



**HIGROMETER DIGITAL UNTUK PENENTUAN KADAR
AIR TANAH DALAM SKALA LAPANGAN**

SKRIPSI

Oleh
INDAH RINI
NIM. 051510301152

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**HIGROMETER DIGITAL UNTUK PENENTUAN KADAR
AIR TANAH DALAM SKALA LAPANGAN**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan
untuk menyelesaikan Program Sarjana pada
Jurusan Tanah Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh
INDAH RINI
NIM. 051510301152

**JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

SKRIPSI BERJUDUL

HIGROMETER DIGITAL UNTUK PENENTUAN KADAR AIR TANAH DALAM SKALA LAPANGAN

Oleh

Indah Rini

NIM. 051510301152

Pembimbing

Pembimbing Utama (DPU)

: Dr. Ir. Cahyadi Bowo

Pembimbing Anggota (DPA)

: Khairul Anam ST, MT

PENGESAHAN

Skripsi berjudul: **Higrometer Digital Untuk Penentuan Kadar Air Tanah Dalam Skala Lapangan**, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 26 Januari 2011
Tempat : Fakultas Pertanian

Tim Penguji
Penguji 1,

Dr. Ir. Cahyoadi Bowo
NIP. 196103161989021001

Penguji 2

Penguji 3

Khairul Anam ST, MT.
NIP. 197804052005011002

Ir. Herru Djatmiko, MS
NIP. 195304211983031003

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Bambang Hermiyanto, MP
NIP. 196111101988021001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) yang berjudul **“Higrometer Digital Untuk Penentuan Kadar Air Tanah Dalam Skala Lapangan”**. Karya Ilmiah Tertulis ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu pada Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Dr. Ir. Cahyoadi Bowo sebagai Dosen Pembimbing Utama atas bimbingan, arahan serta dorongan semangat hingga terselesaikannya karya ilmiah tertulis ini;
2. Khairul Anam, ST, MT sebagai Dosen Pembimbing Anggota I dan Ir. Herru Djatmiko, MS sebagai Dosen Pembimbing Anggota II atas bimbingan, arahan dan dorongan semangat kepada penulis;
3. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini;
4. Ayahanda dan Ibunda yang telah mencukupi cinta dan kasih sayangnya dalam doa dan semangat untuk penulis;
5. Bahtiar Dwi Fidrianto dan keluarga besarnya untuk pengertian, kehadiran dan kesetiiaannya dalam perjalanan penelitian ini;
6. Rekan penelitian Atta dan Doni untuk kerjasama dan pengertiannya selama penelitian serta rekan Khoiron dan Trian (Fakultas Teknik) atas bantuannya dalam pembuatan alat;
7. Rekan-rekan senasib dan seperjuangan *Soil Science* angkatan 2005 untuk kebersamaannya serta segala bantuan dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa keterbatasan adalah fitrah manusia. Oleh karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini.

Jember, Januari 2011

Penulis

SUMMARY

Digital Hygrometer for Determining Soil Water Content Field Scale. Indah Rini (051510301152). Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, University of Jember

Hygrometer is sensor for measuring soil water content ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$). The objective of this study was (1) to determine mathematical relationship between soil moisture with the frequency generated by the hygrometer LCD, and (2) to test the effectiveness of digital hygrometer sensor on different soil texture classes. The experiment was conducted at the Laboratory of Land Conservation and Soil Physics, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Hygrometer has been made from parallel stainless plate coated with resin. Frequencies generated by sensor automatically converted into volumetric value ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) by hygrometer. Reducing variability between sensors, scale factor (SF) formula has been used.

Hygrometer sensors was capable to measure volumetric water content (θ_v) in the range of 0,110-0,591 $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$. The mathematical equation between the parameters for both soil clases was $\theta (\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}) = 2,13.\text{SF}^2 - 3,11.\text{SF} + 1,30$ ($R^2 = 0,894$). The Root Mean Square Error (RMSE) for both was soil samples 0,102 with deviation of the measurement $\pm 0,23\%$.

