

ALAT UKUR KELEMBABAN TANAH BERBASIS ATMEGA 8535

I Wayan Degeng¹, Yani Prabowo²

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

e-mail: ¹wayan.degeng@budiluhur.ac.id, ²yancrosser@yahoo.com

Abstrak - Menyiram tanaman adalah salah satu kegiatan rutin manusia yang dilakukan di halaman rumah ataupun di areal kebun yang lebih luas. Tetapi keputusan kapan penyiraman dilakukan, merupakan masalah tersendiri. Waktu penyiraman dapat dilakukan berdasarkan kelembaban tanah. Penelitian ini mencoba untuk membuat alat ukur portable untuk mengukur kelembaban tanah berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Sensor yang digunakan adalah sensor kelembaban yang dapat dihubungkan dengan ATmega 8535. Nilai yang dibaca oleh sensor kelembaban ini akan dikonversikan kedalam bentuk digital dengan analog konverter internal mikrokontroler ATmega 8535. Pada penelitian ini hasil pengukuran kelembaban ditampilkan pada LCD sehingga bersifat portable untuk mudah dibawa dan dioperasikan. Hasil pengukuran kelembaban ini dapat dipakai untuk mengambil keputusan melakukan penyiraman atau tidak melakukan penyiraman. Alat ukur kelembaban yang diperoleh ternyata dapat mengukur kelembaban yang sangat mendekati kelembaban hasil perhitungan.

Kata Kunci- ATmega 8535, kelembaban, penyiraman, tanaman.

I. PENDAHULUAN

Air sangat diperlukan oleh tanaman untuk bertumbuh. Jika tidak cukup tersedia air, dapat menyebabkan pertumbuhan yang tidak maksimal, layu bahkan kematian tanaman. Tanaman yang terlanjur layu, sering tidak dapat dikembalikan seperti sedia kala. Tetapi kadar air di dalam tanah yang berlebihan juga dapat menyebabkan pertumbuhan yang tidak maksimal pada beberapa tanaman, disamping menjadi pemborosan sumber daya pengairan khususnya air.

Betapa pentingnya menjaga kelembaban tanah sesuai yang diperlukan oleh tanaman dengan cara melakukan penyiraman saat diperlukan yaitu saat kelembaban tanah kurang dari yang diharapkan dan menghentikan penyiraman saat kelembaban sudah cukup. Untuk dapat menentukan saat mulai menyiram tanaman dan saat menghentikan penyiraman tanaman itulah alat ukur kelembaban tanah diperlukan.

Ada banyak cara melakukan pengukuran kelembaban tanah. Untuk keperluan praktis penyiraman tanaman untuk rumah tangga atau pertanian rakyat, diperlukan alat yang sederhana dan tidak mahal. Untuk menjawab persyaratan seperti itu, maka kami melakukan penelitian alat ukur kelembaban tanah berbasis ATmega 8535. Alat ukur ini menggunakan sensor kelembaban berbasis mikrokontroler ATmega 8535 sehingga menjadi alat dengan teknologi yang tepat guna.

A. Perumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat sederhana yang dapat digunakan untuk mengukur kelembaban tanah. Adapun masalah yang akan diteliti pada penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana merancang alat pengukur kelembaban tanah dengan mikrokontroler.

2. Bagaimana melakukan pengujian terhadap alat yang dibuat.

B. Pembatasan Masalah

Masalah yang dibahas pada penelitian ini terutama difokuskan kepada pembuatan hardware dan software sehingga dapat membaca kelembaban tanah sebagai indikator untuk tujuan penyiraman. Untuk dapat lebih fokus terhadap tujuan itu, berikut adalah pembatasan yang dilakukan.

1. Mikrokontroler sudah dianggap sebagai rangkaian jadi yang hanya perlu dirangkai dengan alat lain, tidak perlu dirancang ulang.
2. Metoda pengukuran kelembaban yang dipilih adalah dengan electrical resistance, sesuai dengan karakteristik dari sensor yang digunakan sehingga tidak dicoba dengan metoda lain.

Alat penyiram tanaman tidak menjadi bagian dari penelitian.

C. Metode Penelitian

Secara garis besar, metode penelitian yang dipakai adalah pembuatan alat pengukur kelembaban. Lebih rinci lagi, untuk melakukan penelitian ini digunakan beberapa cara yaitu

1. Metode Kepustakaan, dilakukan untuk mencari pengetahuan yang mendasari penelitian ini, maupun untuk mencari pengetahuan lain yang berhubungan.
2. Metode Perancangan, dilakukan pembuatan alat baik hardware maupun software.

