

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA IRIGASI TETES MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA

DESIGN AND TEST PERFORMANCE SYSTEM AUTOMATIC CONTROL ON DRIP IRRIGATION USING MICROCONTROLLER ARDUINO MEGA

Hendrik Candra¹, Sugeng Triyono², M Zen Kadir², Ahmad Tusi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²Staff Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email: iikchan60@gmail.com

Naskah ini diterima pada 01 September 2015; revisi pada 8 Oktober 2015; disetujui untuk dipublikasikan pada 19 Oktober 2015

ABSTRACK

Drip irrigation has been applied to provide water and nutrient solution to plants. The application of drip irrigation system at this time is not precise yet generally because water is provided based on time schedule, not base on soil water content or plant requirement for water. This research aims to design and test the performance of an automatic device that control drip irrigation system automatically; using microcontroller Arduino Mega accomplished with Zigbee technology connection. The device works based on soil water content. Water pump will be turned on when the soil moisture is less than critical water content, and will be turned off when the soil water content is higher than field capacity. Sensor calibration and validation were performed by using three different soil textures: silt loam, loamy sand, and sandy loam. Each soil sample was mixed with compost by ratio of 5: 1. The testing of the device; however, was done by using sandy loam soil texture. Sensor calibration showed that relationship between voltage and soil water content was linear with $R^2=0,88; 0,95; 0,96$ respectively for silt loam, loamy sand, and sandy loam. While, validation showed that errors were 0,63%; 0,52%; 0,60% respectively for silt loam, loamy sand, and sandy loam. The results also indicated that linear regressions (correlation between voltage and soil water content) turned out to be applicable for specific Soil Texture. Therefore, this device may not be used for general soil textures. The result of the test showed that the automatic device could work properly. Interval of data transmission was properly done per minute rather than per second.

Keywords: Drip Irrigation, Microcontroller, Automatic Control, Soil Water Content.

ABSTRAK

Irigasi tetes biasanya diaplikasikan untuk menyediakan air dan larutan nutrisi bagi tanaman. Aplikasi sistem irigasi tetes saat ini masih mengalami banyak kekurangan karena pada umumnya pemberian air dilakukan berdasarkan waktu, tidak berdasarkan pada kebutuhan air tanaman. Penelitian ini bertujuan melakukan rancang bangun dan uji kinerja perangkat otomatis pada irigasi tetes menggunakan mikrokontroler Arduino Mega dan dikoneksikan dengan teknologi *Zigbee*. Alat berkerja berdasarkan kandungan air tanah. Pompa air akan hidup ketika kadar air tanah berada pada titik kritis dan mati ketika kandungan air tanah lebih tinggi dari kapasitas lapang. Kalibrasi dan validasi sensor dilakukan dengan menggunakan tiga tekstur tanah yang berbeda yaitu lempung berdebu, pasir berlempung, dan lempung berpasir. Setiap sampel tanah dicampurkan kompos dengan perbandingan 5 : 1. Namun, Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan tekstur tanah lempung berpasir. Kalibrasi sensor menunjukkan bahwa hubungan antara tegangan dan kadar air linier dengan $R^2 = 0,88; 0,95; 0,96$ masing-masing untuk lempung berdebu, pasir berlempung, dan lempung berpasir. Sementara itu, validasi menunjukkan bahwa *error* yang terjadi 0,63%; 0,52%; 0,60% masing-masing untuk lempung berdebu, pasir berlempung, dan lempung berpasir. Hasil juga menunjukkan bahwa ternyata regresi linier (*korelasi antara tegangan dan kadar air tanah*) hanya berlaku untuk tekstur tanah tertentu. Oleh karena itu, alat ini tidak dapat digunakan untuk tekstur tanah umum. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat otomatis bisa berfungsi dengan baik. Interval transmisi data lebih baik dilakukan dalam satuan menit, bukan satuan detik.

Kata Kunci : Irigasi Tetes, Mikrokontroler, Kontrol Otomatis, Kadar Air Tanah.

I. PENDAHULUAN

Irigasi tetes merupakan salah satu jenis irigasi mikro yaitu jenis irigasi yang menggunakan air secara efisien dan berkerja secara pasti. Irigasi tetes merupakan teknologi maju dalam bidang irigasi mikro yang berkerja secara efisien guna meningkatkan produksi serta mutu hasil pertanian/perkebunan (Wardi, 2001). Sistem irigasi ini menggunakan emiter yang menjadi satu pada pipa distribusi dan dipasang dengan jarak tertentu. Sistem ini dinilai sangat sesuai untuk digunakan pada tanah-tanah yang tidak dapat menahan air dan memiliki penguapan tinggi seperti pada daerah dataran rendah (Kasiran, 2006). Aplikasi irigasi tetes digunakan untuk mengairi media tanam dan memberikan larutan nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Salah satu kekurangan penerapan irigasi tetes adalah pemberian air irigasi yang tidak dapat disesuaikan dengan kondisi media tanam. Penggunaan pengatur waktu (*timer*) dalam pengaplikasian irigasi tetes masih kurang efektif karena hanya mampu memberikan air irigasi berdasarkan interval waktu dan tidak dapat mengendalikan kelebihan atau kekurangan air irigasi. Pemberian air irigasi biasanya dilakukan disaat tanah sudah berada dalam kondisi kritis ataupun masih dalam keadaan jenuh. Akibatnya, tanaman akan mengalami cekaman pada kondisi kritis dan dapat mengalami busuk akar apabila dalam keadaan jenuh yang dapat mempengaruhi produktivitas.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam melakukan pemberian irigasi adalah dengan menggunakan sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler untuk melakukan penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman (Delya, 2014). Aplikasi sistem kontrol otomatis pada irigasi tetes dapat memberikan nilai efisiensi yang tinggi dalam penggunaan air karena berkerja berdasarkan batas kritis hingga kapasitas lapang. Kontrol otomatis juga dapat mengurangi rutinitas kerja dalam mengairi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun dan uji kinerja sistem irigasi tetes secara otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Mega serta melakukan pengujian pengiriman data menggunakan koneksi teknologi *Zig-Bee*.

