Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P

Achmad Jupri^{#1}, Abdul Muid^{*2}, Muliadi^{#3}

[#]Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

¹achmadmipafisika@gmail.com

²muid@physics.untan.ac.id

³muliadi204@gmail.com

Abstrak— Pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat untuk mengukur pH, suhu, dan kelembaban pada tanah berbasis mikrokontroler ATmega 328P. Pengukuran kelembaban tanah menggunakan sensor *soil moisture*, Pengukuran pH tanah menggunakan elektroda dan pengukuran suhu tanah menggunakan sensor DS18B20. Mikrokontroler ATmega328P digunakan sebagai pengendali dan pemroses sinyal. Alat ini dilengkapi dengan sistem penyimpanan data menggunakan *SD Card* sehingga mudah untuk pengambilan data hasil pengukuran. Tahapan penelitian meliputi proses perancangan, pembuatan dan pengujian alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja alat ini mampu mengukur pH, kelembaban dan suhu tanah dengan *error* berturut-turut sebesar 2,68%, 1,53% dan 0,22%

Kata kunci— *sensor, pH, mikrokontroler, suhu, kelembaban tanah,*

I. PENDAHULUAN

Tanah mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia. Tanah digunakan manusia dalam berbagai bidang, sebagai contoh bidang pertanian, perkebunan, transportasi, perumahan, pariwisata dan lain-lain. Dalam bidang pertanian, pemilihan jenis tanah dapat menentukan tingkat keberhasilan bercocok tanam. Lahan pertanian yang akan digunakan untuk bercocok tanam membutuhkan pengkajian tentang sifat-sifat fisiknya agar lahan tersebut dapat digunakan secara optimal. Parameter yang terukur dapat digunakan sebagai data acuan untuk para petani untuk menentukan jenis tanaman. Beberapa parameter tanah yang perlu dikaji adalah suhu, kelembaban dan pH, karena ketiga parameter tersebut memiliki peranan sangat penting dalam kesuburan tanaman.

Penelitian mengenai rancang bangun alat ukur kelembaban dan suhu tanah pernah dilakukan oleh peneliti di antaranya; Yahwe dengan penelitiannya monitoring kelembaban tanah pada tanaman cabai dan tomat dengan tingkat keberhasilan alat 93,75% [1]. Menurut Sari, nilai suhu yang tinggi mengakibatkan perhitungan nilai resistivitas yang tinggi. [2]. Stevanus dan Setiadi, telah berhasil membuat alat ukur kelembaban tanah berbasis

Mikrokontroler PIC [3]. Pada penelitian ini telah dibuat alat ukur pH, suhu, dan kelembaban yang terintegrasi dan dilengkapi dengan sistem penyimpanan data. Sistem penyimpanan data menggunakan *Secure Digital Card (SD Card)*. Alat ini juga dilengkapi dengan *Real Time Clock (RTC)*. Selain data pH, suhu, dan Kelembaban alat ini juga akan menampilkan waktu dan tanggal pengambilan data yang tersimpan di dalam *SD Card*. Alat ini dapat dikembangkan untuk membantu petani.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Sensor pH

Sensor pH yang digunakan pada penelitian ini menggunakan elektroda dari pH meter ETP 110 dimana terdiri dari dua jenis logam yaitu aluminium dan timbal. Dua bahan ini dijadikan satu kemudian ada karet pemisah di antara logam seperti terlihat pada Gambar 1, sensor ini bekerja pada tegangan 5V.

Gambar 1. Elektroda pH

B. Sensor Soil Moisture

Sensor kelembaban yang digunakan adalah sensor *soil moisture* YL-69. Sensor YL-69 merupakan sensor yang membaca nilai kelembaban berdasarkan konstanta dielektrik tanah yang diukur dengan *transmission-line technique* saat dialiri listrik oleh lengan sensor. Oleh karena itu, pada saat sensor dimasukkan ke tanah kering nilai yang terbaca oleh sensor lebih besar daripada nilai pada tanah yang memiliki kadar air lebih tinggi. Hal ini

karena nilai konstanta dielektrik berbanding terbalik dengan kandungan air tanah [4]. Spesifikasi tegangan *input* sebesar 3,3 dan 5 volt. Tegangan *output* 0-4,2 Volt. *Value range* ADC 1024. Arus sebesar 35 mA. Gambar 2 merupakan gambar sensor *soil mouisture*.

