

RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK PASANG SURUT OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA TANAMAN CABAI

(DESIGN OF EBB AND FLOW AUTOMATIC HYDROPONIC SYSTEM FOR CHILLI PEPPER CULTIVATION)

Buti Delya¹, Ahmad Tusi², Budianto Lanya³, Iskandar Zulkarnain⁴

¹⁾ Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3,4)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
*komunikasi penulis, email : butidelya@gmail.com

Naskah ini diterima pada 9 September 2014; revisi pada 13 Oktober 2014;
disetujui untuk dipublikasikan pada 22 Oktober 2014

ABSTRACT

Ebb and flow hydroponic system generally used a timer to control nutrient addition. The use of the timer, however has major disadvantage including inefficiency of nutrient usage. This research aimed at designing of ebb and flow automatic hydroponic system which able to turn on/off the pump based on the moisture content using microcontroller. The research was conducted at Greenhouse Facility of the Integrated Field Lab of Agriculture School, the University of Lampung from April - June 2014. The procedure begins with the manufacture of instrument, calibration, system design tool, the power supply circuit, equipment test and field test. The results showed that has been successfully realized automatic ebb and flow hydroponic system working based on the moisture content. The value of setting point obtained for controlling water content for turning on the pump was $\leq 34.95\%$ and turning off the pump was $\geq 69.83\%$. Cultivation test using chilli pepper resulted that automatic ebb and flow hydroponic system was significantly better than manually system one, in terms of plant height and number of leaves.

Keyword: Hydroponic, ebb and flow system, microcontroller, moisture content.

ABSTRAK

Sistem hidroponik pasang surut pada umumnya menggunakan pengatur waktu (timer) untuk proses pemberian larutan nutrisi. Penggunaan timer memiliki beberapa kekurangan salah satunya adalah pemberian larutan nutrisi yang tidak efisien/boros. Penelitian ini bertujuan merancang sistem hidroponik pasang surut otomatis untuk menghidupkan dan mematikan pompa pemberian nutrisi berdasarkan kadar air media tanam dengan mikrokontroler. Penelitian dilakukan di Greenhouse Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan April – Juni 2014. Prosedur pembuatan alat diawali dengan kalibrasi alat, perancangan sistem alat, rangkaian catu daya, uji kinerja alat dan uji tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terealisasi rancangan sistem hidroponik pasang surut otomatis berdasarkan kadar air media tanam. Nilai kendali kadar air untuk pompa hidup pada $\leq 34,95\%$ dan pompa mati pada $\geq 69,83\%$. Uji budidaya tanaman cabai pada sistem hidroponik pasang surut otomatis lebih baik daripada pada sistem manual, terlihat dari hasil tinggi tanam dan jumlah daun.

Kata kunci: Hidroponik, sistem pasang surut, mikrokontroler, kadar air.

I. PENDAHULUAN

Teknik *Ebb and Flow* (pasang surut) merupakan salah satu teknik hidroponik yang banyak digunakan. Sistem ini bekerja dengan memenuhi media pertumbuhan dengan larutan nutrisi dan larutan nutrisi yang tidak terserap kembali ke bak penampung (Karsono, 2013). Waktu pasang surut dapat diatur dengan menggunakan *timer*. Namun, penggunaan timer ini memiliki beberapa kekurangan yaitu dari segi penggunaan listrik dan pemberian larutan nutrisi yang tidak efisien/boros.

Salah satu upaya mengatur pemberian nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman adalah dengan rancang bangun sistem hidroponik pasang surut otomatis dengan menggunakan alat berbasis mikrokontroler Arduino Uno untuk mengontrol sistem penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pada saat ketika kadar air mencapai titik kritis sistem akan melakukan penyiraman otomatis dengan menghidupkan pompa dan mematikan pompa ketika kadar air mencapai kapasitas lapang.

Mikrokontroler Arduino Uno sendiri merupakan piranti yang dapat dimanfaatkan untuk membuat suatu rangkaian elektronik, mulai dari yang sederhana hingga kompleks. Arduino Uno ATmega328 adalah sebuah keping atau papan elektronik yang secara fungsional bekerja seperti sebuah komputer (Kadir, 2013), serta terdapat pin-pin dengan fungsi yang berbeda-beda (Utami, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun sistem hidroponik pasang surut otomatis untuk mengatur waktu menghidupkan dan mematikan pompa berdasarkan kadar air media

tanam dengan mikrontroler Arduino dan uji kinerja sistem hidroponik pasang surut otomatis hasil rancangan terhadap tanaman cabai.

