

PENERAPAN SENSOR ULTRASONIK PADA SISTEM PENGISIAN ZAT CAIR DALAM TABUNG SILINDER BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 16

Holy Lydia Wiharto₁, Subekti Yuliananda₂

₁Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail : holydia@untag-sby.ac.id

₂Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail : subekti.untag@gmail.com

Abstract

Ultrasonic sensor has the ability to measure the distance to an object up to 300 cm by emitting ultrasonic waves. Ultrasonic waves emitted propagating in air at the speed of sound waves 344m / sec. Reflected wave is used to detect the object distance. By using a microcontroller as a data processing, a liquid comprising system can be created. Microcontroller can control the motor driver relay to activate the pump to fill the tube and stop it if the liquid level in cylindrical tube has been reached. This system uses ultrasonic sensors GH-311, the microcontroller ATmega16, and a dc motor. The test results show, in general, GH-311 ultrasonic sensor can be applied to read the distance to the surface of the liquid, in detection range of 2cm-300cm. The system works and keep filling the tube during the waterlevel in the tube has not reached 17 cm (as setting point). The water pump stops once the water level has exceeded 17 cm.

Keywords: *Ultrasonic Sensor, Microcontroller, control, automatic*

1. PENDAHULUAN

Proses yang dilakukan berulang-ulang menjadi kurang efisien bila dilakukan secara manual. Dengan menggunakan perangkat elektronik, proses manual dapat dilakukan secara otomatis. Transducer adalah perangkat elektronik yang merubah besaran fisik (gerak mekanik, panas, tekanan, level ketinggian, dll.) menjadi besaran listrik. Transducer dapat difungsikan sebagai indera dan masukan bagi perangkat elektronik lain. Sensor ultrasonik adalah transducer yang mengubah waktu rambat gelombang ultrasonik menjadi jarak tempuh gelombang melalui konversi banyaknya pulsa yang diterima per detik, sehingga sensor ultrasonik dapat mengukur jarak obyek.

1.1. Tujuan

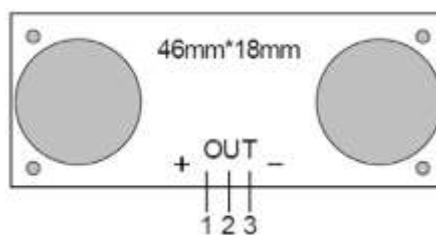
Penggunaan sensor ultrasonik GH-311 untuk mengendalikan tinggi air dalam tabung silinder sehingga didapat sistem pengisian air secara otomatis

1.2. Tinjauan Pustaka

a. Sensor Ultrasonik

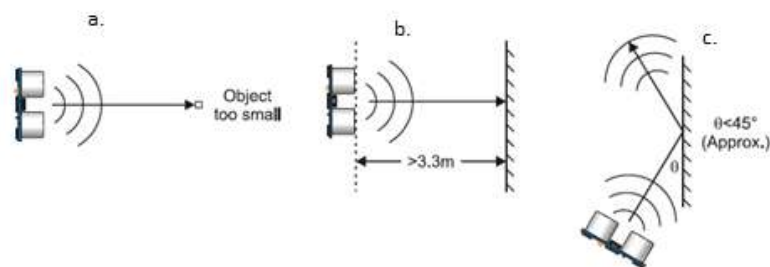
Sebagai pengambil data diperlukan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari dua bagian, yaitu rangkaian pemancar gelombang ultrasonik (transmitter) dan rangkaian penerima gelombang ultrasonik (receiver).

Sensor ultrasonik mentransmisi gelombang ultrasonik dengan kecepatan diatas jangkauan pendengaran manusia dan mengeluarkan pulsa yang sesuai dengan waktu yang dibutuhkan gelombang untuk kembali ke sensor. Sensor ultrasonik GH-311 terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal frekuensi 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz menjadi suara, sedangkan mikrofon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonic selama t_{burst} (200 μs) dan mendeteksi pantulannya (echo). Sensor GH-311 memancarkan gelombang dikendalikan dari mikrokontroler (pulsa *trigger* dengan t_{out} min. 2 μs . GH-311 mempunyai 3 pin utama, pin 1 untuk tegangan catu Vdd (+ 5Vdc), pin 2 adalah SIG Signal merupakan pin keluaran (I/O), dan pin 3 VSS untuk dihubungkan ke tanah (GND).



