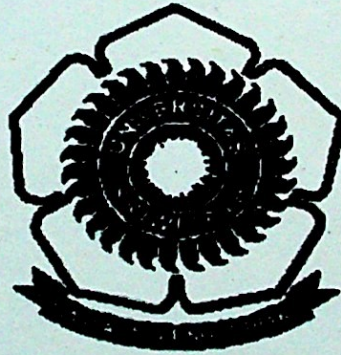


**SISTEM KONTROL KADAR AIR TANAH DAN SUHU TANAH
SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER
ATMEGA16**

**Oleh
DEBBY HERTANTO**

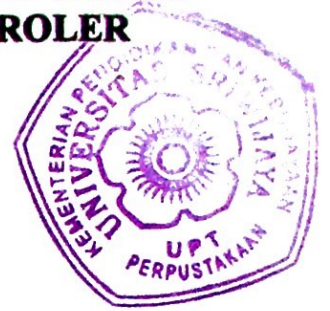


**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

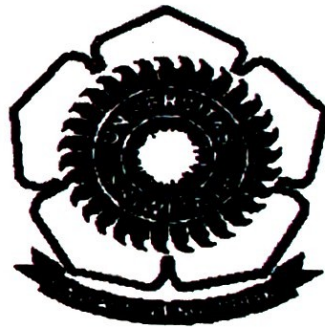
**INDRALAYA
2014**

R. 26805/26866

**SISTEM KONTROL KADAR AIR TANAH DAN SUHU TANAH
SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER
ATMEGA16**



**Oleh
DEBBY HERTANTO**



S
631.407
deb.
S
2014.

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2014**

SUMMARY

DEBBY HERTANTO. Control System for Soil Water Content and Soil Temperature Automatically Based on Microcontroller ATmega16 (Supervised by **DANIEL SAPUTRA** and **ENDO ARGO KUNCORO**).

The research objective was to design and to assemble a control system for soil water content and soil temperature automatically using microcontroller ATmega16.

The method used in this research consisted of equipment design and equipment testing. Set point used in this research was soil water content in the range of 20% to 40% and soil temperature in the range of 30°C to 35°C. The results were presented in tables and graphs. The measured parameters were accuracy, soil water content, soil temperature and power requirements.

The results showed that sensor measurement system worked well according to programming system in which the equipment working at soil temperature of $\geq 35^{\circ}\text{C}$ or soil water content of $\leq 20\%$ that indicated by a red's LED turn on. The results of t-testing on significance level $\alpha = 5\%$ showed that there was no difference between the average value of soil water content measurements in laboratory and soil water content measurements using equipment test. The average error of LM35 sensor for soil temperature was 0.8°C and the average error soil moisture sensor SEN0114 was 3.8%.

RINGKASAN

DEBBY HERTANTO. Sistem Kontrol Kadar Air Tanah dan Suhu Tanah Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega16 (Dibimbing oleh **DANIEL SAPUTRA** dan **ENDO ARGO KUNCORO**).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merakit sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah secara otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega16.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perancangan alat dan pengujian alat. *Set point* yang digunakan yaitu $30^{\circ}\text{C} \leq \text{suhu tanah} \leq 35^{\circ}\text{C}$ atau $20\% \leq \text{kadar air tanah} \leq 40\%$. Hasil penelitian disajikan menggunakan tabel dan grafik. Parameter yang diamati adalah akurasi, suhu tanah, kadar air tanah dan kebutuhan daya.

Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan pemrograman yaitu sistem bekerja pada suhu tanah $\geq 35^{\circ}\text{C}$ atau kadar air tanah $\leq 20\%$ yang ditandai oleh LED berwarna merah yang menyala. Hasil uji t tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata antara nilai kadar air tanah pengukuran di laboratorium dan pengukuran menggunakan alat. Nilai rata-rata penyimpangan sensor LM35 untuk suhu tanah sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$ dan nilai rata-rata penyimpangan sensor kelembaban tanah SEN0114 sebesar $3,8\%$.

