



## RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI LEVEL PERMUKAAN AIR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO UNTUK PEMBUDIDAYAAN HIDROPONIK METODE FLOATING SYSTEM

Siti Hanan<sup>✉</sup>, Sunarno, Ian Yulianti

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Maret 2016

Disetujui Maret 2016

Dipublikasikan Juli 2016

*Keywords:*

Arduino Uno, hydroponic F  
loating system, Ultrasonic  
Sensor HC-SR04.

### Abstrak

Dalam penelitian ini telah dilakukan rancang bangun sistem kendali level permukaan air untuk pembudidayaan hidroponik metode *floating system*. Sistem kendali terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD, relay, pompa air, dan aerator. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat kendali, dimana mikrokontroler akan mengambil data yang dikirimkan oleh sensor ultrasonik sebagai pengukur ketinggian air. Data yang ditampilkan adalah data ketinggian air, batas ketinggian air, keadaan pompa air, dan aerator pada posisi on atau off. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa alat ini mampu mengukur ketinggian permukaan air dari dasar tempat penampung air 0 cm (saat tidak ada air) sampai 15 cm. Alat ini mampu melakukan pengisian air otomatis sesuai batas yang ditentukan. Batas pengisian air yang dapat diatur pada sistem kendali mulai dari 5 cm hingga 14 cm, dengan nilai eror sebesar 0,86% dan ketelitian alat sebesar 91,4%.

### Abstract

The paper presents a water level control system design for hydroponic cultivation methods floating system. The control system consists of a microcontroller Arduino Uno, HC-SR04 ultrasonic sensor, LCD, relay, water pump and aerator. Microcontroller functions as the control center by taking data transmitted by the ultrasonic sensor as the level gauge. The displayed data are the height of the water surface, the water level limit, the state of the water pump and the on-off state of the aerator. The system performance has been characterized and the results show that the system is able to measure the water level from 0 cm (without water) to 15 cm. This tool was also able to perform automatic water replenishment within the specified limits. The water limit can be adjusted from 5 cm to 14 cm, with an error value of 0.86% and accuracy of 91.4%.

## PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang meningkat, banyak lahan yang berubah fungsinya dari lahan pertanian menjadi pemukiman dan sarana publik. Hal ini menyebabkan semakin sempitnya lahan pertanian dan semakin meningkatnya kebutuhan pangan. Terkait masalah tersebut, maka saat ini ada cara lain untuk memanfaatkan lahan sempit sebagai usaha untuk mengembangkan hasil pertanian, yaitu dengan cara bercocok tanam secara hidroponik. Hidroponik adalah cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuh tanaman, namun sebagai gantinya menggunakan air yang mengandung campuran hara. Sistem tanam hidroponik memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah kebersihan lebih mudah terjaga, pengolahan media dan gulma lebih mudah dilakukan, penggunaan pupuk dan air sangat efisien, tanaman dapat diusahakan terus tanpa tergantung musim dan tanaman dapat berproduksi dengan kualitas tinggi [1]. Hidroponik sangat ideal digunakan untuk tomat, mentimun, dan sayuran berdaun seperti daun selada dan herbal, serta tanaman hias [2].

Salah satu metode hidroponik yang mudah digunakan adalah *Floating system*. *Floating system* merupakan cara penanaman suatu tanaman dalam keadaan terapung di atas larutan nutrisi. Posisi tanaman ditempatkan sedemikian rupa sehingga akarnya terendam dalam larutan nutrisi. Dalam metode ini, selain larutan nutrisi juga ditambahkan oksigen terlarut karena akar tanaman yang dibudidayakan pada sistem ini rentan mengalami pembusukan [3]. Tanaman mendapat pasokan air dan nutrisi secara terus menerus sehingga mempermudah perawatan karena tanaman tidak perlu disemprot. Namun

teknik ini memerlukan pemantauan jumlah larutan nutrisi agar perakaran selalu di atas larutan nutrisi. Dalam skala besar pemantauan secara konvensional sulit dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan sistem kontrol untuk menunjukkan posisi larutan agar perakaran tanaman tetap berada di permukaan larutan nutrisi. Sistem kontrol tersebut dapat dirancang, salah satunya dengan menggunakan teknologi mikrokontroler.