Gambar 1.
Skema Koneksi Sensor Ultrasonik GH-311

Jangkauan ukur sensor GH-311 berkisar 2cm (0.8 inci) hingga 300 cm. Jarak. obyek yang terlalu kecil dan bahan obyek yang lembut dan permukaan yang tidak rata sulit terdeteksi,



Gambar 2.
Arah Pancar dan Sudut Pantul Gelombang Ultrasonik

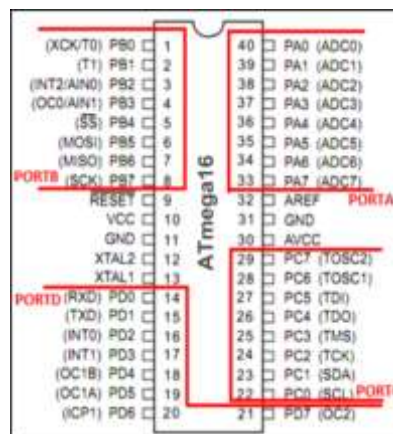
b. Mikrokontroler ATmega16

Sebagai pengolah data masukan dari sensor ultrasonik digunakan ATmega16. ATmega 16 merupakan seri mikrokontroler *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) 8-bit berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. ATmega16 mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interupsi internal dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, *power saving mode*, ADC dan PWM, mempunyai *In-System Programmable* (ISP) *Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang (read/write) dengan koneksi secara *Serial Peripheral Interface* (SPI).

ATmega16 memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler tipe MCS 51 dengan arsitektur *Complex Instruction Set Compute*, yaitu mampu mengeksekusi program lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock .

ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 Millions Instruction Per Second (MIPS) per MHz, sehingga konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah. Beberapa keunggulan dari ATmega16 :

- a. Mikrokontroler AVR 8 bit memiliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah.
- b. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz.
- c. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte.
- d. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
- e. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*.
- f. Unit interupsi dan eksternal.
- g. Port USART untuk komunikasi serial.
- h. Fitur *peripheral*:
 - 3 Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan (*compare*):
 - 2 Timer/Counter 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 - 1 Timer/Counter 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare* dan *Mode Capture*
 - Real Time Counter dengan *Oscillator* tersendiri
 - 4 kanal PWM
 - 8 kanal ADC:
 - 8 Single-ended Channel dengan keluaran hasil konversi 8 dan 10 resolusi (register ADCH dan ADCL)
 - 7 Differential Channel hanya pada kemasan Thin Quad Flat Pack (TQFP)
 - 2 Differential Channel dengan *Programmable Gain*
 - Antarmuka Serial Peripheral Interface (SPI) Bus
 - Watchdog Timer dengan *Oscillator Internal*
 - On-chip Analog Comparator
- i. Non-volatile program memory



Gambar 3.
Konfigurasi pin ATmega16 dalam *Dual In-line Package* (DIP)

Fungsi pin ATMega 16:

1. VCC (pin 10) berfungsi sebagai masukan catu daya +5v.
2. GND (pin 11 dan 31) pin *Ground*.
3. Port A (pin 33 – 40), pin *input/output* juga merupakan pin masukan ADC.
4. Port B (pin 1 – 8), pin *input/output* dan merupakan pin khusus.

