangkauan gelombang sensor PIR

Sumber: Infrared Parts Manual PIR325, 2003: 4

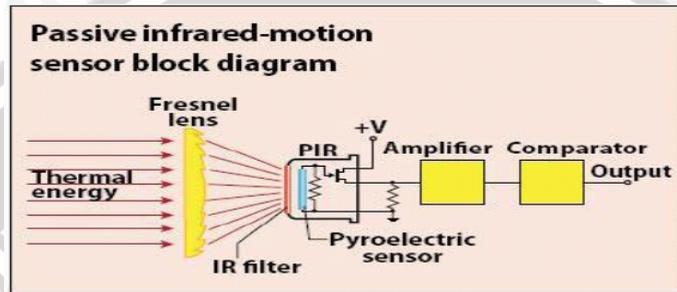
Sensor ini memiliki sudut jangkau terlebar sebesar 60° dengan jarak terjauh yang mampu dijangkau adalah 5m dalam sudut 0° . Batasan sudut tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Batasan sudut jangkau sensor PIR KC7783R

Sumber: <http://www.thaieasyelec.net>

Di dalam sensor ini terdapat bagian-bagian yang memiliki perannya masing-masing, yaitu Fresnel lens, IR Filter, Pyroelectric sensor, amplifier, comparator, dan fitur rangkaian monostabil yang memungkinkan logika keluaran sensor ditahan selama waktu yang bisa ditentukan sendiri (Anonim, 2011). Diagram blok sensor PIR ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram blok sensor PIR
Sumber: <http://www.machinedesign.com>, 2009

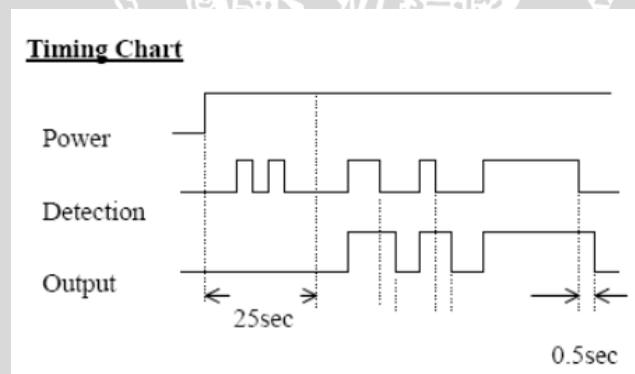
2.3.1 Prinsip Kerja Sensor PIR

Sensor PIR ini bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar infra merah pasif yang dimiliki oleh setiap benda dengan suhu diatas nol mutlak. Seperti tubuh manusia memiliki suhu tubuh kira-kira 32°C , yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar infra merah inilah yang kemudian ditangkap oleh pyroelectric sensor yang merupakan inti dari sensor PIR sehingga menyebabkan pyroelectric sensor yang terdiri atas gallium nitride, caesium nitrat, dan litium tantalate menghasilkan arus listrik. Sinar inframerah pasif ini membawa energi panas, sehingga prosesnya hampir sama dengan arus listrik yang terbentuk ketika sinar matahari mengenai solar cell.

Radiasi infra merah berada pada spectrum elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih besar daripada cahaya tampak. Radiasi infra merah tidak dapat dilihat tapi dapat dideteksi. Benda yang dapat memancarkan panas berarti memancarkan radiasi infra merah. Benda-benda ini termasuk makhluk hidup seperti binatang dan tubuh manusia. tubuh manusia dan binatang dapat memancarkan radiasi infra merah terkuat yaitu pada panjang gelombang 9,4

μm . Radiasi infra merah yang dipancarkan inilah yang menjadi sumber pendeteksian bagi detektor panas yang memanfaatkan radiasi infra merah.

Ketika objek atau tubuh manusia yang berada di depan sensor dalam keadaan diam, maka sensor PIR akan menghitung panjang gelombang yang dihasilkan oleh tubuh manusia tersebut. Karena panjang gelombang konstan inilah yang menyebabkan energi panas yang dihasilkan hampir sama dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Ketika tubuh manusia melakukan gerakan, maka akan menghasilkan pancaran sinar inframerah dengan panjang gelombang yang bervariasi sehingga menghasilkan panas bervariasi yang menyebabkan sensor merespon dengan menghasilkan arus pada material pyroelectric dengan besaran yang berbeda. Karena besaran yang berbeda inilah, komparator sensor menghasilkan keluaran. Sensor PIR KC7783R membutuhkan waktu sebesar 25 detik untuk melakukan pembacaan pertama saat sensor dihibungkan ke sumber tegangan, untuk pembacaan berikutnya, sensor membutuhkan waktu delay sebesar 0,5 detik. (Anonim, 2011) Diagram waktu sensor ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram waktu pembacaan sensor
Sumber: <http://www.thaieasyelec.net>, 2008

2.4 Air Sebagai Penghantar

Penghantar dalam teknik elektronika adalah zat yang dapat menghantarkan arus listrik, baik berupa zat padat atau zat cair, sedang zat gas (udara) merupakan isolator alam. Karena sifatnya yang konduktif maka disebut konduktor. Konduktor yang baik adalah yang memiliki tahanan jenis yang kecil.

Air sebagai penghantar memiliki nilai resistansi yang tidak selalu sama. Menurut hukum Ohm, hambatan adalah perbandingan antara arus yang mengalir dengan tegangan yang diberikan. Harga hambatan R bergantung pada panjang penghantar (l), hambatan jenis (ρ) dan berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar (A). Secara matematis dapat ditulis dalam Persamaan (2.1).

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.1)$$

Dimana :

R = hambatan penghantar (W)

ρ = hambatan jenis (Wm)

A = luas penampang penghantar (m²)

l = panjang penghantar (m)

Tabel hambatan jenis beberapa bahan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Nilai Hambatan Jenis Berbagai Bahan/Zat

Zat	Hambatan Jenis (ohm m)	Zat	Hambatan Jenis (ohm/m)
Air biasa	102	Karet	1013-1015
Air Suling	102-105	Mika	1013
Alkohol	5x10 ⁴	Minyak Tanah	1014
Alumunium	2,65x10 ⁻⁸	Perak	1,59x10 ⁻⁸
Asam Sulfat	2,5x10 ²	Porselen	1012-1014
Besi	9,71x10 ⁻⁸	Tembaga	1,68x10 ⁻⁸
Ebonit	1013-1016	Timbal	2,1x10 ⁻⁷
Emas	2,3x10 ⁻⁸	Wolfram	5,6x10 ⁻⁸
Kaca	109-1012	Silikon	0,1-60
Karbon	(3-60)x10 ⁻⁵		
Platina	10,68x10 ⁻⁸		

Sumber: <http://www.e-dukasi.net>, 2010

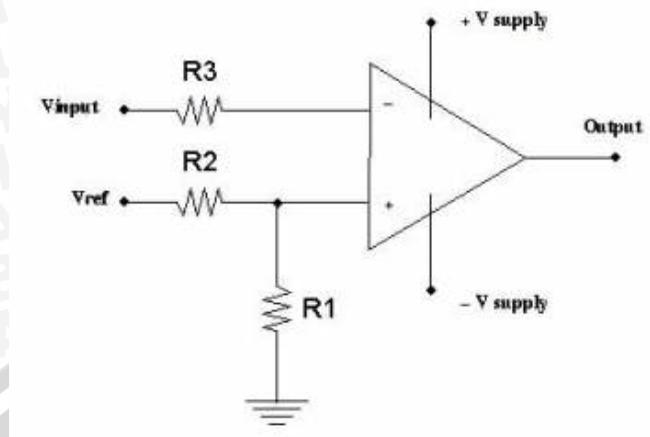
2.5 Penguat Operasional (Op-Amp)

Penguat operasional atau biasa yang dikenal dengan nama Op-Amp. Penguat operasional mempunyai banyak kegunaan, contohnya sebagai pengkondisi sinyal, penguat, komparator dan yang lainnya. Penggunaan yang sangat mudah, hal ini dikarenakan karakteristik yang dimiliki penguat operasional sangatlah khas. Fungsi dari penguat operasional (Op-Amp) adalah untuk memperkuat tegangan yang diterima oleh detektor atau sensor, karena sinyal tegangan output dari detektor atau sensor sangat kecil. Pengkondisi Sinyal (Op-amp) merupakan suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial yang berfungsi mengindera dan memperkuat isyarat masukan searah (DC) maupun bolak-balik (AC). Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran dengan impedansi masukan yang tinggi.

2.5.1 Op-Amp sebagai Pembanding

Prinsip kerja rangkaian pembanding adalah berdasarkan pada penguatan tegangan op-amp yang umpan baliknya sangat besar. Pembanding tegangan akan membandingkan tegangan sebuah masukan dengan konfigurasi yang paling sederhana, modulus *loop* terbuka. Adanya sedikit perbedaan tegangan diantara kedua masukan akan mengayunkan op-amp ke dalam saturasi.

Arah saturasi keluaran ditentukan oleh polaritas sinyal masukan. Bila tegangan masukan membalik lebih positif dibandingkan tegangan masukan tak membalik, keluaran akan berayun menuju saturasi negative ($-V_{sat}$). Sebaliknya, bila tegangan masukan membalik lebih negatif dibandingkan tegangan masukan tak membalik, keluaran akan berayun menuju saturasi positif ($+V_{sat}$). Rangkaian pembanding ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Rangkaian pembanding sederhana
Sumber: Datasheet UPC393, 1989: 4

$+V_{in} > -V_{in}$ maka $V_o = V_{sat+}$

$+V_{in} < -V_{in}$ maka $V_o = V_{sat-}$

Keterangan:

$+V_{in}$ = Amplitudo sinyal input tak membalik (V)

$-V_{in}$ = Amplitudo sinyal input membalik (V)

V_{sat+} = Tegangan saturasi + (V)

V_{sat-} = Tegangan saturasi - (V)

V_o = Tegangan output (V)

2.6 Mikrokontroler Atmel AVR ATmega8

Mikrokontroler ATmega8 secara garis besar tidak memiliki perbedaan yang jauh dengan mikrokontroler ATmega32. Dibandingkan ATmega32, mikrokontroler ATmega8 memiliki kapasitas yang lebih kecil yaitu 8 kbyte Flash PEROM (Flash Programmable and Erasable Read Only Memory), 512 byte SRAM, 23 pin I/O yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri, mempunyai dua buah timer/counter 8 bit dan satu buah timer/counter 16 bit, mempunyai 8 bit 10 channel ADC, mempunyai watchdog timer.

Masing-masing kaki dalam mikrokontroler ATmega8 mempunyai fungsi tersendiri. Mikrokontroler ATmega8 mempunyai 28 pin, susunan masing-masing pin ditunjukkan dalam Gambar 2.8.

(RESET) PC6	□ 1	28	□ PC5 (ADC5/SCL)
(RXD) PD0	□ 2	27	□ PC4 (ADC4/SDA)
(TXD) PD1	□ 3	26	□ PC3 (ADC3)
(INT0) PD2	□ 4	25	□ PC2 (ADC2)
(INT1) PD3	□ 5	24	□ PC1 (ADC1)
(XCK/T0) PD4	□ 6	23	□ PC0 (ADC0)
VCC	□ 7	22	□ GND
GND	□ 8	21	□ AREF
(XTAL1/TOSC1) PB6	□ 9	20	□ AVCC
(XTAL2/TOSC2) PB7	□ 10	19	□ PB5 (SCK)
(T1) PD5	□ 11	18	□ PB4 (MISO)
(AIN0) PD6	□ 12	17	□ PB3 (MOSI/OC2)
(AIN1) PD7	□ 13	16	□ PB2 (SS/OC1B)
(ICP1) PB0	□ 14	15	□ PB1 (OC1A)

Gambar 2.8 Konfigurasi Pin ATmega8
Sumber: ATMEL, 2007

Fungsi kaki-kaki ATmega8 adalah :

- Port B (Pin B0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus Port B diantaranya adalah : Port B0 (ICP (Timer/counter input capture pin)), Port B1 (OC1A (Timer/counter 1 output compare A match output)), Port B2 (OC1B (Timer/counter 1 output compare B match output)) & (SS (SPI slave select input)), Port B3 (OC2 (timer/counter 2 compare match output) & (MOSI (SPI bus master output/slave input)), Port B4 (MISO (SPI bus master input/slave output)), (SS (SPI slave select input)) , Port B5 (SCK (SPI bus serial clock)), Port B6 (XTAL1), Port B7 (XTAL2).
- Port C (Pin C0..6), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus Port C adalah sebagai ADC (input ADC channel 0..5). Fungsi khusus lain dari Port C diantaranya adalah : Port C5 (SCL (Two-Wire serial bus clock line)), Port C4 (SDA (Two-Wire serial bus data input/output line)), Port C6 (RESET pin).
- Port D (Pin D0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port D diantaranya

adalah : Port D0 (RXD (USART input pin)), Port D1 (TXD (USART output pin)), Port D2 (INT0 (Eksternal interupt 0 input)), Port D3 (INT1 (Eksternal interupt 1 input)), Port D4 (XCK (USART eksternal clock input/output)), Port D5 (T1 (timer/counter eksternal counter input)), Port D6 (AIN0 (Analog comparator negative input), Port D7 (AIN1 (Analog comparator negative input).

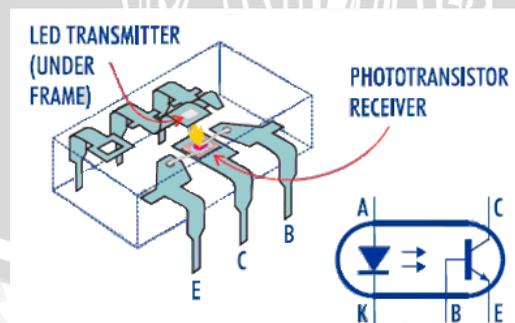
- Pin 7 VCC, merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC.
- Pin 8 GND, merupakan ground dari seluruh rangkaian.
- Pin 21 AREF, merupakan pin analog referensi untuk masukan ADC.
- Pin 22 GND, merupakan ground dari ADC.
- Pin 20 AVCC, merupakan catu daya untuk perangkat ADC.

2.7 Optocoupler

Optocoupler adalah suatu komponen kombinasi sumber cahaya, biasanya berupa LED galium arsenid, dan suatu detektor sensitif cahaya, dapat berupa fototransistor atau diac yang dipicu cahaya.

2.7.1 Cara Kerja *Optocoupler*

Dalam *optocoupler*, kopling tercipta oleh cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya dan terdeteksi oleh detektor sensitif cahaya tanpa suatu koneksi elektrik di antara dua sisi tersebut. Konstruksi dan simbol *optocoupler* ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Konstruksi dan Simbol *Optocoupler*

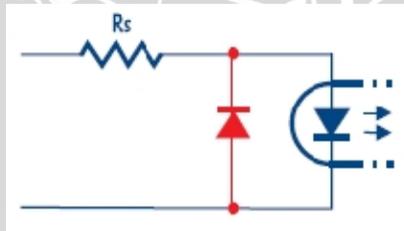
Sumber : Electus Distribution Reference Datasheet, *Optocouplers: When & How To Use Them*

Umumnya koneksi elektrik ke bagian LED melalui pin-pin IC di salah satu sisi dan koneksi fototransistor di sisi lainnya, untuk memisahkan keduanya sedapat mungkin. Dengan konstruksi semacam ini, umumnya *optocoupler* dapat bertahan hingga 7500 V antara masukan dan keluarannya. *Optocoupler* pada dasarnya merupakan komponen digital atau *switching*, jadi *optocoupler* paling baik digunakan untuk mentransfer baik sinyal kontrol on-off atau data digital.

2.7.2 Penggunaan *Optocoupler*

Cara penggunaan *optocoupler* secara sederhana adalah dengan mengubah-ubah LED masukan on dan off, dan menggunakan fototransistor atau diac untuk menghasilkan gelombang atau logika keluaran.

Pada beberapa rangkaian, ada suatu kemungkinan di mana tegangan yang diterapkan pada LED masukan terbalik polaritasnya. Ini dapat menyebabkan kerusakan pada komponen karena LED pada *optocoupler* hanya memiliki rating tegangan *reverse* rendah, umumnya hanya 3-5V. Jadi, jika dimungkinkan, dioda dengan penempatan seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.10 dapat dipasang untuk mencegah hal ini.



Gambar 2.10. Penempatan Dioda Pengaman untuk Menghindari Kerusakan LED *Optocoupler*

Sumber : Electus Distribution Reference Datasheet, *Optocouplers: When & How To Use Them*

Beberapa macam *optocoupler* dengan spesifikasi parameter-parameter kuncinya ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Parameter-parameter Beberapa Macam *Optocoupler* Fototransistor

Type	Isolation	Input led	Output	Ctr	Bandwidth
		$I_{F(max)}$	$V_{CE(max)}$	(@ I_F)	(kHz)
4N25 (single transistor)	5300 V_{rms}	80 mA	7 V	20% (10mA)	300
4N28 (single transistor)	5300 V_{rms}	80 mA	7 V	10% (10mA)	300
6N138 (Darlington transistor)	2500 V_{rms}	20 mA	7 V	300% (1,6mA)	~20

Sumber : Electus Distribution Reference Datasheet, *Optocouplers: When & How To Use Them*, 2008

2.8 Transistor

Transistor adalah komponen aktif semikonduktor yang menggunakan aliran elektron sebagai prinsip kerjanya di dalam bahan. Sebuah transistor memiliki tiga daerah doped yaitu basis, emitor dan kolektor. Di antara tiga daerah tersebut, transistor memiliki dua sambungan, yaitu antara emitor dengan basis, dan antara kolektor dengan basis. Berdasarkan cara pemberian prategangannya, transistor dibedakan menjadi NPN dan PNP.

Sebuah transistor seperti dua buah dioda yang saling bertolak belakang yaitu dioda emitter-basis, atau disingkat dengan emitter dioda dan dioda kolektor-basis, atau disingkat dengan dioda kolektor. Apabila dioda emitter-basis dibias maju maka akan diperoleh grafik arus terhadap tegangan dioda biasa. Saat tegangan dioda emitter-basis lebih kecil dari potensial barriernya, maka arus basis (I_b) akan kecil. Ketika tegangan dioda melebihi potensial barriernya, arus basis (I_b) akan naik secara cepat.

Dalam penerapannya, transistor sering digunakan sebagai penguat, sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Simbol transistor bipolar jenis NPN ditunjukkan dalam Gambar 2.11.

Gambar 2.11 Simbol Transistor Bipolar jenis NPN
Sumber: Owen, 2004:55

2.8.1 Transistor sebagai Saklar elektronik

Sebuah transistor memiliki empat daerah operasi yang berbeda yaitu daerah aktif, daerah saturasi, daerah *cut off*, dan daerah *breakdown*. Jika transistor digunakan sebagai penguat, transistor bekerja pada daerah aktif. Jika transistor digunakan pada rangkaian digital, transistor biasanya beroperasi pada daerah saturasi dan *cut off*. Daerah *breakdown* biasanya dihindari karena resiko transistor menjadi hancur karena terlalu besar. BJT akan kondisi (*on*) jika arus basis (I_B) lebih besar dari I_C atau β . BJT akan mengalami keadaan menyumbat (*off*) jika I_B samadengan nol.