Mikrokontroler yang berada di pasaran mempunyai berbagai variasi antara lain, mikrokontroler **MCS51, AVR, dan Arduino**. Diantara ketiga jenis mikrokontroler tersebut, Arduino lebih populer saat ini karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer, memiliki sarana komunikasi USB sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya, bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap terdiri dari bahasa pemrograman standar C dan mudah diakses [4], dan memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Salah satu produk dari Arduino yang mudah diperoleh yakni Arduino Uno.

Berdasarkan uraian yang dipaparkan, dalam penelitian ini dilakukan perancangan sistem kendali level permukaan air otomatis tanaman hidroponik otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor ultrasonic tipe HC-SR04, serta penambahan oksigen terlarut menggunakan *aerator* pada metode hidroponik *floating system*.

## METODE PENELITIAN

Proses rancang bangun sistem ini terbagi atas dua perangkat yang saling berhubungan yaitu perangkat elektronik (*hardware*), serta

perangkat lunak (*software*) yang berisi instruksi untuk menjalankan program.

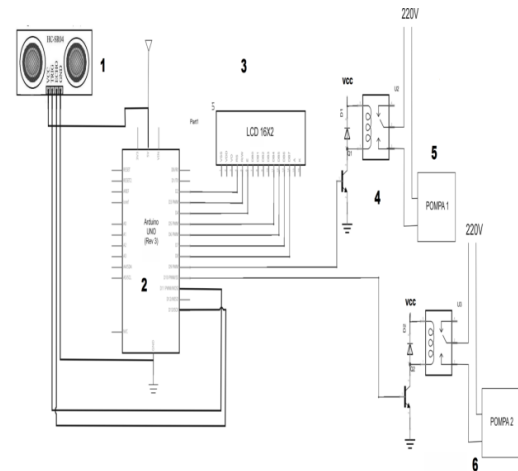
#### A. Perangkat Keras Sistem Kendali

Pada rancangan bangun perangkat keras, mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pengolah data hasil dari pengukuran dan LCD berfungsi untuk menampilkan keluaran. Sensor ketinggian yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang bekerja berdasarkan pantulan sinyal ultrasonik sebagai pengukur ketinggian air. Perangkat ini dapat diaktifkan dengan sumber tegangan 5 V dengan port USSB atau 9-12 V dengan adaptor yang telah dihubungkan dengan semua sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

#### B. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan software digunakan untuk mengolah perubahan sinyal output dari sensor level air yang telah dikondisikan. Program ini

dibuat dengan menggunakan software Arduino versi 1.1.

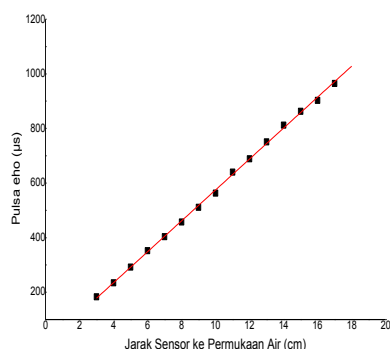


**Gambar 1.** Skema rangkaian alat kendali level permukaan air otomatis pada tanaman hidroponik metode *floating system*

### HASIL DAN PEMBAHASAN

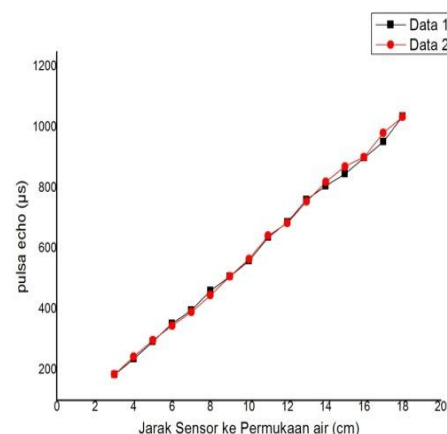
#### A. Pengujian Sensor Ultrasonik

Karakterisasi sensor dilakukan untuk mengetahui parameter pengukuran berupa linearitas, *repeatability*, dan akurasi. Karakterisasi sensor dimulai dengan jarak sensor ke permukaan air sebesar 3 cm sampai 18 cm atau sebaliknya dengan hasil selisih waktu gelombang yang dipancarkan dengan waktu yang diterima oleh sensor atau disebut pulsa echo, seperti ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik hubungan antara pulsa respon echo ( $\mu\text{s}$ ) terhadap jarak dari sensor ke permukaan air (cm)