Gambar 2. Sensor *Soil Mouisture*[1]

C. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20. Sensor ini cocok digunakan pada tempat yang sulit. Karena *ouput* data sensor ini merupakan data digital, sehingga tidak terjadi degradasi data. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit data (yang dapat dikonfigurasi). Karena setiap sensor DS18B20 memiliki *silicon serial number* yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus [5].

Gambar 3. Sensor Suhu DS18B20

Gambar 3 merupakan sensor Suhu DS18B20. Sensor ini beroperasi dalam kisaran -55°C - 125°C , memiliki tingkat keakuratan $\pm 5^{\circ}\text{C}$ dalam kisaran -10°C sampai 85°C . Sensor ini memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu lainnya, juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dengan mudah dihubungkan ke rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan [6].

D. Mikrokontroler ATmega 328P

Dalam penelitian ini digunakan mikrokontroler jenis ATmega 328P sebagai pengendali utama dalam sistem kerja alat. Dimana terdapat 130 macam intruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*, terdapat 32×8 Bit, kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz, memiliki 32 KB *flashmemory*, memiliki *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan. memiliki

Static Random Access Memory (SRAM) sebesar 2KB. Serta pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya *Pulse Width Modulation* (PWM) *output* [7].

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICF1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 4. Konfigurasi Mikrokontroler ATmega328P[8]

III. PERANCANGAN

A. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Diagram blok rangkaian sistem pengukuran suhu, kelembaban, dan pH tanah terbagi menjadi 7 bagian, yaitu:

1. Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk mengukur pH tanah.
2. *Sensor soil mouisture* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban tanah.
3. Sensor suhu DS18B20 adalah sensor yang digunakan sebagai pendeteksi suhu tanah
4. *SD Card* adalah media penyimpanan data hasil pengukuran.
5. Arduino Uno adalah bagian perangkat utama atau dapat dikatakan sebagai otak dari sistem yang akan dibuat. Mikrokontroler yang digunakan adalah seri ATmega328P.
6. LCD 20x4 merupakan bagian perangkat yang menampilkan perangkat penampil hasil pengukuran.
7. *Power Suplay* adalah sumber energi listrik yang diperlukan sistem.

Perancangan perangkat keras secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut:

Gambar 5. Perancangan Perangkat Keras

B. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak ini merupakan alur dari kode program yang akan dibuat agar sistem dapat bekerja dengan baik, seperti pada Gambar 6 berikut ini:

Gambar 6. Diagram Alir Pemograman

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Pada penelitian ini telah dibuat alat ukur suhu, kelembaban dan pH pada tanah berbasis mikrokontroler ATmega328P. Ada dua tahapan dalam proses pembuatan meliputi perangkat keras dan perangkat lunak, yang sebelumnya sudah diuji untuk masing-masing bagian dengan hasil yang sesuai dengan perancangan penelitian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari seluruh bagian. Sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan terhadap alat ini, maka dilakukan dua proses pengujian yaitu pengujian alat untuk kalibrasi sensor dan pengujian alat buatan dengan alat standar.

1. Pengujian dan Kalibrasi Sensor.

Pengujian kelembaban dan pH dilakukan dengan cara memasukkan elektroda ke dalam tanah kemudian sensor tersebut akan memberikan sinyal berupa tegangan analog

kepada mikrokontroler ATmega 328P. Keluaran tersebut diproses oleh ADC untuk dikonversi menjadi data digital. Selanjutnya diplot ke kurva regresi linear untuk mendapatkan nilai kelembaban dengan satuan persen (%), dengan pH dalam angka yang selanjutnya di tampilkan pada LCD dan disimpan pada SD Card.

Pengujian suhu dilakukan dengan cara memasukkan elektroda ke dalam tanah. Sensor akan memberikan sinyal digital pada mikrokontroler. Nilai yang dihasilkan langsung berupa nilai suhu dengan satuan derajat *celcius* ($^{\circ}\text{C}$), sehingga tidak perlu diplot ke dalam kurva regresi linear atau kalibrasi. Adapun hasil dari pengujiannya sebagai berikut.