Skripsi

**SISTEM KONTROL KADAR AIR TANAH DAN SUHU TANAH
SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER
ATMEGA16**

Oleh

DEBBY HERTANTO

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian**

Pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2014

Skripsi

**SISTEM KONTROL KADAR AIR TANAH DAN SUHU TANAH
SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER
ATMEGA16**

Oleh

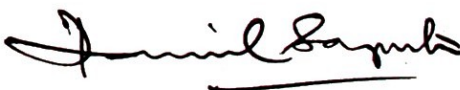
DEBBY HERTANTO

05081006033

**Telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian**

Indralaya, Maret 2014

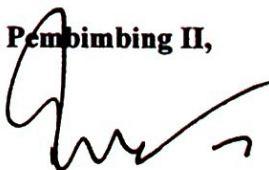
Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M.S.A. Eng.

**Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**

Pembimbing II,



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.



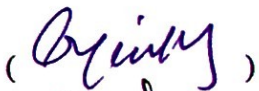


Dekan,



**Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 19600211 198503 1 002**

Skripsi berjudul "Sistem Kontrol Kadar Air Tanah dan Suhu Tanah Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega16" oleh Debby Hertanto telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 17 Februari 2014.

Komisi Penguji

- | | | |
|--|------------|---|
| 1. Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M.S.A. Eng. | Ketua |  |
| 2. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. | Sekretaris | () |
| 3. Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief, M.Si. | Anggota | () |
| 4. Hilda Agustina, S.TP., M.Si. | Anggota | () |
| 5. Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons)., Ph.D. | Anggota | () |

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Pertanian



Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.

NIP.19600802 198703 1 004

Mengesahkan, 5 - 3 - 2014

Ketua Program Studi Teknik Pertanian



Hilda Agustina, S.TP., M.Si.

NIP.19770823 200212 2 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya adalah hasil investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar kesarjanaan yang sama di tempat lain.

Indralaya, Maret 2014
Yang Membuat Pernyataan



Debby Hertanto

RIWAYAT HIDUP

DEBBY HERTANTO. Lahir tanggal 14 Januari 1991 di Desa Keluang Kecamatan Keluang Kabupaten Musi Banyuasin. Penulis merupakan putra ke tiga dari empat bersaudara. Penulis dilahirkan dari pasangan Bapak Mujiono dan Ibu Suwarni. Ketiga saudara kandung bernama Herri Yani, Eriex dan Maiza Suci Fazilla.

Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis yaitu pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Keluang selama 6 tahun dinyatakan lulus pada tahun 2002. Pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 2 Keluang selama 1 tahun kemudian pindah studi ke SMP Negeri 2 Cimahi di Jawa Barat dinyatakan lulus pada tahun 2005. Pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Cimahi di Jawa Barat selama 3 tahun dinyatakan lulus pada tahun 2008.

Bulan September 2008, penulis tercatat sebagai mahasiswa pada Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis pernah dipercaya sebagai ketua Departemen Dana dan Usaha pada organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya periode 2010/2011.

Penulis pernah mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pulau Kabal Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir dengan tema “Sanitasi Air Bersih” mulai Bulan Juli sampai Agustus 2011. Penulis melaksanakan Praktik Lapangan di Pabrik Pengolahan Karet Remah PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Beringin berada di Desa Karang Agung, Kecamatan Rambang Lubai, Kabupaten Muara Enim mulai 2 April 2012 sampai 2 Mei 2012.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT yang Maha Kuasa, Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat, nikmat dan karunia-Nya yang melimpah. Shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat serta pengikutnya hingga akhir zaman. Rahmat, nikmat dan karunia-Nya melimpah telah diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir penulisan skripsi berjudul “Sistem Kontrol Kadar Air Tanah dan Suhu Tanah Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega16”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi yaitu Bapak Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M.S.A. Eng. selaku pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik dan Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing, memberi nasihat dan mendidik penulis selama perkuliahan dan pembuatan laporan skripsi ini hingga selesai.