Cara yang termudah untuk menggunakan sebuah transistor adalah sebagai saklar, artinya transistor dioperasikan pada salah satu dari saturasi atau titik sumbat, tetapi tidak di tempat-tempat sepanjang garis beban. Jika sebuah transistor berada dalam keadaan saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor tersumbat (*cut-off*), transistor seperti sebuah saklar yang terbuka (Eri Tristiyanto, 2010). Rangkaian transistor sebagai saklar ditunjukkan dalam Gambar 2.12.

Gambar 2.12 Rangkaian transistor sebagai saklar

Persamaan pada rangkaian transistor sebagai saklar ditunjukkan dalam Persamaan (2.2), (2.3), (2.4), (2.5) dan (2.6).

$$= + \dots\dots\dots (2.2)$$

$$+ - = 0 \dots\dots\dots (2.3)$$

$$= \dots\dots\dots (2.4)$$

$$= - \dots\dots\dots (2.5)$$

$$= + \dots\dots\dots (2.6)$$

I_E = Arus pada emitor

I_C = Arus pada kolektor

I_B = Arus pada basis

R_B = Hambatan pada basis

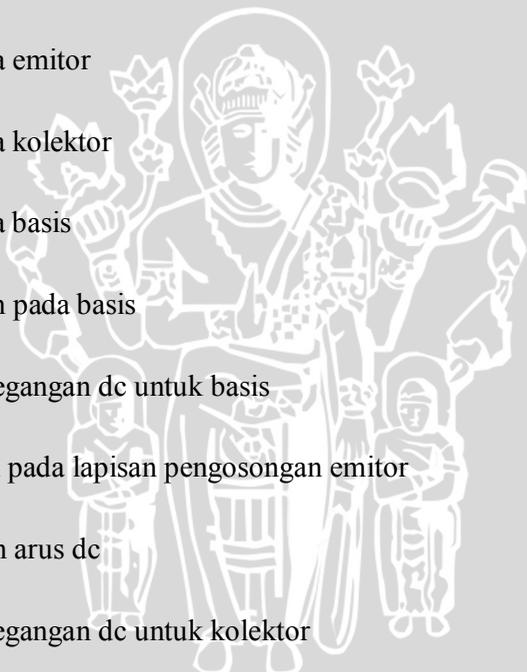
V_{BB} = Sumber tegangan dc untuk basis

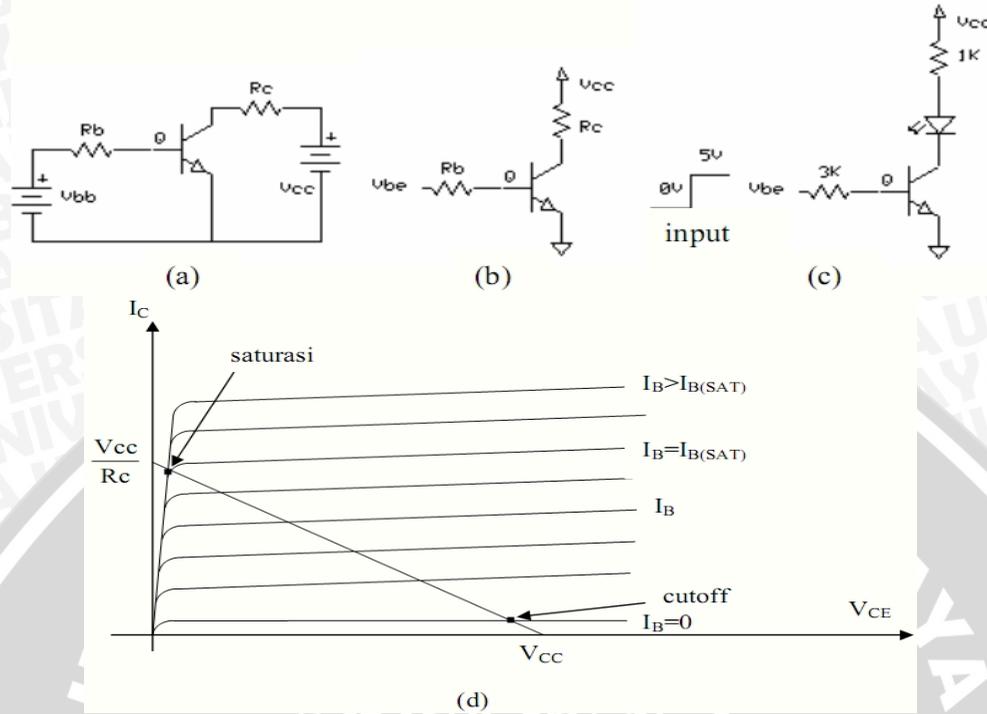
V_{BE} = Tegangan pada lapisan pengosongan emitor

h_{FE} = Penguatan arus dc

V_{CC} = Sumber tegangan dc untuk kolektor

R_C = Hambatan pada kolektor

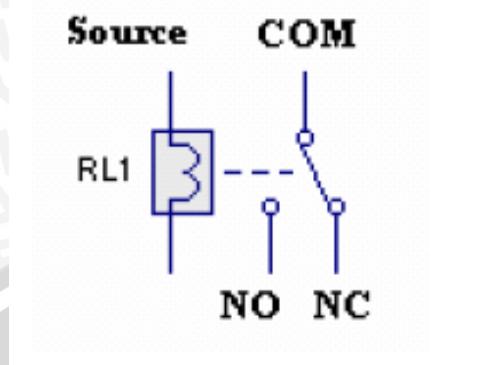




Gambar 2.13 (a) Rangkaian transistor sebagai saklar elektronik. (b) Biasanya dengan cara ini rangkaian di gambarkan. (c) Rangkaian dengan LED untuk menguji adanya arus yang keluar dari V_{cc} . (d) Garis beban dc
 Sumber: Malvino, 1997:129

2.9 Relay

Relay adalah alat yang dioperasikan dengan listrik yang secara mekanis mengontrol perhubungan rangkaian listrik (Anonim, 2010). *Relay* adalah bagian terpenting dari banyak sistem kontrol, bermanfaat untuk kontrol jarak jauh dan untuk pengontrolan alat tegangan dan arus tinggi dengan sinyal kontrol tegangan arus rendah. *Relay* terdiri atas sebuah lilitan kawat (kumparan atau koil) yang terlilit pada sebuah besi lunak yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan kontak antara rangkaian satu dengan yang lain. Jika kumparan dialiri arus listrik maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga ada kontak yang terhubung dan yang terputus. *Relay* dapat mempunyai kontak NO atau kontak NC atau kombinasi dari keduanya. Symbol *relay* ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Simbol *Relay*
Sumber: Owen, 2004: 55

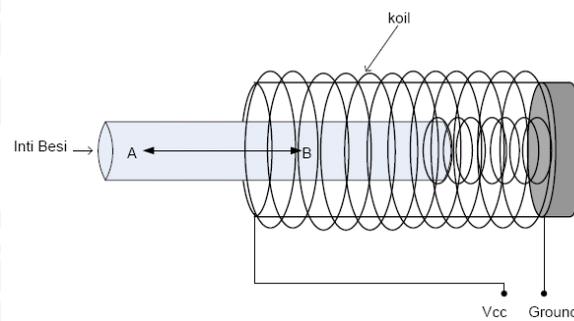
2.10 Solenoid Valve

Solenoid valve berfungsi sebagai buka-tutupnya air. Pemasangan *solenoid valve* ini sangat mudah dan menggunakan daya listrik yang sangat kecil. Keran *solenoid* adalah kombinasi dari dua dasar unit fungsional:

1. *Solenoid* (elektromagnet) terdiri atas koil yang berfungsi sebagai kumparan.
2. *Valve* merupakan katup dimana saat *solenoid* teraliri listrik, katup tersebut akan membuka dan menutup dengan sendirinya

Solenoid valve akan dikontrol oleh mikrokontroler melalui *relay* kapan harus on dan kapan harus off. *Solenoid valve* mempunyai beberapa macam jenis dan beraneka ragam bentuk di pasaran. Biasanya digunakan sebagai keran otomatis pada mesin cuci otomatis dan salah satu aplikasinya juga dipergunakan untuk pengisian galon pada depot air minum isi ulang.

Prinsip kerja *solenoid valve* adalah bila arus mengalir melewati koil/kumparan dari *Vcc* ke *ground* maka kumparan tersebut akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet tersebut akan menarik inti besi dari titik A menuju ke titik B yang berarti ke dalam menuju ke arah koil sehingga katup kran terbuka. Saat hubungan antara *Vcc* dan *ground* diputuskan, maka inti besi akan kembali seperti semula karena pada inti besi dilengkapi dengan pegas yang mengakibatkan keran tertutup kembali. Skema *solenoid* ditunjukkan dalam Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Skema solenoid
Sumber: Wikipedia, 2010

2.11 Pompa Air

Pompa air digunakan untuk menggerakkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi dan dapat dipakai untuk penyediaan air untuk kebutuhan rumah tangga, untuk pertanian dan sebagainya. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui (Anonim, 2010). Dalam tugas akhir ini, pompa yang digunakan adalah pompa air untuk akuarium yang difungsikan sebagai penyuplai air ke dalam tandon. Pompa air untuk akuarium ditunjukkan dalam Gambar 2.16.

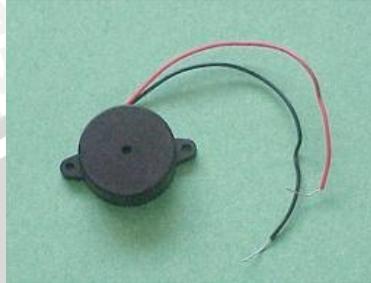


Gambar 2.16 Pompa air akuarium
Sumber : Sofyan Effendi, 2000

2.12 Buzzer

Buzzer adalah suatu alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya *buzzer* digunakan untuk alarm, karena penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka *buzzer* akan mengeluarkan bunyi. Frekuensi suara yang di keluarkan oleh *buzzer* yaitu antara

1-5 KHz (Albert Paul, Prinsip-prinsip Elektronika, 1989 hal: 134). Dalam perancangan ini, *buzzer* yang dipakai adalah jenis *buzzer* DC5V. *Buzzer* ditunjukkan dalam Gambar 2.17.



Gambar 2.17 *Buzzer*
Sumber: Wikispaces, 2011



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Pemilihan komponen dilakukan berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang mudah dijumpai di pasaran. Untuk merealisasikan sistem yang telah dirancang, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
2. Perancangan Alat
3. Pembuatan Alat
4. Pengujian Alat
5. Pengambilan Kesimpulan dan Saran

3.1 Studi Literatur

Studi literatur mengacu pada spesifikasi yang dibuat untuk memahami komponen pendukung yang diperlukan guna merealisasikan alat. Studi literatur yang dilakukan meliputi hal-hal seperti katup air elektris, rangkaian driver *relay*, rangkaian pengkondisi sinyal, mikrokontroler ATmega8, PIR KC7783R, dan sensor air.

3.2 Perancangan Alat

Pada tahap perancangan alat, dibuat suatu blok diagram fungsional dari rangkaian yang direncanakan. Perancangan rangkaian dilakukan pada tiap-tiap blok untuk mempermudah perancangan serta penentuan nilai komponen yang digunakan. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir untuk program utama dan sub program. Secara garis besar perancangan alat dilakukan dalam tahap berikut:

- a. Penentuan spesifikasi alat.
- b. Pembuatan diagram blok sistem keseluruhan.

- c. Perancangan perangkat keras yang terdiri atas rangkaian mikrokontroler, dan rangkaian saklar air dengan realisasi meliputi pembuatan PCB (pembuatan *lay out* dengan perangkat lunak *Eagle Layout Editor* versi 5.6.0, pengetsaan, pengeboran dan perakitan).
- d. Perancangan perangkat lunak yang meliputi penulisan kode, pengujian dan kompilasi program.

3.3 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dalam skripsi ini meliputi :

- a. Pembuatan perangkat keras sistem dengan menggunakan komponen elektronika yang telah direncanakan.
- b. Pembuatan perangkat lunak mikrokontroler sesuai dengan diagram alir yang telah direncanakan.

3.4 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja alat apakah sesuai dengan yang dirancang. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok dan kemudian secara keseluruhan sistem. Secara garis besar pengujian perblok adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian perangkat keras

Perangkat keras yang telah dibuat tahap demi tahap akan diuji satu persatu sesuai blok diagram. Pengujian perangkat keras ini meliputi pengujian katup elektris, sensor air, dan mikrokontroler.

- b. Pengujian secara keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan dilakukan dengan menghubungkan tiap perangkat keras blok diagram dan menjalankan program perangkat lunaknya. Pengujian perangkat lunak telah termasuk dalam pengujian ini.

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Tahap berikutnya dalam penelitian ini adalah pengambilan kesimpulan dari alat yang dibuat. Pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada kesesuaian antara teori dan praktik. Tahap terakhir penulisan adalah saran yang dimaksudkan

untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi, kemungkinan pengembangan, serta penyempurnaan pembuatan alat di masa mendatang.



BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sekaligus pembuatan sistem otomatis untuk penyedia dan pengatur air wudu pada masjid. Alat dirancang untuk dapat menjaga ketersediaan air wudu pada masjid dengan memanfaatkan dua sumber air. Air tersebut digunakan untuk berwudu dengan menerapkan pemakaian keran *solenoid* yang dirancang untuk dapat digunakan secara otomatis dengan menggunakan sensor *Passive Infrared* yang dapat mendeteksi keberadaan manusia yang berada di hadapannya. Perancangan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras (*hardware*) meliputi rangkaian mikrokontroler, rangkaian *relay* dan rangkaian *op-amp* sebagai pembanding. Sedangkan perangkat lunak (*software*) meliputi program untuk mikrokontroler ATmega8 dengan menggunakan bahasa C.

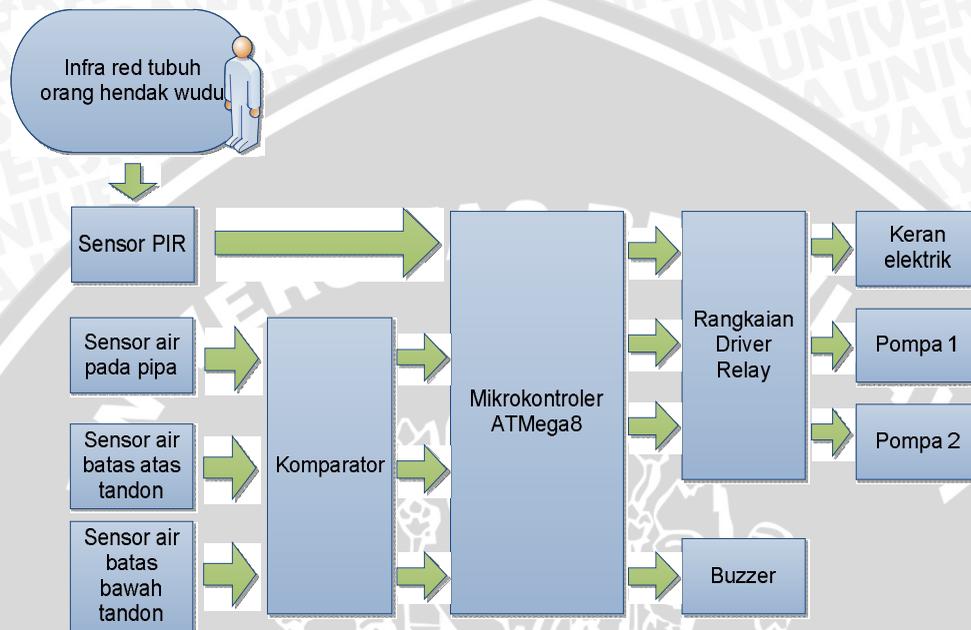
4.1 Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- 1) Menggunakan PIR sebagai sensor pendeteksi *infrared* dari seseorang yang akan berwudu.
- 2) Menggunakan rangkaian komparator dan elektroda sebagai sensor air.
- 3) Menggunakan tegangan catu daya DC 6V, 5V untuk rangkaian elektrik dan catu daya AC untuk mengaktifkan pompa air dan keran.
- 4) Memiliki dua alternatif pengisian tandon yaitu sumber air PDAM dan sumber air sumur.
- 5) Menggunakan mikrokontroler ATmega8 sebagai pengolah data utama dan mengatur kerja sistem secara keseluruhan.
- 6) Menggunakan *prototype* alat sebagai simulasi pengujian sistem.

4.2 Diagram Blok Sistem

Berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan, maka sistem dapat digambarkan secara garis besar dalam sebuah diagram blok seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Blok Otomatisasi Penyedia Dan Pengatur Air Wudu Pada Masjid

Dalam sistem pengendali perangkat otomatisasi penyedia dan pengatur air wudu pada masjid terdiri atas beberapa bagian utama yaitu: sensor PIR untuk mendeteksi *infrared* dari orang yang hendak berwudu, sensor air pada pipa air pengisi tandon, sensor air untuk batas ketinggian tandon, rangkaian komparator, mikrokontroler, rangkaian *driver relay*, keran elektrik dan pompa air.

Keterangan diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1 adalah sebagai berikut:

a) Sensor gerak (PIR)

Merupakan singkatan dari *Passive Infrared* yang berguna untuk mendeteksi gerakan orang di dekat keran yang hendak mengambil wudu dengan memanfaatkan *infrared* yang dipancarkan dari panas tubuh pemakai. Sensor PIR memiliki keluaran yang bersifat digital 0 V dan 5 V. Keluaran sensor akan mengirim sinyal logika 1 jika mendeteksi adanya *infrared* dari orang yang akan berwudu.

- b) Sensor air pada pipa
Terdiri atas rangkaian sensor air untuk mendeteksi adanya air pada pipa yang mengisi tandon. Sensor berupa elektroda yang diletakkan dalam pipa. Sensor berupa elektroda yang diletakkan dalam pipa. Sensor akan mengalami perubahan kondisi sinyal jika mendeteksi adanya air yang mengenainya. Sensor terdiri atas elektroda dan rangkaian op amp sebagai pembanding dengan keluaran yang menuju mikrokontroler. Sensor pada pipa berfungsi untuk mengontrol nyala/mati pompa air mana yang digunakan untuk mengisi tandon.
- c) Sensor level air dalam tandon
Terdiri atas rangkaian sensor air untuk mengetahui batas pengisian air tandon. Sensor berupa elektroda yang diletakkan di dalam tandon yang terbagi atas batas atas dan batas bawah. Sensor akan mengalami perubahan kondisi sinyal jika mendeteksi adanya air yang mengenainya. Sensor terdiri atas elektroda dan rangkaian op amp sebagai pembanding dengan keluaran yang menuju mikrokontroler. Sensor level air pada tandon berfungsi untuk mengetahui batas ketinggian air dalam tandon.
- d) Mikrokontroler ATmega8
Digunakan untuk mengolah data utama dan mengatur kerja sistem secara keseluruhan.
- e) Rangkaian *driver relay*
Digunakan untuk mengolah sinyal logika tinggi dari keluaran mikrokontroler untuk mengaktifkan pompa air atau keran elektrik. *Driver* terdiri atas rangkaian *optocoupler* dan *relay*.