II. BAHAN DAN METODE

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di *greenhouse* mini jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Februari – Juli 2015. Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem Irigasi Tetes, Mikrokontroler Arduino Mega, *Soil Moisture Sensor*, *Display 2 X 16*, *Wireless XB-S2*, *PCB*, *Relay*, *Data Logger/SD Card Module*, *Acrylic*, *Terminal Block*, *Water Pump*, *USB To Serial RS 232 Cable Adapter*, Komputer, Media Tanam, dan Sampel Tanah.

2.2 Perancangan Alat

2.2.1 Kriteria Desain

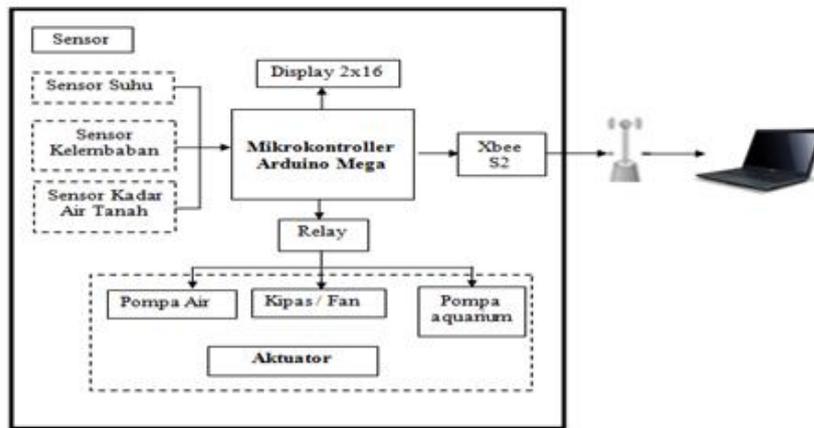
Alat yang dibuat memiliki beberapa kriteria untuk menggambarkan tahapan perancangan yang dilakukan. Kriteria desain dari alat yang dibuat adalah sebagai berikut:

1. Alat yang dibuat mampu membaca nilai kadar air dan memberikan aksi pada pompa.
2. Alat mampu melakukan pemberian air irigasi berdasarkan *set point* dari pembacaan nilai kadar air.
3. Pemantauan dan pengendalian dapat dipantau dari jarak jauh dengan menggunakan teknologi *ZigBee* yang saling terhubung antara alat dengan komputer.

2.2.2 Desain Struktural

Block diagram menggambarkan perancangan dari keseluruhan sistem (Gambar 1). Data yang didapatkan dari pembacaan sensor kadar air tanah akan dikirimkan menuju Arduino Mega, kemudian dari data yang didapatkan digunakan untuk memberikan aksi dari komponen aktuator yang digunakan. Data yang terbaca oleh alat akan ditampilkan menggunakan LCD 2 X 16 dan dipantau dengan menggunakan teknologi *Zigbee* secara *half duplex* yang dihubungkan dengan Komputer (Ilham, 2012).

Mikrokontroler mendapatkan masukan dari sensor kadar air tanah (*Soil Moisture*) yang masuk ke pin analog 2, kemudian pin digital output 12, 11, 5, 4, 3, 2 masuk ke pin data pada LCD 16 x 2 sebagai penampil kadar air tanah pada tanaman di *greenhouse*. Pin 7 digunakan sebagai *output* mikrokontroler sebagai pengendali hidup matinya pompa dan pemberian air irigasi. Pin 0



Gambar 1. Diagram perancangan, pemantauan dan pengendalian

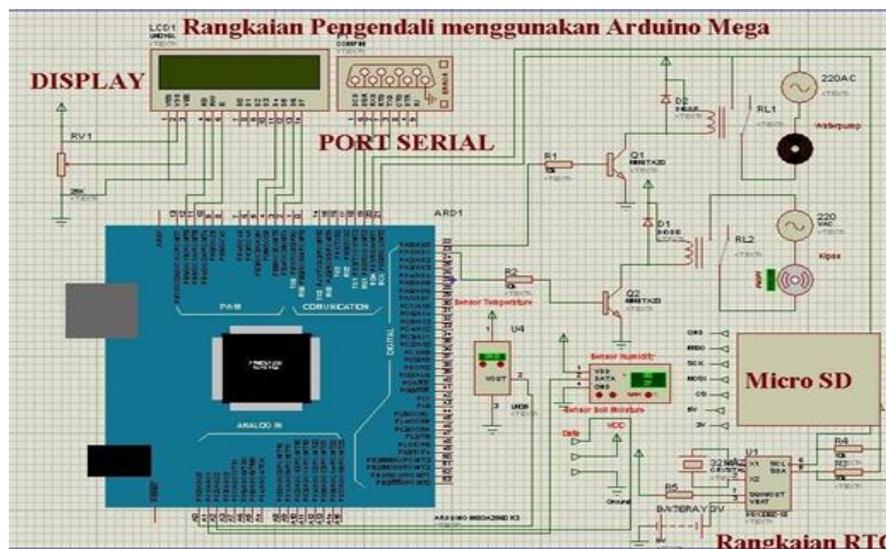
(RX) dan Pin 1 (TX) digunakan sebagai komunikasi *wireless* Xbee antara mikrokontroler dengan Laptop.

