

PENGISI AIR MINUM OTOMATIS DENGAN GELAS KHUSUS BERBASIS *ARDUINO UNO*

Muhammad Reni Sehaudin ¹, Nur Indrihastuti ², Ery Gunawan ³

Teknik Elektronika
 Politeknik Muhammadiyah Pekalongan
 Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan
 Telp.: (0285) 385313, e-mail: ^[1]poltekmuh_pkl@yahoo.com

ABSTRAKSI

Biasanya manusia menempatkan air minum dalam wadah, lebih praktisnya masyarakat menggunakan dispenser dengan galon untuk kebutuhan air minum. Penggunaan dispenser masih dibidang manual karena harus menekan kran dan menunggu sampai gelas terisi air penuh. Maka dibuat sebuah alat pengisi air minum otomatis menggunakan gelas khusus. Penggunaan gelas khusus ditujukan agar gelas yang dipakai sesuai merek pengisi air minum yang dibuat dan tidak sembarangan menggunakan gelas bekas atau wadah lain. Maka digunakanlah sensor ultrasonik yang dirakit untuk mendeteksi bentuk gelas khusus tersebut dan juga untuk mengukur jarak ketinggian air dalam gelas. Dan juga menggunakan kran air yang disambung sebagai kran otomatisnya yang dikendalikan menggunakan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan komponen elektronika yang mampu mengolah data untuk kemudian diproses menjadi perintah kerja dengan bantuan baris-baris program yang dimasukkan kedalamnya. Papan *Arduino UNO* dipilih untuk digunakan dalam perancangan ini karena dinilai mudah untuk dikembangkan dan juga dipelajari.

Kata Kunci : ultrasonik, motor servo, mikrokontroler, *arduino UNO*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Tubuh manusia terdiri dari 55% sampai 78% air, tergantung dari ukuran berat badan. Agar dapat berfungsi dengan baik, tubuh manusia membutuhkan antara satu sampai tujuh liter air setiap hari untuk menghindari dehidrasi. Kebutuhan tersebut jumlah pastinya bergantung pada tingkat aktivitas suhu, kelembapan, dan beberapa faktor lainnya (Rahmat O : 2009).

Bagi masyarakat perkotaan yang sibuk banyak diantaranya beralih ke penggunaan galon dan dispenser sebagai tempat penyimpanan dan pengambilan air minum. Selain lebih praktis, penyimpanan air di dalam galon dan dispenser dianggap lebih higienis dan dapat menyediakan air minum untuk kebutuhan sehari - hari. Meskipun dianggap lebih mudah dan praktis penggunaan dispenser masih menyisakan beberapa keterbatasan, antara lain, pengguna masih harus mengeluarkan energi untuk menekan kran. Selain itu, pengguna juga masih harus memusatkan perhatiannya agar air yang dikucurkan ke dalam cangkir tidak melimpah.

Pembuatan alat ini berfungsi untuk mengisi air minum kedalam gelas secara otomatis, tetapi gelas yang digunakan hanya menggunakan gelas khusus yang berdimensi khusus, hal ini bertujuan agar orang yang mengambil air minum tidak sembarangan menggunakan gelas seperti gelas plastik maupun gelas bekas wadah minuman dan juga bertujuan agar alat pengisi air minum yang dibuat dengan sebuah merk, gelas yang digunakan dan diberi merk yang sama, sesuai dengan alat pengisi air minum. Jadi alat pengisi air minum otomatis ini hanya bisa menggunakan gelas khusus bawaan alat tersebut.

Berdasarkan pemikiran dan gagasan di atas, maka muncul sebuah ide untuk merancang alat pengisi air minum otomatis pada sebuah gelas khusus yang mampu menjalankan fungsi – fungsi di atas. Selain untuk membantu pekerjaan manusia dalam menangani hal di atas

maka penulis membuat sebuah judul realisasi proyek Artikel, yang berjudul “PENGISI AIR MINUM OTOMATIS DENGAN GELAS KHUSUS BERBASIS *ARDUINO UNO*”. Dalam penerapannya alat ini berfungsi secara otomatis mengisi air minum ke dalam gelas khusus menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno* sebagai pengontrol sistemnya. Dengan menggunakan sensor - sensor ultrasonik untuk membaca dimensi gelas dan untuk membatasi ketinggian air dalam gelas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka perumusan masalah adalah sebagai berikut:

- Bagaimana cara mengisi air minum kedalam gelas secara otomatis dengan menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04 dan motor servo untuk membuka dan menutup keran?
- Bagaimana membuat sensor pembaca bentuk gelas khusus dengan menggunakan sensor – sensor ultrasonik HCSR-04?
- Bagaimana cara kerja dari alat pengisi air minum otomatis dengan gelas khusus ini ?