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Alat dan Bahan

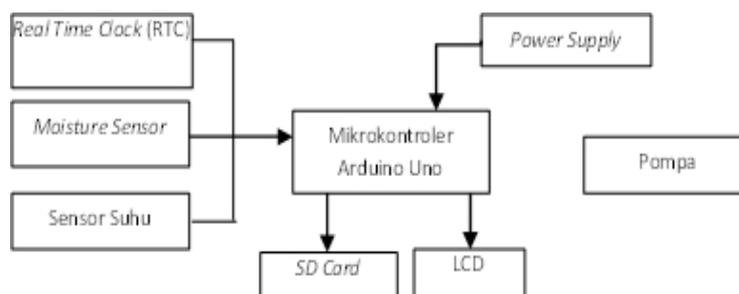
Penelitian dilakukan di *Greenhouse* Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan April 2014 sampai dengan Juni 2014. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sistem hidroponik pasang surut, mikrokontroler Arduino Uno ATmega328, sensor kadar air, sensor suhu LM35, LCD 16x2, RTC, *bread board*, PCB, relay, transistor, terminal blok, solder, timah, kapasitor, dioda, trafo, resistor, bibit cabai, pot plastik, larutan nutrisi, arang sekam dan termometer.

2.2. Perancangan Sistem

Gambar 1 memperlihatkan diagram perancangan keseluruhan sistem. Data yang didapat dari sensor suhu dan *moisture sensor* serta *real time clock* (RTC) yang terbaca akan dikirimkan menuju mikrokontroler Arduino Uno. *Power supply* digunakan untuk memberikan daya pada rangkaian. Mikrokontroler Arduino Uno akan mengendalikan *on/off* pompa secara otomatis berdasarkan pembacaan *moisture sensor* dan kemudian mengumpulkan data agar tersimpan dalam *SD card* serta ditampilkan di LCD dengan menggunakan mode 4 *bit* (Stevanus dan Setiadikarunia, 2013).

2.3. Perancangan Sistem Perangkat Lunak

Software yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler adalah Arduino (Ver 1.0.5), Gambar 2 menunjukkan *flowchart* pemrograman kendali kadar air dimana sensor



Gambar 1. Diagram perancangan keseluruhan sistem

kadar air dan sensor suhu sebagai data masukan, namun dalam sistem ini suhu tidak digunakan untuk pengendalian. Setelah data didapat, mikrokontroler akan membaca besaran kadar air dan suhu yang dikonversikan dari data analog menjadi data digital oleh ADC mikrokontroler. Mikrokontroler akan memberikan perintah program:

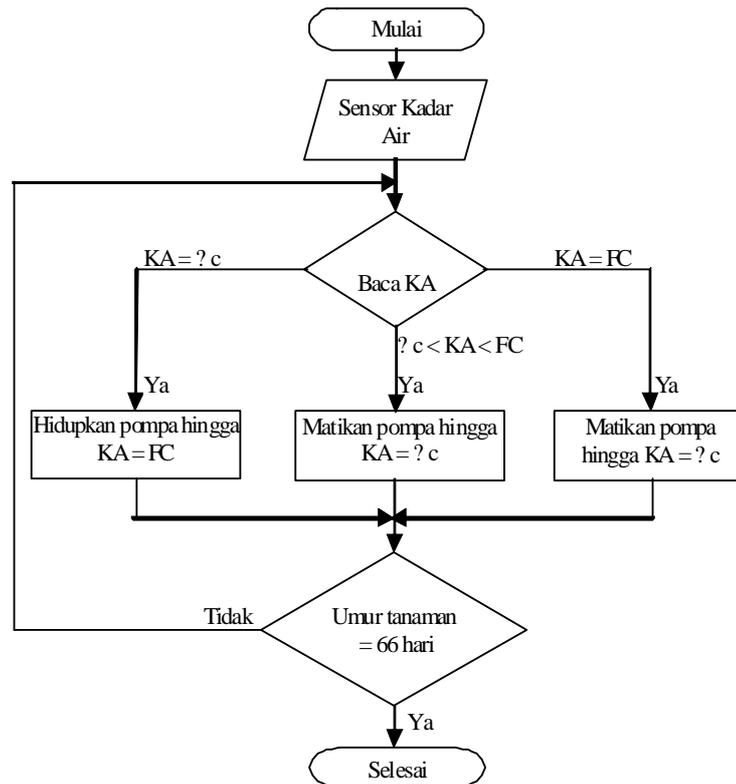
- a. Jika kadar air \leq *critical water content* (*c*) maka pompa akan *on* (hidup), kadar air naik hingga mencapai *field capacity*.
- b. Jika kadar air \geq *field capacity* (*FC*) maka pompa akan *off* (mati), kadar air turun hingga mencapai *critical water content*.