2.2.3 Desain Fungsional

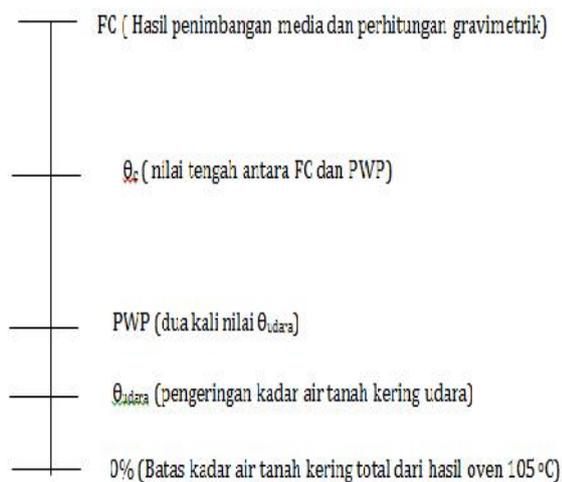
Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan software Arduino (Ver. 1.0.6). Perintah yang akan dijalankan oleh arduino adalah mengubah data voltase menjadi data kadar air melalui rumus linearitas yang dimasukkan dalam program. Pemberian perintah pada arduino dilakukan berdasarkan penetapan batas nyala aktuator sebagai berikut:

- a. Jika kadar air = critical water content (θ_c) maka pompa akan on (hidup), kadar air naik hingga mencapai field capacity (FC).
- b. Jika kadar air = field capacity (FC) maka pompa akan off (mati), kadar air turun hingga mencapai critical water content (θ_c).

Untuk mengetahui banyaknya kadar air pada saat kapasitas lapang (FC), sampel tanah yang diuji direndam dan dibiarkan hingga sampai pada saat kondisi konstan, kemudian dilakukan analisis laboratorium dengan menggunakan metode Gravimetrik. Pengukuran kadar air basis masa kering udara (θ_{udara}) dilakukan untuk menentukan nilai kadar air pada titik layu permanen (PWP). Masa kadar air kering udara (θ_{udara}) didapatkan dari pengeringan sampel tanah (0%) menggunakan oven pada suhu 105 °C. Nilai titik layu permanen (PWP) didapatkan dari dua kali batas kadar air masa kering udara (θ_{udara}) yang dijemur. Nilai batas kritis (θ_c) diambil dari nilai tengah antara batas titik layu permanen (PWP) hingga batas kapasitas lapang (FC) (Gandi, 2013).



Gambar 2. Rangkaian Pengendali Menggunakan Arduino Mega



Gambar 3. Penentuan nilai kadar air

2.3 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor kadar air tanah dilakukan pada tekstur tanah yang berbeda. Penentuan tekstur tanah dilakukan sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel tanah sebanyak 100 g.
2. Pelarutan tanah dengan air dengan perbandingan 1 : 3 pada gelas ukur.
3. Penambahan larutan (*detergen*) sebanyak 10 g atau satu sendok makan.
4. Diaduk hingga tercampur dan dibiarkan mengendap.
5. Penentuan persentase pasir, lempung dan debu dari hasil endapan.
6. Penentuan jenis tanah dengan menggunakan segitiga tekstur menurut USDA.

Setelah tekstur tanah didapatkan, dilakukan pengambilan sampel tanah untuk mengetahui nilai kadar air tanah. Proses penentuan kadar air tanah dilakukan sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel tanah sebanyak 25 kg.
2. Pencampuran tanah dan kompos dengan perbandingan 5:1 pada lima buah media.
3. Penjenuhan tanah dengan cara direndam.
4. Penirisan tanah selama 24 jam.
5. Penimbangan berat massa tanah dan perhitungan kadar air menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{BB - BK}{BB} \times 100 \%$$

Keterangan :

BB = Berat basah (gr)

BK = Berat Kering (gr)

(Tim Dosen, 2012).

Setelah data kadar air didapatkan, dilakukan kalibrasi alat dengan mencari hubungan antara voltase dan pembacaan kadar air pada alat. Hasil pembacaan merupakan formula yang didapatkan dari garis linier hubungan antara voltase dengan pembacaan kadar air pada media dengan menggunakan rumus:

$$Y = aX + b$$

Dimana :

a,b = Nilai Konstanta yang dihasilkan

Y = Pembacaan kadar air tanah (%)

X = Pembacaan Voltase Alat (V)

2.4 Validasi Sensor

Validasi merupakan perbandingan antara pembacaan nilai kadar air tanah terdeteksi dengan analisis laboratorium. Validasi alat dilakukan untuk mencari nilai penyimpangan (*error*) yang terjadi pada alat yang dibuat. Validasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel tanah yang berbeda dari tanah semula dengan tekstur tanah yang sama sebanyak 25 kg.
2. Pencampuran tanah dan kompos dengan perbandingan 5:1 pada lima buah media.
3. Penjenuhan dan penirisan media tanam.
4. Penentuan kadar air media tanam berdasarkan perhitungan dan analisis laboratorium.
5. Pembacaan nilai kadar air pada alat kontrol.
6. Perbandingan antara kadar air yang terbaca pada alat dengan hasil analisis laboratorium.