Tabel 1
Fungsi Khusus Port B

Pin	Fungsi Khusus
PB0	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter0 External Counter Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB2	INT2 (External Interrupt 2 Input) AIN0 (Analog Comparator Negative Input)
PB3	OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output) AIN1 (Analog Comparator Negative Input)
PB4	(SPI Slave Select Input)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output /Slave Input)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)

5. Port C (pin 22 – 29), pin input/output dan memiliki fungsi khusus

Tabel 2
Fungsi Khusus Port C⁹

Pin	Fungsi Khusus
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC2	TCK (Joint Test Action Group Test Clock)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC4	TDO (JTAG Data Out)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)

6. Port D (pin 14 – 21) ialah pin input/output dan memiliki fungsi khusus.

Tabel 3
Fungsi Khusus Port D¹⁰

Pin	Fungsi Khusus
PD0	RXD (USART Input Pin)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)

7. *RESET* (pin 9), pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. *XTAL1* dan *XTAL2*, ialah pin masukan *external clock*.
9. *AVCC* (pin 30), pin masukan tegangan untuk ADC.
10. *AREF* (pin 32), pin masukan tegangan referensi untuk ADC.

1.3. Pemrograman Mikrokontroler ATmega16

Pemrograman

Menggunakan bahasa BASIC tingkat tinggi BASCOM-AVR. Program Basic Compiler berbasis Windows untuk mikrokontroler AVR seperti ATmega8535, ATmega16, dan lainnya

Variabel

Digunakan untuk menyimpan data sementara. Variabel diberi nama atau dideklarasikan terlebih dahulu sebelum digunakan, dengan deklarasi variable sebagai berikut:

- dimulai dengan huruf (bukan angka).
- Tidak ada nama variabel yang sama dalam sebuah program.
- Maksimal 32 karakter.
- Tanpa menggunakan spasi, pemisahan bisa dilakukan dengan garis bawah.
- Tidak menggunakan karakter-karakter khusus yang digunakan sebagai operator BASCOM.

Operator

Operator digunakan dalam pengolahan data pemrograman dan biasanya membutuhkan dua variabel atau dua parameter, operator dituliskan diantara kedua parameter. Operator-operator BASCOM-AVR.

Tabel 4.
Operator Aritmatik

Operator	Keterangan	Contoh
+	Operasi penjumlahan	A + B
-	Operasi pengurangan	A - B
*	Operasi perkalian	A * B
/	Operasi pembagian	A / B
%	Operasi sisa pembagian	A % B

Tabel 5.
Operator Relasional

Operator	Keterangan	Contoh
=	Sama dengan	A = B
<>	Tidak sama dengan	A <> B
>	Lebih besar dari	A > B
<	Lebih kecil dari	A < B
>=	Lebih besar atau sama dengan	A >= B
<=	Lebih kecil atau sama dengan	A <= B

Tabel 6
Operator Logika

Operator	Keterangan	Contoh
AND	Operasi AND	$\&B110 \text{ And } \&B101 = \&B100$
OR	Operasi OR	$\&B11001 \text{ Or } \&B10111 = \&B11111$
NOT	Operasi NOT	$\text{NOT } \&1111 = \&0000$
XOR	Operasi XOR	$\&B1001 \text{ Xor } \&B0111 = \&B1110$

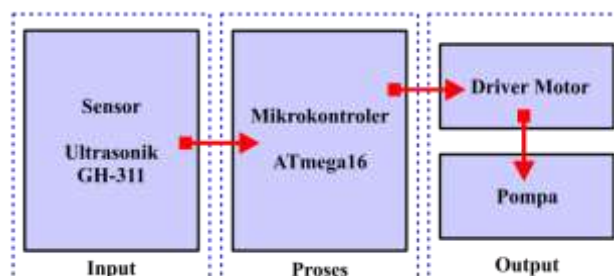
2. METODE

Dalam menyelesaikan penelitian digunakan siklus penyelesaian seperti pada diagram alir berikut.