Jika *critical water content* (\bar{c}) < kadar air < *field capacity* (*FC*), pada kondisi kadar air naik maka pompa akan hidup dan sebaliknya pada kondisi kadar air turun pompa akan mati.

diturunkan menjadi 12 VAC, kemudian arus AC disearahkan dengan rangkaian *diode bridge* menjadi arus DC. Kemudian diturunkan menjadi 5 VDC (Nasrullah, 2011) yang didapat dari regulasi trafo oleh IC penstabil 7805 (LM7805).

2.5. Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat dilakukan pada sensor kadar air (*moisture sensor*). Kalibrasi dilakukan dengan mengambil enam sampel arang sekam dengan pengkondisian yang berbeda-beda. Pengkondisian dilakukan sebagai berikut:
 Kondisi 1: Sampel kering yang diletakkan di dalam ruangan selama dua hari.
 Kondisi 2: Sampel kering yang diletakkan di luar ruangan terkena sinar matahari.
 Kondisi 3: Sampel kering yang diletakkan di dalam ruangan.



Gambar 2. Flowchart program kendali kadar air

2.4. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya atau *power supply* merupakan rangkaian yang berfungsi memberikan catu daya pada rangkaian pengendali yang dibuat. Catu daya yang dihasilkan dari rangkaian ini digunakan sebagai *supply* daya ke Arduino dimana tegangan telah diturunkan sesuai dengan daya yang dibutuhkan. Tegangan yang masuk sebesar 220 VAC akan

- Kondisi 4: Sampel jenuh yang diletakkan di dalam ruangan.
- Kondisi 5: Sampel dalam keadaan kadar air kering udara.
- Kondisi 6: Sampel dalam keadaan *field capacity*.

2.6. Uji Tanaman

Uji tanaman dilakukan dengan menguji pertumbuhan tanaman cabai yaitu dengan



Gambar 3. Keseluruhan uji tanaman

melakukan pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun. Tanaman cabai menggunakan sistem hidroponik pasang surut dan dengan metode gravimetri sebagai kontrol, yang mana menggunakan batas atas (FC) dan batas bawah (\bar{c}) sama dengan sistem hidroponik dalam pemberian nutrisi. Media tanam yang digunakan dalam penelitian adalah arang sekam yang memiliki kemampuan menyimpan air dan nutrisi tinggi, aerasi optimal, kemampuan menyangga pH tinggi, lebih ringan dan sangat cocok untuk perkembangan perakaran (Purbarani, 2011). Berat arang sekam yang diberikan adalah 100 gram/pot, berat setiap pot 60 gram dan diameter penampang 12,5 cm/pot. Uji keseluruhan sistem (Gambar 3) dilakukan selama fase vegetatif tanaman cabai yaitu selama 5 minggu. Pembacaan kadar air pada media tanam