Metode Pengujian, dilakukan untuk menguji alat yang dibuat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kelembaban

Kelembaban tanah (*soil moisture*) adalah kadar air yang berada diantara partikel-partikel tanah.[1]. Lebih lanjut lagi kelembaban permukaan adalah kadar air pada 10 cm teratas dari lapisan tanah, sedangkan kelembaban akar (*root zone soil moisture*) adalah kadar air yang berada pada 200 cm teratas dari permukaan tanah. Tingkat kelembaban dapat dinyatakan dengan kadar air tanah (*soil water content*) dan dapat pula dinyatakan dengan tingkat potensi adanya air di dalam tanah (*soil water potential*).

Sebagai standar atau acuan dalam mengukur kadar air (kelembaban) tanah, pada penelitian ini digunakan *American Standard Method (ASM)*. Prinsip dari metoda ini adalah dengan cara melakukan perbandingan antara massa air dengan massa butiran tanah (massa tanah dalam kondisi kering), yang ditunjukkan oleh persamaan berikut: (Sanglerat, G., Olivari, G., dan Cambov, B. 1989).

$$\text{kadarair} = \frac{\text{massaair}}{\text{massabutiran tanah}} \times 100\% \quad (1)$$

Kadar air tanah (*soil water content*) dapat dinyatakan dalam % berat air, % volume air atau inch air tiap foot tanah., kadang inch air per inch tanah. Water content by volume diperoleh dengan mengalikan water content by weight dengan bulk density tanah. Bulk density tanah adalah adalah berat relatif tanah kering dibanding dengan berat air pada volume yang sama. Bulk density tanah typical 1,5 – 1,6

Pengukuran kelembaban tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara. (Edwar J Plaster, 1991)

1. *Feel Method*: Dengan meraba sampel tanah itu: kelembaban tanah dirasakan dengan tangan dan diputuskan secara feeling manual tingkat kelembabannya.
2. *Gravimetric Method*: Dengan cara mengambil sampel tanah dan menguapkan airnya dengan cara pemanasan 220°F. Berat tanah yang hilang adalah akibat kadar air yang telah menguap.
3. *Tensiometer*: dengan memakai tabung berisi air, yang ujung bawahnya adalah keramik berpori dan ujung atasnya terhubung pompa hisap dan pengukur hampa. Tabung ini ditancapkan ke dalam tanah sehingga air tanah tersedot ke atas. Tekanan negatif yang terjadi merupakan gambaran seberapa susah tanaman mengisap air tanah. Tensiometer akan mengukur *soil water potensial* atau *tension* dari tanah.
4. *Time domain reflxtometry (TDR)*: dengan menancapkan dua batang logam yang kaku ke dalam tanah, lalu mengirim gelombang

electromagnetic pada batang logam. Besarnya gelombang electromagnetic yang diteruskan oleh tanah dan dipantulkan kembali ke permukaan tanah, akan sebanding dengan kadar air rata-rata dari tanah.

5. *Neutron probe*: instrumen elektronik yang berisi sumber radiasi dimasukkan ke dalam tanah. Sensor neutron akan menunjukkan kelembaban tanah dengan mengukur kadar hidrogen di dalam tanah.
6. *Phene Cell*: prinsip kerjanya dalah bahwa tanah menghantarkan panas yang sebanding dengan kadar airnya.
7. *Electrical resistance block*: dilakukan dengan mengukur electrical resistance dari tanah. Electrical resistance ini berbanding terbalik dengan kadar air di dalam tanah.

Dari berbagai metode ini, cara electrical resistance block adalah cara yang dipilih karena kesederhanaannya untuk diterapkan dengan mikrokontroler.