2.5 Uji Kinerja Kontrol

Uji kinerja alat dilakukan dimana alat kontrol otomatis yang telah dirancang akan mengendalikan seluruh kinerja sistem secara otomatis. Pengendalian kadar air tanah dilakukan berdasarkan nilai batasan pemberian aksi antara batas titik kritis (θ_c) sampai dengan batas kapasitas lapang (FC). Seluruh rangkaian dari sensor akan dihubungkan ke mikrokontroler. Data yang terbaca pada alat akan dihubungkan dengan menggunakan teknologi *Zigbee* yang terhubung dengan Komputer. Hal ini dimaksudkan untuk melakukan pengendalian jarak jauh (*line outside*). Komunikasi *Zigbee* merupakan komunikasi secara *half duplex*. Data yang terkirim akan ditampilkan pada monitor dan tersimpan dalam format *data* atau *txt*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Tekstur Tanah

Pengujian media tanam merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui jenis tanah yang akan digunakan. Pengujian media tanam merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tekstur tanah yang akan digunakan. Pengujian ini dilakukan berdasarkan persentase kandungan pasir, debu, dan lempung yang terdapat pada tanah dan dicocokkan dengan segitiga tekstur (Islami, 1995). Pengujian ini juga bertujuan untuk menghidupkan komponen aktuator dari pembacaan nilai batasan (*range*) antara titik kritis (θ_c) hingga kapasitas lapang (FC). Hasil pengujian dari tiga tekstur tanah ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tekstur Tanah

No	Tekstur	FC (%)	PWP (%)	θ_c (%)
1	Lempung Berdebu (<i>Silt Loam</i>)	37,5	18,8	28,15
2	Pasir Berlempung (<i>Loamy Sand</i>)	25,5	14,3	19,9
3	Lempung Berpasir (<i>Silty Clay</i>)	36,7	22,3	29,5

3.2 Perancangan Alat

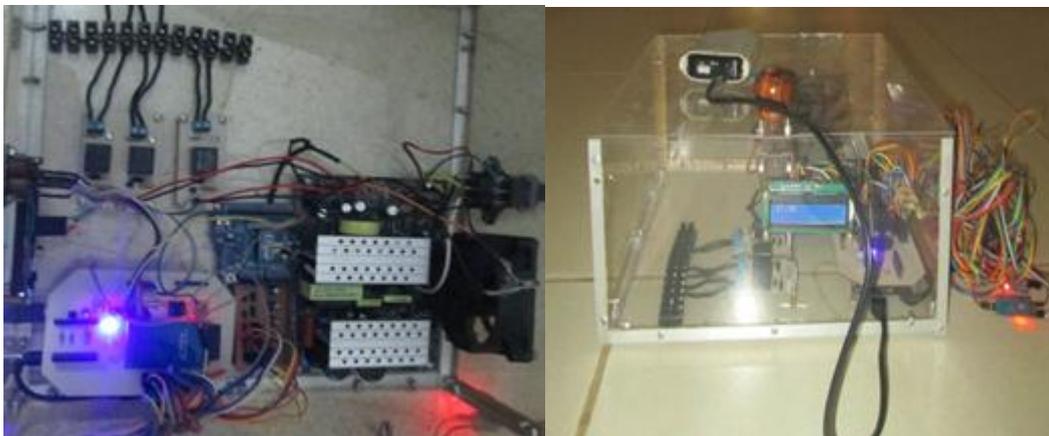
Perancangan alat terbagi atas lima tahapan yaitu komponen catu daya, penampilan data (*interface*), penyimpanan data (*data logger*), pengiriman data, dan pemberian aksi. Penyimpanan data dilakukan dengan menggunakan kartu memori (*SD card*) yang terhubung dengan papan arduino (*arduino board*). Kemudian pemberian aksi dilakukan oleh komponen relay. Perakitan komponen menjadi satu kasatuan yang utuh dan ditempatkan ke dalam sebuah *box* dengan

dimensi P x L x T sebesar 30 cm x 30 cm x 15 cm (Gambar 3). Komponen catu daya berfungsi mengubah arus bertegangan tinggi menjadi arus bertegangan rendah dengan besar tegangan input sebesar 5 V hingga 12 V. Tegangan 5 V digunakan sebagai tegangan listrik pada papan arduino sedangkan 12 V digunakan sebagai tegangan listrik pada komponen-komponen penggerak aktuator (Nasrullah, 2011). Pengoperasian sistem dilakukan berdasarkan nilai *set point* kadar air yang terbaca. Sistem mampu dioperasikan dengan memberikan perintah-perintah pada sistem arduino. Sistem yang dibuat merupakan bahasa program yang merupakan formula dari nilai linier hubungan voltase dengan nilai kadar air tanah yang dimasukkan untuk mengoperasikan alat ke dalam sistem Arduino.