Cara kerja otomatisasi penyedia dan pengatur air wudu pada masjid adalah sebagai berikut:

- Sistem bekerja berdasarkan mode operasi yang diprogram ke dalam mikrokontroler.
- Setelah ada mode operasi dari sensor PIR yang aktif, mikrokontroler ATmega8 akan mengirim sinyal keluaran yang dikuatkan menggunakan

driver untuk mengaktifkan *relay* pada keran elektrik. Jika *relay* aktif, maka katup *solenoid* pada keran akan membuka.

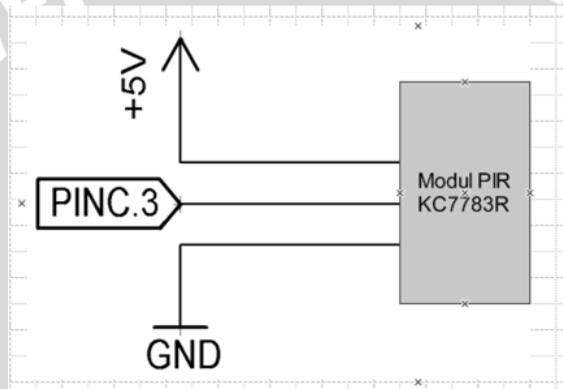
- Sensor-sensor batas air pada tandon akan mendeteksi jika tandon berada dalam kondisi penuh atau kosong. Sinyal dari sensor-sensor ini selanjutnya dimasukkan ke rangkaian pengondisi sinyal, yang selanjutnya akan diolah mikrokontroler.
- Mikrokontroler ATmega8 akan menganalisa sinyal dari sensor-sensor air pada tandon. Jika hasil analisa sinyal sensor pada batas bawah tandon berlogika tinggi atau tidak dikenai air, maka mikrokontroler akan memberi sinyal untuk mengaktifkan pompa air. Sinyal keluaran ini dikuatkan melalui *driver* untuk mengaktifkan *relay* pompa air. Pompa akan aktif dan mengisiskan air ke tandon sampai sensor air pada batas atas tandon. Saat ketinggian air sudah mengenai batas atas, sensor mengeluarkan sinyal logika rendah serta mikrokontroler mengeluarkan sinyal agar pompa air berhenti bekerja. Jika sensor tidak berada pada satu kondisi tersebut, maka mikrokontroler tidak mengeluarkan sinyal untuk mengaktifkan pompa air.
- Pompa air yang disediakan untuk mengisi tandon terdiri atas dua alternatif sumber. Yaitu dari tempat penyimpanan air PDAM dan dari sumur air tanah. Mode operasi menjadikan pengisian tandon wudu menggunakan sumber PDAM sebagai prioritas utama.
- Pipa pengisi air tandon merupakan pertemuan dari pipa tempat penyimpanan air PDAM dan pipa sumur air tanah. Jika saat pengisian tandon, sensor air pada pipa tidak mendeteksi adanya air dari pipa sumber air PDAM, maka mikrokontroler akan mengirim sinyal ke *driver relay* pompa sumur untuk aktif dan mengisi tandon. Pada sistem pengisian tandon, hanya ada satu pompa yang aktif bekerja.
- Jika kedua pompa ternyata terdeteksi tidak dapat mengalirkan air, maka *buzzer* akan aktif sebagai fungsi dari peringatan untuk tidak mengaktifkan pompa.
- Mikrokontroler ATmega8 menjadi pengendali sistem utama dengan menganalisa sinyal masukan dari masing-masing sensor secara bergantian dan terus menerus.

4.3 Perancangan Perangkat Keras

4.3.1 Rangkaian Sensor Gerak (PIR)

Sensor gerak yang digunakan untuk mendeteksi gerak manusia dalam mengambil wudu adalah modul tipe KC7783R. Prinsip kerja modul ini ialah jika sensor PIR diaktifkan dan mendeteksi adanya suatu gerakan maka keluaran sensor ini akan aktif yaitu mengeluarkan logika 1 yang berupa tegangan sebesar +5 V. Dalam hal ini objeknya adalah manusia. Keluaran dari rangkaian sensor PIR dihubungkan ke pin C.3 pada mikrokontroler.

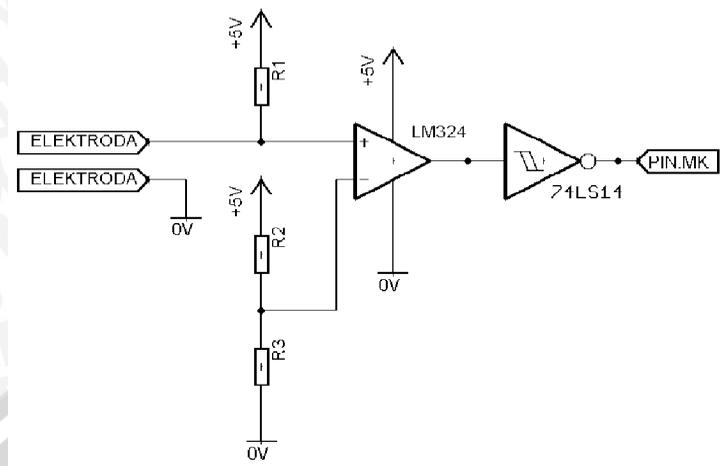
Rangkaian sensor PIR ditunjukkan dalam Gambar 4.2 .



Gambar 4.2 Rangkaian sensor PIR

4.3.2 Rangkaian Sensor Air pada Pipa

Rangkaian sensor air pada pipa berguna untuk mendeteksi adanya air dalam pipa pengisian. Rangkaian ini terdiri atas elektroda sebagai objek yang dikenai air, rangkaian op-amp sebagai pembanding dan IC inverter pembalik logika. Saat air mengenai elektroda, maka op-amp akan berlogika rendah. Sebaliknya, saat air tidak mengenai elektroda sensor, maka op-amp akan berlogika tinggi. Logika keluaran tersebut selanjutnya dibalik setelah melalui IC inverter. Rangkaian sensor air ditunjukkan dalam Gambar 4.3 .



Gambar 4.3 Rangkaian sensor air

Komparator berfungsi untuk membandingkan dua tegangan dan mengubah keluarannya untuk menunjukkan tegangan mana yang lebih tinggi.

V_{out} akan samadengan $V_{(+)\text{sat}}$ jika $V_{(+)} > V_{(-)}$, sebaliknya jika $V_{(+)} < V_{(-)}$ maka V_{out} akan samadengan $V_{(-)\text{sat}}$.

Karena keluaran sensor nantinya akan menjadi masukan bagi pin mikrokontroler, maka tegangan keluaran dari sensor harus menyesuaikan dengan batas tegangan maksimum yang diperbolehkan masuk ke pin mikrokontroler. Menurut datasheet mikrokontroler ATmega8, didapatkan tegangan masuk maksimum untuk tiap pin I/O adalah 5,5 V. Dengan melihat keadaan tersebut, maka bisa ditentukan besarnya $V_{(+)\text{sat}}$ yang masuk ke pin mikrokontroler adalah +5 V. Nilai V_{ref} dan besar resistor yang digunakan pada masukan inverting op amp dapat ditentukan dengan menghitung tegangan pada masukan non-inverting op amp terlebih dahulu.

a. Masukan non-inverting op amp

Air merupakan konduktor dengan nilai restansi yang berbeda-beda tergantung pada hambatan jenis, luas penampang penghantar dan panjang penghantarnya. R_1 diberikan nilai sebesar 10 K Ω yang digunakan sebagai resistor pembagi tegangan pada masukan non inverting op amp.

- Elektroda terendam air

Dari hasil pengukuran, saat elektroda terendam air, tegangan pada masukan kutub non-inverting sebesar 2,2 V.

- Elektroda tidak terendam air

Jika elektroda tidak terendam air, maka dianggap ada hubung buka, sehingga arus tidak akan melewati elektroda dan langsung menuju ke masukan non-inverting pada op amp. Tegangan pada masukan non-inverting sebesar 4,9 V.

b. Masukan inverting op amp

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan pada masukan sensor air, V_{ref} dapat ditentukan dengan mengambil nilai tengah dari keadaan terendam air dan tidak terendam air. Dalam perancangan ini, V_{ref} ditentukan sebesar 3,4 V. Supaya V_{ref} pada V(-) op-amp bernilai 3,4V, maka perlu dilakukan perhitungan resistor. Perhitungan resistor ditunjukkan dalam Persamaan (4.1).

$$\begin{aligned}
 V_{ref} &= \frac{R_3}{R_2+R_3} \cdot V_{cc} \\
 3,4 &= \frac{R_3}{R_2+R_3} \cdot 5 \\
 0,68 &= \frac{R}{R+R_3} \\
 0,68 &= \frac{10^4}{R_2+10^4} \\
 (R_2+10^4) &= \frac{10^4}{0,68} \\
 R_2+10^4 &= 14705,88 \\
 R &= 4705,88 \Omega
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Pada perancangan ini, dipilih R_2 dengan nilai 4,7 K Ω yang paling mendekati nilai 4705,88 Ω .

IC 74LS14 digunakan sebagai IC *Trigger Schmitz* pembalik logika yang mampu menghasilkan *level* tegangan digital yang sesuai dengan standar mikrokontroler. Spesifikasi input-output IC 74LS14 ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Spesifikasi Input-Output IC 74LS14

Input	Output
L	H
H	L

Ket: H = High level, L = Low level

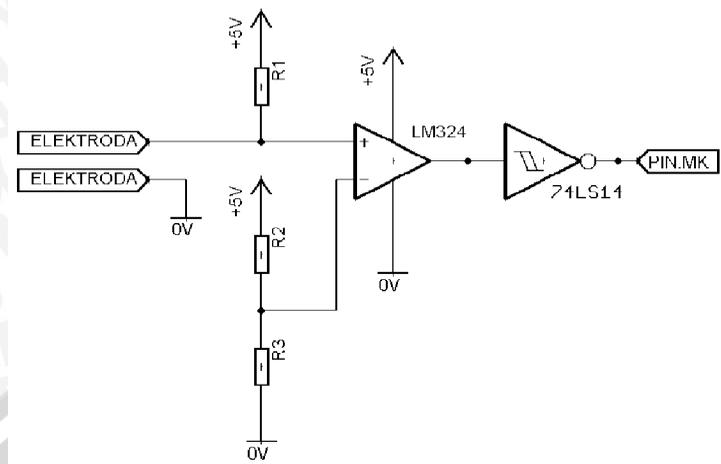
Karena keluaran opamp dihubungkan ke masukan IC, maka kondisi sensor saat dikenai air dapat disimpulkan sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Spesifikasi Perancangan Sensor Air

Kondisi Elektroda	Logika Keluaran Sensor
Terendam air	Logika Tinggi
Tidak terendam air	Logika rendah

4.3.3 Rangkaian Sensor Level Air dalam Tandon

Rangkaian sensor level air dalam tandon berguna untuk mendeteksi adanya air saat mencapai ketinggian tertentu dalam tandon. Rangkaian ini terdiri atas rangkaian op-amp sebagai pembanding dan elektroda sebagai objek yang dikenai air. Saat air mengenai elektroda, maka op-amp akan berlogika rendah. Sebaliknya, saat air tidak mengenai elektroda sensor, maka op-amp akan berlogika tinggi. Logika keluaran tersebut selanjutnya dibalik oleh IC inverter. Rangkaian sensor level air ditunjukkan dalam Gambar 4.4 .



Gambar 4.4 Rangkaian sensor air

Komparator berfungsi untuk membandingkan dua tegangan dan mengubah keluarannya untuk menunjukkan tegangan mana yang lebih tinggi.

V_{out} akan samadengan $V_{(+)\text{sat}}$ jika $V_{(+)} > V_{(-)}$, sebaliknya jika $V_{(+)} < V_{(-)}$ maka V_{out} akan samadengan $V_{(-)\text{sat}}$.

Karena keluaran op-amp dihubungkan langsung ke salah satu pin Mikrokontroler ATmega8, maka tegangan keluaran dari op-amp harus menyesuaikan dengan batas tegangan maksimum yang diperbolehkan masuk ke pin mikrokontroler. Menurut datasheet mikrokontroler ATmega8, didapatkan tegangan masuk maksimum untuk tiap pin I/O adalah 5,5 V. Dengan melihat keadaan tersebut, maka bisa ditentukan besarnya $V_{(+)\text{sat}}$ yang masuk ke pin mikrokontroler adalah +5 V. Nilai V_{ref} dan besar resistor yang digunakan pada masukan inverting op amp dapat ditentukan dengan menghitung tegangan pada masukan non-inverting op amp terlebih dahulu.

a. Masukan non-inverting op amp

Air merupakan konduktor dengan nilai restansi yang berbeda-beda tergantung pada hambatan jenis, luas penampang penghantar dan panjang penghantarnya. R_1 diberikan nilai sebesar 10 K Ω yang digunakan sebagai resistor pembagi tegangan pada masukan non inverting op amp.

- Elektroda terendam air

Dari hasil pengukuran, saat elektroda terendam air, tegangan pada masukan kutub non-inverting sebesar 2,2 V.

- Elektroda tidak terendam air

Jika elektroda tidak terendam air, maka dianggap ada hubung buka, sehingga arus tidak akan melewati elektroda dan langsung menuju ke masukan non-inverting pada op amp. Tegangan pada masukan non-inverting sebesar 4,9 V.

b. Masukan inverting op amp

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan pada masukan sensor air, V_{ref} dapat ditentukan dengan mengambil nilai tengah dari keadaan terendam air dan tidak terendam air. Dalam perancangan ini, V_{ref} ditentukan sebesar 3,4 V. Supaya V_{ref} pada V(-) op-amp bernilai 3,4V, maka perlu dilakukan perhitungan resistor. Perhitungan resistor ditunjukkan dalam Persamaan (4.2).

$$\begin{aligned}
 V_{ref} &= \frac{R_3}{R + R_3} \cdot V_{cc} \\
 3,4 &= \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot 5 \\
 0,68 &= \frac{R}{R + R_3} \\
 0,68 &= \frac{10^4}{R_2 + 10^4} \\
 (R_2 + 10^4) &= \frac{10^4}{0,68} \\
 R_2 + 10^4 &= 14705,88 \\
 R &= 4705,88 \Omega \quad (4.2)
 \end{aligned}$$

Pada perancangan ini, dipilih R_2 dengan nilai 4,7 K Ω yang paling mendekati nilai 4705,88 Ω .

IC 74LS14 digunakan sebagai IC *Trigger Schmitz* pembalik logika yang mampu menghasilkan *level* tegangan digital yang sesuai dengan standar mikrokontroler. Spesifikasi input-output IC 74LS14 ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5 Spesifikasi Input-Output IC 74LS14

Input	Output
L	H
H	L

Ket: H = High level , L = Low level

Karena keluaran opamp dihubungkan ke masukan IC, maka kondisi sensor saat dikenai air dapat disimpulkan sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 6 Spesifikasi Perancangan Sensor Air

Kondisi Elektroda	Logika Keluaran Sensor
Terendam air	Logika Tinggi
Tidak terendam air	Logika rendah

Rancangan Logika Pengisian Tandon

Rancangan logika pengisian air ke dalam tandon diperlukan untuk memudahkan mikrokontroler mengambil keputusan jika masukan dari masing-masing sensor air memiliki kondisi tertentu. Logika yang direncanakan untuk pengaktifan pompa saat pengisian tandon ditunjukkan dalam Tabel 7.

Tabel 7 Rancangan Logika Pengisian Tandon

Sensor Batas Atas	Sensor Batas Bawah	Sensor Pipa	Kondisi
Logika 0	Logika 0	Logika 0	Pompa Aktif
Logika 0	Logika 0	Logika 1	Pompa Aktif
Logika 0	Logika 1	Logika 0	Pompa Tidak Aktif
Logika 0	Logika 1	Logika 1	Pompa Aktif
Logika 1	Logika 0	Logika 0	Tidak mungkin
Logika 1	Logika 0	Logika 1	Tidak mungkin
Logika 1	Logika 1	Logika 0	Pompa Tidak Aktif
Logika 1	Logika 1	Logika 1	Pompa Tidak Aktif

Keterangan:

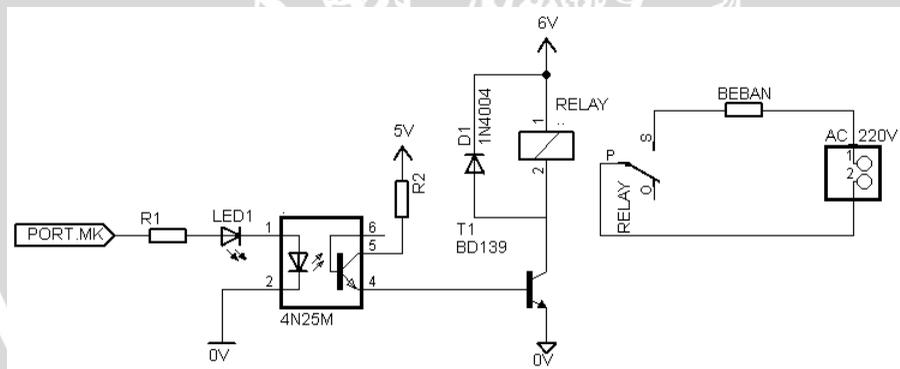
- Logika 1 = Elektroda tidak terendam air
- Logika 0 = Elektroda terendam air

Dalam perancangan ini, sensor air pada pipa juga berfungsi untuk mengetahui keadaan sebelum pengecekan.

4.3.5 Rangkaian *Driver Relay*

Rangkaian ini digunakan untuk mengaktifkan *relay* dari sinyal yang dikeluarkan oleh mikrokontroler. Rangkaian ini dibutuhkan karena arus yang dikeluarkan oleh mikrokontroler kurang mencukupi untuk mengaktifkan beban pompa ataupun keran secara langsung. *Optocoupler* berfungsi sebagai IC penghubung antara mikrokontroler dan rangkaian *relay* dengan *ground* yang terpisah sehingga sistem lebih aman. Dengan kata lain, *optocoupler* berfungsi sebagai pengisolasi antara rangkaian output dengan rangkaian kontrol. *Relay* yang digunakan menggunakan catu daya DC 6 V. *Relay* ini mampu untuk *switching* tegangan DC maupun tegangan AC. Maksimum untuk tegangan DC sebesar 28V dan tegangan AC sebesar 125V, dengan arus maksimum 5A. Pengaturan *relay* menggunakan transistor BD139 yang kerjanya diaktifkan oleh *optocoupler*.

Rangkaian *driver relay* ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Rangkaian *driver relay*

Berdasarkan rangkaian di atas, jika *optocoupler* mendapat sinyal kontrol berlogika tinggi dari mikrokontroler, maka transistor BD139 akan saturasi dan mengaktifkan *relay*. sebaliknya, jika *optocoupler* mendapat sinyal kontrol berlogika rendah dari mikrokontroler, maka transistor BD139 berada dalam kondisi *cut-off* dan tidak dapat mengaktifkan *relay*.

