



**PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENGUKURAN
KONDUKTIVITAS HIDRAULIK TIDAK JENUH
TANAH DENGAN SENSOR TENSIOMETER
DAN HIGROMETER DIGITAL**

SKRIPSI

Oleh

**ARIF RAHMAN HAKIM
NIM 031910201113**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENGUKURAN
KONDUKTIVITAS HIDRAULIK TIDAK JENUH
TANAH DENGAN SENSOR TENSIOMETER
DAN HIGROMETER DIGITAL**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**ARIF RAHMAN HAKIM
NIM 031910201113**

**PROGRAM STUDI STRATA SATU
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, tiada Tuhan selain Dia, sebagai bentuk ibadahku pada-Nya dan semoga diterima-Nya.
2. Muhammad SAW, sang utusan Tuhan semesta alam
3. Ibuku Surtini.
4. Bapakku Sudiman.
5. Seluruh Umat dan rakyat Indonesia.
6. Kampusku Fakultas Teknik.
7. IMM Jember.
8. Anda para pembaca

MOTTO

Sesungguhnya kebenaran itu adalah dari Allah Tuhan Muhammad,
sesuatu yang nyata didunia ini
(*Arif Rahman Hakim*)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Rahman Hakim

Nim : 031910201113

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *Perancangan Sistem Informasi Pengukuran Konduktivitas Hidraulik Tidak Jenuh Tanah dengan Sensor Tensiometer dan Higrometer Digital* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Januari 2011

Yang menyatakan,

Arif Rahman Hakim
NIM. 031910201113

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENGUKURAN
KONDUKTIVITAS HIDRAULIK TIDAK JENUH
TANAH DENGAN SENSOR TENSIOMETER
DAN HIGROMETER DIGITAL**

Oleh

Arif Rahman Hakim

NIM 031910201113

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Khairul Anam, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN

Arif Rahman Hakim

Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Karakteristik hidraulik tanah mempengaruhi tingkat transport pestisida, residu pupuk dalam tanah, dan distribusi unsur-unsur dalam tanah. Konduktivitas hidraulik tidak jenuh merupakan pengidentifikasian karakteristik hidraulik tanah, untuk menentukan konduktivitas hidraulik tidak jenuh pada tanah perlu diketahui nilai tegangan air dan kadar air. Fokus penelitian ini adalah merancang alat dan sistem informasi untuk menentukan nilai konduktivitas hidraulik tidak jenuh. Tujuan pembuatan sensor tensiometer dan higrometer adalah untuk mencari nilai tegangan air dan kadar air. AVR ATmega 16 adalah mikrokontroler yang dibuat sebagai data logger dari kedua sensor. *Software* penyaji dan pengolah data dibuat dengan bahasa pemrograman Borland Delphi. Penelitian bersifat eksperimental yaitu mengkalibrasikan frekuensi sensor dengan nilai pengukuran menggunakan metode gravimetri dan panci tekan dari penentuan nilai kadar air dan tegangan air. Persamaan yang didapat dari pengkalibrasian sensor untuk mendapatkan nilai tegangan air adalah ($y = 9E-11x^4 - 2E-06x^3 + 0.017x^2 - 66.61x + 89134$) kadar air ($y = 45443x^4 - 69631x^3 + 40460x^2 - 11477x + 18738$) dan konduktivitas hidraulik tidak jenuh tanah ($y = -2E-14x^3 + 9E-11x^2 - 2E-07x + 0.000$). Sensor tensiometer dan higrometer dapat berfungsi efektif untuk mengetahui nilai konduktivitas hidraulik tidak jenuh tanah dengan cepat