3.3 Kalibrasi Alat

3.3.1 Kalibrasi Sensor Kadar Air Tanah (*Soil Moisture*)

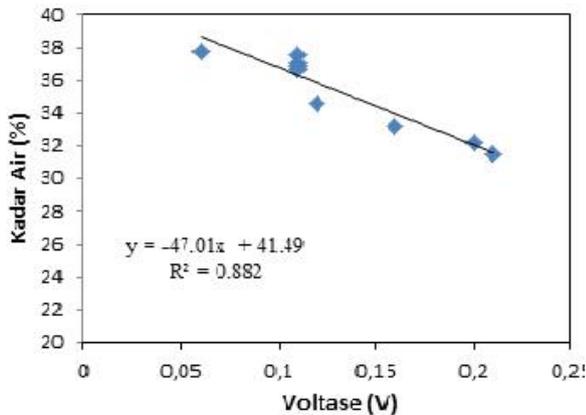
Proses kalibrasi alat dilakukan pada tiga jenis tanah yang berbeda dengan cara mencari nilai hubungan antara voltase yang terbaca alat dan banyaknya Kadar air yang terkandung (Suhardiyanto, 2006). Media yang digunakan dalam proses kalibrasi berupa campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 5 : 1. Proses kalibrasi merupakan pengamatan untuk mencari hubungan antara nilai kadar air dengan



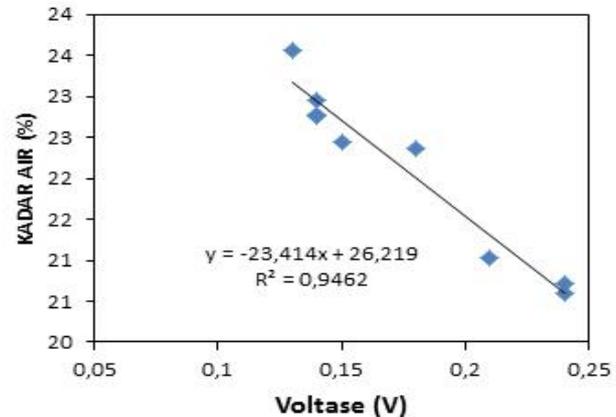
Gambar 4. Hasil Perancangan Alat

pembacaan voltase terukur pada alat. Fungsi kalibrasi dihasilkan dari tiga jenis tanah dengan menggunakan rumus linieritas yang ditunjukkan oleh Gambar 5, 6, dan 7.

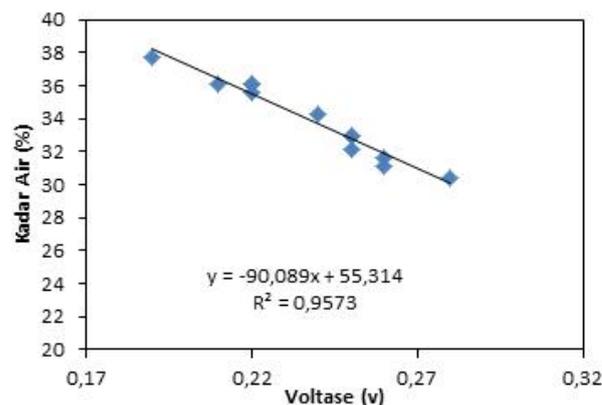
sampel tanah ketiga lebih akurat apabila dibandingkan dengan hasil kalibrasi tanah kedua dan pertama. Berdasarkan pengujian tanah yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan media



Gambar 5. Hubungan voltase dan kadar air tanah lempung berdebu (*silt loam*)



Gambar 6. Hubungan voltase dan kadar air tanah pasir berlempung (*loamy sand*)



Gambar 7. Hubungan voltase dan kadar air tanah lempung berpasir (*silt clay*)

Dapat dilihat pada grafik bahwa nilai regresi kadar air yang dihasilkan berbanding terbalik dengan pembacaan voltase pada sensor. Semakin basah suatu media maka nilai resistansi yang diberikan akan semakin kecil dan sebaliknya. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh grafik didapatkan nilai regresi linier yang dihasilkan sebesar $y = -47,01x + 41,19$ dengan akurasi pembacaan $R^2 = 0,882$.

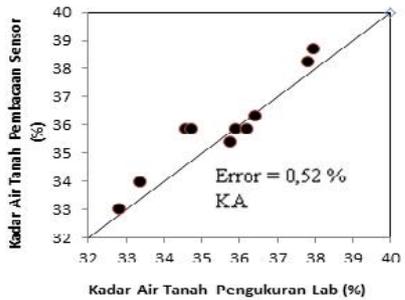
Nilai regresi yang dihasilkan dari pengujian tanah kedua adalah $y = 23,41x + 26,21$ dengan nilai akurasi $R^2 = 0,946$. Pada jenis tanah kedua banyak mengandung unsur pasir dimana seperti yang diketahui bahwa pasir memiliki sifat yang sangat porous dan sulit mengikat unsur larutan. Nilai regresi pada pengujian tanah ketiga sebesar $y = -90,08x + 55,31$ dengan akurasi pembacaan sebesar $R^2 = 0,957$. Pengujian kalibrasi pada

yang sangat cocok digunakan untuk aplikasi alat adalah tanah dengan tekstur lempung berdebu (*silt clay*) dengan batas nilai toleransi pembacaan sebesar 4,3%.