Optocoupler 4N25 memiliki spesifikasi sebagai berikut (berdasarkan datasheet) :

- *turn on time* = 2 μ s

- $turn\ off\ time = 2\ \mu s$
- $I_{Fmax} = 60\ mA$
- $V_F = 1,3\ V$
- $I_{Cmax} = 100\ mA$
- $V_{CEsat} = 0,5\ V$
- $CTR = 50\%$

Spesifikasi dari output mikrokontroler ATmega8 dengan $V_{cc} = 5\ V$ berdasarkan datasheet adalah sebagai berikut:

- $I_{OL} = 20\ mA$
- $I_{OH} = 20\ mA$
- $V_{OH(min)} = 4,2\ V$
- $V_{OH(max)} = 5\ V$

Spesifikasi dari LED 3mm berdasarkan datasheet adalah sebagai berikut:

- $V_{Fmax} = 2\ V$
- $I_{Fmax} = 30\ mA$

Spesifikasi dari *relay* 6 V yang digunakan adalah sebagai berikut:

- $R\ internal\ relay = 107\ \Omega$ (dari pengukuran)

Spesifikasi dari transistor BD139 berdasarkan datasheet adalah sebagai berikut:

- $V_{CEsat} = 0,5\ V$
- $h_{fe} = 250$
- $V_{BEsat} = 1\ V$

LED1 digunakan sebagai indikator logika keluaran mikrokontroler.

Dengan mengacu kondisi saturasi pada transistor BD139 (*relay* aktif), besarnya I_{relay} ditunjukkan dalam Persamaan (4.3).

$$I_{relay} = \frac{V_{cc} - V_{LED}}{R_{Relay}}$$

$$I_{relay} = \frac{5 - 0,5}{107}$$

$$I_{relay} = 51,40\ mA$$

(4.3)

Jika I_{relay} pada Persamaan (4.3) samadengan I_C transistor BD139, maka nilai I_B minimum yang diperlukan agar transistor dalam keadaan saturasi dapat diketahui. Nilai I_B ditunjukkan dalam Persamaan (4.4).

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{I_C}{h_{fe}} \\ &= \frac{51,40}{250} \\ &= 0,2056 \text{ mA} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Jika I_B transistor BD139 pada Persamaan (4.4) samadengan I_E phototransistor 4N25 dan diketahui bahwa $I_C \approx I_E$ maka R_2 dapat dihitung dan ditunjukkan dalam Persamaan (4.5).

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_2} - I_B \\ 0 &= \frac{5 - 0,7}{R_2} - 0,2056 \\ &= \frac{3,5}{R_2} - 0,2056 \\ &= \frac{3,5}{R_2} - 0,2056 \end{aligned} \quad (4.5)$$

Karena nilai resistor tersebut tidak ada di pasaran, maka pada perancangan dipilih nilai resistor sebesar 10 k Ω agar menghasilkan I_B dan I_C saturasi transistor BD139 yang besar pula. Nilai I_C ditunjukkan dalam Persamaan (4.6).

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_2} - I_B \\ 0 &= \frac{5 - 0,7}{10000} - 0,2056 \\ &= \frac{3,5}{10000} - 0,2056 \\ &= 0,35 \end{aligned} \quad (4.6)$$

Nilai tersebut masih memenuhi nilai minimum untuk arus I_C saturasi *optocoupler*, sehingga nilai R_2 10 k Ω bisa dipakai dalam sistem ini saat keadaan saturasi (*relay* aktif).

Untuk menentukan besarnya nilai I_F *optocoupler* saat saturasi dapat dilakukan perhitungan seperti ditunjukkan dalam Persamaan (4.7)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,35}{50\%} \times 100\% \\
 &= \frac{0,35}{0,5} \times 100\% \\
 &= 0,70 \text{ mA}
 \end{aligned} \tag{4.7}$$

Syarat saturasi, $I_{fsat} \geq I_c/h_{fe}$. Dengan demikian, nilai R_{1max} saat saturasi bisa ditentukan sebagaimana ditunjukkan dalam persamaan (4.8).

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5 - 2 - 1,3}{0,7 \times 10} \\
 &= \frac{1,7}{0,7 \times 10} \\
 &= 2,43 \ \Omega
 \end{aligned} \tag{4.8}$$

Karena nilai tersebut tidak ada di pasaran, maka dipilih nilai resistor yang lebih kecil yaitu 2200 Ω agar dapat menghasilkan nilai I_F yang lebih besar. Nilai I_F ditunjukkan dalam Persamaan (4.9).

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5 - 2 - 1,3}{2,2 \times 10} \\
 &= \frac{1,7}{2,2 \times 10} \\
 &= 0,77
 \end{aligned} \tag{4.9}$$

Nilai tersebut masih memenuhi nilai untuk arus I_F minimum yang dimiliki *optocoupler* saat keadaan saturasi karena $0,77 \text{ mA} > 0,7 \text{ mA}$, sehingga R_1 2,2 k Ω bisa dipakai dalam sistem ini. Jadi arus yang mengalir dalam LED *optocoupler* sebesar 0,77 mA. Nilai tersebut masih dibawah arus maksimum pin mikrokontroler yang sebesar 20 mA, arus maksimum LED yang sebesar 30 mA dan arus maksimum I_F *optocoupler* yang sebesar 60 mA.

Selanjutnya dilakukan analisis apakah saat masukan driver elay diberi logika rendah, *relay* menjadi tidak aktif.

Diketahui bahwa:

$$V_{OL}(\max) = 0,9 \text{ V}$$

$$I_{OH}(\max) = 20 \text{ mA}$$

$$V_F(\text{typ}) 4N25 = 1,3 \text{ V}$$

Karena V_{OL} lebih kecil dari V_F *optocoupler*, maka phototransistor tidak dapat aktif, sehingga arus I_F yang mengalir 0 A. Dengan demikian didapatkan arus I_C sebagaimana ditunjukkan dalam Persamaan (4.10).

$$\begin{aligned} I_C &= I_F \times \text{CTR} \\ &= 0 \times 50\% \\ &= 0 \text{ A} \end{aligned} \quad (4.10)$$

Saat I_C sebesar 0 A, maka didapatkan phototransistor bekerja pada kondisi *cut-off*, dengan V_{CE} maksimum. karena transistor bekerja pada kondisi *cut-off* dan $I_C = 0 \text{ A}$, maka rangkaian antara kolektor dan emitor seperti rangkaian terbuka, sehingga *relay* tidak akan aktif.

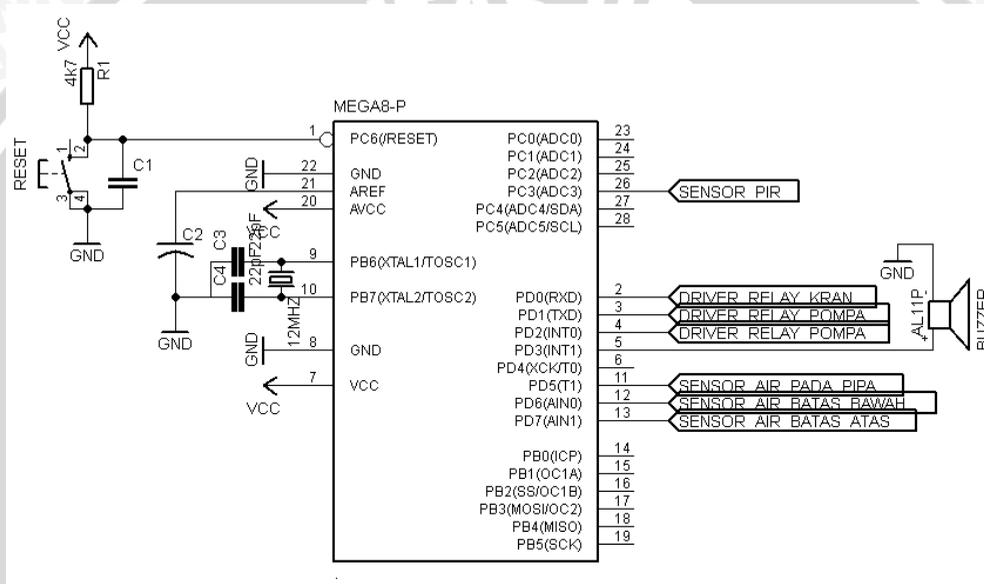
Dengan demikian terbukti bahwa saat masukan driver diberi sinyal kontrol berlogika rendah, maka *relay* tidak akan aktif.

Pemakaian diode yang diparalel dengan *relay* seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.4 difungsikan untuk mencegah terjadinya arus balik pada rangkaian. Arus balik listrik ini dapat berasal dari induksi medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan *relay*. Induksi listrik ini biasanya lebih tinggi tegangannya dibandingkan dengan tegangan sumber. Untuk mencegah terjadinya kerusakan *optocoupler* akibat terjadinya tegangan induksi ini maka pada rangkaian *relay* dipasang dioda.

4.3.6 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8

Salah satu komponen yang digunakan dalam alat ini adalah mikrokontroler ATmega8. Jenis mikrokontroler ini dipilih karena memiliki fitur dan pin I/O yang mencukupi untuk penggunaan pada alat ini.

Sebagai pusat dari pengolahan data dan pengontrolan sistem, pin-pin ATmega8 dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem minimum. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8 ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8

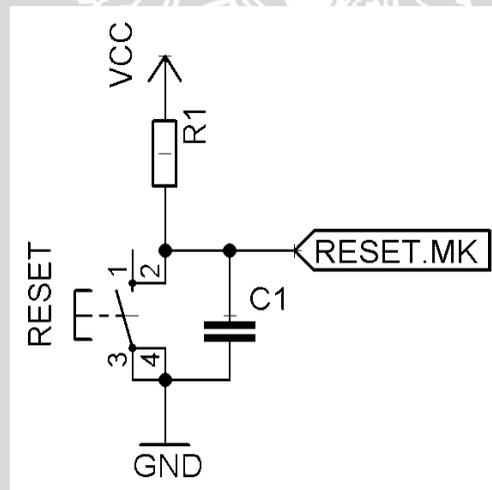
Mikrokontroler ATmega8 mempunyai tiga pin yaitu pin B, pin C dan pin D, sebanyak 20 jalur dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran, termasuk 6 pin ADC internal pada pin C0-C5. Gambar 4.6 menunjukkan rangkaian mikrokontroler untuk perancangan sistem otomatis pengatur dan penyedia air wudu dengan pin-pin yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Pin D.5 dihubungkan dengan keluaran sensor air pada pipa pengisi tandon.
- Pin C.3 dihubungkan dengan keluaran sensor PIR.
- Pin D.6 dan D.7 dihubungkan dengan keluaran sensor air pada batas pengisian tandon.

- Pin D.0 dihubungkan dengan rangkaian *driver relay* untuk keran elektrik.
- Pin D.1-2 dihubungkan dengan rangkaian *driver relay* untuk pompa air.
- Pin D.3 dihubungkan dengan rangkaian *buzzer*
- Pin VCC dihubungkan dengan sumber tegangan 5 V.
- Pin GND dihubungkan dengan ground 0 V.
- $\overline{\text{RESET}}$ difungsikan sebagai input pengendali reset.

4.3.6.1 Rangkaian Reset Mikrokontroler

Rangkaian reset berfungsi untuk mengembalikan keadaan awal program saat mikrokontroler diberi catu daya. Rangkaian reset disusun menggunakan komponen resistor dan kapasitor yang terhubung dengan pin RESET dari mikrokontroler. Proses reset pada dilakukan dengan memberikan logika rendah pada pin RESET selama minimal $1,5 \mu\text{s}$ sesuai dengan datasheet ATmega8. Gambar 4.7 menunjukkan rangkaian reset mikrokontroler. Hubungan antara waktu reset, R_1 , C_1 ditunjukkan dalam Persamaan (4.11).



Gambar 4.7 Rangkaian Reset

$$t = -R_1 C_1 \ln\left(1 - \frac{V_{RST}}{V_{POT}}\right) \quad (4.11)$$

dengan:

t = waktu yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler, minimal sebesar $1,5 \mu\text{s}$ (berdasarkan *datasheet* ATmega8).

V_{RST} = tegangan logika rendah pada pin reset sebesar $0,1 \times V_{CC}$ (berdasarkan *datasheet* ATmega8).

V_{POT} = Voltage Power On Threshold sebesar 2.3 volt (berdasarkan *datasheet* ATmega8).

R_1 = bernilai antara 30 k Ω – 80 k Ω (berdasarkan *datasheet* ATmega8).

Dengan menggunakan R_1 sebesar 33 k Ω dan C_1 sebesar 1 μ F maka:

$$t = -R_1 C_1 \ln\left(1 - \frac{V_{RST}}{V_{POT}}\right)$$

$$t = -33 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \ln\left(1 - \frac{0.53}{2.3}\right)$$

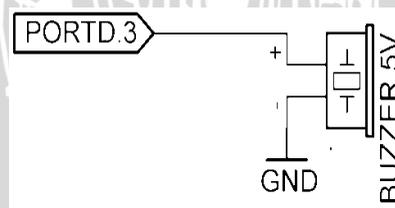
$$t = 8,644 \text{ ms}$$

(4.12)

Nilai t ini sudah memenuhi waktu yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler.

4.3.7 Rangkaian Buzzer

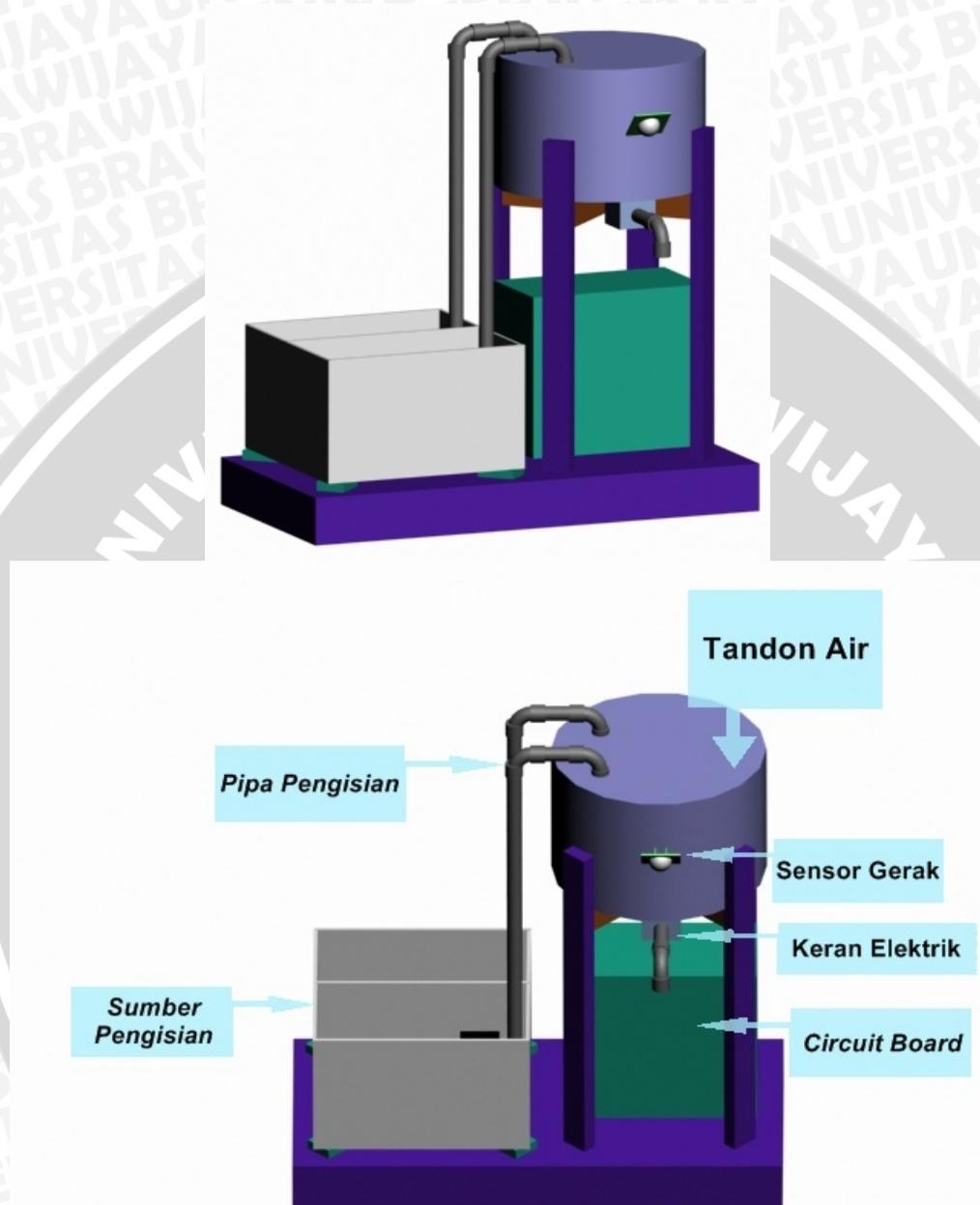
Rangkaian *buzzer* digunakan sebagai alarm penanda jika kedua pompa air sama-sama tidak mengalirkan air. Dalam perancangan *buzzer* diperlukan tegangan DC sebesar +5 V, sesuai dengan spesifikasi *buzzer*. Rangkaian *buzzer* ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Rangkaian buzzer

4.3.8 Perancangan Mekanik

Mekanik *prototype* alat dirancang sedemikian rupa sehingga *prototype* menyerupai alat dan dapat dipantau sistem kerja yang telah direncanakan sebelumnya. Rancangan mekanik *prototype* alat ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rancangan Mekanik Alat

Otomatisasi penyedia dan pengatur air pada masjid dirancang sedemikian rupa dengan penempatan sensor gerak berada di atas keran elektrik. Ketinggian penempatan sensor tegak lurus dari permukaan tanah sejauh 100 cm. Faktor penempatan tersebut menyesuaikan dengan tinggi dan lebar rata-rata manusia terhadap keran wudhu. Menurut *datasheet*, jika sensor dapat bekerja

dengan baik, maka sensor akan mendeteksi adanya gerakan pada jarak terjauh 173 cm dengan jangkauan sudut terlebar 60°.