Gambar 4.
Diagram Alir Penelitian

a. Perancangan Diagram Blok Sistem



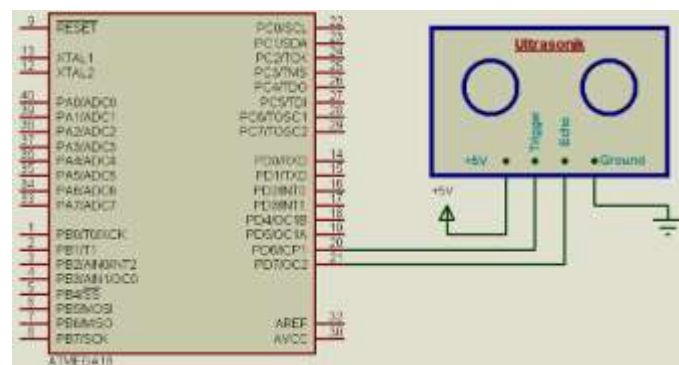
Gambar 4.
Diagram Blok Sistem Pengisian Air dalam Tabung Silinder

- Sensor ultrasonik : Sebagai pengambil data dan masukkan data untuk mikrokontroler.
- Mikrokontroler : Sebagai pusat proses data dan instruksi.
- Driver motor : Rangkaian untuk menyalakan dan mematikan pompa.
- Pompa : Perangkat yang dikendalikan.

Sistem pengisi air sebagai berikut, sensor ultrasonik memancarkan gelombang ultrasonik melalui *transmitter*, gelombang ultrasonik yang mengenai permukaan air dalam tabung silinder akan dipantulkan kembali dan diterima oleh *receiver*. Sensor ultrasonik GH-311 sebagai pengambil data jarak sensor ke permukaan air. Data ini sebagai masukkan untuk mikrokontroler ATmega16, diolah untuk mendapatkan tinggi air dalam tabung. Data yang telah diolah dibandingkan dengan ketinggian air yang diinginkan (h_{ref}) yang tersimpan di mikrokontroler ATmega16 sebagai database. Selisih (Error) yang dihasilkan diproses untuk mengaktifkan atau mematikan pompa pengisian air.

b. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dibagi menjadi 3 bagian, yaitu rangkaian peng-*input* data (sensor ultrasonik), rangkaian pengolah data (mikrokontroler), dan rangkaian penggerak relay (driver motor dan motor). Alat pengisi cairan dalam tabung silinder dirancang dengan menggunakan sensor ultrasonik tipe GH-311 dan diproses oleh mikrokontroler ATmega16. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pengambil data untuk dibandingkan dengan database pada mikrokontroler.

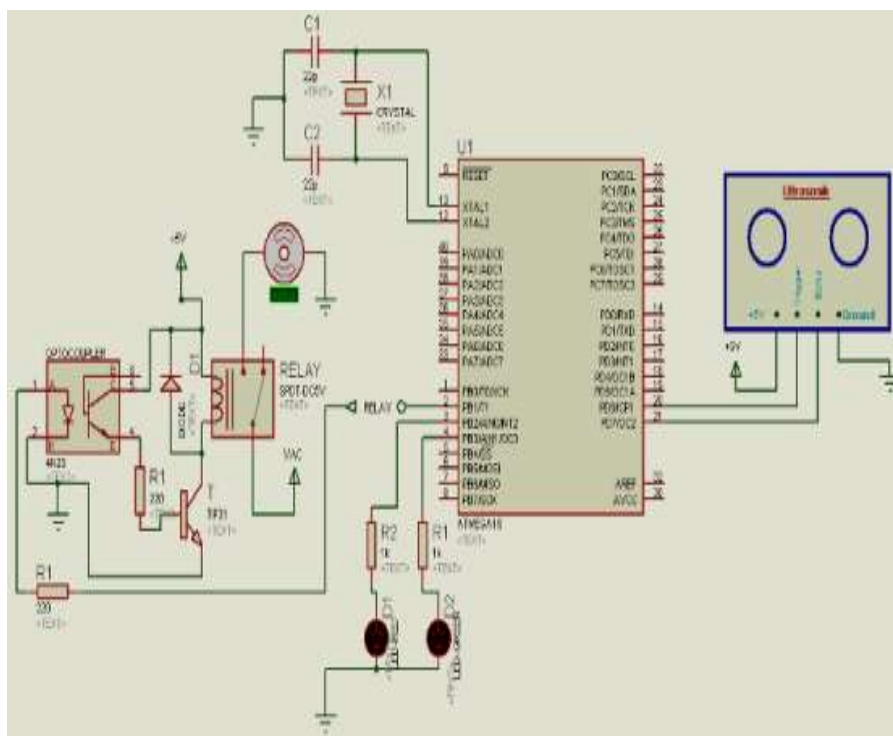


TIP 31, Optocoupler 4N2, Dioda 1A, Relay +5VDC/220VAC SPDT, dan Mikrokontroler port PB.1/T1

