

SISTEM MONITORING ALAT UKUR SUHU, KELEMBAPAN DAN pH PADA TANAH BERBASIS ARDUINO UNO R3 (STUDI KASUS KEBUN SINGKONG SUKOREJO)

Khamdan Arif H^{1*}, Rony Wijanarko²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika , Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.
Email: hamdanarif27@unwahas.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi dapat diterapkan di segala aspek kehidupan, termasuk juga dapat diterapkan di dalam sektor pertanian dalam bagaimana mengolah tanah yang baik dan bisa mendapatkan hasil yang maksimal. Suhu, kelembapan dan pH tanah merupakan aspek yang penting dalam kesuburan tanah karena jika suhu, kelembapan dan pH tanah tersebut tidak diperhatikan dengan baik maka tanah yang akan ditanami mengurangi kesuburan pada tanaman. Untuk kebutuhan tersebut diperlukan alat ukur untuk mengukur suhu, kelembapan dan pH pada tanah dan bagaimana cara merancang serta membuat alat ukur tersebut. Metode yang digunakan yaitu metode dengan cara pengumpulan data pada tempat seperti halnya observasi, interview dan kepustakaan. Alat ukur ini menggunakan board Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler untuk memproses dan mengolah data. Untuk input datanya pada mikrokontroler terdapat tiga jenis sensor alat utama yang berfungsi sebagai mengukur parameter yaitu sensor kelembapan YL-69, sensor suhu DS18B20 dan sensor pH tanah. Untuk tampilan output data yang akan ditampilkan di layar LCD dengan switch untuk mengatur mode on/off tampilan dan sensor. Dari hasil penelitian ini didapat keluaran untuk nilai masing-masing sensor tersebut.

Kata kunci : Sensor Kelembapan YL-69, Sensor Suhu DS18B20, Sensor pH, Arduino Uno R3

1 PENDAHULUAN

Indonesia disebut sebagai negara agraris dan memiliki potensi yang sangat besar untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi salah satunya di sektor pertanian. Kesuburan tanah merupakan aspek yang sangat penting untuk bisa menghasilkan tanaman yang diinginkan pada lingkungan dimana tempat tanah itu berada. Hal ini tidak dapat dipungkiri lagi bahwa dalam pemilihan bibit yang baik, dan perawatan tanaman akan menghasilkan tanaman yang baik pula. Menurut Yuwono (2007), tanah merupakan salah satu fokus utama dalam pembahasan dalam kesuburan tanah, sedangkan untuk tanaman merupakan indikator utama mutu kesuburan pada tanah. Seperti halnya pertumbuhan pada tanaman singkong.

Singkong adalah tanaman rakyat yang telah dikenal di seluruh pelosok Indonesia. Tanaman singkong juga merupakan salah satu yang menjadi komoditas pada pertanian Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2015), saat ini produksi singkong di Indonesia telah mencapai 21.801.415 ton. Singkong merupakan hasil dari salah satu pertanian yang jumlahnya melimpah dan perlu adanya alternatif lain di dalam pemanfaatan dan pengolahan untuk menunjang program penunjang ketahanan pangan sesuai dengan PP Nomor 68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan yang mengatur ketersediaan pangan, cadangan pangan, aneka ragam pangan, pencegahan dan penanggulangan masalah pangan. Menurut Rukmana (1997), pengolahan umbi singkong secara terpadu merupakan upaya memanfaatkan seluruh bagian dari singkong dan tanpa ada yang terbuang termasuk kulitnya.

Untuk mengetahui suatu kondisi tanah yang baik diperlukan suatu alat ukur untuk membantu dalam proses menentukan parameter dari tanah tersebut. Sekarang ini sudah banyak di pasaran yang menjual alat ukur yang dapat mengukur kondisi tanah, namun kebanyakan alat ukur yang saya temui hanya mengukur satu parameter saja dan itu akan memakan waktu yang lama untuk melakukan pengukuran karena harus bergantian. Sehingga untuk mengukur parameter yang lain dibutuhkan alat ukur yang berbeda, contohnya alat untuk mengukur kelembapan tanah, alat ukur suhu tanah dan alat untuk mengukur pH tanah yang masing-masing mempunyai alat ukur yang berbeda sehingga ada tiga alat ukur yang diperlukan untuk mengukur.