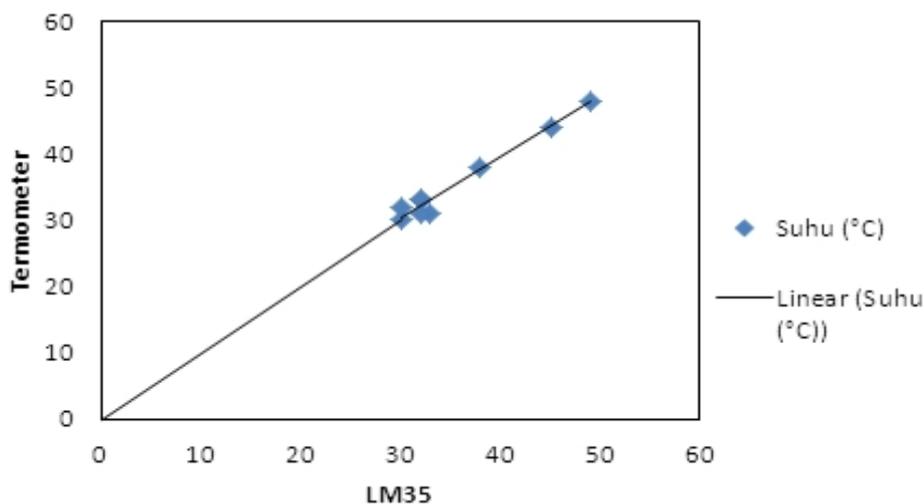
menggunakan 1 sensor dan dianggap mewakili untuk semua pot. Pengendali pompa dilakukan dengan menggunakan metode *switching (on/off)* oleh relay (Bolton, 2004).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui *error* atau kesalahan nilai suhu yang terbaca oleh sensor suhu LM35. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan suhu pada sensor dan termometer air raksa.

Berdasarkan data yang terlihat pada Gambar 4 dapat dihitung *error* atau simpangan pembacaan sensor suhu yaitu 1 °C.



Gambar 4. Grafik pengukuran suhu

3.2. Pengujian Sensor Kadar Air

Pengujian sensor kadar air dilakukan dengan cara kalibrasi, hal ini dilakukan untuk mendapatkan fungsi linear yang akan dimasukkan ke dalam program arduino. Cara kalibrasi adalah dengan mengambil sampel arang sekam dan dilakukan pengkondisian yang berbeda-beda, cara pengambilan data kalibrasi yaitu sensor ditancapkan ke sampel sehingga didapat nilai voltasenya (Buyung dan Silalahi, 2012). Dalam perhitungan persentase kadar air media tanam digunakan metode gravimetri, sehingga didapat nilai linear $KA = (-93,522 \times V) + 141,66$ dengan nilai $R^2 = 0,7915$ (Gambar 5).

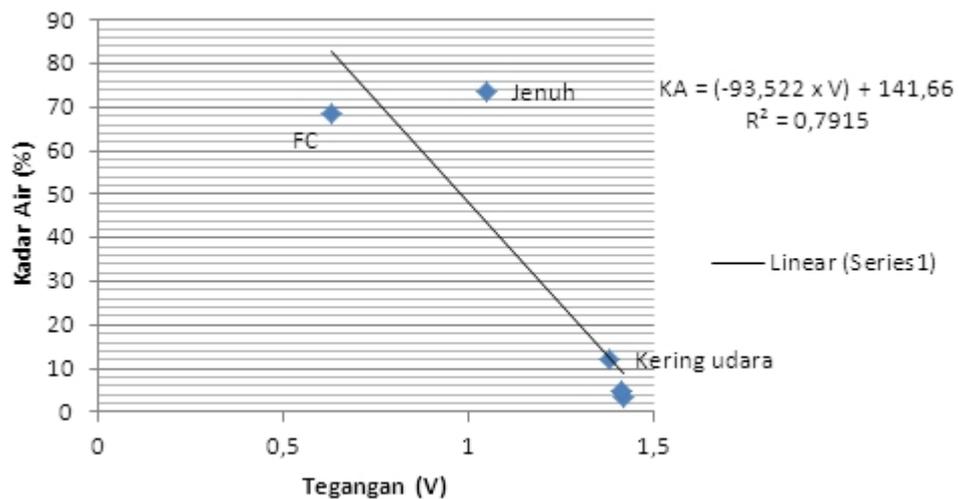
Pengujian juga menunjukkan bahwa nilai FC (*field capacity*) adalah 68,78% yang digunakan sebagai nilai kendali *off* pada pompa. Kadar air kering udara adalah 12,12%. Menurut Gandi

(2013) nilai fraksi penipisan (p) adalah 0,5 dan nilai PWP (*permanent wilting point*) 11,1% sehingga dapat dihitung nilai θ_c (*critical water content*) sebesar 39,94% yang digunakan sebagai kendali *on* pada pompa.