Penulisan skripsi ini telah melibatkan dan membutuhkan partisipasi dari berbagai pihak di sekitar penulis. Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada pihak-pihak yang telah terlibat, yaitu kepada :

1. Yth. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya telah memberi kesempatan kepada penulis sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian untuk mendapatkan ilmu dan pengetahuan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

2. Yth. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Pertanian.
3. Yth. Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Pertanian.
4. Yth. Ketua Program Studi Teknik Pertanian telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Pertanian pada Program Studi Teknik Pertanian.
5. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief, M.Si., Ibu Hilda Agustina, S.TP., M.Si., dan Ibu Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons)., Ph.D. telah bersedia menjadi pembahas makalah seminar dan dosen penguji skripsi serta masukan, saran, kritik membangun dan bimbingan demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen pendidik di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya telah mengajarkan dan memberikan segala ilmu, wawasan dan pendidikan selama masa perkuliahan.
7. Staf administrasi akademik di Jurusan Teknologi Pertanian, Kak Jhon, Kak Hendra dan Yuk Ana telah memberikan bantuan, kerja sama dan kemudahan selama penulis menjadi mahasiswa.
8. Kedua orang tua terhormat dan tercinta, Bapak Mujiono dan Ibu Suwarni yang senantiasa memberikan semangat, dukungan baik berupa moril, materil, spiritual serta do'a tiada henti.

9. Saudara kandung saya : Herri Yani (Yuk Yani), Eriex (Kak Erik) dan Si Bungsu Maiza Suci Fazila (Adek Uci') telah memberikan semangat, semangat dan semangat setiap waktu.
10. Teman-teman saya : Robbi, Idham, Warda, Qoirul, Fildri, Bayu, Candra Marutha, Suci, Ardi Wijaya, Alfik, Reha, Gustin, Febri, Astuty, Yuga, Maria, Chika, Hendra, Mardian, Alex, Wahyu, Isnaini, Joan, Rico, Derman Lubis, Kyar dan teman-teman seperjuangan angkatan 2008 lainnya yang telah memberikan bantuan, semangat, do'a dan dukungan kepada penulis.
11. Adik-adik saya : Septi Efrika Sari, Ambarini, Inka Rizki Padya, Sartika, Yuswarni, Nita, Cici, Rahmat, Firman, Debby, Henry, Akay, Daweng, Nurrohman, Yogo, Ardi, AW Siregar, Heri, Nofri, Sahat, Leoza dan lain-lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu telah memberikan dukungan setiap harinya.
12. Kakak-kakak saya : Kak Aidil, kak Fajar, kak Baysar, kak Rulli, kak Andika, kak Rendi, kak Ulung dan kak Bojes atas inspirasi, motivasi dan pengalaman selama penulisan skripsi ini.
13. Adik-adik tingkat angkatan 2009 sampai 2013 Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya yang tidak bisa disebutkan satu persatu telah memberikan semangat.
14. Teman-teman KRAB (Komunitas Rider Anti Brutal) telah memberikan semangat dan dukungan di luar lingkungan kampus.
15. Kang Jas, Ayunda, kak puja dan dinda telah memberikan bantuan, saran, masukan serta semangat selama perkuliahan.

16. Keluarga besar saya : Kakek, Nenek, Mbah, Uwak, Mamang, Bibik, Oom, Tante, Keponakan, Kakak sepupu dan Adik sepupu, Terima kasih banyak atas semuanya, mohon maaf bila ada kekurangan dan kesalahan. Akhirnya penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Indralaya, Maret 2014
Penulis

Debby Hertanto

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Mikrokontroler.....	4
B. Mikrokontroler AVR ATmega16.....	6
C. Sensor.....	9
D. Kadar Air Tanah (<i>Soil Water Content</i>).....	11
E. Suhu Tanah (<i>Soil Temperature</i>).....	14
III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	19
A. Tempat dan Waktu.....	19
B. Alat dan Bahan.....	19
C. Metode Penelitian.....	19
D. Cara Kerja.....	20
E. Parameter Pengamatan.....	23