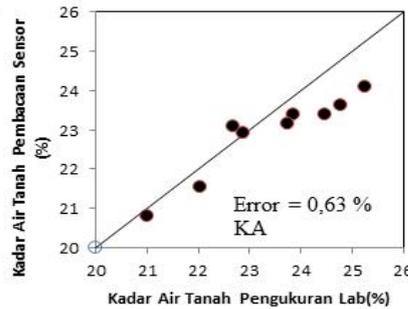
3.4 Validasi Alat

3.4.1 Sensor Kadar Air Tanah (*Soil Moisture*)

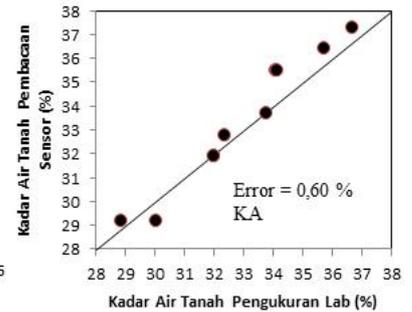
Validasi kadar air tanah dilakukan pada tiga jenis tanah yang dijadikan sebagai sampel. Validasi merupakan perbandingan antara nilai kadar air yang terbaca oleh alat dengan nilai kadar air hasil uji laboratorium. Pembacaan nilai kadar air tanah dipengaruhi oleh besaran nilai linearitas dari hasil pengujian sampel tanah yang dimasukkan kedalam program. Berdasarkan



Gambar 8. Perbandingan antara pengukuran lab dan pembacaan sensor kadar air tanah lempung berdebu (*silt loam*)



Gambar 9. Perbandingan pembacaan kadar air tanah pasir berlempung (*loamy sand*)



Gambar 10. Perbandingan pembacaan kadar air tanah lempung berpasir (*silt clay*)

Data kadar air tanah yang dihasilkan didapatkan dari perolehan nilai linearitas yang digunakan dalam program. Data diatas merupakan hasil pembacaan alat dari perolehan formula linear pada jenis media tanam lempung berdebu (*silt loam*) yang memiliki nilai regrasi sebesar $y = -47,01 x + 41,49$ (Gambar 8). Dari data yang terbaca oleh alat dibandingkan dengan analisis kadar air tanah di Laboratorium. Berdasarkan grafik yang telah ditunjukkan dapat dilihat bahwa nilai pembacaan kadar air tanah yang terbaca oleh alat tidak terlalu jauh berbeda dengan penyimpangan nilai (*error*) yang dapat terjadi sebesar 0,52% kadar air.

Pengujian ini juga tidak jauh signifikan dengan pembacaan nilai kadar air yang dilakukan di Laboratorium. Besarnya penyimpangan (*error*) yang dapat terjadi sebesar 0,63 % Kadar Air. Dengan nilai linier $y = -23,41x + 26,21$ (Gambar 6). Sampel tanah ketiga menggunakan rumus y

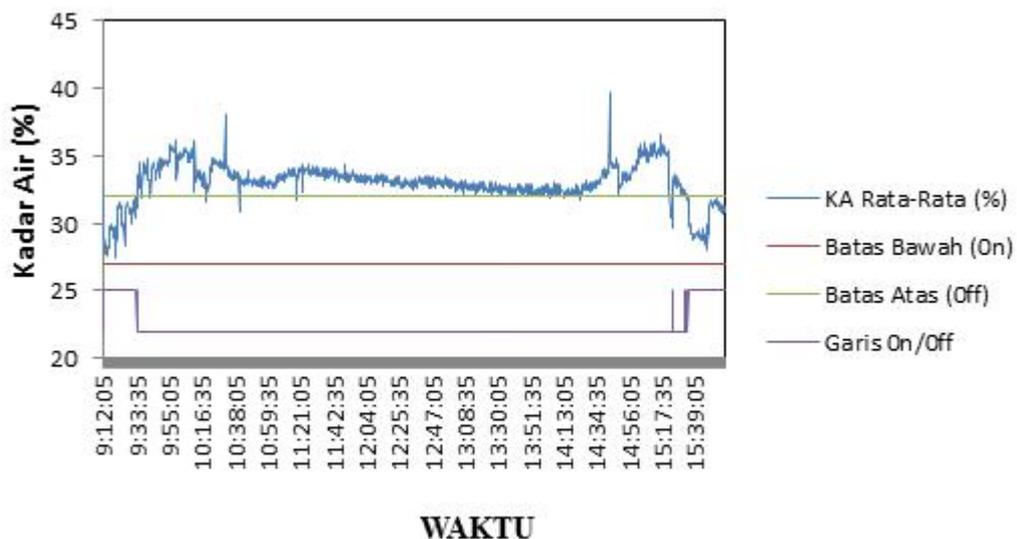
$= -90,08x + 55,31$ (Gambar 9). Besarnya penyimpangan yang terjadi sebesar 0,6% Kadar Air.

3.5 Uji Kinerja Alat

Uji kinerja alat merupakan penerapan alat pada lokasi untuk mengetahui apakah alat yang dibuat mampu bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Penerapan alat ini dimaksudkan mampu memberikan aksi-aksi dari komponen aktuator untuk bekerja dalam memenuhi kebutuhan air.