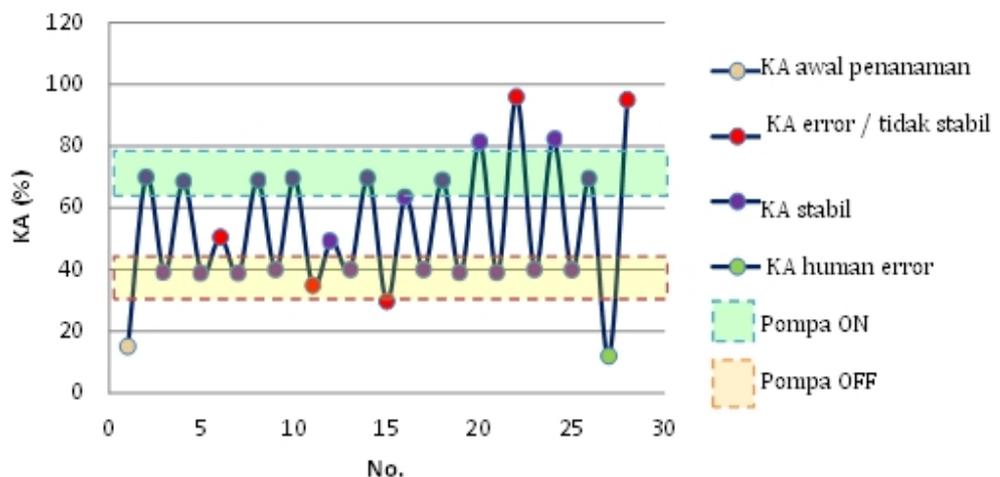
3.3. Pengujian Sistem On/Off

Pembacaan suhu dan kadar air dari awal sistem bekerja akan tersimpan di SD *card* setiap 5 menit sekali. Hasil pengujian keseluruhan sistem dapat terlihat pada Gambar 6, kondisi kadar air selama fase vegetatif dimana suhu tertinggi 51°C, terendah 26 °C dan suhu rata-rata selama fase vegetatif 34 °C.

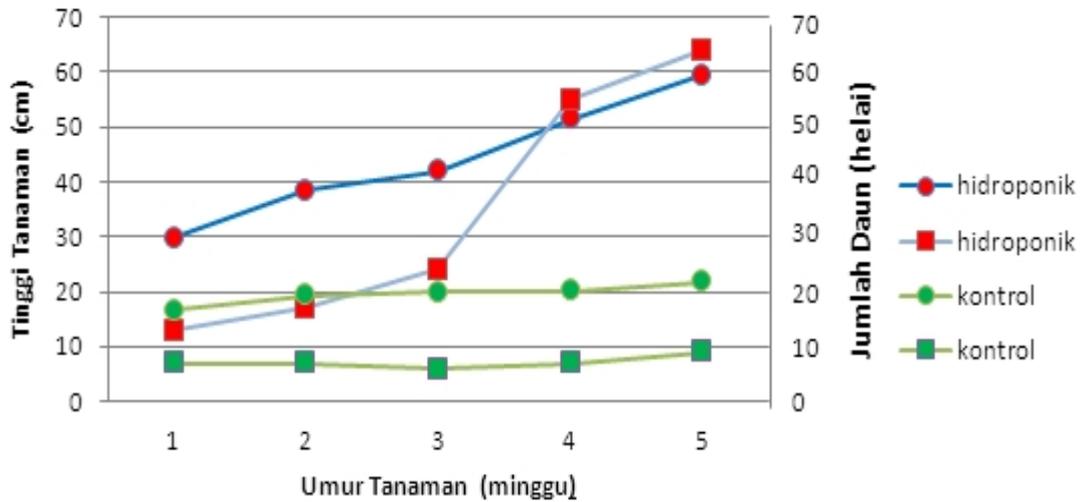
Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan kadar air selama fase vegetatif dapat terlihat kadar air sesuai yang dipertahankan proses penelitian kisaran 34,95% - 69,83% (warna ungu). Kadar



Gambar 5. Grafik kalibrasi sensor kadar air



Gambar 6. Grafik kadar air selama fase vegetatif



Gambar 7. Grafik uji tanaman selama fase vegetatif

air (warna hijau) *human error*, dimana sensor kadar air dicabut dan menyebabkan pompa *on* serta kondisi sistem menyimpan data. Pembacaan kadar air yang tidak stabil (warna merah) disebabkan sistem menyimpan data per-5 menit sekali sehingga ketika sistem menyimpan kondisi pompa sudah *on/off* terlebih dahulu serta kadar air media tanam sudah mulai menurun, tegangan (voltase) yang tidak stabil sehingga berpengaruh pada pembacaan sensor, serta dikarenakan hasil dari persamaan regresi dimana nilai koefisien regresi yaitu $R^2 = 0,7915$ tidak mendekati satu sehingga nilai *error* atau simpangan pembacaan pada sensor kadar air adalah 20,85%.