Electrical resistance (hambatan listrik) adalah sifat benda yang melawan kuat arus yang mengalir yang didefinisikan dari:

$$V = I \times R \quad (2)$$

Di mana:

V = beda tegangan kedua ujung benda, Volt,

I = kuat arus yang mengalir, Ampere,

R = *Electrical resistance* (hambatan listrik), Ohm

Resistivity atau hambatan jenis hambatan listrik untuk setiap meter persegi penampang benda, dengan hubungan antara resistivity dengan resistance untuk arrangement test rod tertentu adalah:

$$\rho = 628 \times A \times R \quad (3)$$

dimana:

ρ = soil resistivity in Ω -cm

A = Distance between test rods (in metres)

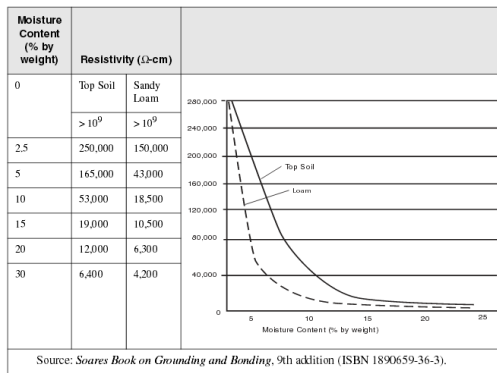
R = Resistance obtained from tester (in ohms)

Untuk beberapa jenis tanah, Tabel 1 berikut ini menunjukkan typical resistivity dengan perubahan kelembaban tanah.

Tabel 1. Typical Resistivity beberapa jenis tanah

Moisture % by weight	Typical resistivity: Ωm	
	Clay mixed with sand	Silica based sand
0	10 000 000	-
2.5	1 500	3 000 000
5	430	50 000
10	185	2 100
15	105	630
20	63	290
30	42	-

Pada pengukuran kelembaban dengan cara tidak langsung yaitu dengan mengukur resistansinya, lalu menghitung resistivity dan menghubungkannya dengan table untuk memperoleh kelembaban tanah seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Moisture content vs. Resistivity

B. Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler AVR (Alf and Vegard's Risc Processor) merupakan salah satu perkembangan produk mikroelektronika dari vendor Atmel. AVR merupakan teknologi yang memiliki kemampuan baik dengan biaya ekonomis yang cukup minimal. *Mikrokontroler AVR* memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedang MCS 51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). Secara umum AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATiny, keluarga AT90Sxx, Keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. (Rahmat Rafiuddin, 2007)

1. Arsitektur ATmega 8535

ATmega8535 memiliki bagian sebagai berikut:

- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*.
- ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan.
- CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- Watchdog Timer* dengan *Osilator Internal*.
- SRAM sebanyak 512 *byte*.
- Memori *Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- Unit Interupsi *internal* dan *eksternal*.
- Port* antarmuka SPI.
- EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi.
- Antarmuka komparator analog.
- Port* USART untuk komunikasi *serial*.

Kapabilitas detail dari ATmega8535 adalah sebagai berikut:

- Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
 - Kapabilitas memori *Flash* 8 KB, SRAM sebesar 512 *byte*, dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 *byte*.
 - ADC *Internal* dengan *fidelitas* 10 bit sebanyak 8 saluran.
 - Portal komunikasi *serial* (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
 - Enam pilihan *mode sleep* menghemat penggunaan daya listrik.
- ### 3. Konfigurasi

Konfigurasi pin ATmega8535 bisa dilihat pada Gambar 2.2 dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega8535 sebagai berikut:

- VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan satu daya.
- GND merupakan pin *ground*.
- Port A* (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- Port B* (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog, dan SPI.

- e. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Oscillator*.
- f. Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi *eksternal*, dan komunikasi *serial*.
- g. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*.
- i. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- j. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

Pada Gambar 2 merupakan pin mikrokontroler yang terdapat pada Atmega 8535.

(TO) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	AGND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1
(OC1A) PD5	19	22	PC0
(ICP) PD6	20	21	PD7 (OC2)

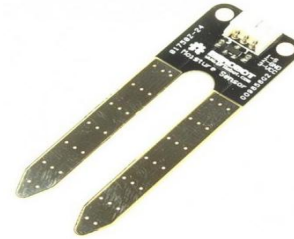
Gambar 2. Pin Mikrokontroler ATmega8535

C. Sensor Kelembaban Tanah

Sensor kelembaban ini dapat membaca jumlah kelembaban yang terdapat didalam tanah, sensor ini sangat ideal untuk memantau kelembaban tanah di taman, pekarangan dan juga *greenhouse*.