4.4 Perancangan Perangkat Lunak

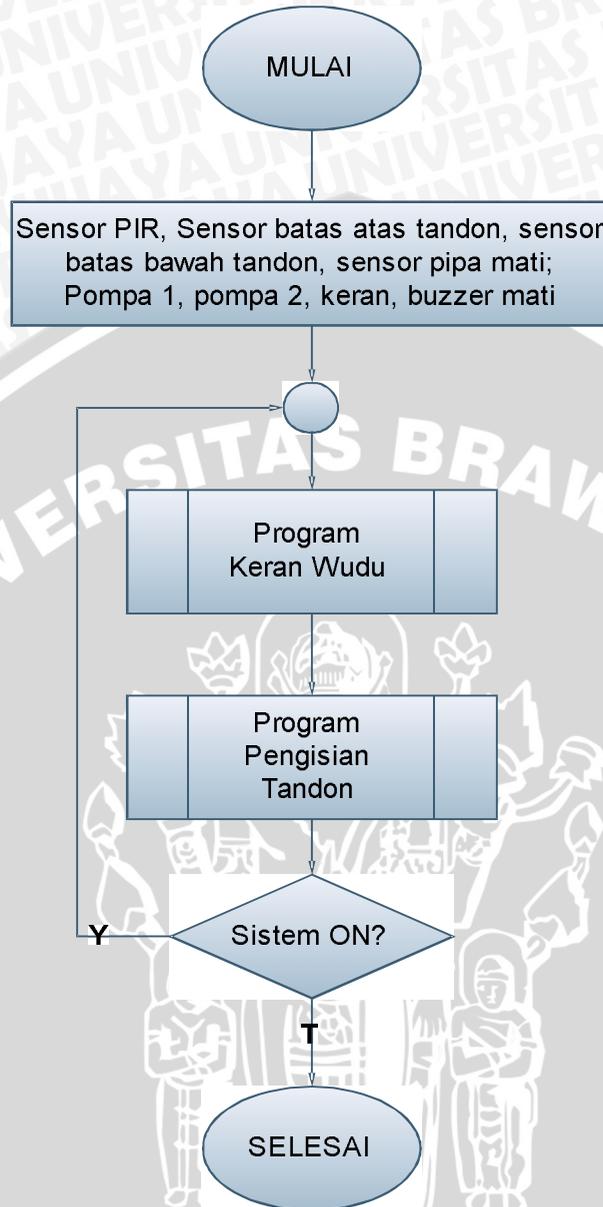
Perancangan perangkat lunak disusun untuk mendukung perangkat keras yang telah dibuat dengan bahasa pemrograman C. pada bagian ini akan dijelaskan mengenai sub program-sub program penting dari keseluruhan perangkat lunak yang dibuat.

4.4.1 Perancangan Program Utama

Dalam perancangan program untuk mikrokontroler terdiri atas program utama dan sub program. Program utama merupakan program yang pertama kali dijalankan oleh mikrokontroler dan memanggil sub program yang lain. Dengan adanya program utama, mikrokontroler dapat menjalankan proses yang meliputi pendeteksian pergerakan manusia yang akan berwudu berdasarkan *infrared* yang dipancarkan tubuh, pendeteksian air dalam pengaruhnya mengisi tandon, dan proses pemilihan sumber air wudu untuk tandon.

Ketika sistem diaktifkan, sistem secara otomatis mengecek ada atau tidaknya perubahan logika dari variabel masukan pada sub program keran wudu, apabila tidak ada maka dilakukan pengecekan variabel masukan pada sub program pengisian tandon, apabila tidak terdapat perubahan logika pada sub program pengisian tandon, maka sistem kembali mengecek ke sub program keran wudu. Semua proses ini akan terus dilakukan selama sistem dalam keadaan ON.

Diagram alir program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Diagram Alir Program Utama

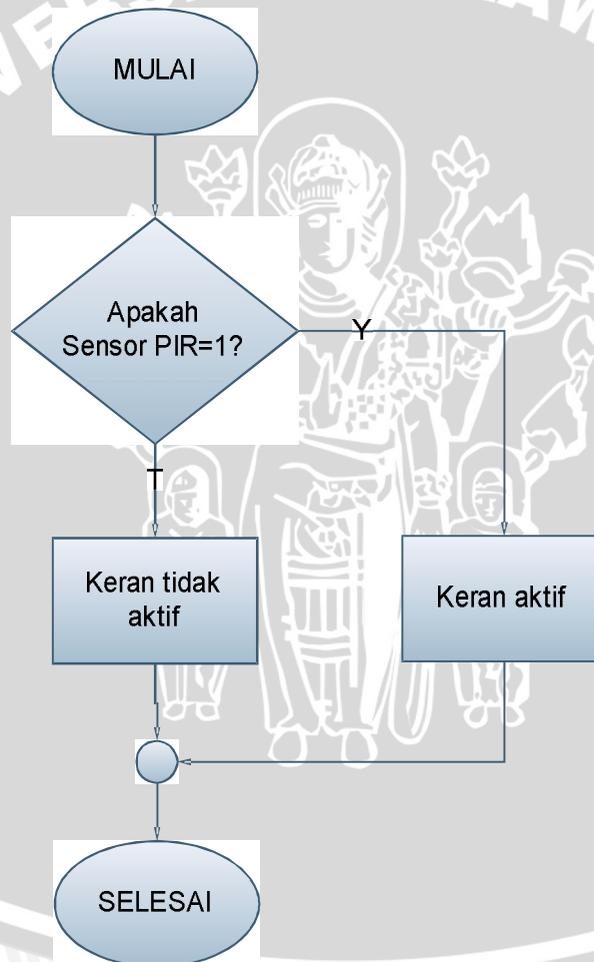
4.4.2 Sub Program Pengatur Keran Wudu

Dalam sub program ini, sistem akan menjalankan program untuk mengoperasikan keran elektrik yang digunakan untuk berwudu.

Sub program akan mengecek ada atau tidaknya perubahan sinyal pada masukan pin PC3. Jika ada perubahan sinyal dari logika rendah (logika 0) ke logika tinggi (logika 1), maka mikrokontroler akan mengeluarkan sinyal berupa logika tinggi pada port PD0 yang menuju ke *driver* keran elektrik sehingga keran

akan aktif dan mengalirkan air. Keran akan berhenti mengalirkan air jika pin PC3 tidak mendeteksi logika tinggi (kembali berlogika rendah). Jika masukan pin PC3 tetap berlogika rendah, maka port PD0 juga akan tetap berlogika rendah sehingga keran dalam keadaan tidak aktif. Setelah mikrokontroler selesai mengeksekusi sub program keran wudu, maka mikrokontroler akan mengeksekusi sub program pengisian tandon.

Diagram alir sub program pengatur keran wudu ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Diagram Alir Program Pengatur Keran Wudu

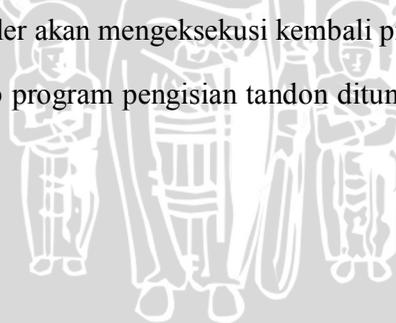
4.4.3 Sub Program Pengisian Tandon

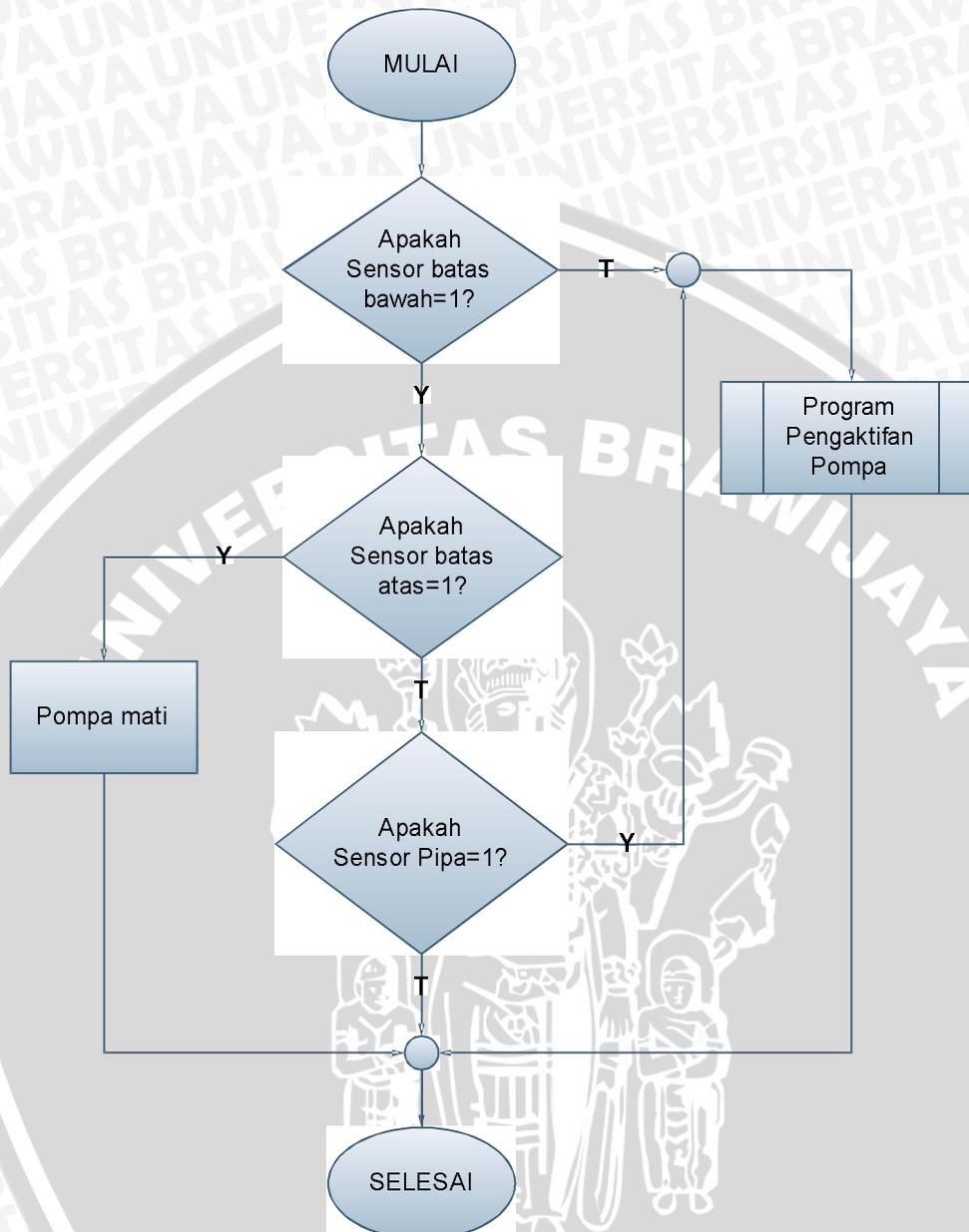
Dalam sub program pengisian tandon, sistem akan menjalankan program untuk mengendalikan pompa air dalam mengisi tandon. Pengisian tandon air

melibatkan variabel masukan berupa sensor air yang diletakkan pada pipa pengalir air (pin PD5), dan dua buah sensor yang diletakkan pada dinding tandon. Sensor tersebut terdiri atas sensor batas atas (pin PD7) dan batas bawah tandon (pin PD6). Sub program akan dieksekusi setelah mikrokontroler selesai memproses sub program pengatur keran wudu.

Di dalam sub program pengisian tandon terdapat sub program pengaktifan pompa. Pin masukan sensor akan berlogika rendah (logika 0) saat sensor tidak mendeteksi adanya air. Jika terkena air, maka keluaran sensor akan berlogika tinggi (logika 1). Saat pertama dieksekusi, mikrokontroler akan mengecek masukan sinyal dari pin PD6, jika berlogika 0, maka program akan langsung mengeksekusi sub program pengaktifan pompa. Jika tidak, mikrokontroler akan mengecek sinyal masukan dari pin PD7. Pin output mikrokontroler yang menuju ke *driver* pompa akan tetap berlogika rendah jika pin PD7 berlogika 1. Jika tidak, maka mikrokontroler akan melanjutkan pengecekan terhadap pin PD5. Saat pin PD5 berlogika 1, sub program pengaktifan pompa akan dieksekusi. Namun jika pin PD5 berlogika rendah, maka pin keluaran mikrokontroler yang menuju ke *driver* pompa akan sesuai dengan status saat inisialisasi yaitu berlogika 0. Setelah selesai eksekusi sub program pengisian tandon, maka mikrokontroler akan mengeksekusi kembali program utama.

Diagram alir sub program pengisian tandon ditunjukkan dalam Gambar 4.12.





Gambar 4.12 Diagram Alir Sub Program Pengisian Tandon

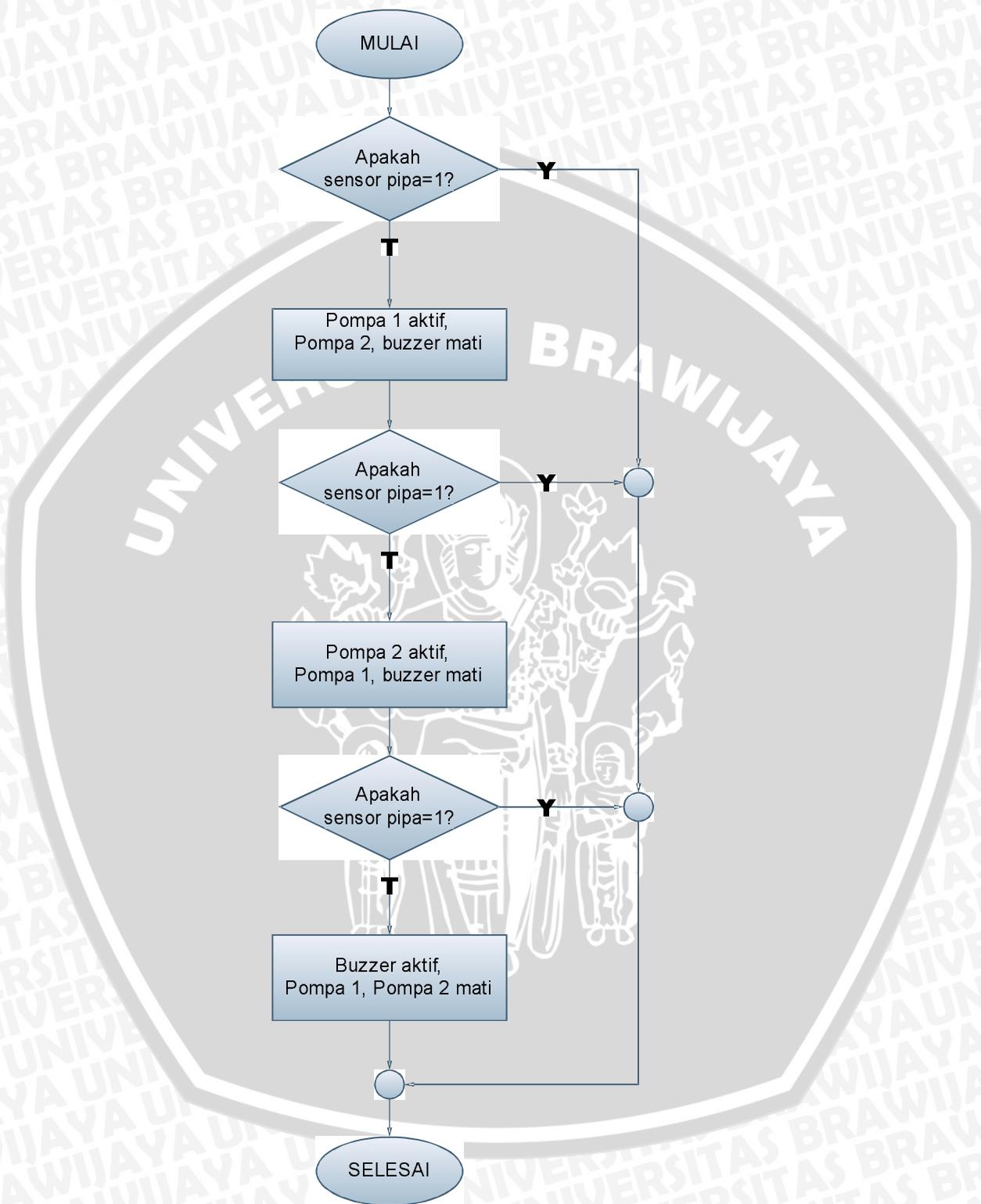
4.4.4 Sub Program Pengaktifan Pompa

Sub program ini berada dalam sub program pengisian tandon. Sub program ini bertujuan untuk mengaktifkan pompa sekaligus menyeleksi pompa yang akan digunakan untuk mengisi tandon. Hal yang pertama dilakukan adalah mengecek sinyal pin PD5. Jika berlogika 1, maka sistem akan kembali ke program utama. Jika berlogika rendah, maka pin PD1 akan berlogika tinggi. Kemudian mikrokontroler akan mengecek kembali sinyal masukan dari pin PD5. Jika

berlogika tinggi, maka sistem akan kembali ke program utama. Jika tidak, maka pin PD1 akan berlogika rendah dan pin PD2 menjadi berlogika tinggi. Sistem akan tetap mengecek pin PD5, jika pin berlogika tinggi, sistem akan kembali ke program utama. Jika pin PD5 berlogika rendah, port PD1 dan port PD2 menjadi berlogika rendah dan port PD3 berlogika tinggi. Setelah sub program selesai dieksekusi, sistem akan kembali ke program utama.

Diagram alir sub program pengaktifan pompa ditunjukkan dalam Gambar 4.13.





Gambar 4.13 Diagram Alir Sub Program Pengaktifan Pompa

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas pengujian dan analisis alat yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan pengukuran tiap-tiap blok dan pengujian sistem secara keseluruhan dari otomatisasi penyedia dan pengatur air wudu pada masjid, dengan tujuan mengamati apakah tiap blok dan sistem keseluruhan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Pengujian dilakukan berdasarkan pada masing-masing komponen pendukung dari alat secara keseluruhan kemudian dilanjutkan pengujian sistem secara keseluruhan.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Sensor Gerak (PIR)
2. Pengujian Sensor Air
3. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega8
4. Pengujian Rangkaian Driver Relay
5. Pengujian Buzzer
6. Pengujian Keseluruhan Sistem

5.1 Pengujian Sensor Gerak (PIR)

5.1.1 Tujuan Pengujian

Pengujian sensor gerak bertujuan untuk mengetahui respon sensor PIR KC7783R terhadap objek berupa manusia yang bergerak. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat berjalan dengan baik dan dapat mengeluarkan logika sesuai perencanaan.

5.1.2 Peralatan Pengujian

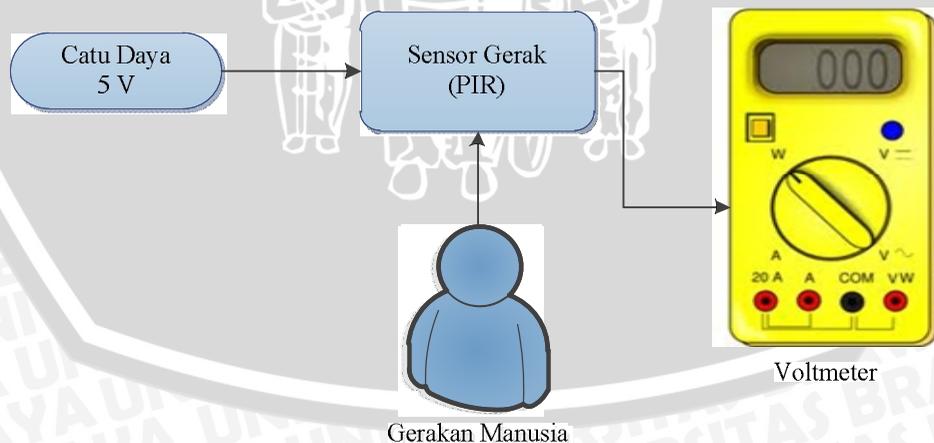
Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian rangkaian sensor gerak adalah sebagai berikut:

1. 1 buah sensor PIR KC7783R
2. Catu daya +5V
3. Voltmeter
4. Mistar

5.1.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam melakukan pengujian rangkaian sensor gerak adalah sebagai berikut:

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti ditunjukkan diagram blok dalam Gambar 5.1.
2. Memberikan catu daya *typical* sesuai *datasheet* sebesar +5 V pada tegangan masukan sensor PIR.
3. Memberikan masukan pada sensor berupa objek manusia yang bergerak.
4. Melakukan pengujian beberapa kali dengan memberikan parameter berupa tinggi penempatan sensor, jarak dan sudut yang berbeda antara objek dengan sensor.
5. Mengamati perubahan tegangan keluaran dari sensor dengan menggunakan voltmeter.



Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor PIR

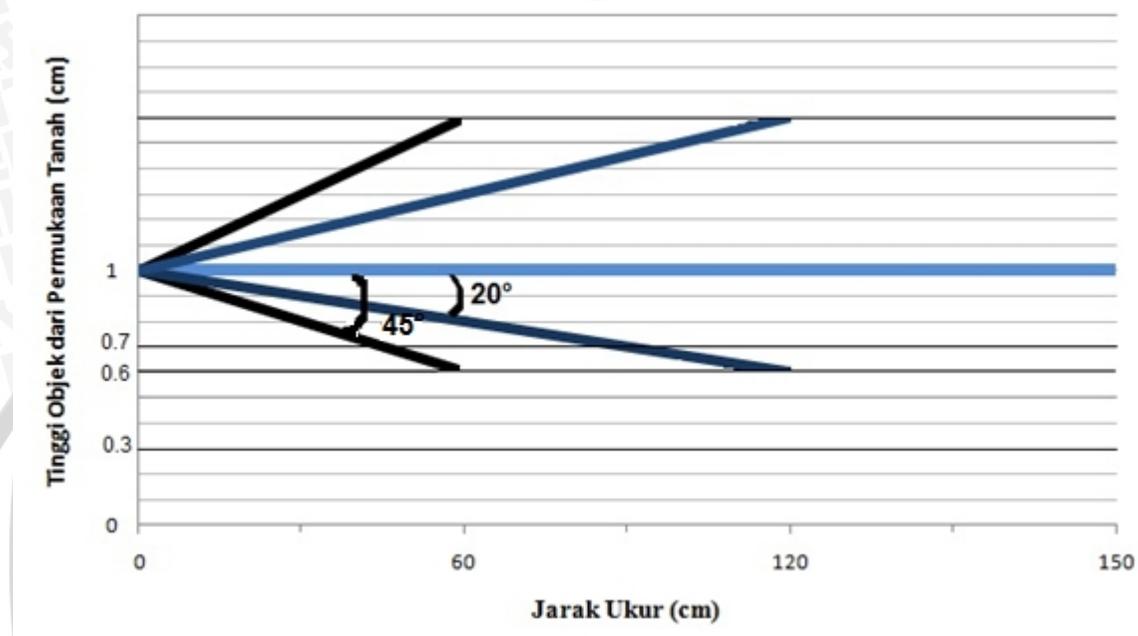
5.1.4 Data Pengujian

Pengujian rangkaian sensor gerak dilakukan sesuai dengan prosedur pengujian yang telah ditetapkan. Hasil pengujian rangkaian sensor ini ditunjukkan dalam Tabel 8.

Tabel 8 Respon Sensor Gerak Terhadap Objek Manusia yang Bergerak
(Ketinggian Sensor 100 cm dari Permukaan Tanah)

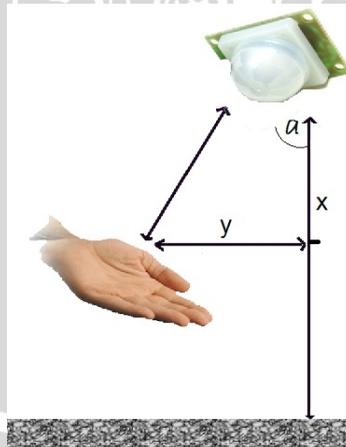
No	Tinggi Objek dari Permukaan Tanah (cm)	Jarak Ukur (cm)	Sudut ke Permukaan Tanah (°)	Vout sensor (volt)	Logika Vout
1	30	30	0	0.00	0
2	60	30	20	0.00	0
3	60	30	45	0.00	0
4	70	30	45	0.00	0
5	30	60	0	0.00	0
6	60	60	20	0.00	0
7	60	60	45	4.93	1
8	70	60	45	4.93	1
9	30	90	0	0.00	0
10	60	90	20	0.00	0
11	60	90	45	4.93	1
12	70	90	45	4.93	1
13	30	120	0	0.00	0
14	60	120	20	4.93	1
15	60	120	45	4.93	1
16	70	120	45	4.93	1
17	30	150	0	0.00	0
18	60	150	20	4.93	1
19	60	150	45	4.93	1
20	70	150	45	4.93	1

Berdasarkan hasil data pada Tabel 8, maka dapat diketahui area pembacaan dari sensor gerak yang digunakan. Area pembacaan sensor yang ditempatkan pada ketinggian 100 cm ditunjukkan dalam Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Area Pembacaan Sensor Gerak Menurut Pengujian

Ilustrasi pengujian sensor ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Ilustrasi Pengujian Sensor Gerak (PIR)

Keterangan:

α = Besar sudut

= Jarak pergerakan dari sensor

x = Tinggi jarak sensor dari tanah - Tinggi objek pergerakan dari tanah

5.1.5 Analisis Data Pengujian

Data pada tabel menunjukkan bahwa sensor PIR dapat mendeteksi gerakan manusia dengan ketinggian minimal 0,6 m pada jarak maksimal (menurut *datasheet*) sejauh 5 m dengan sudut 0° ke permukaan tanah. Keluaran sensor gerak PIR berupa sinyal digital berupa logika *high* atau *low*. Berdasarkan pengamatan, sensor ini akan berhenti mengeluarkan logika 1 jika objek yang semula bergerak tiba-tiba diam meskipun dalam jarak yang dekat.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya gerakan manusia menyebabkan perubahan intensitas sinar infrared yang dibaca oleh sensor. Selama mendeteksi adanya perubahan, sensor akan tetap mengeluarkan logika 1. Output dari sensor gerak inilah yang nantinya digunakan sebagai masukan ke salah satu pin mikrokontroler.

5.2 Pengujian Sensor Air pada Pipa

5.2.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor air pada pipa dapat bekerja dengan baik, dapat memberikan nilai tegangan keluaran berlogika tinggi saat elektroda dikenai air, dan dapat memberikan nilai tegangan keluaran berlogika rendah saat elektroda tidak dikenai air.

5.2.2 Peralatan Pengujian

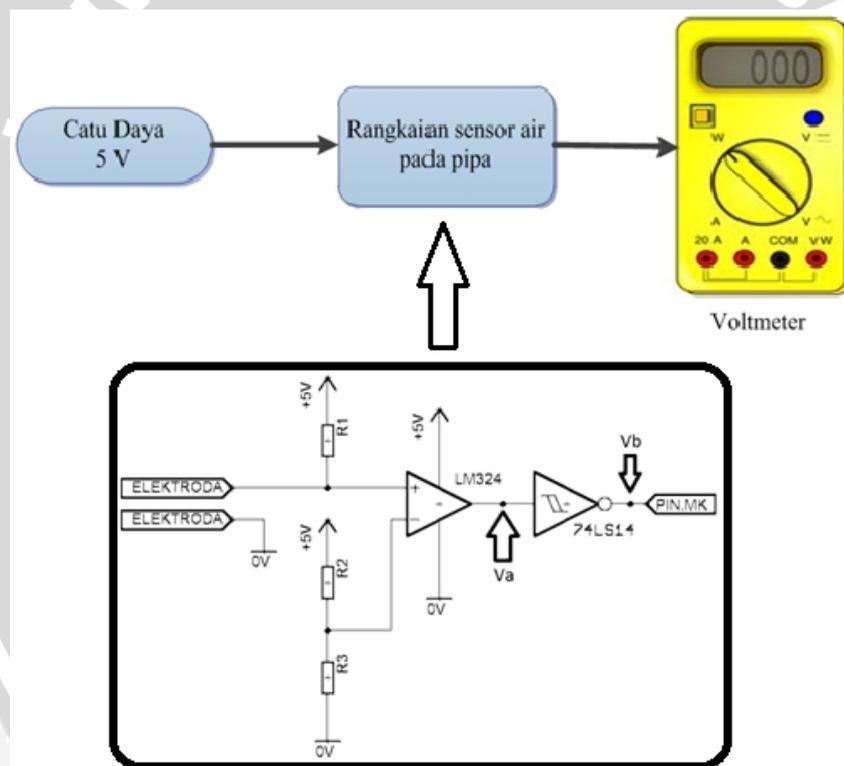
Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian sensor air pada pipa adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian sensor air
2. *Prototype* pipa air
3. Catu daya +5 V
4. Voltmeter

5.2.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian sensor air pada pipa ini adalah sebagai berikut:

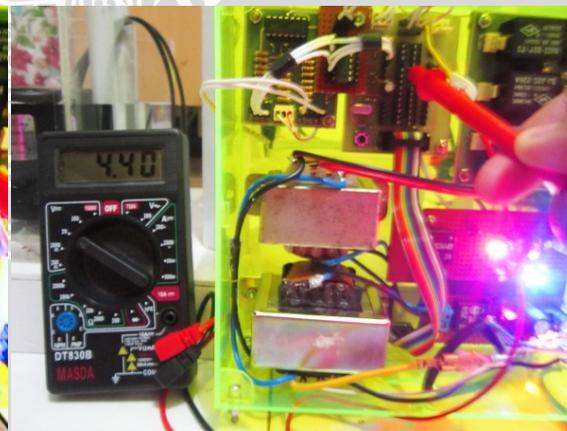
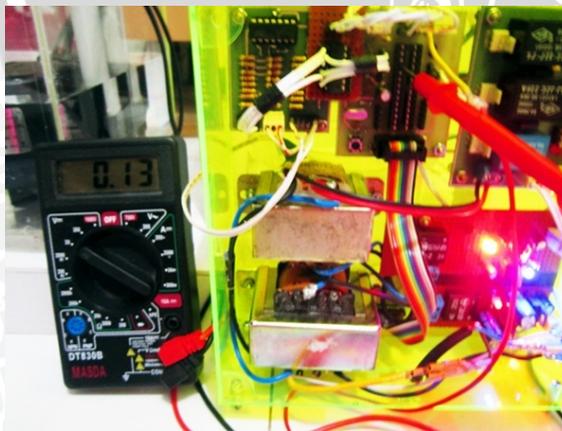
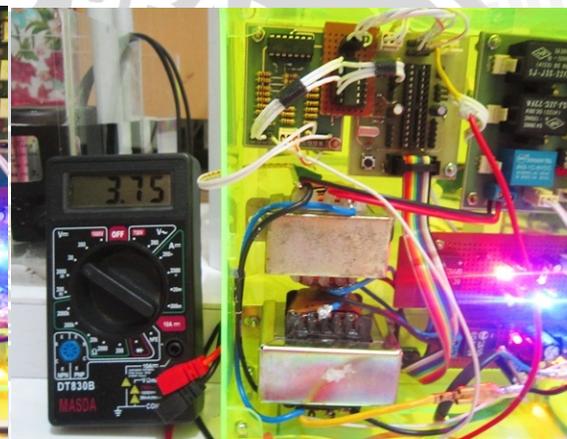
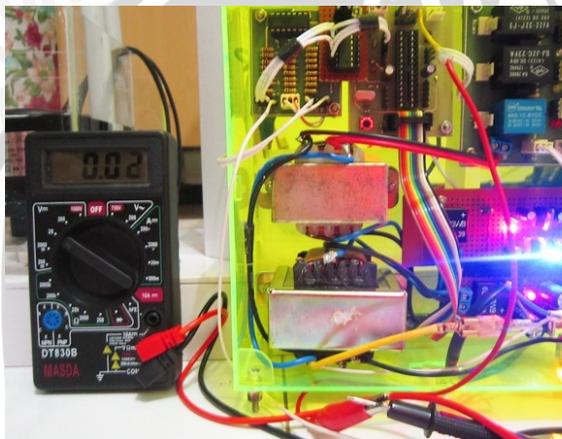
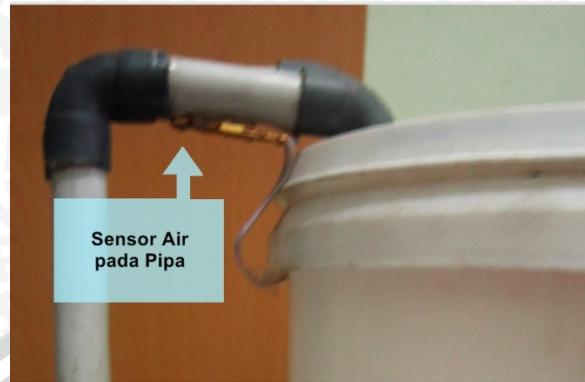
1. Merangkai rangkaian pengujian seperti ditunjukkan diagram blok dalam Gambar 5.4.
2. Memberikan tegangan catu daya pada sensor air pada pipa (keadaan tidak dialiri air).
3. Mengamati tegangan dari keluaran sensor.
4. Mengalirkan air di dalam pipa sampai air mengenai elektroda sensor.
5. Mengamati tegangan dari keluaran sensor penuhnya air.



Gambar 5.4 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor Air Pada Pipa

5.2.4 Data Pengujian

Pengambilan data pengujian sensor air pada pipa dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa voltmeter digital. Gambar pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.5. Sedangkan data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 9.



Gambar 5.5 Pengujian Rangkaian Sensor Air Pada Pipa

- Peletakkan elektroda sensor air pada pipa
- Nilai terukur tegangan keluaran komparator saat elektroda sensor terendam air
- Nilai terukur tegangan keluaran komparator saat elektroda sensor tidak terendam air

- d) Nilai terukur tegangan keluaran IC trigger Schmitz saat elektroda sensor tidak terendam air
- e) Nilai terukur tegangan keluaran IC trigger Schmitz saat elektroda sensor terendam air

Tabel 9 Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Air Pada Pipa

Data Ke	Kondisi Elektroda	V_A (V)	V_B (V)	Logika Keluaran
1	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
2	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
3	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
4	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
5	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
6	Terendam air	0.01	4.40	1
7	Terendam air	0.01	4.40	1
8	Terendam air	0.02	4.40	1
9	Terendam air	0.01	4.40	1
10	Terendam air	0.01	4.40	1

Sumber : Pengujian

5.2.5 Analisis Data Pengujian

Pada pengujian sensor air pada pipa, dengan mengamati tegangan keluaran sensor, dapat diamati bahwa tegangan keluaran sensor menunjukkan nilai tegangan 4,4 V (logika 1) saat elektroda sensor dikenai air, dan menunjukkan nilai tegangan 0,13 V (logika 0) jika elektroda tidak dikenai air. IC 74LS14 trigger Schmitz diperlukan untuk memperbaiki nilai tegangan keluaran dari komparator, terutama nilai tegangan komparator saat elektroda sensor dikenai air. IC tersebut juga menghilangkan adanya sinyal noise sehingga sinyal digital outputnya menjadi lebih rata dan performansi kerja sistem mikrokontroler sebagai panel yang terhubung dengan keluaran sensor juga menjadi lebih baik.

Sesuai *datasheet* ATmega8, data hasil pengujian tegangan keluaran dari sensor air pada pipa masih memenuhi syarat batas tegangan logika 0 dan logika 1.

ATMega8 memiliki nilai maksimum sebesar 1 V untuk tegangan masukan berlogika 0 dan nilai minimum 4,2 V untuk tegangan masukan berlogika 1.

Dengan data hasil pengujian tersebut, bisa disimpulkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan dalam sistem ini dengan keluaran sensor sebagai masukan ke pin mikrokontroler.

5.3 Pengujian Sensor Level Air Tandon

5.3.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor level air pada tandon dapat bekerja dengan baik, dapat memberikan nilai tegangan keluaran berlogika tinggi saat elektroda dikenai air, dan dapat memberikan nilai tegangan keluaran berlogika rendah saat elektroda tidak dikenai air.

5.3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian sensor level air tandon adalah sebagai berikut:

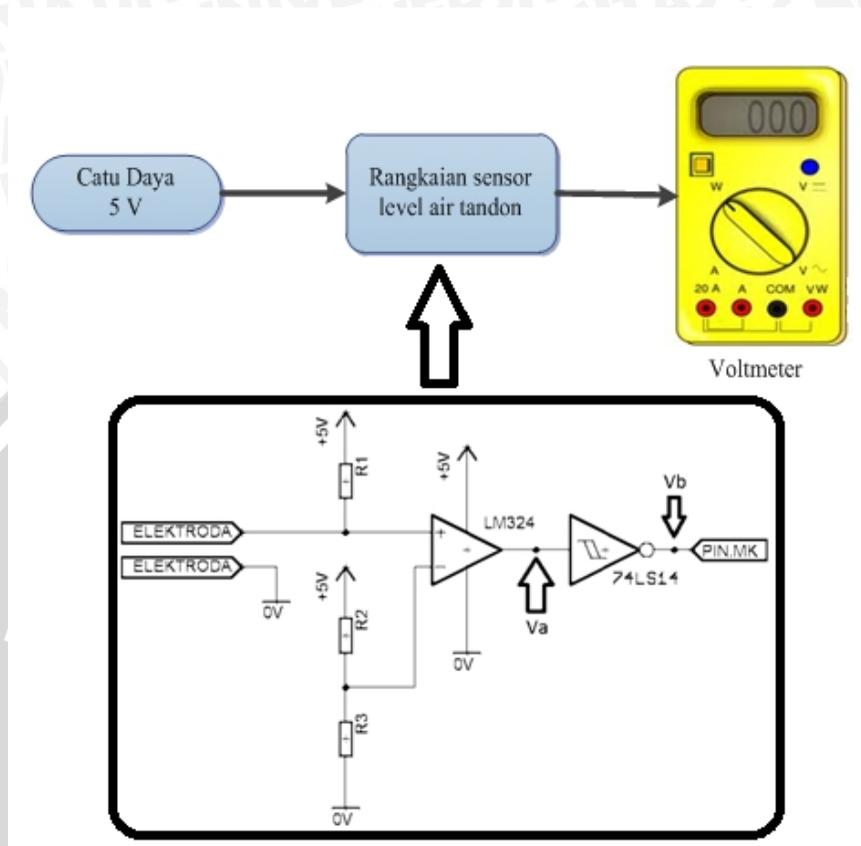
1. Rangkaian sensor level air tandon
2. *Prototype* tandon air
3. Catu daya +5 V
4. Voltmeter

5.3.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian sensor level air tandon adalah sebagai berikut:

1. Merangkai rangkaian pengujian seperti ditunjukkan diagram blok dalam Gambar 5.6.
2. Memberikan tegangan catu daya pada sensor level air tandon (keadaan tandon kosong tidak diisi air).
3. Mengamati tegangan dari keluaran sensor.
4. Mengisikan air ke dalam tandon sampai air mengenai elektroda sensor.

5. Mengamati tegangan dari keluaran sensor level air tandon.



Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor Level Air Tandon

5.3.4 Data Pengujian

Pengambilan data pengujian sensor level air tandon dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa voltmeter digital. Gambar pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.7. Sedangkan data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 10 dan Tabel 11.