1.3 Batasan Masalah

Perancangan aplikasi ini dibangun dengan beberapa batasan masalah agar penyusunan Artikel ini tidak keluar dari lingkup pembahasan, batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

- Penghitungan jarak dengan sensor ultrasonik HCSR-04 menggunakan satuan centimeter.
- Jenis air yang dapat disediakan oleh dispenser otomatis ini terbatas hanya menggunakan air putih biasa.
- Dispenser yang dibuat hanya menggunakan satu kran tanpa adanya pemanas air.
- Gelas yang digunakan dengan ukuran dan bentuk tetap.

1.4 Tujuan

- a. Tujuan untuk mengurangi tenaga manual pada saat mengambil air minum dan tanpa takut air tumpah berlebihan.
- b. Proyek ini untuk mengefisienkan konsumen dalam pengambilan air minum tanpa harus menunggu pengisian air minum penuh pada gelas lalu mematikan keran air.
- c. Menggunakan gelas khusus agar tidak sembarangan menggunakan gelas bekas minuman dan menjadikan gelas bawaan dengan alat pengisi air minum otomatis ini.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi penulis

Sebagai sarana untuk mengimplementasikan teori juga sebagai pengembangan ilmu pengetahuan penulis yang telah didapat penulis selama menempuh perkuliahan di Politeknik Muhammadiyah Pekalongan Jurusan Elektronika..

2. Bagi Mahasiswa Politeknik Muhammadiyah Pekalongan

Sebagai sarana pembelajaran mahasiswa untuk lebih memahami tentang sistem kendali dan cara kerja dari sebuah otomasi peralatan serta menambah wawasan akan mikrokontroler yang sedang berkembang sekarang ini.

3. Bagi Politeknik Muhammadiyah Pekalongan

Sebagai wujud dari pengamalan Tridharma perguruan tinggi yakni penelitian dan dapat dijadikan sebagai referensi Artikel untuk mahasiswa angkatan selanjutnya.

2. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

2.1 Sistem Instrumentasi Pengukuran

Sistem merupakan susunan beberapa bagian dalam suatu batasan-batasan tertentu yang bekerja bersama-sama untuk menghasilkan suatu keluaran dari masukan-masukan. Batasan-batasan tersebut memisahkan sistem dari lingkungannya melalui sinyal-sinyal yang bergerak melewati batas-batas tersebut baik dari lingkungan menuju sistem (yang disebut sebagai masukan) maupun dari sistem menuju lingkungan (yang disebut sebagai keluaran). (W. Bolton : 2004).

2.2 Sistem Kontrol

Sistem kontrol dapat dipandang sebagai sistem dimana suatu masukan atau beberapa masukan tertentu digunakan untuk mengontrol keluaran pada nilai tertentu, memberikan urutan kejadian tertentu atau memunculkan suatu kejadian jika beberapa kondisi tertentu terpenuhi (W. Bolton : 2004).

3. Teori bunyi

Bunyi merupakan gelombang mekanis jenis longitudinal. Yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Bunyi bisa kita dengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi itu menggetarkan udara di sekitarnya dan melalui medium udara itu bunyi merambat sampai ke gendang telinga (Bambang Murdaka Eka Jati dan Tri Kuntoro Priyambodo : 2008).

Untuk macam-macam bunyi yang berdasarkan frekuensinya itu dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

- a. Infrasonik merupakan gelombang bunyi yang frekuensinya di bawah 20 Hz. Contoh : suara yang dibuat oleh gajah, ikan paus, badak, jerapah, dan buaya.
- b. Ultrasonik merupakan gelombang bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 Hz. Contoh : peluit anjing, suara yang ditimbulkan oleh kelelawar.
- c. Audiosonik merupakan gelombang bunyi yang memiliki frekuensi antara 20 Hz dan 20.000 Hz. Pada frekuensi – frekuensi ini, manusia bisa mendengarnya (Prof. Yohanes Surya, Ph.D : 2008).

4. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input-output. Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, computer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan inputan yang diterima dan program yang dikerjakan. (Muhammad Syahwil, 2013)

5. Arduino Uno

Muhammad Syahwil (2013 : 1) mendefinisikan pengertian Arduino sebagai berikut :

Kata arduino berasal dari bahasa italia ardui = sulit dan no = tidak Arduino merupakan platform dalam pembuatan prototype elektronik yang bersifat opensource baik pada perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang mudah digunakan (fleksibel). Hardware-nya menggunakan prosesor Atmel AVRATMega328. Arduino Uno memiliki 14 pin input/output digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, sebuah koneksi menggunakan USB dan sebuah tombol reset. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) dan dalam lingkup pengembang berdasarkan Processing.

2.5.1 Spesifikasi Arduino Uno

Berikut merupakan karakteristik dari Arduino Uno (arduino.cc, 2014)

- a. Mikrokontroler AT 328
- b. Tegangan untuk operasi 5V
- c. Tegangan masukan (direkomendasikan) 7V – 12V
- d. Tegangan masukan (limit) 6V - 20V
- e. 14 pin I/O Digital (6 diantaranya sebagai output PWM)
- f. 6 pin input analog
- g. Arus DC per I/O 40mA
- h. Arus pada pin tegangan 3,3V 50mA
- i. Memori FLASH 32 KB
- j. SRAM 2KB

- k. EEPROM 1KB
- l. Kecepatan clock 16MHz

2.5.2 komponen Arduino Uno

1. daya
2. memori
3. input dan output
4. komunikasi
5. pemrograman

6. Software Arduino IDE

Untuk menulis program pada board Arduino dibutuhkan software Arduino IDE (Integrated Development Environment). IDE adalah sebuah software untuk menulis program, mengkompilasi menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory mikrokontroler. Software ini dapat didownload secara gratis.

7. Bahasa pemrograman Arduino

Banyak bahasa pemrograman yang biasa digunakan untuk program mikrokontroler, misalnya bahasa assembly. Namun dalam pemrograman Arduino bahasa yang dipakai adalah bahasa C.

8. Catu daya

Sumber daya pada prinsipnya terdiri dari empat bagian yaitu: trafo, penyearah, kondensator dan regulasi elektronik. Trafo dipergunakan untuk mentransformasikan tegangan AC dari 220V menjadi lebih kecil sehingga bisa dikelola oleh rangkaian regulasi linier.

9. Motor listrik

Motor listrik sangat sering digunakan sebagai elemen kontrol final dalam sistem kontrol posisi ataupun kecepatan. Prinsip kerja dasar dari sebuah motor listrik adalah gaya yang bekerja pada konduktor yang berada di dalam suatu medan magnet ketika ada arus yang melewati konduktor tersebut. (W. Bolton : 2004).

Ada banyak macam tipe motor yang berbeda, dalam perancangan ini hanya digunakan dua tipe motor diantaranya adalah motor dc dan motor servo.

2.10 Sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik bekerja dengan mengirimkan gelombang suara menuju target dan mengukur waktu yang diperlukan untuk memantul kembali ke sensor. Proses pengukuran dilakukan dengan menembakan sinyal ultrasonik dan menghitung kapan sinyal tersebut diterima kembali oleh sensor. Sensor ultrasonik sering digunakan di pasaran adalah sensor yang memiliki respon frekuensi 40 kHz. Oleh karena itu, untuk memancarkan sinyal dengan respon maksimum, dibutuhkan gelombang dengan frekuensi 40 kHz yang dibangkitkan oleh osilator (Widodo Budiharto & Paulus Andi Nalwan : 2009).

3. Metode Penulisan

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini digunakan beberapa metode, antara lain:

1. Metode studi literatur dan observasi

Pada metode ini penulis mengambil dan mengumpulkan data-data yang dapat digunakan sebagai rujukan dari buku-buku referensi, media cetak dan pemanfaatan teknologi informasi yang ada.

2. Metode konsultasi

Pada metode ini penulis melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen pembimbing dan dosen-dosen lain yang kompetensi dengan materi yang diteliti.

3. Metode riset

Pada metode ini penulis mengambil dan mengumpulkan data dengan melakukan pengujian terhadap objek yang diteliti sehingga dapat dilakukan pengembangan.

4. Implementasi dan pengujian

4.1 Implementasi Rancangan

Implementasi rancangan merupakan hasil dari rancangan yang telah dibuat untuk kemudian diwujudkan dalam bentuk benda kerja yang diinginkan.