Sensor ini menggunakan dua probe untuk melewati arus dan kemudian membaca resistansi untuk mendapatkan tingkat kelembaban tanah. Prinsip kerjanya adalah memberikan nilai keluaran berupa besaran listrik sebagai akibat adanya air yang berada diantara lempeng kapasitor sensor tersebut. Lebih banyak air membuat tanah lebih mudah untuk menghantarkan listrik (resistansi kurang), sedangkan tanah kering menghantarkan lebih buruk (resistansi berlebih) atau jika tanah kering

hambatannya semakin besar maka tegangan voltasenya akan turun, jika tanah basah hambatannya semakin kecil maka tegangan voltasenya akan naik. Bentuk fisik sensor soil moisture terlihat pada Gambar 3. sebagai berikut:[Arduino,2007]



Gambar 3. Bentuk Fisik Sensor Soil Moisture

Spesifikasi:

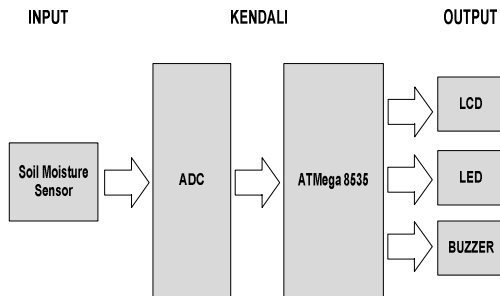
1. *Power supply*: 3.3v atau 5v
2. *Output voltage signal*: 0v (kondisi tanah yang berkadar air nol persen atau tanah kering) sampai dengan 4,2v (kondisi tanah berkadar air seratus persen)
3. *Current* : 35mA
4. *Pin definition*: Analog output (Blue wire), GND (Black wire), Power (Red wire)
5. *Size* : 60x20x5mm
6. *Type* : SEN0114
7. *Value range*:
 - a. Dry Soil : 0~300
 - b. Humid Soil : 300~700
 - c. In Water : 700~950
8. *Produsen* : DFRobot

III. PERANCANGAN

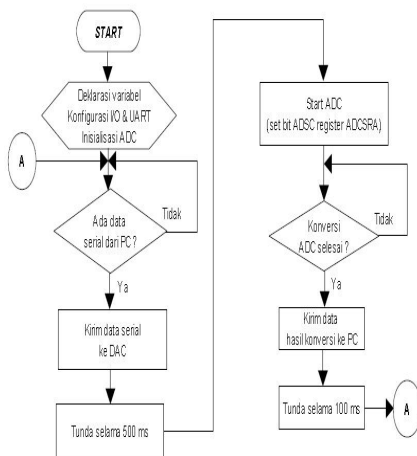
Perancangan dilakukan berdasarkan blok per blok dari setiap rangkaian, dimana tiap-tiap blok mempunyai fungsi masing-masing dan blok rangkaian yang satu dengan blok rangkaian yang lain merupakan satu kesatuan yang saling terkait dan berhubungan serta membentuk satu kesatuan yang saling menunjang kerja dari sistem. Blok ini dapat dilihat selengkapnya pada Gambar 3.1 merupakan diagram blok sistem.

Mikrokontroler ATmega8535 berfungsi sebagai kontrol utama dari sistem. Data kelembaban didapat dari sensor moisture. Nilai dari sensor moisture ini dibaca oleh ADC internal dengan mengikuti flowchart konversi yang ditetapkan, flowchart dari prosedur ini akan diterjemahkan kedalam program yang ditanamkan kedalam mikrokontroler ditampilkan pada Gambar 4. Data hasil pengukuran akan ditampilkan pada sebuah LCD display matrik 16x2

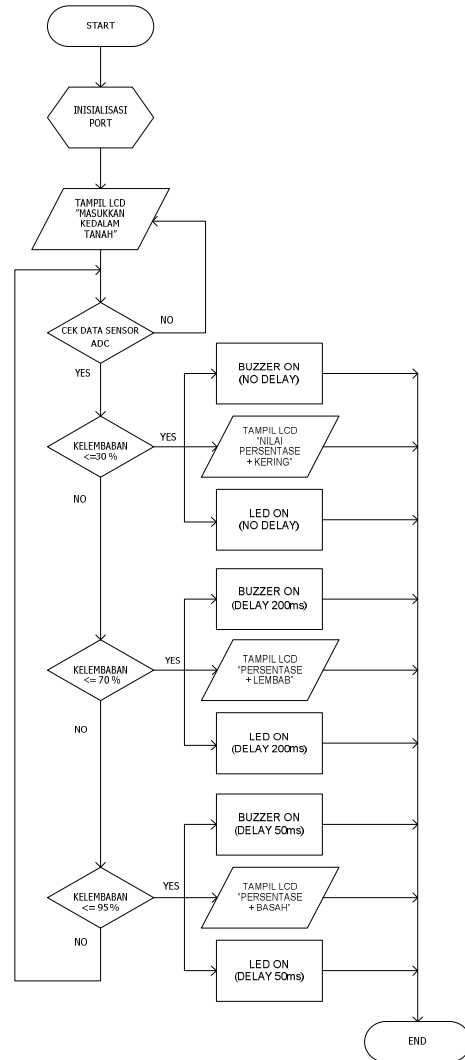
dan tampilan lampu led yang berwarna Pada saat kelembaban 1 - 30% (tanah kering) buzzer akan berbunyi dan LED merah menyala, bila kelembaban 31 - 70% (tanah lembab) buzzer akan berbunyi dan LED hijau akan menyala, jika kelembaban 71 - 95% (tanah basah) buzzer akan berbunyi dan LED biru menyala.