Gambar 5.7 Peletakan Sensor Level Air Tandon Tampak Atas

Tabel 10 Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Level Air Batas Atas Tandon

Data Ke	Kondisi Elektroda	V_A (V)	V_B (V)	Logika Keluaran
1	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
2	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
3	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
4	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
5	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
6	Terendam air	0.01	4.40	1
7	Terendam air	0.01	4.40	1
8	Terendam air	0.01	4.40	1
9	Terendam air	0.01	4.40	1
10	Terendam air	0.01	4.40	1

Sumber : Pengujian

Tabel 11 Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Level Air Batas Bawah Tandon

Data Ke	Kondisi Elektroda	V_A (V)	V_B (V)	Logika Keluaran
1	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
2	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
3	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
4	Tidak terendam air	3.75	0.13	0

5	Tidak terendam air	3.75	0.13	0
6	Terendam air	0.01	4.40	1
7	Terendam air	0.01	4.40	1
8	Terendam air	0.01	4.40	1
9	Terendam air	0.01	4.40	1
10	Terendam air	0.01	4.40	1

Sumber : Pengujian

5.3.5 Analisis Data Pengujian

Pada pengujian sensor level air pada tandon, dengan mengamati tegangan keluaran sensor, dapat diamati jika tegangan keluaran sensor akan menunjukkan nilai tegangan 4,4 V (logika 1) saat elektroda sensor dikenai air, dan menunjukkan nilai tegangan 0,1 V (logika 0) jika elektroda tidak dikenai air. IC 74LS14 trigger Schmitz diperlukan untuk memperbaiki nilai tegangan keluaran dari komparator, terutama nilai tegangan komparator saat elektroda sensor dikenai air. IC tersebut juga menghilangkan adanya sinyal noise sehingga sinyal digital outputnya menjadi lebih rata dan performansi kerja sistem mikrokontroler sebagai panel yang terhubung dengan keluaran sensor juga menjadi lebih baik.

Sesuai *datasheet* ATmega8, data hasil pengujian tegangan keluaran dari sensor air pada pipa masih memenuhi syarat batas tegangan logika 0 dan logika 1. ATmega8 memiliki nilai maksimum sebesar 1 V untuk tegangan masukan berlogika 0 dan nilai minimum 4,2 V untuk tegangan masukan berlogika 1.

Dengan data hasil pengujian tersebut, bisa disimpulkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan dalam sistem ini dengan keluaran sensor sebagai masukan ke pin mikrokontroler.

5.4 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATmega8

5.4.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian mikrokontroler ATmega8 dapat bekerja dengan baik dan dapat menjalankan program sederhana yang diberikan sehingga mikrokontroler diharapkan dapat digunakan sesuai perancangan.

5.4.2 Peralatan Pengujian

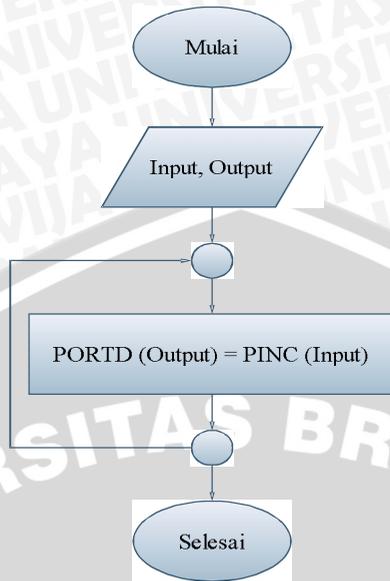
Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian rangkaian mikrokontroler ATmega8 adalah sebagai berikut:

1. Minimum sistem ATmega8
2. Catu daya +5 V
3. 2 buah voltmeter

5.4.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam melakukan pengujian rangkaian mikrokontroler ATmega8 adalah sebagai berikut:

1. Memberikan catu daya 5 V pada minimum sistem mikrokontroler ATmega8.
2. Memasukkan program input output sederhana ke dalam ATmega8 yang ditunjukkan dalam Gambar 5.8.
3. Memberikan masukan ke pin C mikrokontroler melalui panel di minimum sistem ATmega8 yang telah terhubung dengan pin D sesuai dengan batas tegangan yang tertera di *datasheet*.
4. Mengamati tegangan masukan dan keluaran mikrokontroler dengan menggunakan voltmeter.



Gambar 5.8 Diagram Alur Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATMega8

5.4.4 Data Pengujian

Pengujian rangkaian mikrokontroler ATMega8 dilakukan sesuai prosedur pengujian yang telah ditetapkan. Hasil pengujian rangkaian ini ditunjukkan dalam Gambar 5.9 dan Tabel 12.



(a)

(b)

Gambar 5.9 Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ATMega8

- a) Mikrokontroler diberi masukan berlogika rendah
- b) Mikrokontroler diberi masukan berlogika tinggi

Tabel 12 Data Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Data ke	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)	Logika Keluaran
1	0.370	0.120	0
2	0.030	0.280	0
3	0.024	0.000	0
4	0.004	0.000	0
5	0.000	0.010	0
6	4.750	4.780	1
7	4.750	4.790	1
8	4.740	4.790	1
9	4.750	4.790	1
10	4.750	4.790	1

Sumber: Pengujian

5.4.5 Analisis Data Pengujian

Pada pengujian rangkaian mikrokontroler, dengan mengamati data tegangan keluaran dari mikrokontroler yang menunjukkan bahwa tegangan keluaran dari mikrokontroler akan berubah menjadi sekitar 0 V dan 5 V, sesuai dengan catu tegangan yang diberikan.

Berdasarkan data yang terdapat dalam Tabel 5.5, didapatkan rentang tegangan keluaran rangkaian mikrokontroler sebagai berikut:

1. Rentang tegangan keluaran pin mikrokontroler saat diberi masukan berlogika 0 adalah 0,00 V sampai 0,28 V.
2. Rentang tegangan keluaran pin mikrokontroler saat diberi masukan berlogika 1 adalah 4,78 sampai 4,79 V.

Menurut *datasheet* mikrokontroler ATmega8, hasil data tegangan keluaran pin mikrokontroler yang tertera dalam Tabel 5.5 masih memenuhi syarat batas tegangan yang diperbolehkan ATmega8. Mikrokontroler tersebut memiliki

spesifikasi nilai maksimum sebesar 0,9 V untuk tegangan keluaran berlogika 0 dan nilai minimum sebesar 3 V untuk tegangan keluaran berlogika 1.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rangkaian mikrokontroler ATmega8 dapat bekerja dengan baik dan bisa digunakan dalam perancangan sistem ini.

5.5 Pengujian Rangkaian Driver Relay

5.5.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian rangkaian driver relay ini adalah untuk mengetahui apakah rangkaian dapat berfungsi dengan baik dan mampu mengaktifkan relay bila diberi masukan berlogika 1 dari mikrokontroler. Karena rangkaian yang digunakan sama, maka pengujian rangkaian driver relay ini dilakukan untuk ketiga driver relay, yaitu 2 driver relay untuk pompa air dan 1 driver relay untuk keran elektrik. pada pengujian ini juga akan dilakukan pengukuran arus kolektor yang mengalir pada kumparan relay dan membandingkannya dengan nilai arus kolektor hasil perhitungan secara teori yang telah dilakukan sebelumnya.

5.5.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian rangkaian driver relay adalah sebagai berikut:

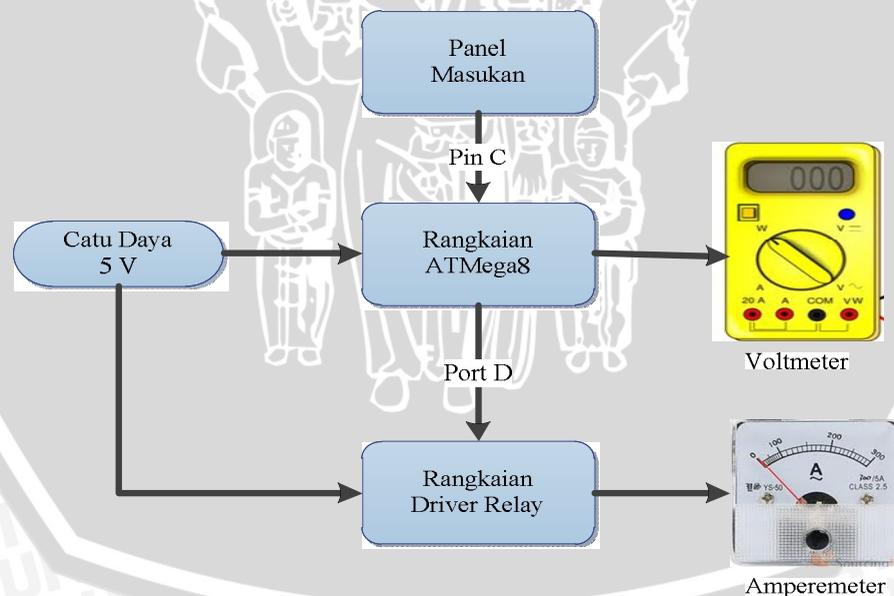
1. Rangkaian driver relay
2. Minimum sistem ATmega8
3. Relay keran elektrik
4. Relay pompa air
5. Catu daya DC 5 V dan 6V dengan asal sumber yang berbeda
6. Amperemeter
7. Voltmeter

5.5.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam melakukan pengujian rangkaian driver relay adalah sebagai berikut:

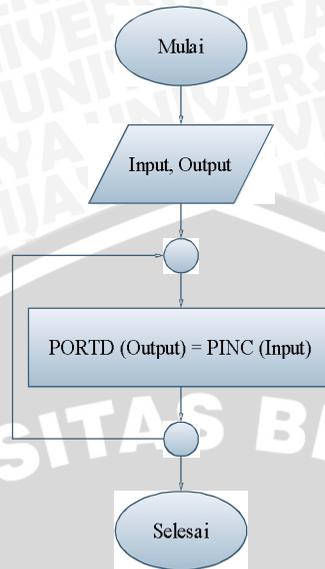
1. Merangkai rangkaian pengujian seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.10.
2. Memberikan catu daya DC 5V pada minimum sistem ATmega8.
3. Menghubungkan catu daya DC 6V dan catu daya AC pada kaki relay yang ditentukan.
4. Mengamati aktif atau tidaknya relay.
5. Mengukur arus kolektor yang melalui relay dan arus basis transistor BD139 menggunakan amperemeter.

Prosedur percobaan tersebut dilaksanakan untuk masing-masing driver relay. Diagram blok pengujian rangkaian driver relay ditunjukkan dalam Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Driver Relay

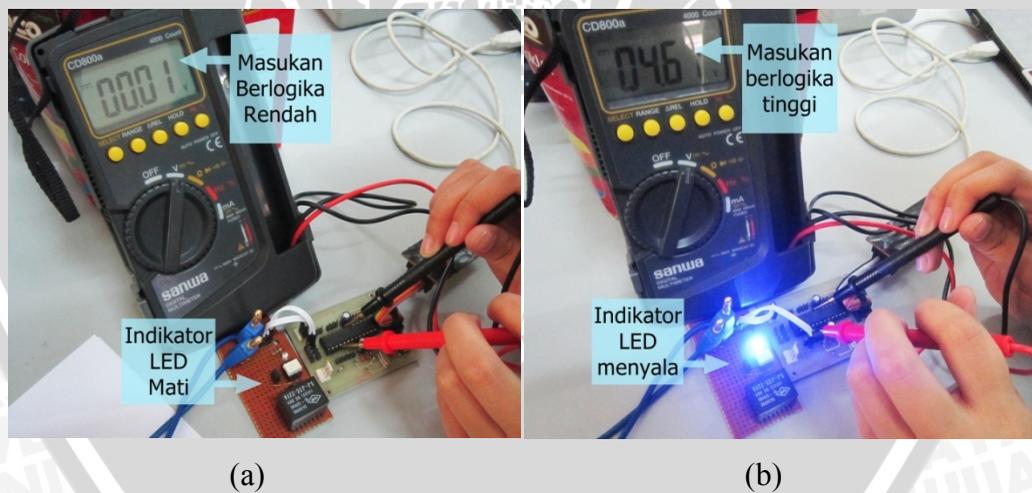
Diagram alur program pengujian rangkaian driver relay ditunjukkan dalam Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Diagram Alur Program Pengujian Rangkaian Driver Relay

5.5.4 Data Pengujian

Pengujian rangkaian driver relay dilakukan sesuai prosedur pengujian yang telah direncanakan. Hasil pengujian rangkaian driver relay terhadap sinyal kontrol yang diberikan oleh mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Pengujian Rangkaian Driver Relay

- Pengujian rangkaian saat masukan optocoupler berlogika rendah
- Pengujian rangkaian saat masukan optocoupler berlogika tinggi

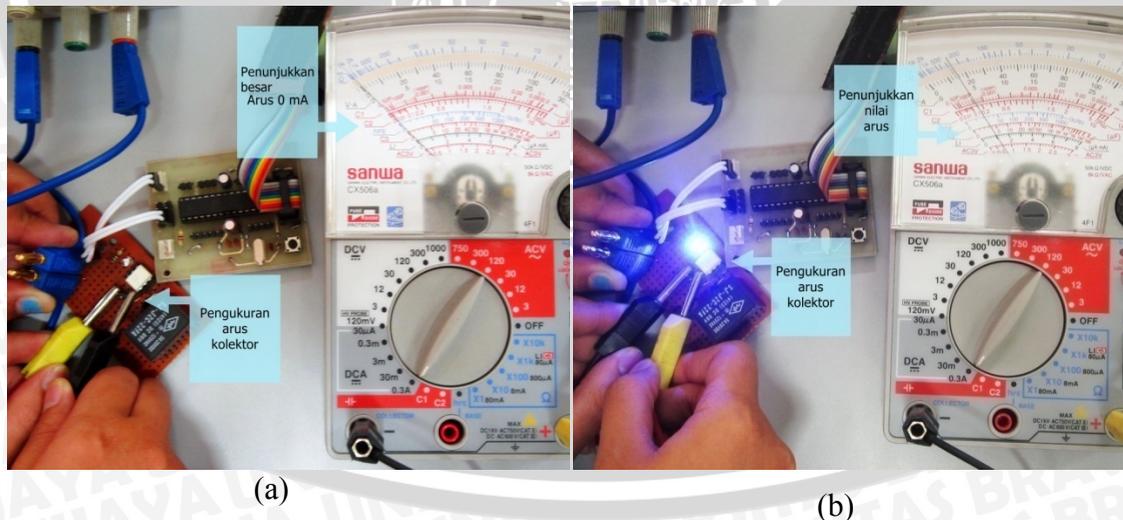
Data hasil pengujian rangkaian driver relay ditunjukkan dalam Tabel 13.

Tabel 13 Data Pengujian Rangkaian Driver Relay

Data Ke	Tegangan Pin Output MK (V)	Sinyal Logika Pin Output	Status Indikator LED	Status Relay
1	0.03	Low	Mati	Tidak Aktif
2	0.01	Low	Mati	Tidak Aktif
3	0.02	Low	Mati	Tidak Aktif
4	0.02	Low	Mati	Tidak Aktif
5	0.02	Low	Mati	Tidak Aktif
6	4.67	High	Menyala	Aktif
7	4.98	High	Menyala	Aktif
8	4.98	High	Menyala	Aktif
9	4.97	High	Menyala	Aktif
10	4.98	High	Menyala	Aktif

Sumber : Pengujian

Saat pengujian juga dilakukan pengukuran terhadap besar arus kolektor yang mengalir pada kumparan relay. Pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Pengukuran Arus Kolektor Pada Rangkaian Relay

- a) Pengukuran arus saat masukan sinyal kontrol berlogika rendah

- b) Pengukuran arus menggunakan amperemeter analog saat masukan sinyal kontrol berlogika tinggi

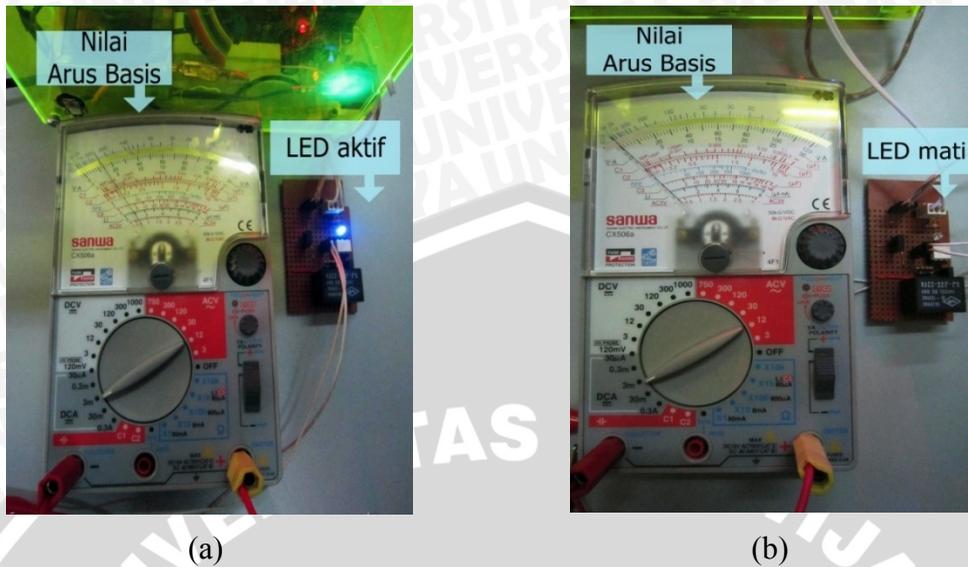
Data hasil pengukuran arus kolektor transistor pada rangkaian driver ditunjukkan dalam Tabel 14.

Tabel 14 Data Pengujian Pengukuran Arus Kolektor Rangkaian Driver Relay

Data ke	Tegangan Pin Output (V)	Sinyal Logika Pin Output	Pengukuran Arus Kolektor		Status Relay
			Arus (mA)	Rata-rata Arus (mA)	
1	0.03	Low	0.00	0	Tidak aktif
2	0.01	Low	0.00	0	Tidak aktif
3	0.02	Low	0.00	0	Tidak aktif
4	0.02	Low	0.00	0	Tidak aktif
5	0.02	Low	0.00	0	Tidak aktif
6	4.67	High	51,3	51,52	Aktif
7	4.98	High	51,4	51,52	Aktif
8	4.98	High	51,7	51,52	Aktif
9	4.97	High	51,6	51,52	Aktif
10	4.98	High	51,6	51,52	Aktif

Sumber: Pengujian

Selain menguji nilai arus pada kolektor, pengujian juga dilakukan untuk mengetahui besarnya arus I_B yang masuk ke basis transistor BD139. Atau dengan kata lain, untuk mengetahui besar arus I_E phototransistor optocoupler. Pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.14. Data hasil pengukuran arus basis transistor pada rangkaian driver ditunjukkan dalam Tabel 15.