Kata kunci : *higrometer, tensiometer, data logger, frekuensi, syntax Delphi.*

Arif Rahman Hakim

Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

Soil hydraulic characteristics affecting the transport of pesticides, fertilizer residues in soil, and the distribution level elements in the soil. Unsaturated soil hydraulic conductivity is one of the ways to identification hydraulic soil characteristics, that is used to determine unsaturated soil hydraulic conductivity need to be known the value of water stress and water content. Focus of this research is to design measurement equipment and information systems to determine the value of unsaturated soil hydraulic conductivity. The purpose of making tensiometer and hygrometer sensors is to find the value of water stress and water content. AVR ATmega 16 microcontroller is created as a data logger from both sensors. Software of presentation and tabulation data made by Borland Delphi programming language. Experimental study was done by getting calibrate frequency the sensor with the measurement using gravimetric method and tap pan from the determination of water content and water stress. The equation obtained from calibrating the sensor to obtain the value of water stress is ($y = 9E-11x^4 - 2E-06x^3 + 0.017x^2 - 66.61x + 89134$), water content is ($y = 45443x^4 - 69631x^3 + 40460x^2 - 11477x + 18738$) unsaturated soil hydraulic conductivity is ($y = -2E-14x^3 + 9E-11x^2 - 2E-07x + 0.000$). Tensiometer and hygrometer digital sensor can effectively usefull to determine unsaturated soil hydraulic conductivity value immediately.

Key word : *higrometer, tensiometer, data logger, frequency, Delphi syntax.*

RINGKASAN

Perancangan Sistem Informasi Pengukuran Konduktivitas Hidraulik Tidak Jenuh Tanah dengan Sensor Tensiometer dan Higrometer Digital; Arif Rahman Hakim, 031910201113; 2011; 78 halaman; Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Konduktivitas hidraulik jenuh memegang peran penting dalam penentuan drainase, irigasi dan pembuatan sumur bor. Air mengalir dari seluruh pori dalam tanah, sehingga dengan memperoleh hasil pengukuran dapat digambarkan struktur tanahnya. Informasi mengenai konduktivitas hidraulik tidak jenuh sangat dibutuhkan dalam mempelajari gerakan air dilahan kering, ataupun bagian lapisan atas lahan basah. Dalam parameter ukuran yang lain ada penentuan kurva retensi air tanah merupakan langkah penting dalam pengelolaan air tanah untuk berbagai keperluan, seperti irigasi, transport pestisida dalam tanah, residu pupuk dalam tanah, bahan-bahan polutan dari limbah industri ataupun perumahan yang mengalir di dalam tanah. Gerakan air dalam tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan transport hara dalam tanah

Penentuan nilai konduktivitas hidraulik tidak jenuh pada tanah perlu diketahui nilai tegangan air dan kadar air. Selama ini pencarian nilai tegangan air dan kadar air menggunakan metode panci tekan dan kadar air gravimetris. Metode ini membutuhkan waktu penelitian yang relatif lama. Fokus penelitian ini adalah merancang alat dan sistem informasi untuk menentukan nilai konduktivitas hidraulik tidak jenuh dengan membuat sensor tensiometer dan higrometer untuk mencari nilai tegangan air dan kadar air. Dengan alat sensor digital tersebut diharapkan pencarian nilai pengukuran dapat dilakukan dengan cepat.

Tensiometer dibuat dari bahan Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) yang didalamnya terdapat elektroda dari bahan baja yang dibuat dalam posisi sejajar, dengan indikator perubahan resistensi Gips (Ω) mengikuti perubahan potensial air tanah (Ψ). Higrometer dibuat dari 2 keping sejajar logam Stainless yang dilapisi resin sebagai pelindung, dengan indikator perubahan kapasitansi matriks tanah

mengikuti perubahan kadar air tanah (θ). Dalam rangkaian tensiometer sebagai rangkaian pewaktu (*timer*) monostable, yaitu memanfaatkan prinsip pengisian (*charging*) dan pengosongan (*discharging*) dari kapasitor di IC 555 melalui resistor. Rangkaian higrometer memanfaatkan rangkaian astable IC 555, yang berfungsi sebagai pembangkit sinyal (*Trigger*). *Data logger* berfungsi sebagai terminal penampung data dari pembaca kedua sensor sebelum di olah di komputer, *data logger* dibuat berbasis mikrokontroler AVR ATmega 16.

Pembacaan sensor direkam (*record*) oleh *data logger* dengan *timing* waktu 1 menit tiap satu kali pengambilan data. Transmisi data dari *data logger* ke komputer dengan *serial interface*. *Software* “Sistem Informasi Pengukuran K(h) Unej” dibuat untuk menyajikan dan mengolah data dari *data logger*. *Software* tersebut dibuat dengan bahasa pemrograman Borland Delphi.06. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan Semakin besar nilai frekuensi yang dihasilkan oleh sensor higrometer maka nilai kadar air semakin turun dengan persamaan x (kadar air) dan y (frekuensi higrometer) $y = 45443x^4 - 69631x^3 + 40460x^2 - 11477x + 18738$. Semakin tinggi nilai frekuensi yang dihasilkan oleh sensor tensiometer maka nilai Tegangan air semakin tinggi, di ikuti dengan semakin keringnya sifat tanah dengan persamaan x (frekuensi sensor tensio) dan y (tegangan air) $y = 9E-11x^4 - 2E-06x^3 + 0.017x^2 - 66.61x + 89134$.