4.1.1 Pembuatan Perangkat Keras

1. Perangkat keras elektronik

Merupakan perangkat keras yang terdiri dari komponen-komponen elektronika yang disusun pada sebuah papan PCB (*Printed Circuit Board*). Penggunaan PCB ditujukan untuk mempermudah merangkai komponen elektronika sesuai dengan susunan komponennya. Langkah – langkah pembuatan :



Gambar.4.1 Catu daya tampak dari atas
 Sumber : Pribadi

2. Perangkat keras non elektronik

Perangkat ini tidak membutuhkan tagangan maupun arus listrik dan hanya digunakan untuk mempermudah pemasangan komponen elektronik pendukung lainnya.

A. Tatakan gelas



Gambar.4.2 Tatakan gelas
 Sumber : Pribadi

B. Tempat – tempat sensor



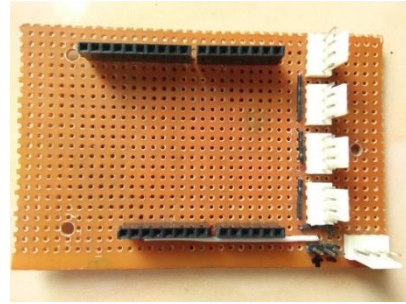
Gambar.4.3 Tempat – tempat sensor
 Sumber : Pribadi

C. Penghubung motor servo dengan kran



Gambar.4.4 Penghubung motor servo dengan kran
 Sumber : Pribadi

D. Tempat – tempat soket



Gambar.4.5 Pusat tempat – tempat soket tampak dari atas
 Sumber : Pribadi

E. Tempat catu daya dan papan pusat soket



Gambar.4.6 Pemasangan catu daya dan papan pusat soket
 Sumber : Pribadi

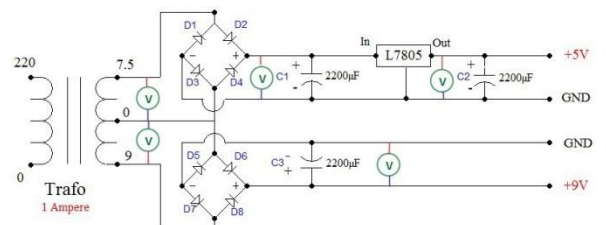
4.1 Pengujian

Pengujian dan pengambilan data pada pengisi air minum otomatis dengan gelas khusus berbasis *arduino uno* ini tidak dilakukan pada seluruh bagian atau komponen yang telah dibuat.

Pengujian dilakukan guna mengetahui hasil dari bagian atau komponen yang telah dibuat sesuai dengan rancangan sebelumnya dan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik. Dalam perancangan ini pengujian terbagi menjadi dua yakni :

1. Pengujian catu daya

Pada rangkaian catu daya terdiri dari dioda sebagai penyearah arus AC menjadi arus DC, IC *regulator* sebagai penyetabil tegangan, dan kapasitor sebagai *filter*. Rangkaian catu daya yang dibuat tersebut menghasilkan tegangan +9V dan +5V. Untuk mendapatkan tegangan yang stabil sesuai yang diinginkan digunakan IC regulator. IC L7805 digunakan untuk menghasilkan tegangan sebesar +5V DC.



Gambar 4.7 Skema rangkaian pengujian catu daya
 Sumber : Pribadi

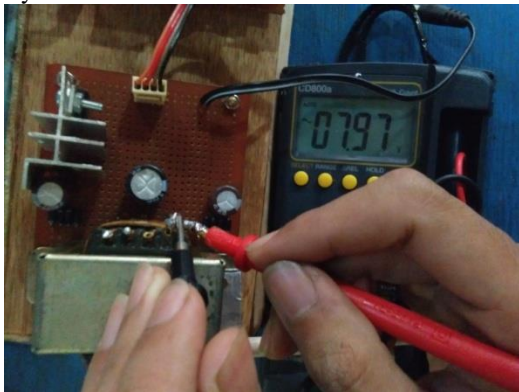
Tabel.4.1 Hasil pengukuran catu daya

Tegangan sumber AC	Titik pengukuran	Tegangan AC	Tegangan DC
226,4 V	Trafo 7,5 V	7,9 V	9,2 V
	Trafo 9 V	9,5 V	12 V
	L7805	-	5 V

Sumber : Pribadi

Berdasarkan hasil pengujian, tegangan keluar dari IC L7805 adalah 5 V idealnya adalah 5 V, IC *regulator* tersebut dikatakan sangat baik karena tegangan yang dihasilkan sesuai dengan ukurannya.