3.5.1 Kadar Air Tanah dan Sistem Irigasi

Pembacaan kadar air tanah dilakukan disaat alat yang dibuat mulai dioperasikan. Pembacaan alat ini berdasarkan pembacaan kadar air pada sampel tanah yang diuji. Tanah yang digunakan dalam proses uji coba merupakan tanah yang memiliki tekstur lempung berpasir (*loamy sand*) dengan nilai regresi $y = -90,08 x + 55,31$ (Gambar 10). Hasil pengujian alat dan pembacaan sensor



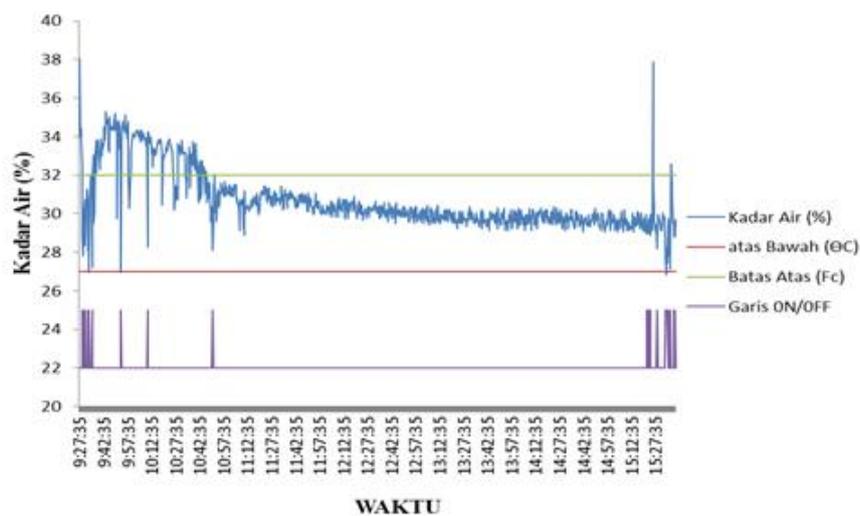
Gambar 11. Pembacaan Kadar Air Tanah dan Pemberian Aksi hari ke-2

hari ke-2 serta pemberian aksi dapat dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan program yang telah dibuat, pemberian air irigasi dilakukan apabila kondisi kadar air terbaca pada nilai 27% dan akan mati pada kadar air 32%. Setelah alat diaplikasikan, ternyata kadar air terus meningkat disaat pompa telah berhenti menyala. Kenaikan nilai kadar air ini disebabkan oleh komponen sprinkler yang juga menyala dan memberikan aksi sehingga menyebabkan penambahan jumlah volume air pada media tanam. Penambahan air yang dilakukan oleh komponen sprinkler mempengaruhi pembacaan nilai kadar air yang terdeteksi oleh alat dan terus mengalami peningkatan sehingga melebihi dari batas (*range*) yang telah ditetapkan.

Perubahan nilai pembacaan juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban pada media tanam. Suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi penyebaran air pada media tanam sehingga menyebabkan nilai kadar air terbaca selalu berubah.

3.5 Pengujian Pengiriman Data dan Koneksi Teknologi Zig-Bee

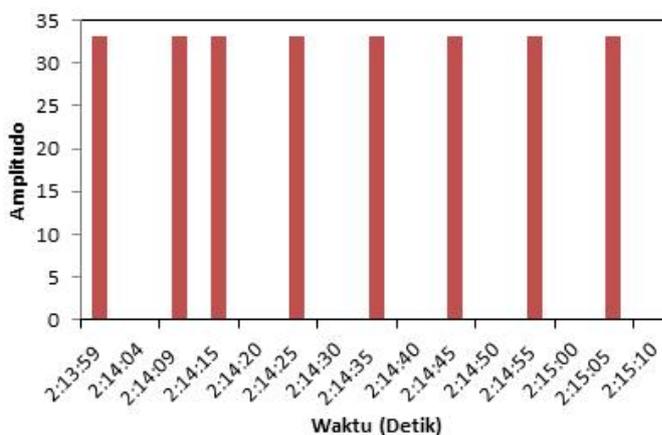
Pengiriman nilai terbaca didapatkan dari pembacaan alat yang diteruskan dengan menggunakan koneksi berbasis wireless. Komunikasi alat dengan Komputer (*user*) terjadi secara *Half duplex* dimana sistem pembacaan dihasilkan dari data keluaran (*Do*) pada Arduino



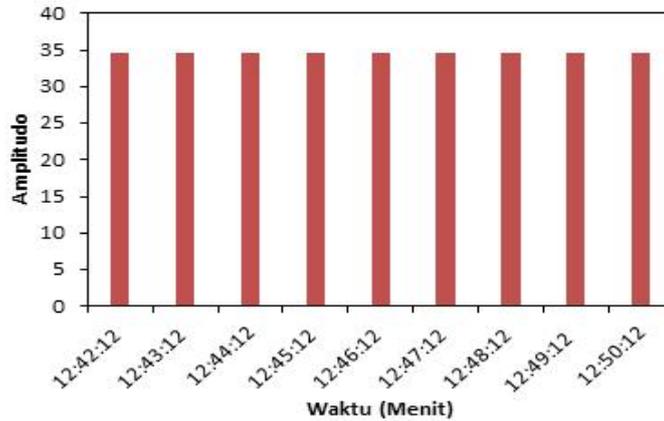
Gambar 12. Pembacaan Kadar Air Tanah dan Pemberian Aksi hari ke-21