Result of the research showed that the hygrometer sensors is effective to be applied for Inceptisol and Oxisol soil samples. Further research could be expanded on minimization of measurement error in the field. Another field soil samples are also sugested to be tested.

Keyword: *Digital hygrometer, soil water content, Scale Factor*

RINGKASAN

Higrometer Digital Untuk Penentuan Kadar Air Tanah Dalam Skala Lapangan. Indah Rini (051510301152). Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Higrometer digital merupakan sensor untuk mengukur kadar air tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan matematis antara kadar air tanah dengan frekuensi yang dihasilkan oleh higrometer digital dan menguji efektifitas sensor higrometer digital pada kelas tekstur yang berbeda. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Konservasi dan Fisika Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Higrometer dibuat dari keping logam stainless sejajar yang dilapisi resin sebagai pelindung. Prinsip dasar pengukuran adalah untuk memperoleh persamaan dari sensor higrometer yang selanjutnya akan digunakan di lapangan. Indikator yang dikeluarkan sensor higrometer berupa kurva hubungan antara kadar air tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) dengan nilai SF (*Scale Factor*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Inceptisol memiliki kelas tekstur *Silt Loam* dan Oxisol memiliki kelas tekstur *Silt*. Sensor higrometer dapat mengukur kadar air (θ_v) pada rentang 0,110 – 0,591 $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$. Terdapat korelasi matematis antara frekuensi dengan kadar air tanah pada jenis tanah Inceptisol dan Oxisol dengan persamaan $\theta (\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}) = 2,13.\text{SF}^2 - 3,11.\text{SF} + 1,30$ ($R^2 = 0,894$). Nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) gabungan sampel tanah Inceptisol dan Oxisol adalah 0,102 dengan simpangan kisaran ukur $\pm 0,23\%$.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sensor higrometer efektif digunakan pada kelas tekstur yang berbeda. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan ke arah pengurangan simpangan pengukuran di lapangan. Pengukuran lanjutan terhadap ordo tanah lainnya perlu dilakukan.

Kata Kunci: *Higrometer digital, kadar air tanah, faktor skala*

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
NOTASI YANG DIGUNAKAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kadar Air Tanah dan Metode Pengukuran	4
2.1.1 Kadar Air Tanah	4
2.1.2 Metode Pengukuran	4
2.2 Higrometer	6
2.3 Tekstur Tanah dan Pengaruh Tekstur	8
2.3.1 Tekstur Tanah	8
2.3.2 Kelas Tekstur	9
2.3.3 Pengaruh Tekstur	11
2.4 Tanah Penelitian	12
2.4.1 Inceptisol	12
2.4.2 Oxisol	12
2.5 Komponen Elektronik	13
2.5.1 Mikrokontroler Atmega 16	13
2.5.2 Sirkuit Terpadu	14

2.5.3	Resistor	15
2.5.4	Liquid Crystal Display (LCD)	16
BAB 3. METODE PENELITIAN		19
3.1	Alat dan Bahan	19
3.2	Metode Kerja	20
3.2.1	Pelapisan Plat Dengan Resin	20
3.2.2	Pembuatan Sensor Higrometer Digital	20
3.2.3	Pengukuran Karakteristik Fisika Tanah	23
	a. Penetapan Kadar Air	23
	b. Berat Volume	24
	c. Berat Jenis Partikel	24
	d. Pori Total Tanah	25
	e. Penetapan Kelas Tekstur Tanah	25
3.3	Tahap Pelaksanaan	26
3.3.1	Pengambilan Sampel Tanah.....	26
3.3.2	Pengukuran	26
3.3.3	Penetapan Hasil Pengukuran	26
3.3.4	Validasi Pengukuran	27
3.3.5	Pengukuran Dengan Sensor Higrometer Digital	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Analisis Sifat Fisika Tanah	28
4.2	Pembuatan Sensor Higrometer Digital.....	30
4.2.1	Pembuatan Plat Sensor Higrometer	30
4.2.2	Kualitas Plat Sensor Higrometer	32
4.2.3	Komponen Elektronik	32
4.2.4	Sensor Higrometer	33
4.2.5	Pembacaan Hasil Sensor	34
4.3	Pengukuran Sensor Higrometer	36
4.3.1	Hasil Setiap Jenis Tanah	36
4.3.2	Hubungan Frekuensi Sensor dengan Kadar Air	