Hubungan nilai tegangan air terhadap konduktivitas hidraulik didapat persamaan $y = - 2E-14x^3 + 9E-11x^2 - 2E-07x + 0.000$. Rentang kerja efektif frekuensi sensor hygrometer 3849 (Hz) sampai 7675 (Hz) dengan nilai kadar air $0.499(\text{cm}^3.\text{cm}^{-3})$ sampai $0.179 (\text{cm}^3.\text{cm}^{-3})$. Dan rentang kerja frekuensi sensor tensiometer 5147 (GHz) sampai 9391 (GHz) dengan nilai tegangan air 0 sampai 9915 (hPa). Tensiometer dan higrometer digital digunakan penentuan konduktivitas hidraulik tidak jenuh tanah dengan kisaran nilai RMSE 0.035 – 0.10.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Konduktivitas Hidraulik Tidak Jenuh	4
2.2 Muatan dan Tegangan Listrik	4
2.3 IC 555	5
2.4 Sensor Higrometer.....	6
2.5 Sensor Higrometer.....	6
2.6 Mikrokontroler.....	7
2.6.1 Mikrokontroler ATmega 16.....	7

2.6.2 Konfigurasi Pin ATmega 16.....	8
2.6.3 Stack Pointer.....	12
2.6.4 Memory Program AVR ATmega 16 AVR.....	12
2.6.5 Memory Data (SRAM).....	13
2.6.6 Memory Data EEPROM.....	14
2.7 Liquid Crystal Display (LCD) 2X6	14
2.8 IC MAX RS.232.....	17
2.8.1 Interface.....	17
2.8.2 Jenis Komunikasi Serial.....	17
2.8.3 Serial Port pada PC.....	18
2.8.4 Karakteristik Sinyal Serial Port.....	18
2.8.5 Konfigurasi Serial Port.....	18
2.8.6 Konverter Logika RS.232.....	20
2.9 Borland Delphi.....	22
2.9.1 IDE Borland Delphi.....	22
2.9.2 Komponen Delphi	23
2.9.3 File-file Delphi.....	24
2.9.4 Program dan Unit.....	24
2.10 Data Logger.....	26
2.11 Osiloskop.....	27
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Waktu dan Tempat penelitian.....	29
3.1.1 Waktu Penelitian.....	29
3.1.2 Tempat Penelitian.....	29
3.2 Alat dan Bahan.....	29
3.2.1 Alat.....	29
3.2.2 Bahan.....	30
3.3 Metode Kerja.....	31
3.3.1 Pembuatan Sensor dan Data Logger.....	31
3.3.2 Pembuatan Software “Sistem Informasi Pengukuran (K(h) Unej”.....	42

3.3.3 Pengukuran	45
3.4 Tahap Pelaksanaan.....	46
3.4.1 Tahap Pengambilan Sampel Tanah Uji Sensor Tensiometer dan Higrometer	46
3.3.2 Pengukuran	46
3.3.3 Penetapan Hasil Pengukuran	47
3.3.4 Validasi Pengukuran	47
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Umum.....	49
4.2 Pengujian Kinerja dan Standarisasi Alat.....	49
4.2.1 Sensor Higrometer	49
4.2.2 Sensor Tensiometer	52
4.2.3 Data Logger	53
4.2.4 Pengujian LCD	57
4.2.5 Pengujian EEPROM Mikrokontroler.....	58
4.2.6 Pengujian pada Komunikasi Serial.....	59
4.2.7 Pengujian Alat Secara Keseluruhan.....	62
4.3 Pengujian <i>Software</i> dalam Mengolah dan Menyimpan Data... 64	
4.3.1 Mekanisme Kerja <i>Software</i> “ Sistem Informasi Pengukuran (K(h) Unej”.....	64
4.3.2 Analisa Penghitungan Data dan Bentuk Kurva.....	69
4.3.2 Analisa Penghitungan K(h) dan bentuk Kurva Konduktivitas Hidrolik Tidak Jenuh – Tegangan Air.....	73
4.4 Simpangan Hasil Pengukuran.....	75
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran	77

DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Fungsi khusus Port B.....	9
2.2 Fungsi khusus Port C	10
2.3 Fungsi khusus Port D.....	10
2.4 16 Pin konektor LCD	14
2.5 Koonfigurasi Pin dan Nama Sinyal Konektor Serial DB9.....	19
2.6 Komponan Alikasi pada Delphi.....	23
2.7 File aplikasi pada Delphi.....	24
4.1 Frekuensi sensor.....	51
4.2 Hasil pengujian LED I.....	55
4.3 Hasil pengujian LED 2.....	56
4.4 Hasil pengujian LED 3.....	57
4.5 Rincian Tombol <i>Form</i> Utama.....	65
4.6 Perbandingan <i>Error</i> Persen.....	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 (a) IC 555, (b) Blok diagram <i>Internal</i> IC 555.....	6
2.2 Konfigurasi Pin ATMega 16.....	8
2.3 <i>Stack Pointer</i>	12
2.4 Peta Memory Program AVR ATMega 16.....	13
2.5 Peta Memory Data AVR ATMega 16.....	14
2.6 LCD Character 2 x16	16
2.7 Peta memory LCD Character 2 x16	16
2.8 Konfigurasi Port Serial DB9	19
2.9 Konfigurasi Pin IC Max 232.....	20
2.10 Tampilan Program Delphi.....	22
2.11 Contoh Gelombang pada Osiloskop.....	27
2.12 Contoh Pengaturan Skala Osiloskop.....	27
3.1 Konstruksi Sensor Tensiometer.....	32
3.2 Rangkaian Sensor Tensiometer.....	32
3.3 Konstruksi Sensor Higrometer.....	33
3.4 Rangkaian Sensor Higrometer.....	34
3.5 Rangkaian Catu Daya.....	35
3.6 Rangkaian <i>Data Logger</i>	36
3.7 <i>Layout PCB Circuit</i> dengan Program Eagle.....	37
3.8 Rangkaian RS-232.....	38
3.9 Rangkaian Downloader ISP... ..	39
3.10 Rangkaian Keseluruhan <i>Data Logger</i>	40
3.11 Keseluruhan Rangkaian Alat	41
3.12. Tampilan Utama <i>Software</i> Pengolahan Data.....	42
3.13 Diagram Alir <i>Software</i> dalam beroperasi.....	43
3.14 Pengukuran Sensor pada Media Tanah.....	47
4.1 Sensor Higrometer yang dibuat	50
4.1 Sensor Tensiometer yang dibuat	52

4.2 Rangkaian LED untuk Pengujian Mikrokontroler ATmega-16 dengan Besaran Resistor 20 Ω	54
4.3 Tampilan LED1 pada Pengujian Mikrokontroler.....	55
4.4 Tampilan LED2 pada Pengujian Mikrokontroler.....	56
4.5 Tampilan LED3 pada Pengujian Mikrokontroler.....	57
4.6 Tampilan LCD pada Pengujian Mikrokontroler.....	58
4.7 Tampilan LCD2 pada Pengujian Mikrokontroler.....	59
4.8 Tampilan <i>form</i> Koneksi Serial dan Pengambilan Data yang Terjadi.....	61
4.9 Pengujian Alat Secara Keseluruhan.....	62
4.10 Tampilan Utama Program yang Telah dibuat.....	64
4.11 <i>Form</i> Data Kelompok.....	65
4.12 <i>Form</i> Pilih Interface Data,.....	66
4.13 <i>Form</i> Kurva dan Penyimpanan Gambarnya	67
4.14 <i>Form Merge</i> Data ke MS.Office 2007.....	68
4.14 <i>Form Merge</i> Data ke MS.Office 2007.....	68
4.15 Tampilan Kurva dengan Data Pengukuran.....	70
4.16 Tampilan Kurva Frekuensi Sensor Tensio-Tegangan Air.....	71
4.17 Tampilan Kurva Kadar Air – Frekuensi Sensor Higrometer.....	72
4.18 Kurva Hubungan Nilai Tegangan Air – (K(h)).....	74