Berikut ini adalah hasil gambar pengukuran tegangan catu daya



Gambar.4.8 Pengukuran tegangan trafo
 Sumber : Pribadi

2. Pengujian sensor ultrasonik

Sensor yang digunakan ada 4 buah maka dari itu perlu adanya pengukuran tiap sensor – sensor ini untuk mengetahui perbedaan akurasi dari tiap sensor.

Buat *listing* program untuk pengujian tiap – tiap sensor. Program yang dibuat hanya untuk menguji satu sensor saja, sedangkan untuk pengujian sensor ultrasonik lainnya hanya mengganti sensornya saja. *Listing* program yang dibuat untuk pengujian ini sebagai berikut:

Tabel.4.2 Hasil pengujian sensor ultrasonik

Serial monitor pada jarak (cm)	Pengukuran dengan mistar			
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
2	3	2	2	2
6	6,4	6	6	5,7
9	9	8,7	8,7	8,4
13	12,3	12,4	12,2	12,5
17	16,5	16,9	16,7	16,3
20	21	20	20	19,5
25	25,4	25,3	25,4	25
30	31	29,7	30	29,8
Penyimpangan maksimal (mm)	10	6	8	7

Sumber : Pribadi

Hasil pengujian pada sensor ultrasonik menyatakan bahwa tingkat akurasi masih kecil karena dari hasil penyimpangan terbesar sampai 10mm sedangkan pada *datasheet*-nya tingkat akurasi maksimal hanya 3mm saja. Jadi tingkat akurasi sensor yang digunakan kurang bagus karena melebihi toleransi akurasi yang ditetapkan pada *datasheet*-nya.

Dan pada *datasheet* sensor ultrasonik HC-SR04 range yang dapat diukur mulai dari 3cm, sedangkan hasil pengukuran pada sensor 2,3,dan 4 bisa mengukur jarak mulai dari jarak 2cm. Sedangkan pada sensor 1 hanya bisa mengukur jarak mulai dari jarak 3cm. Jadi kinerja sensor 2,3, dan 4 lebih baik dari pada sensor 1.

Dari pengukuran yang telah diukur berikut ini gambar pengukuran sensor ultrasonik terhadap jarak benda menggunakan penggaris dan pengukuran jarak menggunakan serial monitor *software arduino IDE*



Gambar.4.9 Pengukuran sensor ultrasonik
 Sumber : Pribadi

Setelah pengukuran jarak lakukan pengukuran tegangan masukan (Vin) tiap sensor menggunakan multimeter dan berikut ini hasil pengukurannya :

Tabel.4.3 Hasil pengukuran tegangan masukan sensor ultrasonik

No.	Tegangan	Volt
1.	Sensor 1	5
2.	Sensor 2	5
3.	Sensor 3	5
4.	Sensor 4	5

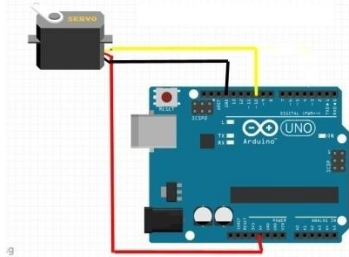
Sumber: Pribadi

Dari hasil tegangan masuk pada tiap sensor adalah 5Volt dikatakan sangat bagus karena tegangan masukan tiap sensor tetap tanpa terjadi penurunan tegangan. Hasil gambar dari pengukuran tegangan masukan sensor ultrasonik sebagai berikut:



Gambar.4.10 Pengukuran tegangan masukan sensor ultrasonik
 Sumber: Pribadi

3. Pengujian motor servo



Gambar.4.11 Rangkaian penyambungan *motor servo* dengan *arduino*

Sumber : Pribadi

Untuk hasil pengujian *servo*-nya sebagai berikut:

Tabel.4.5 Pengujian sudut *motor servo*

Sudut yang diinginkan	Pengukuran dengan busur derajat	Terjadinya <i>error</i> (%)
0°	0°	0
45°	45°	0
90°	90°	0
135°	140°	3,7
180°	185°	2,8

Sumber : Pribadi

Hasil penyimpangan sudut yang diukur sekitar 5 derajat itupun masih dapat dikatakan baik karena masih dapat ditoleransi.