	Halaman
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Rancangan Struktural dan Fungsional	26
B. Akurasi Alat	36
1. Sensor LM35	36
2. Sensor Kelembaban Tanah SEN0114 (<i>Soil Moisture Sensor</i>)	39
C. Pengujian Alat	44
D. Kebutuhan Daya	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Klasifikasi tanah menurut perbedaan suhu	15
2. Hubungan warna tanah dengan suhu tanah	16
3. Uji karakteristik sensor LM35	36
4. Hubungan tegangan keluaran dan suhu tampilan LCD	38
5. Uji karakteristik sensor kelembaban tanah SEN0114	40
6. Hubungan tegangan keluaran dan kadar air tanah tampilan LCD	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Konfigurasi pin ATmega 16	8
2. Sensor LM35	10
3. Sensor kelembaban tanah SEN0114	10
4. Diagram blok sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah	20
5. Rangkaian alat sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah	27
6. Rangkaian mikrokontroler ATmega 16	28
7. Rangkaian adaptor (<i>power supply</i>) 5 volt DC	29
8. Rangkaian sensor kelembaban tanah SEN0114	30
9. Rangkaian sensor LM35	31
10. Rangkaian <i>light emitting diode</i> (LED) sebagai indikator pompa	32
11. LCD 16x2 sebagai tampilan nilai kadar air tanah dan suhu tanah	33
12. Grafik analisis regresi antara suhu termometer dan suhu tampilan LCD .	38
13. Grafik analisis regresi antara tegangan dan suhu tampilan LCD	39
14. Grafik analisis regresi antara kadar air tanah di laboratorium dan kadar air tanah tampilan LCD	42
15. Grafik analisis regresi antara tegangan dan kadar air tanah tampilan LCD	43
16. Grafik suhu tanah pada tahap pengujian alat	45
17. Grafik kadar air tanah pada tahap pengujian alat	46
18. Grafik lama penyiraman pada tahap pengujian alat	47
19. Grafik volume air penyiraman pada tahap pengujian alat	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir proses kerja sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah berbasis mikrokontroler ATmega16	56
2. Skema rangkaian adaptor (<i>power supply</i>) 5 Volt DC	57
3. Skema rangkaian sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah	58
4. Listing program sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah	59
5. Perhitungan regresi antara suhu termometer dan suhu tampilan LCD	67
6. Perhitungan regresi antara tegangan dan suhu tampilan LCD	69
7. Perhitungan regresi antara tegangan dan kadar air tampilan LCD	71
8. Perhitungan regresi kadar air laboratorium dan kadar air tampilan LCD.	73
9. Perhitungan uji t pada rata-rata nilai kadar air tanah di laboratorium dan tampilan LCD	75
10. Perhitungan kadar air tanah di laboratorium	77
11. Hasil analisis tanah di laboratorium	81
12. Hasil pengujian alat	82
13. Foto penelitian	83



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Provinsi Sumatera Selatan memiliki luas areal sekitar 8.701.742 ha yang terdiri dari daratan dan lahan rawa. Jumlah penduduk Sumatera Selatan pada tahun 2004 sebanyak 6.628.416 jiwa. Jumlah ini meningkat sebanyak 109.625 jiwa dari tahun sebelumnya dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,64% (Direktorat Pengairan dan Irigasi, 2006).

Jumlah penduduk yang semakin bertambah dapat menyebabkan persediaan air pada sektor pertanian semakin terbatas. Air merupakan unsur penyusun utama jaringan tanaman untuk melakukan proses metabolisme. Perkembangan tanaman mulai dari awal tanam sampai menjelang panen memerlukan air untuk proses transpirasi, penyaluran nutrisi dan proses fotosintesis (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Irigasi merupakan cara pemberian air bagi tanaman yang sangat penting untuk laju pertumbuhan tanaman. Pemberian air yang baik dapat mengendalikan lengas tanah pada kondisi kadar air tanah optimal yaitu kondisi kapasitas lapang (Isnain *et al.*, 2012). Kondisi kelengasan atau kelembaban tanah dapat ditentukan melalui pengukuran kadar air tanah dengan menggunakan metode gravimetri dan melalui pengukuran menggunakan sensor (Gardner, 1986).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Ahmad dan Rasul (2008) dan Bollero *et al.*, (1996), menunjukkan bahwa suhu tanah mempunyai pengaruh penting bagi siklus pertumbuhan tanaman dari perkecambahan, perakaran hingga panen. Suhu

tanah juga mempengaruhi sebagian besar aktivitas biologis dan fisika yang berada di dalam tanah.

Suhu tanah merupakan jumlah energi panas yang terkandung di dalam tanah akibat penyerapan panas secara langsung dari radiasi sinar matahari. Suhu tanah pada daerah perakaran tanaman mempengaruhi perakaran tanaman serta aktivitas mikroorganisme yang berada di dalam tanah tersebut. Oleh karena itu, pemberian air perlu dilakukan untuk menjaga kestabilan suhu dan kadar air tanah (Sutanto, 2005).