Pada saat data aktual ketinggian zat cair dalam tabung silinder sama dengan database yang tersimpan pada mikrokontroler telah tercapai, maka mikrokontroler yang terhubung dengan driver motor pada port PB.1/T1 akan berlogika “1” sehingga driver motor menjadi Normally Close (close-loop), dan terjadi proses pengisian air, sedangkan bila tinggi air sdh tercapai, maka port PB.1/T1 akan berlogika “0” atau menjadi Normally Open (open-loop), dan pengisian tabung berhenti.

Mikrokontroler ATmega16 merupakan pusat kontrol dari alat pengisi zat cair dalam tabung silinder yang terhubung dengan perangkat sensor ultrasonik, dan rangkaian driver motor. ATmega16 berfungsi sebagai pengolah data dari sensor ultrasonik kemudian diproses untuk mengaktifkan dan mematikan pompa air melalui rangkaian driver motor.

Tinggi air dalam tabung (*setting point*) yang diinginkan 17 cm tersimpan di data base mikrokontroler.

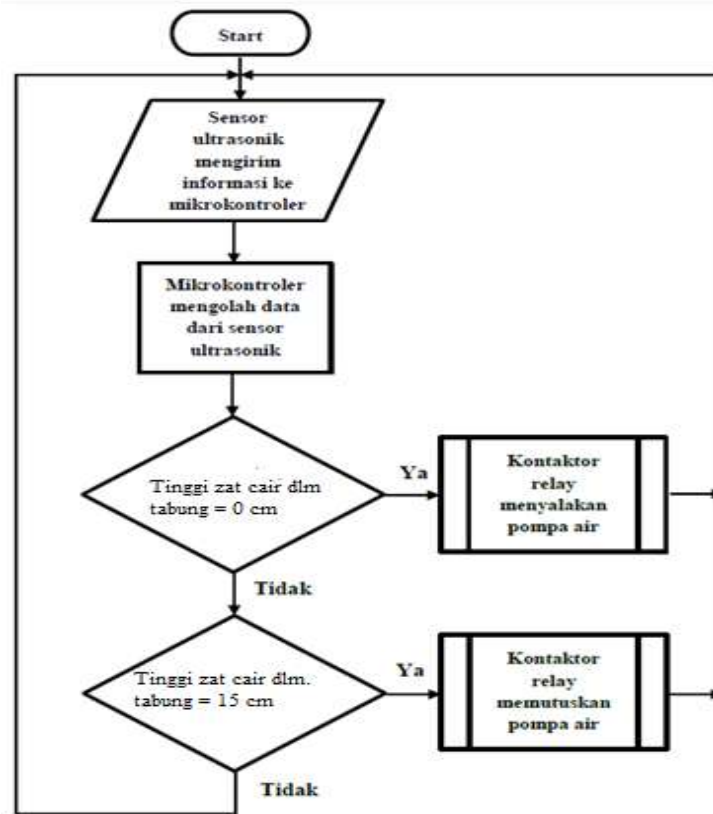


Gambar 6.
Rangkaian Alat Pengisi zat cair Otomatis

c. Perencanaan Perangkat Lunak

Perencanaan perangkat lunak pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman BASCOM AVR, dengan diagram alur program mikrokontroler seperti pada gambar 7. Perencanaan perangkat lunak adalah memprogram IC mikrokontroler sehingga sistem yang dikehendaki dapat berjalan dengan optimal. Dilakukan dengan memasukkan data dari sensor ultrasonik, berupa jarak antara sensor dan permukaan zat cair, kemudian diproses untuk menentukan tinggi zat cair, apabila data berupa ketinggian air yang telah diproses oleh ATmega16 telah sesuai dengan ketinggian yang ada pada database mikrokontroler maka dilanjutkan dengan memproses relay driver motor untuk menyalakan atau mematikan pompa air. Perangkat lunak yang dibuat dimasukkan ke mikrokontroler menggunakan perangkat