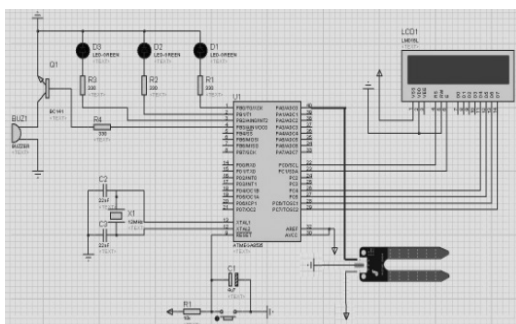
Gambar 4. Diagram Blok Sistem



Gambar 5. Flowchart Konversi ADC



Gambar 7. Flowchart program



Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan

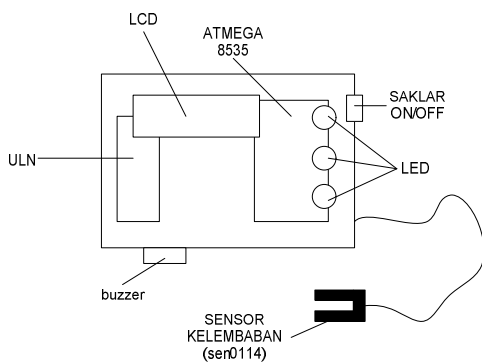
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian ADC Atmega8535

Sebuah rangkaian merupakan sistem terpadu yang tidak dapat dipisahkan antara yang satu dengan yang lainnya, sehingga pengujian dilakukan secara langsung pada rangkaian yang terpadu dari tiap-tiap blok rangkaian. Selain itu, pengujian juga dilakukan dengan cara memastikan kondisi tiap titik-titik tertentu pada setiap blok rangkaian, sehingga akan mempermudah dalam menganalisa fungsi sistem dan pengecekan apabila terjadi kerusakan pada alat, baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak.

Rangkaian alat ukur dan gambar alat ukur adalah sebagai berikut: Pembacaan nilai kelembaban pada tanah dengan sensor kelembaban, yaitu sensor SEN0114 dilakukan dengan menghubungkan sensor dengan mikrokontroler Atmega8535. Program dibuat

secara manual seperti yang terdapat pada lampiran 1 agar nilai kelembaban tanah yang terbaca sensor dapat ditampilkan pada monitor. Program tersebut bekerja dengan melakukan perintah *looping* yang bertujuan mengeksekusi perintah yang diinginkan secara berulang-ulang. Program tersebut mencetak “Nilai Kelembaban Tanah :” dan nilai yang terbaca sensor pada setiap proses *looping*, kemudian dilanjutkan dengan jeda 10 detik sebelum proses *looping* berikutnya dilakukan. Berikut ini adalah tampilan alat yang dibuat :



Gambar 8. Diagram Blok alat

2. Pengujian sensor kelembaban tanah

Tujuan pengujian sensor kelembaban tanah menggunakan sensor dfrobot SEN0114 adalah menguji kelembaban tanah yang diukur menggunakan sensor tersebut. Nilai sensor ini menjelaskan tentang kadar kelembaban, semakin besar nilai sensor berarti kelembaban semakin tinggi sedangkan semakin kecil nilai sensor makakelembaban semakin berkurang. Sensor kelembaban tanah yang bekerja dengan prinsip membaca jumlah kadar air dalam tanah sekitar. Sensor ini merupakan sensor dengan teknologi rendah namun ideal untuk memantau kadar air tanah untuk berbagai keperluan. Sensor ini menggunakan dua konduktor untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistensi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik(nilai resistensi lebih besar), sedangkan tanah kering akan mempersulit untuk menghantarkan listrik (nilai resistensi kurang). Berikut ini jangkauan nilai yang diharapkan yaitu