Dari Gambar 2, didapatkan persamaan  $y = 56,655x + 8,4152$  dan  $R^2 = 0,993$ . Berdasarkan persamaan tersebut, semakin tinggi nilai  $x$  yaitu jarak sensor ke permukaan air (cm) menghasilkan nilai  $y$  yaitu pulsa echo ( $\mu\text{s}$ ) yang tinggi. Sensitivitas sensor diperoleh sebesar  $56,65 \mu\text{s}/\text{cm}$ . Sementara itu, parameter *repeatability* diperoleh dari tiga kali pengukuran tersebut.



**Gambar 3.** Grafik *Repeatability* Sensor Ultrasonik

Dari grafik pada Gambar 3, didapatkan dua nilai yang mempunyai simpangan cukup jauh yakni, 15 cm dan 17 cm. Perhitungan *repeatability* diperoleh dari perhitungan standar deviasi ( $\delta$ ). *Repeatability* dari dua data yang menyimpang mempunyai ketelitian sebesar 97,68% dan 97,20%.

#### B. Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat dilakukan untuk membandingkan alat yang dibuat dengan alat pengukuran yang sudah ada untuk menentukan ketelitian alat yang telah dibuat. Hasil kalibrasi alat dapat dilihat pada Tabel 1. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai ketinggian air dari 0 cm (sebelum diisi air) hingga 15 cm dari dasar tempat penampung air. Pada tabel ditunjukkan bahwa eror pada sistem kendali merupakan selisih antara hasil pengukuran sensor dengan pengukuran mistar dibandingkan dengan hasil pengukuran mistar. Nilai pengukuran yang dijadikan acuan adalah pengukuran menggunakan mistar.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik Mistardengan Sensor

Pengukuran Mistar (cm) $X_i$	Waktu ( $\mu s$ )	Sensor (cm) $X_s$	Error $\left  \frac{X_s - X_i}{X_i} \right  \times 100\%$
0	1034,3	0	0
1	964,67	0,96	4
2	903	1,98	5
3	862,67	2,87	0,67
4	812,3	3,98	1
5	751	5,02	1,2
6	689	5,96	0,6
7	640	6,98	4,2
8	563	7,96	0,5
9	511	8,97	1,5
10	457	9,98	3
11	403,3	10,98	2,36
12	352	12,07	0,75
13	292	12,94	1,15
14	234,3	14,04	1,07
15	183	14,95	1,6

Sensor ultrasonik HC-SR04 menghasilkan gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh

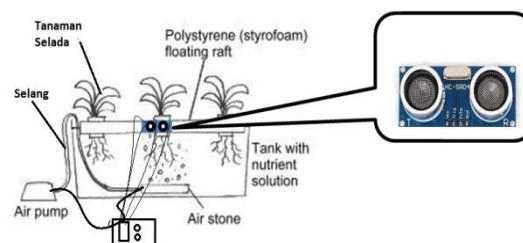
*transmitter* dan dipantulkan oleh objek, dan diterima oleh *receiver*. Sensor ini mengeluarkan gelombang ultrasonik dengan kecepatan sekitar 340 m/s [4]. Dengan menampilkan waktu tempuh selisih antara pengirim ke objek, dan kemudian ke penerima, maka didapatkan persamaan 1:

$$S = vt/2 \quad (1)$$

Alat ini bekerja pada ketinggian 0 sampai 15 cm dari dasar tempat penampung air. Pada sistem LCD, ditampilkan ketinggian permukaan larutan nutrisi, batas minimum air yang dapat diatur, kondisi pompa air dan kondisi on-off dari pompa oksigen. Pada kendali terdapat push button yang berfungsi untuk menentukan batas minimum ketinggian larutan nutrisi. Ketika permukaan larutan pada alat mendeteksi dibawah batas minimum, maka secara otomatis pompa air akan menyala dan mengisi larutan nutrisi hingga batas yang ditentukan pada alat, sedangkan pompa oksigen pada hidroponik *floating system* akan mati. Rata - rata eror pengukuran diperoleh dengan menjumlahkan eror dibagi dengan banyaknya data. Rata-rata eror sensor pada kalibrasi tersebut adalah 0,86% dan ketelitian alat sebesar 91,4%.