Gambar 5.14 Pengukuran Arus Basis Transistor BD139

- a) Pengukuran arus saat masukan sinyal kontrol berlogika rendah
- b) Pengukuran arus menggunakan amperemeter analog saat masukan sinyal kontrol berlogika tinggi

Tabel 15 Data Pengujian Pengukuran Arus Basis Rangkaian Driver Relay

Data ke	Tegangan Pin Output (V)	Sinyal Logika Pin Output	Pengukuran Arus Kolektor		Status Relay
			Arus (mA)	Rata-rata Arus (mA)	
1	0.03	Low	0.00	0	Tidak aktif
2	0.01	Low	0.00	0	Tidak aktif
3	0.02	Low	0.00	0	Tidak aktif
4	0.02	Low	0.00	0	Tidak aktif
5	0.02	Low	0.00	0	Tidak aktif
6	4.67	High	0.33	0.35	Aktif
7	4.98	High	0.38	0.35	Aktif
8	4.98	High	0.35	0.35	Aktif
9	4.97	High	0.35	0.35	Aktif
10	4.98	High	0.35	0.35	Aktif

Sumber: Pengujian

5.5.5 Analisis Data Pengujian

Menurut data hasil pengujian dalam Tabel 13, dapat diketahui bahwa nilai tegangan keluaran pin mikrokontroler mempengaruhi status aktif dari relay yang diuji. Jika pin mikrokontroler tidak diberi sinyal kontrol, maka relay tidak akan aktif karena pin mikrokontroler juga mengeluarkan logika 0 (0 V). Sebaliknya, jika pin mikrokontroler diberi sinyal kontrol berlogika tinggi, maka relay akan aktif karena keluaran dari pin mikrokontroler menjadi berlogika tinggi (pada pengujian ini, rata-rata nilai tegangan keluaran pin mikrokontroler sebesar 4,92 V).

Pada Tabel 14 didapatkan data arus rata-rata kolektor rangkaian driver relay sebesar 51,52 mA. Jika dilihat pada hasil perhitungan yang telah ditentukan pada bab 4, yaitu I_c yang digunakan harus lebih besar dari 51,40 mA. Hasil pengujian telah menunjukkan nilai I_c yang lebih besar, dengan demikian rangkaian driver relay telah sesuai dengan kesimpulan dari perhitungan yang telah dilakukan.

Pada Tabel 15 didapatkan data rata-rata arus basis transistor pada rangkaian driver relay sebesar 0,35 mA. Jika dilihat pada hasil perhitungan yang telah ditentukan pada Bab IV, yaitu I_B yang digunakan harus lebih besar atau samadengan 0,35 mA. Hasil pengujian telah menunjukkan nilai I_B yang telah sesuai dengan kesimpulan dari perhitungan yang telah dilakukan.

Rata-rata data hasil pengujian sudah sesuai dengan nilai yang diperbolehkan menurut hasil perhitungan pada bab perancangan. Adanya pengurangan nilai dapat disebabkan oleh pengaruh hambatan pada kabel penghubung atau adanya hambatan pada socket relay. Namun, berkurangnya nilai arus tidak mempengaruhi kerja relay karena relay yang digunakan tetap dapat bekerja dengan baik sebagaimana mestinya.

5.6 Pengujian Buzzer

5.6.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah buzzer dapat berfungsi dengan baik sesuai logika keluaran pin D.3 mikrokontroler yang telah ditentukan

dalam perancangan, sehingga buzzer dapat berfungsi sebagai alarm peringatan saat masing-masing pompa air tidak dapat mengalirkan air.

5.6.2 Peralatan Pengujian

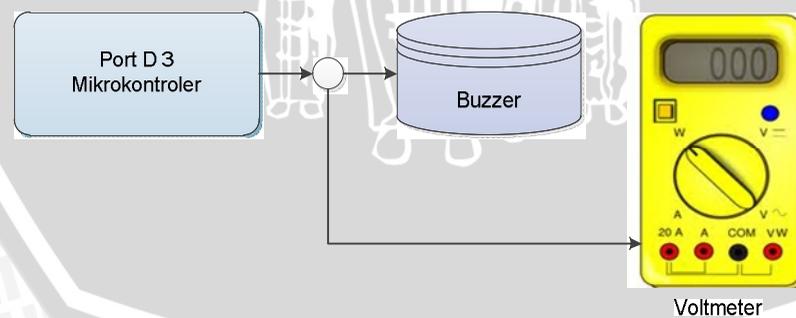
Peralatan yang dibutuhkan dalam melakukan pengujian buzzer adalah sebagai berikut:

1. Catu daya +5V
2. 2 buah voltmeter
3. Minimum sistem ATmega8

5.6.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam melakukan pengujian buzzer adalah sebagai berikut:

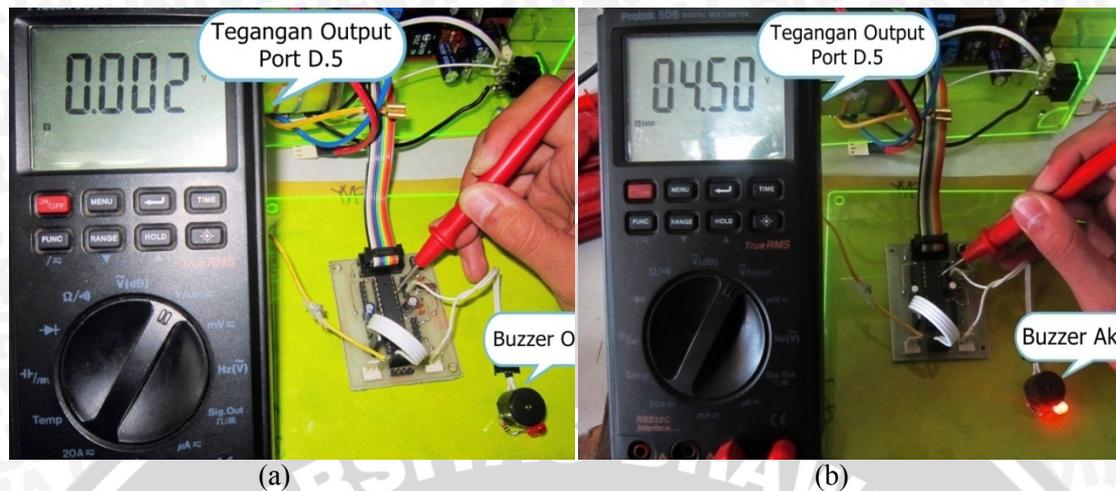
1. Merangkai rangkaian pengujian seperti terlihat dalam Gambar 5.15.
2. Memberikan catu daya +5V pada minimum sistem ATmega8.
3. Memasukkan program input output sederhana ke dalam ATmega8 untuk mengeluarkan logika 1 pada pin D.3 mikrokontroler.
4. Mengamati tegangan keluaran mikrokontroler dengan menggunakan voltmeter dan mengamati perilaku buzzer.



Gambar 5.15 Diagram Blok Pengujian Buzzer

5.6.4 Data Pengujian

Pengujian buzzer dilakukan sesuai prosedur pengujian yang telah ditetapkan. Hasil pengujian rangkaian ini ditunjukkan dalam Gambar 5.16 dan Tabel 16.



(a) Saat sinyal pin D.3 mikrokontroler berlogika rendah
 (b) Saat sinyal pin D.3 mikrokontroler berlogika tinggi

Tabel 16 Hasil Pengujian Buzzer

Tegangan Keluaran (V)	Logika Keluaran Pin D.3	Kondisi buzzer
0.00	0	Tidak berbunyi
4.50	1	Berbunyi

Sumber : Pengujian

5.6.5 Analisis Data Hasil Pengujian

Berdasarkan Tabel 5.8, jika diberikan logika 1 maka buzzer akan berbunyi dan jika diberi logika 0 maka buzzer akan mati. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa buzzer dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan dalam sistem ini.

5.7 Pengujian Keseluruhan Sistem

5.7.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kerja sistem secara keseluruhan termasuk program yang terdapat di dalam mikrokontroler dan membandingkannya dengan perencanaan awal yang diharapkan. Pada perencanaan awal, sistem pengendali ini dapat mengoperasikan dua mode, yaitu pengaktifan keran wudu dan pengisian tandon.

5.7.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian keseluruhan sistem ini adalah:

1. Rangkaian keseluruhan dari otomatisasi penyedia dan pengatur air wudu pada masjid.
2. *Prototype* sistem keseluruhan.
3. Program dalam mikrokontroler yang telah dibuat untuk menjalankan rangkaian keseluruhan dari otomatisasi penyedia dan pengatur air wudu pada masjid.

5.7.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam melakukan pengujian keseluruhan sistem adalah sebagai berikut:

1. Merangkai keseluruhan rangkaian sistem otomatis penyedia dan pengatur air wudu pada masjid.
2. Memasangkan rangkaian sistem ke dalam bentuk *prototype*-nya.
3. Menghubungkan catu daya ke rangkaian keseluruhan.
4. Memasukkan program yang telah dibuat untuk sistem ini ke dalam mikrokontroler ATmega8.
5. Melakukan pengujian sistem secara keseluruhan yang tersusun atas blok-blok pengujian.
6. Mengamati apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan.

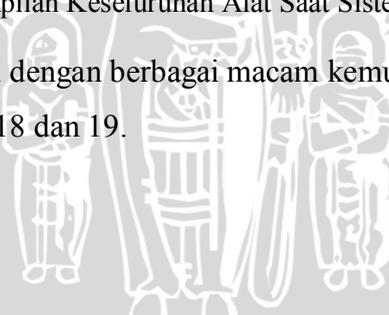
5.7.4 Data Pengujian

Setelah sistem diaktifkan, maka langkah berikutnya adalah mengamati jalannya sistem dan mencatat hasil pengujiannya. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Tampilan Keseluruhan Alat Saat Sistem Diaktifkan

Hasil pengujian sesuai dengan berbagai macam kemungkinan kejadian ditunjukkan dalam Tabel 17, 18 dan 19.



Tabel 17 Data Pengujian Keseluruhan Sistem ke-1

Data Ke	Ket. Objek Bergerak	Ket. Elektroda Sensor Level Air Tandon		Ket. Sensor Air Pada Pipa	Ket. Sensor Sensor Gerak	Kondisi Keran	Kondisi Pompa 1	Kondisi Pompa 2	Kondisi Buzzer	Ket. Sistem
		Batas Atas	Batas Bawah							
1	Tidak ada	Terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
2	Ada	Terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan
3	Tidak ada	Tidak terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
4	Ada	Tidak terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan
5	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif low	off	on	off	off	Sesuai perencanaan
6	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif high	on	on	off	off	Sesuai perencanaan
7	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Terendam air	Aktif low	off	on	off	off	Sesuai perencanaan
8	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Terendam air	Aktif high	on	on	off	off	Sesuai perencanaan
9	Tidak ada	Tidak terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif low	off	on	off	off	Sesuai perencanaan
10	Ada	Tidak terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif high	on	on	off	off	Sesuai perencanaan
11	Tidak ada	Terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
12	Ada	Terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan

Sumber : Pengujian

Tabel 18 Data Pengujian Keseluruhan Sistem ke-2

Data Ke	Ket. Objek Bergerak	Ket. Elektroda Sensor Level Air Tandon		Ket. Sensor Air Pada Pipa	Ket. Sensor Gerak	Kondisi Keran	Kondisi Pompa 1	Kondisi Pompa 2	Kondisi Buzzer	Ket. Sistem
		Batas Atas	Batas Bawah							
1	Tidak ada	Terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
2	Ada	Terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan
3	Tidak ada	Tidak terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
4	Ada	Tidak terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan
5	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif low	off	on	off	off	Sesuai perencanaan
6	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif high	on	on	off	off	Sesuai perencanaan
7	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif low	off	off	on	off	Sesuai perencanaan
8	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif high	on	off	on	off	Sesuai perencanaan
9	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Terendam air	Aktif low	off	off	on	off	Sesuai perencanaan
10	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Terendam air	Aktif high	on	off	on	off	Sesuai perencanaan
11	Tidak ada	Tidak terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif low	off	off	on	off	Sesuai perencanaan
12	Ada	Tidak terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif high	on	off	on	off	Sesuai perencanaan
13	Tidak ada	Terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
14	Ada	Terendam air	Terendam air	Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan

Sumber : Pengujian

Tabel 19 Data Pengujian Keseluruhan Sistem ke-3

Data Ke	Ket. Objek Bergerak	Ket. Elektroda Sensor Level Air Tandon		Ket. Sensor Air Pada Pipa	Ket. Sensor Sensor Gerak	Kondisi Keran	Kondisi Pompa 1	Kondisi Pompa 2	Kondisi Buzzer	Ket. Sistem
		Batas Atas	Batas Bawah							
1	Tidak ada	Terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
2	Ada	Terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan
3	Tidak ada	Tidak terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif low	off	off	off	off	Sesuai perencanaan
4	Ada	Tidak terendam air	Terendam air	Tidak Terendam air	Aktif high	on	off	off	off	Sesuai perencanaan
5	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif low	off	on	off	off	Sesuai perencanaan
6	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif high	on	on	off	off	Sesuai perencanaan
7	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif low	off	off	on	off	Sesuai perencanaan
8	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif high	on	off	on	off	Sesuai perencanaan
9	Tidak ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif low	off	off	off	on	Sesuai perencanaan
10	Ada	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Tidak terendam air	Aktif high	on	off	off	on	Sesuai perencanaan

Sumber : Pengujian

5.7.5 Analisis Data Pengujian

Tabel data hasil pengujian menunjukkan bahwa dalam pengujian sistem secara keseluruhan terdapat dua fungsi utama yang diamati. Tahap pertama merupakan pengujian otomatisasi pengatur air wudu yang memanfaatkan gerakan manusia sebagai objek yang diamati untuk mengaktifkan keran yang dipakai berwudu. Aktif tidaknya keran bergantung pada dua kondisi. Ada tidaknya gerakan manusia dalam jangkauan sudut sensor. Jika sensor mendeteksi gerakan, maka keran elektrik akan aktif dan mengalirkan air. Sedangkan jika sensor tidak mendeteksi adanya gerakan manusia, maka keran juga tidak akan aktif, sehingga keran tidak dapat mengalirkan air.

Tahap kedua pengujian sistem secara keseluruhan merupakan pengujian terhadap otomatisasi penyedia air. Pengujian ini difungsikan untuk mengamati perilaku sistem dalam menjaga ketersediaan air di dalam tandon yang nantinya akan digunakan untuk berwudu. Sensor yang digunakan berupa sensor air dengan memanfaatkan elektroda. Level air di dalam tandon menjadi parameter bagi sistem untuk mengaktifkan pompa air.

Dari gambar serta tabel data hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat telah dapat berfungsi dengan baik dan mampu mengantisipasi terjadinya error yang mungkin terjadi saat sistem dijalankan. Melalui pengujian ini pula, dapat diketahui bahwa sistem mampu mengatur jalannya air untuk keperluan wudu dan menjaga ketersediaan air secara otomatis sesuai dengan alur yang telah direncanakan.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sensor gerak telah bekerja secara baik sesuai spesifikasi dengan mampu mengenali adanya gerakan di dalam jangkauan sensornya. Pada pengujian, sensor diletakkan pada ketinggian 1 m dari permukaan lantai dan dapat membaca gerakan dengan jangkauan terjauh sebesar 60° dengan tingkat keakuratan pembacaan sensor sebesar 92% pada percobaan. Adanya sensor mampu menghemat pengeluaran air sebesar 3,45% jika dibandingkan dengan cara konvensional.
- 2) Sensor level air tandon dan sensor air pada pipa telah teruji dan dapat aktif serta mengirimkan logika 1 saat ketinggian air mencapai elektroda sensor.
- 3) Rangkaian mikrokontroler ATmega8 telah bekerja dengan baik, dapat membaca data masukan, memberikan data keluaran, serta dapat menjalankan program yang telah diberikan.
- 4) Rangkaian driver relay dapat bekerja dengan baik, sehingga dapat mengaktifkan relay pompa air maupun relay keran elektrik saat diberi masukan logika 1 dari mikrokontroler.
- 5) Dari pengujian secara keseluruhan, sistem ini telah berjalan dengan baik karena sistem sudah dapat mengatur persediaan air secara otomatis dan mampu mengatur proses bukatutup keran elektrik pada *prototype* sistem.

6.2 Saran

Saran-saran dalam pengimplementasian maupun peningkatan unjuk kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Dibutuhkan sumber tenaga dari luar yang tidak tergantung pada sumber listrik PLN sehingga sistem dapat tetap berfungsi walaupun listrik mati.
- 2) Untuk pengembangan perancangan, status kerja sistem dapat dibuat secara terpantau dan disediakan panel kontrol manual.

- 3) Modul sensor gerak didesain untuk digunakan di dalam ruangan karena sensor bersifat sensitive terhadap perubahan suhu lingkungan yang begitu cepat, guncangan yang keras maupun getaran. Apabila digunakan di luar ruangan, maka diperlukan suatu filter optic jenis tertentu, karena sensor tidak baik jika terkena cahaya matahari secara langsung atau cahaya lampu yang terang.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2007. *Datasheet PIR KC7783R*. <http://www.electronics123.net/amazon/-datasheet/kc7783R.pdf>. Diakses tanggal: 28 Maret 2011
- Anonim.2009. *Sinar Infra Merah*. http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=16%3Amikroprocessorkontroller&id=424%Asinarinframerah&format=pdf&option=com_content&itemid=15. Diakses tanggal: 28 Maret 2011
- Atmel. 2006. *ATMEGA8/ATMEGA8L, 8-bit AVR with 8 kbytes in System Programable Flash*. www.atmel.com/literatur. Diakses tanggal: 25 Juli 2011
- Atmel. 2010. *ATMega8 Datasheet*. San Jose: Atmel Corporation
- Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Bruce, Carter. 2001. *Handbook of Operational Amplifier Applications*. Texas: Texas Instrument.
- Kasap. 2001. *Optoelectrnics and photonics*. Prentice-Hall: Penerbit United State of America
- Malvino, Albert. 1991. *Prinsip-prinsip Elektronika Dasar, Jilid 2, Edisi ketiga*. Jakarta: Erlangga
- Malvino, Joko Santoso. 2004. *Prinsip- prinsip Elektronika*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Mike Tooley, BA. 2002. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Milman, J., Halkias. CM, Barmawi, Mo Tjia. 1991. *Elektronika Terpadu, Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Petruzella, Frank D. 2001. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Rifqy. 2008. *Cara Kerja Sensor PIR*. <http://bagusrifqyalistia.wordpress.com/-2008/09/12/cara-kerja-sensor-pir/>. Diakses 28 Maret 2011
- Skubre. 1998. *Rangkaian Elektronika Populer*. Jakarta: PT. Elexmedia Komputindo

- Soemitro. 1985. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*. Jakarta: Erlangga
- Soepono Soeparlan, Umar Yahdi. 1995. *Teknik Rangkaian Listrik, Jilid 1*. Jakarta: Gunadarma
- Sudjadi. 2005. *Teori dan Aplikasi Microcontroller*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sugiarto, Agus. 2002. *Penerapan Dasar Transducer dan Sensor*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Tolkheim, Roger L. 1994. *Elektronika Digital*. Jakarta: Erlangga
- Wasito. 1992. *Data Sheet Book 1*. Jakarta: PT. Elexmedia Komputindo
- Winoto, Ardi. 2010. *Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Penerbit Informatika
- Zulhaz. 2004. *Prinsip Dasar Elektronika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