4.2.1 Pengujian sistem secara keseluruhan

Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan, kinerja sistem merupakan indikasi apakah sistem mampu berjalan dengan baik atau tidak. Baik dari perangkat keras maupun perangkat lunak, keduanya harus terkoneksi dan terintegrasi dengan bagus. Untuk pengujian sebagai berikut :

a. Pengujian keberadaan gelas khusus

Pengujian dilakukan apakah sistem kerja alat sudah benar atau ada kendala. Pengujian keberadaan gelas ditujukan untuk menguji apakah hanya gelas khusus yang bisa membuka kran air. Berikut ini hasil pengujian terhadap gelas khusus:

Tabel.4.6 Pengujian keberadaan gelas khusus

Benda yang diuji	Kondisi kran
Tidak ada	Tertutup
Gelas khusus	Tertutup
Gelas lain	Tertutup

Sumber : Pribadi

Tabel hasil pengujian diatas menyatakan bahwa hanya gelas khusus yang digunakanlah yang dapat membuka kran.

b. Pengukuran jarak terhadap gelas khusus

Tabel.4.7 Pengukuran sensor terhadap gelas

Sensor HC-SR04 ke	Jarak (cm)		Hasil Serial monitor	
	Gelas kosong	Gelas penuh	Gelas kosong	Gelas penuh
1	25	17	25	17
2	12	12	13	13
3	12	12	12	12
4	5,5	5,5	5	5

Sumber : Pribadi

Hasil pengukuran di atas menyatakan bahwa sensor 1 dan sensor 2 dapat bekerja dengan baik, untuk sensor 4 terdapat selisih 5mm dan sensor 3 terdapat selisih 1cm berarti sensor 4 dan 3 kurang akurat dapat dikatakan kurang baik.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat digunakan sebagai sensor keberadaan gelas khusus dan mengukur jarak ketinggian air namun tingkat presisi sensor tersebut dikatakan kurang baik karena dalam pengujian akurasi hasil jarak dengan pengukuran terjadi penyimpangan 1cm sedangkan di *datasheet*-nya hanya 3mm.
2. Tiga buah sensor ultrasonik untuk membaca keberadaan gelas khusus dapat dikatakan baik karena mampu mendeteksi gelas khusus dan mampu mengisi air ke dalam gelas sesuai tinggi yang ditentukan.
3. Satu sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak ketinggian air dalam gelas kurang baik karena pada saat pengisian air ke dalam gelas kran air membuka tidak stabil terjadi proses buka tutup kran berulang – ulang.
4. Sensor yang digunakan kemungkinan bukanlah sensor yang *original* karena pengukuran jarak tiap sensor yang diuji terjadi hasil penyimpangan melebihi standar akurasi pada *datasheet*-nya.

5.2 Saran

Saran terkait dengan hasil pembuatan Artikel ini adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan perancangan yang lebih matang agar alat lebih baik lagi sesuai dengan fungsinya.
2. Diperlukan pengembangan pada perangkat supaya dapat meningkatkan mobilitas, tidak hanya mengisi air minum di dalam gelas saja.
3. Untuk pengembangan bisa menggunakan sensor yang *original* atau menggunakan sensor ultrasonik jenis lain yang memiliki tingkat kepresisian yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blocher, Richard (2003). “Dasar Elektronika”. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [2] Bolton, W (2006). “Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol”. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [3] Budiharto, Widodo dan Paulus Andi Nalwan (2009). “Membuat Sendiri Robot Humanoid”. Jakarta : Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- [4] Darma, Gamis Pindhika (2015). “Rancang Bangun Dispenser Otomatis Berbasis Mikrokontroler AtMega 16”. Surakarta: STIMIK AUB Surakarta.
- [5] Iswanto (2009). “Belajar Sendiri Mikrokontroler AT90S2313 dengan Basic Compiler”. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [6] Jati, Bambang Murdaka Eka dan Tri Kuntoro Priyambodo (2008). “Fisika Dasar untuk Mahasiswa

- Ilmu – Ilmu Eksakta dan Teknik”. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [7] Nalwan, Andi (2012).”Teknik Rancang Bangun Robot”. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [8] O., Rahmat (2009). “Apakah Air?”. Bandung : Penerbit Sarana Ilmu Pustaka.
- [9] Petruzella, Frank D. (2001). “Elektronika Industri”. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [10] Prof. Surya, Yohanes (2008), Ph.D. “IPA Fisika Gasing SMP/MTs Kelas VII”. Jakarta : Penerbit Kandel dan Grasindo.
- [11] Silaban, Bunga (2014). ”Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatisasi Dispenser dengan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler *Atmega 16*”. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- [12] Sugiarto (2008).”Sistem Pensaklaran Kran Air Bersih Menggunakan Sensor Ultrasonik”. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [13] Syahwil, Muhammad (2013). “Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino”. Yogyakarta : Penerbit Andi.