#### C. Penerapan Sistem Kendali Level Permukaan Air pada Hidroponik Metode *Floating System*

Penerapan alat kendali pengaliran larutan otomatis diterapkan secara langsung pada hidroponik metode *floating system* seperti terlihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Penerapan alat kendali level permukaan otomatis pada hidroponik *floating system*

Saat alat mendeteksi bahwa ketinggian permukaan larutan nutrisi diatas batas atau sama dengan batas yang telah diatur, maka pompa oksigen akan menyala dan pompa air akan mati. Pada uji coba alat, sayuran yang digunakan pada sistem hidroponik adalah selada yang sudah berusia lebih dari 2 minggu sebanyak 6 buah. Tanaman selada dapat menghabiskan kira-kira

larutan nutrisi sebesar 0,2 liter sampai 0,5 liter dalam sehari [6]. Pada penerapan sistem kendali, dilakukan kalibrasi ketika pompa mengisi larutan nutrisi sampai batas yang di-set agar pengisian larutan nutrisi tepat pada batas permukaan yang telah diatur. Batas pada sistem kendali yang dapat diatur berkisar antara 5 cm hingga 14 cm dari permukaan dasar air.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diberikan pada bab sebelumnya, telah dibuat seperangkat sistem kendali level permukaan air menggunakan mikrokontroler arduino uno untuk pembudidayaan tanaman hidroponik dengan teknik *floating system* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan karakteristik sensor; sensitivitas sensor sebesar 56,65  $\mu\text{s/cm}$ , *repeatability* pada data saat jarak sensor ke permukaan air 15 cm sebesar 97,68 % dan 17

cm sebesar 97,20 %, serta akurasi sebesar 99,3%. Alat ini mampu melakukan pengisian air otomatis sesuai batas yang ditentukan. Batas pengisian air yang dapat diatur pada sistem kendali mulai dari 5 cm hingga 14 cm. Dari hasil pengujian yang dilakukan, kerja dari pengendali pompa air dan oksigen bekerja dengan baik dalam mengontrol level ketinggian air dengan nilai eror sebesar 0,86% dan ketelitian alat sebesar 91,4%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Elecfreaks, 2010. *Ultrasonic Ranging Module HC-SR04 Datasheet*. Tersedia di <http://iteadstudio.com/store/images/products/Robot/HCSR04/Ultrasonic.rar> [diakses pada 10-04-2016]
- Kaiser, Cheryl, & Matt Ernst. 2012. *Hydroponic Lettuce*. Lexington: University Of Kentucky College Of Agriculture, Food And Environment.
- Kratky, B.A. 2009. *Three non-circulating hydroponic methods for growing lettuce. Proceedings of the International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics*. Acta. Hort. 843:65-7.
- R. Mugundhan, Murali. Soundaria. M, Maheswari. V, Santhakumari. P, & Gopal. V. 2011. "Hydroponics"- A Novel Alternative For Geoponic Cultivation Of Medicinal Plants And Food Crops. *International Journal of Pharma and Bio Science*, Vol. 2/ Issue 2/ Apr-jun 2011. Tersedia di <http://ijpbs.net> [diakses tanggal 02-11-2015].
- Sethuramalingam, T.K. ,& Karthighairasan, M. 2012. *Automatic Gas Valve Control System using Arduino Hardware*. *Bonfring International Journal of Power Systems and Integrated Circuits*, Vol. 2, No. 3.
- Wahome, Paul. K., Tajudeen O. Oseni, Michael T. Masarirambi, & Victor D. Shongwe. 2011. *Effects of Different Hydroponics Systems and Growing Media on the Vegetative Growth, Yield and Cut Flower Quality of Gypsophila (Gypsophila paniculata L)*. *World Journal of Agricultural Sciences* 7 (6): 692-698.
- Kratky, B.A. 2009. *Three non-circulating hydroponic methods for growing lettuce. Proceedings of the International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics*. Acta. Hort. 843:65-72.