Suhu tanah sangat mempengaruhi aktivitas mikrobia tanah dan pertumbuhan tanaman. Suhu tanah yang optimum bagi aktivitas mikrobia tanah dan perakaran tanaman yaitu antara 18°C - 30°C . Suhu di atas 40°C menyebabkan mikrobia tanah tidak dapat beraktivitas dengan baik (Hanafiah, 2009).

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mampu menciptakan peralatan elektronika berupa mikrokontroler yang telah menyebar luas di pasar. Mikrokontroler adalah suatu rangkaian elektronika berukuran kecil dalam sistem elektronika digital yang berfungsi sebagai pengendali utama dalam suatu sistem kontrol (Budiharto, 2008). Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai sistem pengendali utamanya.

Sistem kontrol biasanya memerlukan sensor sebagai pendeteksi nilai masukan yang akan diproses dalam mikrokontroler di bidang instrumentasi. Sensor adalah suatu elemen elektronika yang dapat merubah nilai besaran tertentu seperti suhu, kelembaban dan cahaya menjadi besaran tegangan listrik sehingga dapat dianalisa dalam rangkaian listrik tertentu (Budiharto, 2006). Sensor yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sensor kelembaban tanah SEN0114 dan sensor LM35.

Sensor kelembaban tanah SEN0114 digunakan untuk mengukur kadar air tanah sedangkan sensor LM35 digunakan untuk mengukur suhu tanah.

Nilai kadar air tanah dan suhu tanah dapat diperoleh dengan pengukuran secara manual namun membutuhkan waktu yang lama. Pemberian air secara tepat waktu ke dalam tanah merupakan cara yang baik dalam menjaga kestabilan kadar air dalam tanah. Sistem kontrol dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk mengetahui nilai kadar air tanah dan suhu tanah secara cepat ditampilkan pada layar *Liquid Crsytal Display* (LCD) melalui proses di dalam mikrokontroler untuk dapat diterapkan di bidang irigasi secara otomatis.

Hasil perancangan sistem ini diharapkan dapat bekerja pada saat tanah sebagai media budidaya tanaman membutuhkan air dan suhu tinggi, artinya sistem dapat mengurangi resiko kekeringan dan kebakaran pada lahan pertanian. Sistem tidak bekerja pada saat tanah tetap menerima air hujan sehingga penggunaan air pertanian lebih hemat.

Berdasarkan penjelasan di atas perlu dilakukan penelitian mengenai sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah agar pengontrolan bisa dilakukan secara otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega16.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merakit sistem kontrol kadar air tanah dan suhu tanah secara otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega16.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. F. dan Rasul, G. 2008. Prediction of Soil Temperature by Air Temperature; A Case Study For Faisalabad. Pakistan Journal of Meteorology. Vol 5 (9) : 19-27. Pakistan.
- Ahuja, L. R., Johnsen, K. E. dan Heathman, G. C. 1995. Macropore Transport of a Surface-Applied Bromide Tracer: Model Evaluation and Refinement. Soil Sci. Soc. Am. J. 59 (5) : 1234-1241.
- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bollero, G. A., Bullock, D. G. dan Hollinger, S. E. 1996. Soil Temperature and Planting Date Effects on Corn Yield, Leaf Area and Plant Development. Agron, J., 88, 385 - 390.
- Buckman, H. O. dan Brady. 1982. Ilmu Tanah. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Budiharto, W dan Firmansyah, S. 2010. Elektronika Digital dan Mikroprosesor. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Budiharto, W. 2006. Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Budiharto, W. 2008. 10 Proyek Robot Spektakuler. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- DFRobot. 2012. Moisture Sensor (SKU:SEN0114). [http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture_Sensor_\(SKU:SEN0114\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture_Sensor_(SKU:SEN0114)). Diunduh pada tanggal 16 September 2013.
- Direktorat Pengairan dan Irigasi. 2006. Kajian Kebijakan Pengembangan dan Pengelolaan Irigasi Rawa di Sumatera. Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Jakarta.
- Foth, H. D. 1994. Dasar-Dasar Ilmu Tanah Edisi Ke-Enam. Erlangga. Jakarta.
- Gardner, W. 1986. Water Content. In A Klute (ed.) : Methods of Soil Analysis. Part I : Physical and Mineralogical Methods. Second Edition. ASA, Inc., SSSA, Inc., Madison, Wisconsin, USA. pp. 493-544.