Volumetris	42
4.3.3 Hubungan Frekuensi dengan Kapasitan	46
4.3.4 Gabungan Pengukuran Inceptisol dan Oxisol	49
4.4 Analisis Presisi Sensor	51
4.5 Pengukuran Dengan Sensor Higrometer Digital	52
BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Simpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	16 Pin Konektor LCD	18
2.	Sifat Fisika Sampel Tanah	29
3.	Sifat Kimia Sampel Tanah	30
4.	Hasil Uji Kualitas Plat	31
5.	Hasil Uji Awal Sensor Higrometer	38
6.	Hasil Persamaan Matematis Dan Simpangan Pengukuran	53
7.	Persamaan Regresi Korelasi Kadar Air Tanah	54

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Segitiga Kelas Tekstur Tanah USDA	10
2.	Mikrokontroller ATMEGA16	14
3.	(a) Bentuk IC NE555, (b) Skematik IC NE555	16
4.	Kode hambatan resistor	17
5.	Liquid Crystal Display (LCD) higrometer	17
6.	Sampel tanah a). Inceptisol dan b). Oxisol	21
7.	Konstruksi plat	21
8.	Konstruksi awal pembuatan sensor	22
9.	(a) Konstruksi akhir (b) Konstruksi aplikasi di lapangan	23
10.	Aliran kerja higrometer digital	23
11.	Pengukuran sensor (1) Tanah Inceptisol, (2) Tampilan pada LCD.....	26
12.	Plat sensor higrometer setelah diberi resin	31
13.	Konstruksi rangkaian sensor higrometer	33
14.	Perbandingan rangkaian sensor higrometer (a) Sebelum diberi resin dan, (b) Setelah diberi resin	34
15.	Konstruksi rangkaian LCD	35
16.	Pemasangan sensor higrometer pada ring sampel (a) Ring sampel menggunakan 2 sensor higrometer, (b) Ring sampel menggunakan 1 sensor higrometer	37
17.	Kurva hubungan antara kadar air volumetris ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$), frekuensi (Hz), dan waktu Pengukuran (Jam) pada Tanah Inceptisol	38
18.	Kurva hubungan antara kadar air volumetris ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$), frekuensi (Hz), dan waktu pengukuran (Jam).....	40
19.	Kurva perbandingan frekuensi setiap sensor higrometer terhadap kadar air pada sampel tanah berbeda (Inceptisol dan Oxisol)	42
20.	Kurva hubungan kadar air tanah dengan penggabungan frekuensi sensor pada sampel tanah Inceptisol	44
21.	Kurva hubungan kadar air tanah dengan penggabungan frekuensi sensor pada sampel tanah Oxisol	45

22. Kurva hubungan antara frekuensi (Hz) dengan kapasitas terukur (Piko Farad PF)	47
23. Kurva hubungan antara frekuensi (Hz) dengan kapasitas terhitung (Piko Farad PF)	48
24. Kurva hubungan antara frekuensi (Hz) terhadap kadar air tanah (θ) ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$), Scale Factor (SF) terhadap kadar air tanah (θ) ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$)	50
25. a) Tampilan nilai frekuensi dan b) Tampilan nilai kadar air tanah Volumetris	52
26. Korelasi kadar air sensor dengan kadar air gravimetris	53
27. Korelasi kadar air sensor tanah Inceptisol-Oxisol dan Korelasi kadar air sensor pada gabungan sampel tanah Inceptisol-Oxisol	54