3.4. Pengujian Tanaman

Pengujian tanaman dilakukan berdasarkan tinggi dan jumlah daun tanaman pada sistem hidroponik pasang surut dan tanaman kontrol.

Data hasil uji tanaman pada seperti yang terlihat pada Gambar 7, dimana tinggi tanaman pada sistem hidroponik dan tanaman kontrol mencapai tinggi maksimum pada minggu ke-5 dan jumlah daun pada sistem hidroponik serta tanaman kontrol juga mencapai jumlah maksimum pada minggu ke-5.

Berdasarkan hasil uji tanaman, pertumbuhan tanaman dengan sistem hidroponik lebih baik daripada tanaman kontrol. Hal ini disebabkan oleh ruang pori pada media tanam tanaman kontrol tidak terisi penuh oleh larutan nutrisi, hal inilah yang menyebabkan akar tanaman sulit untuk mendapatkan unsur hara. Sedangkan pada tanaman dengan sistem hidroponik mudah untuk mendapatkan unsur hara dikarenakan larutan nutrisi yang memenuhi seluruh ruang pori media tanam. Perbedaan pertumbuhan tanaman seperti pada Gambar 8.



a. Tanaman pada sistem otomatis b. Tanaman kontrol

Gambar 8. Perbedaan pertumbuhan tanaman

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Telah terealisasi rancangan sistem hidroponik pasang surut otomatis berdasarkan kadar air media tanam.
2. Hasil uji sensor suhu LM35 menunjukkan nilai *error* atau simpangan pembacaan suhu sebesar 1 °C.
3. Rancangan kendali kadar air sistem Ebb and Flow memiliki *set point* untuk penyalan pompa pada nilai kadar air d" 34,95% dan mematikan pompa pada e" 69,83% pada budidaya tanaman cabai serta memiliki nilai *error* atau simpangan pembacaan 20,85%.
4. Hasil uji tanaman menunjukkan pertumbuhan tanaman lebih baik pada sistem hidroponik pasang surut otomatis dengan tinggi tanaman dan jumlah daun maksimum yaitu 59,5 cm dan 64 helai. Sedangkan pada tanaman dengan penyiraman manual, tinggi tanaman dan jumlah daun maksimum yaitu 21,7 cm dan 9 helai.

4.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *solar cell* atau baterai sebagai catu daya atau sumber energi listrik pada sistem otomatisasi.
2. Sistem ini dapat digunakan untuk aplikasi lain yang memerlukan pengendalian *on/off* pompa menggunakan nilai kadar air.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton, W. 2004. *Instrumentation and Control Systems*. The Boulevard, Langford Lane Kidlington. England.
- Buyung, I. dan M.H. Silalahi. 2012. *Automatic Watering Plant Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi Periode III. Yogyakarta.
- Gandi, W. 2013. Pengujian Pupuk Organonitrofos Terhadap Respon Tanaman Tomat Rampai (*Lycopersicon*

pimpinellifolium) Dalam Pot (Pot Experiment). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol 2, No 1 : 17 – 26.

- Kadir, A. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler & Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. CV. Andi Offset. Yogyakarta. 282 hlm.
- Karsono, S. 2013. *Exploring Classroom Hydroponics*. Parung Farm. Bogor. 36 hlm.
- Nasrullah, E. 2011. Rancang Bangun Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Vol. 5, No. 3 : 182 – 192.
- Purbarani, D.A. 2011. *Kajian Frekuensi dan Tinggi Penggenangan Larutan Nutrisi pada Budidaya Baby Kailan dengan Hidroponik Ebb and Flow*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Stevanus dan D. Setiadikarunia. 2013. Alat Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler PIC 16F84. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol. 3, No. 1 : 36 - 46
- Utami, L. 2010. *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Skripsi. Universitas Lampung.

Halaman ini sengaja dikosongkan