- Hakim, N. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung : Lampung.
- Hanafiah, K. A. 2009. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Edisi ke-1 cetakan ke-3. Penerbit PT. Raja Grafindo Persada. Rajawali Pers. Jakarta.
- Isnain, R., Setiawan, B. I. dan Saptomo, S. K. 2012. Rancangan dan Uji Coba Otomatisasi Irigasi Curah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kamagi, Y. E. B. dan Kumolontang, W. J. N. 2009. Kajian Kadar Air pada Tanah Yang Diolah dan Tanpa Olah Tanah. *Journal of Soil Environment*. Vol 7 (1) : 52-58. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Kartasapoetra, A. G., dan Sutedjo, M. M. 1987. Teknologi Konservasi Tanah dan Air. Bina Aksara. Jakarta.
- Kurniati, E., Oktavianto, M. D. dan Putra, F. S. 2010. Rancang Bangun Alat Penyiram Otomatis Berdasarkan Nilai pF Tanah Dengan Mikrokontroler AT89S51. *Prosiding Seminar Nasional Perteta 2011* : 547-557. Jember 21-22 Juli 2011. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Lubis, K. S. 2007. Aplikasi Suhu dan Aliran Panas Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nadler, A., Dasberd, S. dan Lapid, I. 1991. Time Domain Reflectometry Measurements of Water Content and Electrical Conductivity of Layered Soil Columns. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55: 938-943.
- Nasrullah, E., Trisanto, A. dan Utami, L. 2011. Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Sensor Suhu LM35 Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Jurnal rekayasa dan Teknologi Elektro Volume 5 No 3* : 182-192. Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nurmuhammad. 2010. Otomatisasi Alat Penyiram Tanaman dengan Menggunakan Mikrokontroler. Skripsi Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya. (tidak dipublikasikan).
- Pandutama, M. H., Mudjiharjati, A., Suyono dan Wustamidin. 2003. Dasar - dasar ilmu tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.
- Pitowarno, E. 2006. Robotika : Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan. Edisi ke-1. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

- Prajitno. 2011. Pembuatan dan Analisis *Exciter* Generatr RF untuk Siklotron Proton Decy-13. *Jurnal IPTEK Nuklir Ganendra* 14(2):111-121.
- Rahmalia, D. R. 2012. Sistem Pendeteksi Keamanan Ruangan dengan Mikrokontroler ATmega16 Berbasis Layanan SMS *Gateway*. Diploma Program Studi Teknik Komputer Politeknik Telkom Bandung (tidak dipublikasikan).
- Rahman, R. 2011. Sistem Pengendali Robot Mobil Berbasis Mikrokontroler ATmega16 dengan Antar Muka RJ45. Skripsi Program Studi Teknik Komputer Politeknik Telkom Bandung.
- Rubatzky, V. E. dan Yamaguchi, M. 1998. *Sayuran Dunia : Prinsip, Produksi dan gizi* Jilid 1. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Saribun, D. S. 2007. Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan dan Kelas Kemiringan Lereng Terhadap Bobot Isi, Porositas Total dan Kadar Air Tanah pada Sub-DAS Cikapundung Hulu. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Jatinangor. Bandung.
- Sarief, E. S. 1993. *Ilmu Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Sulistiadji, K. dan Pitoyo, J. 2009. *Alat Ukur dan Instrumen Ukur*. Staf Perekayasa pada BBP Mekanisasi Pertanian. Serpong.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah : Konsep dan Kenyataan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutedjo, M. M. dan Kartasapoetra, A. G. 2005. *Pengantar Ilmu Tanah : Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Cetakan Keempat. Penerbit PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wawolumaja, R. 2013. *Elektronika Industri dan Otomasi IE-204*. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
- Wibowo, H. 2010. Laju Infiltrasi pada Lahan Gambut yang Dipengaruhi Air Tanah. Studi Kasus Sei Raya Dalam Kecamatan Sei Raya Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Berlian* Volume 9. No. 1 Halaman : 90-103. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Winoto, A. 2010. Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR. *Informatika Bandung*. Bandung.

Yudianto E. 2011. Perangkat RPP SMK: Daya dan Energi Listrik (MPK Edisi Keterampilan Berpikir dan Pendidikan Karakter). Pusat Sains dan Matematika Sekolah Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.