Pengujian pada hari ke-21 (Gambar 12) menunjukkan pembacaan kadar air tanah yang dilakukan oleh alat tetap dalam keadaan stabil. Nilai pembacaan kadar air yang berada di antara nilai batas (*range*) antara 27% hingga 32% bukanlah menandakan dilakukan pemberian air

menuju wireless dan diteruskan menuju Data masukan (*Di*) hasil pengiriman menuju Komputer (Ilham, 2012). Data pengiriman data berdasarkan interval waktu dapat dilihat pada lampiran dan pada Gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Pengiriman data satuan detik (5000 ms)



Gambar 14. Pengiriman data satuan menit(60.000 ms)

Dari pengiriman data yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa masih terjadi data yang tidak tersimpan (*loss data*). Hal ini dapat terjadi diakibatkan oleh banyak faktor seperti jarak pengiriman, gedung penghalang, koneksi wireless, frekuensi, dan banyaknya bit yang mampu dikirim oleh alat. Pada pengiriman dengan interval waktu lima detik, masih banyak data yang tidak tersimpan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memperpanjang jarak interval waktu pengiriman seperti yang ditampilkan pada Gambar 14.

Dapat dilihat bahwa pengiriman data dengan interval waktu satu menit lebih stabil jika dibandingkan dengan pengiriman yang sebelumnya. Pengiriman data dengan memperpanjang interval waktu dapat mengurangi beban kerja yang dapat diterima oleh alat saat beroperasi. Alat beroperasi dengan satuan bit per detik sehingga dibutuhkan waktu tambahan untuk mencapai nilai amplitudo dan frekuensi yang sesuai dalam melakukan pengiriman dan penerimaan data oleh komputer. Berdasarkan pengujian transmisi data, maka dapat disimpulkan bahwa interval waktu yang baik dalam melakukan pengiriman adalah satu menit.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai Rancang Bangun dan Uji Kinerja alat, maka dapat disimpulkan:

1. Telah terealisasi rancangan sistem kontrol otomatis yang berkerja berdasarkan pembacaan nilai kadar air tanah.

2. Hasil kalibrasi dan validasi alat menunjukkan penggunaan formula regresi hubungan voltase dengan kadar air tanah ternyata berlaku secara spesifik (*tekstur tanah tertentu*), penggunaan alat pada tekstur tanah yang berbeda memerlukan kalibrasi dan validasi alat terlebih dahulu.
3. Hasil kerja sistem kendali otomatis dapat berkerja dengan baik. Pemberian air irigasi dilakukan pada saat kadar air mencapai batas kritis (\hat{e}_c) pada nilai kadar air terbaca 27% dan berhenti melakukan irigasi pada saat kadar air terbaca dalam kondisi lapang (FC) dengan nilai kadar air terbaca 32%.
4. Hasil uji koneksi pengiriman data dengan menggunakan teknologi Zigbee menunjukkan bahwa interval waktu yang tepat untuk pengiriman data dilakukan dalam waktu satu menit. Hal ini ditunjukkan dengan tidak terjadinya kehilangan data pada pengiriman dengan *delay* satu menit.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan sistem irigasi sebaiknya disesuaikan dengan media yang akan digunakan untuk menghasilkan nilai keseragaman irigasi yang diharapkan.
2. Aplikasi alat dapat digunakan pada sistem irigasi lain yang berkerja berdasarkan prinsip pembacaan nilai kadar air.

DAFTAR PUSTAKA

- Delya, B. 2014. Rancang Bangun Sistem Hidroponik Pasang Surut Otomatis Untuk Budidaya Tanaman Cabai. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol. 4. No. 1 : 19-26. Jurusan Teknik Pertanian. Universitas Lampung.
- Ilham, J. 2012. Perancangan Sistem Pengendali dan Pedjadwal Lampu Ruangan berdasarkan Database melalui Komunikasi Wireless Zigbee. *Makalah Seminar Tugas Akhir*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Gandi, W. 2013. Pengujian Pupuk Organonitrofos Terhadap Respon Tanaman Tomat Rampai (*Lycopersicon pimpinellifolium*) Dalam Pot (Pot Experiment). /Skripsi/. Universitas Lampung. Lampung.
- Islami, T dan W.H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press: Semarang. 356 hal.
- Kasiran. 2006. Teknologi Irigasi Tetes "Ro Drip" untuk Budidaya Tanaman Sayuran di Lahan Kering Dataran Rendah. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. Vol. 8 No. 1 : 26-30.
- 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. Universitas Lampung. Lampung.
- Suhardiyanto, H., A. Sapei, C. Arief, A. Mardjani, dan B.D. Astuti. 2006. Sistem Kendali Berbasis PLC untuk Pengaturan Pemberian Larutan Nutrisi pada Jaringan Irigasi Tetes. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*. Vol.4 No.2 : 42-47. Institut Pertanian Bogor.
- Tim Dosen. 2012. *Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung. 38 hlm.
- Wardi, H. 2001. Sistem Irigasi Mikro Untuk Pertanian Modern, *Majalah Ilmiah Analisis Sistem*, Edisi Khusus No.3 Tahun VIII, Kedepatian Bidang Pengkajian Teknologi, BPPT. Jakarta.