0~300 : tanah kering / udara bebas

300~700 : tanah lembab

700~950 : didalam air



Kemudian dilakukan percobaan dengan memakai sampel tanah kering kemudian ditambahkan air. Pada tabel 4.1 adalah tabel perbandingan antara hasil perhitungan dengan metode asm dan hasil pengukuran alat. Untuk pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tanah kering dengan massa dua kilogram ini diukur kelembabannya.
2. Tanah kering ini lalu ditambah dengan air 200 gram (200cc), lalu dihitung dan diukur kelembabannya.
3. Tanah ini ditambahkan air 200 gram (200cc) lagi, lalu dihitung dan diukur kelembabannya.
4. Tanah ini ditambahkan air 200 gram (200cc) lagi, lalu dihitung dan diukur kelembabannya.

Hasilnya ditunjukkan pada tabel 4.1 .

Tabel 2. Pengukuran Masa air dan kelembaban.

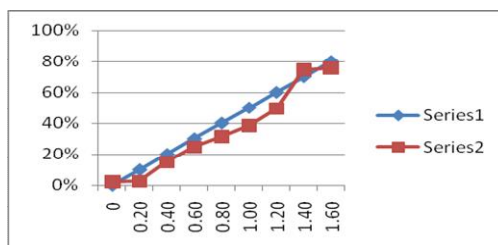
Massa sample tanah, kg	Massa air yang ditambahkan, kg	Hasil perhitungan kelembaban (ASM)	Hasil pengukuran alat, %
2,0	0	0 %	2,0 %
2,0	0.20	10 %	2,3 %
2,0	0.40	20 %	14,8 %
2,0	0.60	30 %	24,7 %
2,0	0.80	40 %	31,5 %
2,0	1.00	50 %	38,6 %
2,0	1.20	60 %	49,6 %
2,0	1.40	70 %	74,8 %
2,0	1.60	80 %	76,0 %

3. Pembahasan

Telah dilakukan percobaan untuk mengukur kelembaban tanah sebelum disiram dan diulangi lagi pengukuran kelembaban setelah dilakukan penyiraman. Hasil pengukuran menunjukkan meskipun tanah masih kering, tetapi alat sudah membaca kelembaban sebesar 2,0 %. Hal ini menunjukkan masih ada kadar air yang tersisa

pada tanah kering tersebut. Setelah ditambahkan air 200 gram (200cc), kelembaban diukur 2,3 %, masih jauh lebih rendah dari pada kelembaban hasil perhitungan sebesar 10 %. Hal ini mungkin disebabkan oleh kepekaan alat dan mungkin campuran air yang belum sempurna menyusup ke dalam tanah. Selanjutnya grafik di bawah ini menunjukkan korelasi yang sangat dekat antara kelembaban hasil perhitungan dengan kelembaban hasil pengukuran. Seperti ditunjukkan, alat ukur mempunyai tingkat jenuh pada kelembaban hasil perhitungan 80% yang dibaca oleh alat ukur sebesar 76%.

Secara keseluruhan alat telah menunjukkan indikasi kelembaban yang baik, meskipun memerlukan kalibrasi yang lebih sempurna jika dipakai untuk tujuan komersial.



Gambar 9 Grafik hubungan antara kelembaban dengan massa air

V. KESIMPULAN.

Berdasarkan percobaan dan pengamatan yang telah dilakukan, alat yang dibuat untuk mengukur nilai kelembaban tanah dapat berfungsi dengan baik. Alat ini dapat menghasilkan pengukuran yang mendekati kelembaban sebenarnya. Output dari sistem pengukuran ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk pengendalian kelembaban tanah.

REFERENCES

- [1] Sanglerat, G., Olivari, G., dan Cambov, B. 1989. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Erlangga, Jakarta.
- [2] Edward J planneer.1991. *Soil science and management 5th*. Delmar Cengage learning.
- [3] Rahmat Rafiuddin,2007. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATMega8535*. Andi Publisher.
- [4] Arduino 2007.www.dfrobot.com/Moisture_Sensor_SKU:SEN0114
- [5] Andi, Nalwan Paulus, 2004, *Panduan Praktis Penggunaan dan Antarmuka Modul LCD M163*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- [6] Rahmat, S, 2008. *Teknik akusisi data*.Graha ilmu.