1.1. Pengujian dan Kalibrasi Sensor pH

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nilai ADC dengan pH. Nilai ADC didapat dengan cara memvariasikan nilai pH tanah. Untuk mendapatkan tanah yang mengandung tingkat keasaman dilakukan dengan cara memberikan larutan asam dari jeruk nipis sedangkan untuk mendapat tanah yang mengandung basa diberikan larutan kapur. Adapun hasil pengukurannya terdapat pada Tabel 1.

TABEL 1
PENGUJIAN NILAI ADC dengan ALAT STANDAR

Pengukuran (n)	pH Alat Standar	Nilai ADC
1	3,5	41
2	4	62
3	4,5	103
4	5	198
5	5,5	247
6	6	268
7	6,5	330
8	7	412
9	7,5	433
10	8	495

Dari Tabel 1 didapatkan grafik hubungan antara pH dengan nilai ADC yang ditunjukkan pada Gambar 7 berikut.

Gambar 7. Hubungan Nilai pH dengan Nilai ADC

Dari Gambar 7 didapatkan hasil persamaan linear yaitu :

$$y = 104,7x - 343,4 \quad (1)$$

dimana y adalah nilai ADC dan x adalah nilai pH tanah yang diukur dengan alat standar. Dari persamaan (1) maka dilakukan konversi untuk mencari nilai pH dari alat yang dibuat dengan persamaan sebagai berikut :

$$x = \frac{y + 343,4}{104,7} \quad (2)$$

Persamaan (2) inilah yang akan dimasukan ke dalam program arduino untuk menentukan nilai pH tanah.

1.2. Pengujian dan Kalibrasi Sensor Kelembaban

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui antara nilai ADC dengan nilai kelembaban tanah menggunakan ETP 110 yang harus memenuhi persamaan linear. Nilai ADC didapat dengan cara memvariasikan nilai kelembaban tanah dengan cara memberikan air pada tanah tersebut mulai dari 10% sampai 100%. Hasil yang didapat dengan standar akan dijadikan sebagai data acuan. Nilai kelembaban tanah. Tabel 2 merupakan hasil pengujian nilai ADC dengan dengan ETP 110.

TABEL 2
PENGUJIAN NILAI ADC DENGAN ETP 110

Pengukuran (n)	ETP 110 (%)	Nilai ADC
1	10	1002
2	20	928
3	30	849
4	40	763
5	50	701
6	60	614
7	70	557
8	80	474
9	90	392
10	100	330

Dari Tabel 2 didapatkan grafik hubungan antara nilai kelembaban dengan nilai ADC ditunjukan pada Gambar 8 berikut.

Gambar 7. Hubungan Nilai Kelembaban dengan Nilai ADC.

Dari Gambar 8 didapatkan hasil persamaan linear yaitu :

$$y = -7,505x + 1073 \quad (3)$$

dimana y adalah nilai ADC dan x adalah nilai kelembaban dari Alat ukur kelembaban tanah. Dari persamaan (3) maka akan dilakukan konversi untuk mencari nilai kelembaban dari alat yang dibuat dengan persamaan sebagai berikut:

$$x = \frac{1073 - y}{7,505} \quad (4)$$

Persamaan (4) inilah yang nantinya akan dimasukan ke dalam program arduino untuk mencari nilai kelembaban tanah.

2. Pengujian Alat Buatan dengan Alat Standar.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari alat yang telah di buat. Kemudian membandingkannya dengan hasil alat standar apakah menunjukan hasil yang sama, sehingga nilai *error* untuk masing-masing pengujian bisa diketahui. Adapun hasil pengujiannya adalah sebagai berikut :

2.1. Pengujian pH

Hasil pengujian alat dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran nilai pH dari alat yang dibuat dengan hasil nilai pH yang didapat dari alat standar. Pengukuran pH dilakukan dengan cara memasukan elektroda pH ke dalam *channel* satu. Kemudian tanah terlebih dahulu diukur dengan alat standar sebagai data acuan. Setelah itu pH tanah diukur dengan alat yang dibuat. Elektroda yang masuk ke dalam tanah sepanjang 5 cm.