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Hasil analisis kadar air dan berat volume tanah.....	61
2.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 1 dan 2 pada tanah Inceptisol pengukuran awal	62
3.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 3 pada tanah Inceptisol pengukuran awal	63
4.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 1 dan 2 pada tanah Oxisol pengukuran awal	64
5.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 3 pada tanah Oxisol pengukuran awal	65
6.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 1 dan 2 pada tanah Inceptisol.....	66
7.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 3 pada tanah Inceptisol	69
8.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 1 dan 2 pada tanah Oxisol	72
9.	Nilai frekuensi (Hz) dan kadar air volumetris tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) sensor 3 pada tanah Oxisol	75
10.	Perbandingan Nilai Frekuensi Terukur dengan Frekuensi Terhitung pada tanah Inceptisol	78
11.	Perbandingan Nilai Frekuensi Terukur dengan Frekuensi Terhitung pada tanah Oxisol	79
12.	Perbandingan θ frekuensi 1 dan 2, θ sensor 1 dan 2, dengan θ gravimetris Pada Tanah Inceptisol	80
13.	Perbandingan θ frekuensi 3, θ sensor 3, dengan θ gravimetris Pada Tanah Inceptisol	81
14.	Perbandingan θ frekuensi 1 dan 2, θ sensor 1 dan 2, dengan θ gravimetris Pada Tanah Oxisol	82
15.	Perbandingan θ frekuensi 3, θ sensor 3, dengan θ gravimetris Pada Tanah Oxisol	83

DAFTAR ISTILAH

- Berat volume tanah (BV) : Berat tanah tidak terganggu (*Undisturbed*) dalam keadaan kering mutlak per- volume tanah dinyatakan dalam satuan g.cm^{-3} atau kg.m^{-3} .
- Berat jenis partikel (BJP) : Massa per- satuan volume dari partikel tanah. Dalam bidang teknis, biasanya dilambangkan sebagai gram per- centi meter kubik (g.cm^{-3}) atau kg.m^{-3} .
- Higometer digital : Sensor/alat untuk mengukur kadar air tanah dengan bantuan mikrokontroller untuk mengelola data dan ditampilkan pada LCD.
- Kadar air tanah : Kandungan air dalam tanah tidak jenuh (*Soil Water Content*) dengan satuan $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$.
- Kadar air gravimetris (θ_g) : Perbandingan massa air per- massa kering tanah (g.g^{-1}).
- Kadar air volumetris (θ_v) : Perbandingan antara volume air per- volume tanah ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$).
- Kapasitan (C) : Kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron.
- Mikrokontroller : Suatu piranti yang digunakan untuk mengolah data-data biner (*digital*) yang di dalamnya merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian elektronik yang dikemas dalam bentuk suatu chip.
- Pori total tanah (ϵ_0) : Persentase volume dari gumpalan total yang tidak diisi oleh partikel padatan.
- Tekstur Tanah : Perbandingan relatif kandungan partikel-partikel tanah primer berupa fraksi liat, debu dan pasir dalam suatu massa tanah.

NOTASI YANG DIGUNAKAN

θ_g	: Kadar air gravimetris ($g^1.g^{-1}$)
θ_v	: Kadar air volumetris ($cm^3.cm^{-3}$)
ρ_w	: Berat jenis air ($g.cm^{-3}$)
ρ_b	: Berat volume tanah kering ($g.cm^{-3}$)
W_w	: Berat air (g)
W_s	: Berat tanah (g)
V	: Beda tegangan (<i>volt</i>)
Q	: Muatan (<i>Coulomb</i>)
Ψ	: Tegangan air tanah (hpa)
C	: Kapasitansi (<i>farad</i>)
ϵ_0	: Permittivitas vacuum (F/m)
ϵ_r	: Konstanta dielektrik zat media
A	: Luas permukaan keping penghantar (m^2)
d	: Jarak antar keping (m)
SF	: Scale factor
F_a	: Frekuensi udara
F_s	: Frekuensi tanah
F_w	: Frekuensi air
θ_{msr}	: Kadar air volumetris terukur
θ_{ApA}	: Kadar air volumetris dari model Van Genutchen
n	: Jumlah pasang data