downloader Dimulai dari program perintah memasukkan data dari sensor ultrasonik, apabila data berupa ketinggian air bak mandi yang telah diproses oleh ATmega16 telah sesuai dengan ketinggian yang ada pada database mikrokontroler maka dilanjutkan dengan memproses relay driver motor untuk menyalakan atau mematikan pompa air.



Gambar 7.

Diagram Alir Algoritma Sistem Pengisian Tabung Silinder

Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan perangkat sebagai berikut:

- Software BASCOM AVR
- Software Progisp 172
- Downloader ISP V2.0
- Minimum system* mikrokontroler ATmega16
- Minimum system* relay driver motor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujiannya dilakukan untuk mengetahui ketepatan ukur rangkaian sensor, kerja relay, dan kerja sistem. Pengujian alat pengisi tabung silinder ini menggunakan tabung silinder dengan diameter 9 cm dan tinggi 20 cm. Pada awal pengujian kondisi tabung dalam kondisi kosong, rangkaian sensor ultrasonik diletakkan diatas tabung untuk mengukur jarak antara sensor ke permukaan air. Hasil ukur data jarak ini diolah oleh mikrokontroler untuk menentukan tinggi air dalam tabung dan dibandingkan dengan nilai referensi tinggi yang air yang diinginkan (database). Nilai Hasil perhitungan selisih tinggi air ini digunakan mikrokontroler untuk

mengendalikan relay driver motor untuk mengaktifkan atau mematikan kontaktor ke pompa air pengisi tabung air.

Pengujian dimulai dari kondisi tabung silinder kosong, kemudian diamati dan diambil data tinggi air saat pompa mengisi tabung dan tinggi air dalam saat pompa berhenti mengisi tabung.

Tabel 7.
Pengujian Sistem Pengisian Air dalam Tabung Silinder

Tinggi Tabung silinder [cm]	Jarak sensor GH-311 ke permukaan air Diukur dengan penggaris [cm]	Tinggi air dalam tabung [cm]	Kondisi relay/ motor dreiver/ pompa air [cm]
20	20	0	menyala/mengisi
20	17	3	menyala/mengisi
20	15	5	menyala/mengisi
20	10	10	menyala/mengisi
20	5	15	menyala/mengisi
20	3	17	menyala/mengisi
20	2	18	tidak menyala

Pada saat tabung kosong, pompa bekerja mengisi tabung, pompa air tetap mengisi tabung selama tinggi air dalam tabung belum mencapai tinggi referensi 17 cm (setting point). Pompa air berhenti mengisi setelah tinggi air sudah melebihi 17 cm.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Secara umum sensor Ultrasonik GH-311 dapat digunakan untuk mengukur tinggi air dalam tabung pada jarak jangkauan 2 cm hingga 300 cm.
2. Untuk hasil yang lebih akurat dapat dilakukan menggunakan *Parallax Ping Ultrasonic sensor*.

5. REFERENSI

- A. Winoto, “Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya”, Bandung: Informatika, 2013.
- D. Wiyono, “Panduan praktis mikrokontroler keluarga AVR”, Surabaya, 2008
- Dany, Herlambang. Dasar Teori Mikrokontroler Atmega16, tersedia di <http://usu.ac.id/bitstream/123456789/28677/4/Chapter%20II.pdf>
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi air dan udara*. Jogjakarta : Kanisi 5
- Winoto, “Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya”, Bandung: Informatika, 2011.
- D. Wiyono, “Panduan praktis mikrokontroler keluarga AVR”, Surabaya, 2008
- <http://pdf.datasheetbank.com/datasheet-download/188473/0/ETC/GH-311>.
- <http://www.datasheetbank.com/datasheet/ETC/GH-311.html>