Ketika elektroda masuk ke dalam tanah maka akan terjadi interaksi antara elektroda tersebut dengan mineral-mineral di dalam air yang berada di dalam tanah. Sehingga membentuk larutan elektrolit yang dapat menghantarkan listrik pada saat arus melewatinya dan menyebabkan terjadinya proses ionisasi yang membentuk ion-ion positif dan negatif. Semakin kuat tanah tersebut mengandung asam maka semakin mudah bahan itu terionisasi. Adapun hasil perbandingan antara nilai pH alat buatan dengan nilai pH standar terdapat pada Tabel 3 dengan rata-rata *error* pengukuran sebesar 2,68% .

TABEL 3.
HASIL PENGUKURAN pH TANAH dengan ALAT STANDAR

Pengukuran Ke	pH pada Alat Standar	pH pada Alat Buatan
1	3,5	3,67
2	4	3,87
3	4,5	4,26
4	5	5,17
5	5,5	5,64
6	6	5,84
7	6,5	6,43
8	7	7,22
9	7,5	7,42
10	8	8,01

Selanjutnya grafik nilai pH antara alat yang dibuat dengan alat standar dapat dilihat pada Gambar 9 sebagai berikut.

Gambar 9. Grafik Perbandingan pH Alat Buatan dan Alat Standar

2.2. Pengujian Kelembaban

Hasil pengujian alat dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran nilai kelembaban tanah dari alat yang dibuat dengan hasil nilai kelembaban tanah yang didapat dari alat standar. Pengukuran kelembaban tanah dilakukan dengan cara memasang elektroda kelembaban ke dalam *channel* dua pada box alat. Kemudian masukan elektroda ke dalam tanah yang sudah diketahui nilai kelembabanya menggunakan alat standar sepanjang 5 cm.

Ketika elektroda di masukan ke dalam tanah, maka elektroda tersebut akan mendeteksi jumlah air yang berada di dalam tanah dengan cara melewati arus melalui tanah kemudian membaca resistansinya. Air mempunyai sifat konduktor yang baik sehingga dengan bertambahnya kadar air di dalam tanah tersebut maka nilai resistansi yang terbaca kecil dan sebaliknya, menghasilkan nilai resistansi besar jika kadar air di dalam tanah rendah. Sehingga didapatkan perbandingan antara nilai kelembaban tanah dari alat buatan dengan nilai kelembaban alat standar seperti pada Tabel 4 dengan rata-rata *error* pengukuran sebesar 1,58% .

TABEL 4
HASIL PENGUKURAN KELEMBABAN TANAH DENGAN ALAT STANDAR

Pengukuran	Alat Ukur Standar	Alat Buatan (%)
1	10	9,45
2	20	19,34
3	30	29,78
4	40	41,32
5	50	49,56
6	60	61,10
7	70	68,79
8	80	79,78
9	90	90,77
10	100	99,01

Selanjutnya grafik nilai kelembaban antara alat yang dibuat dengan alat standar dapat dilihat pada Gambar 10 sebagai berikut.

Gambar 10. Grafik Perbandingan Kelembaban Alat Buatan dan Alat Standar

2.3. Pengujian Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara mengukur suhu tanah menggunakan alat buatan kemudian membandingkan nilai suhu dengan alat standar. Proses ini dilakukan untuk mengetahui *error* alat yang telah dibuat pada saat pengambilan data. Data hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5
HASIL PENGUKURAN SUHU TANAH DENGAN ALAT STANDAR DAN BUATAN

Pengukuran	Alat Buatan (°C)	Alat Standar (°C)
1	20,02	20
2	21,09	21
3	21,96	22
4	23,03	23
5	24	24
6	24,97	25
7	26,05	26
8	27,07	27
9	28,08	28
10	28,98	29
11	30,12	30
12	31,06	31
13	31,92	32
14	33,01	33
15	33,95	34
16	34,94	35

Sedangkan grafik perbandingan hasil pengujian alat buatan dengan alat standar dapat dilihat pada Gambar 11 diberikut ini.

Gambar 11. Grafik Perbandingan Suhu Alat Buatan dan Alat Standar

Dari Gambar 11 terlihat bahwa alat buatan memiliki kemampuan yang akurat untuk membaca suhu. Sehingga didapatkan *error* sebesar 0,22%.

Setelah pengujian dilakukan terhadap semua perangkat, hasilnya diketahui bahwa semua sensor dapat bekerja dengan baik. Setiap pengukuran mempunyai tingkat akurasi dan sensitivitas yang baik. Hal ini dapat diperoleh karena didukung oleh kemampuan mikrokontroler ATmega328P yang digunakan memiliki frekuensi *clock* 16 MHz dimana dapat mengeksekusi 130 instruksi dalam satu siklus *clock* membuat data-data yang di terima mikrokontroler dapat di proses secara cepat. Selain itu pemilihan sensor yang sesuai dengan *desain* dan bahan yang sensitif terhadap perubahan lingkungan membuat alat ini dapat menghasilkan pengukuran yang baik, terlihat dari nilai *error* masing-masing pengukuran yang kecil. Sehingga hasilnya sesuai dengan apa yang diharapkan. Namun, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini supaya hasil pengukuran tidak memiliki *error* yang tinggi antara lain :

1. Pemasangan elektroda ke dalam *channel* harus benar agar mendapatkan hasil pembacaan sensor yang baik.
2. Sentuhan-sentuhan dari luar pada saat elektroda sudah masuk ke dalam tanah harus dihindarkan.
3. Arus listrik yang digunakan harus dari sumber tegangan yang stabil agar dapat menghasilkan pengukuran yang akurat.
4. Perawatan terhadap sensor sangat diperlukan dalam proses pengukuran ketiga parameter tanah tersebut. Dengan cara mencuci setiap sensor dengan air setelah melakukan pengukuran.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat ukur suhu, kelembaban dan pH yang terintegrasi dalam satu alat dapat dibuat menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor *soil moisture* YL-69, elektroda dan Arduino Uno. Alat ini memiliki *error* sebesar 0,22% 1,58% dan 2,68% berturut-turut untuk suhu, kelembaban dan pH tanah.

B. Saran

Alat ini dapat dikembangkan dengan lebih baik lagi, baik dari segi fungsi maupun aplikasinya yang lebih luas. Saran yang dapat diberikan yaitu fungsi dari alat diharapkan bisa diperluas lagi supaya tidak hanya bisa mengukur pH dari 3,5 sampai 8 saja, tetapi bisa mengukur pH dari 1 sampai 14.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Comdev Outreaching Universitas Tanjungpura yang telah membantu memberikan dana, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

REFERENSI

- [1] Yahwe CP. *Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat*, Jurnal Seman TIK, (2)1, 97-110. 2016, Kendari.
- [2] Sari, D.V. *Sistem Pengukuran Suhu Tanah Menggunakan Sensor DS18B20 dan Perhitungan Resistivitas Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner*. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, 4(2), pp.83-90. 2016, Lampung.
- [3] Stevanus dan Setiadi, K.D. *Alat Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Pic 16f84*. Indonesian Journal of Applied Physics. 3(1), 36-46, 2013, Teknik Elektro Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- [4] Dewi, E.Y.R. *Rancang Bangun Sistem Penyiram Sayur Sawi (Bressica chinensis L.) Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah dan Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic* (Skripsi), 2015, Universitas Jember. Jember.
- [5] Saputra E. Y. *Rancang Bangun Wireless Sensor Network untuk Monitoring Pencemaran Air Sungai Menggunakan Topologi Mesh Network*, Journal of Control and Network Systems, 3(2), pp.98-104. 2014. STMIK STIKOM, Surabaya.
- [6] Adi AN, *Mekatronika*, Edisi Satu, Graha Ilmu, 2010, Yogyakarta.
- [7] Artanto, D. *Interkasi Arduino dan Labview*. 2012, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [8] Purnama I, *Rancang Bangun Alat Pengukur Kelajuan Kendaraan Berbasis Mikrokontroler ATmega8*, 2011, Universitas Komputer Indonesia, Bandung.