Pada saat ini sudah ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk perencanaan teknologi yang mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya yaitu dalam bidang pertanian yang mampu untuk membantu pekerjaan para petani.

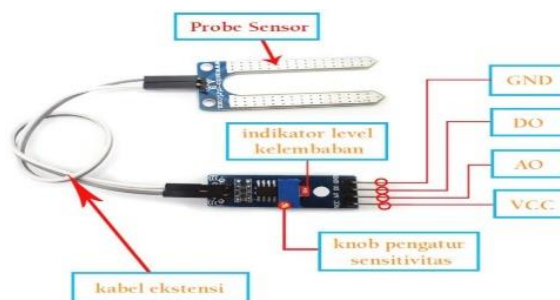
Penelitian pada *Scientific Journal of Informatics* oleh Agus Mulyana dan Syam Sofyan (2015) mengenai alat ukur parameter tanah dan lingkungan berbasis *smartphone android*. Dalam penelitian Agus Mulyana dan Syam Sofyan membuat alat ukur parameter tanah dan lingkungan berbasis *Smartphone Android* dengan parameter suhu, kelembaban lingkungan, kelembaban tanah serta luas dan keliling lahan. *Smartphone* digunakan untuk aplikasi *mobile* berbasis *Android* yang berfungsi sebagai *user interface* saat pengukuran. Dalam penelitian tersebut digunakan *OTG (On The Go)* sebagai media penghubung antara mikrokontroler dengan *smartphone*.

Penelitian oleh Emansa Hasri Putra (2015) bertujuan untuk membantu petani mendapatkan informasi akurat mengenai pH, kelembapan, dan suhu tanah pada sawah padi. Sistem ini menggunakan teknologi *Wireless sensor network* yang dilengkapi empat sensor utama dan terhubung melalui KYL 500S Wireless Data Transceiver. Uji coba dilakukan di area persawahan di Kabupaten Pelalawan, membuktikan sistem mampu mengukur dan mengirimkan data kondisi tanah secara real-time. Selain itu, server pemantauan berhasil dikembangkan untuk menampilkan hasil pengukuran secara terstruktur, mendukung pengambilan keputusan petani.

Menurut Steenis (1992) Tanaman singkong (*Manihot utilissima* Pohl) termasuk ke dalam famili *Euphorbiaceae* dan lebih dikenal dengan nama ubi kayu. Singkong termasuk ke dalam varietas umbi-umbian yang tidak asing bahkan juga banyak ditanam bagi penduduk Indonesia, hal ini dikarenakan keberadaan singkong juga dapat disejajarkan dengan makanan pokok lainnya seperti beras dan jagung. Pertumbuhan singkong yang paling banyak di tanam di daerah dataran rendah tropis, di ketinggian 150 meter dari permukaan laut dengan temperatur rata-rata 25°C sampai 27°C, tetapi ada juga beberapa jenis singkong yang tumbuh pada tanah hingga sampai ketinggian 1500 meter dari permukaan laut. Singkong juga dapat tumbuh dengan baik ketika keadaan curah hujan cukup tinggi. Curah hujan yang terjadi setiap tahunnya juga dibutuhkan untuk pertumbuhan singkong sebesar 500 mm sampai 5000 mm. Singkong juga dapat tumbuh pada tanah liat berpasir yang lembab dan subur atau pun juga bisa subur di jenis tanah yang lain dengan tekstur tanah cukup gembur untuk memungkinkan perkembangan umbinya (Grace, 1997).

Tanah merupakan objek yang sangat vital peranannya bagi semua jenis kehidupan di bumi ini karena tanah sangat mendukung di kehidupan tumbuhan dengan menyediakan unsur hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Struktur tanah yang berongga-rongga juga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernapas dan tumbuhan. Tanah juga bisa menjadi habitat untuk hidup berbagai mikroorganisme. Bagi sebagian hewan yang hidup di darat, tanah merupakan lahan untuk hidup, berkembang biak dan bergerak. Ilmu yang mempelajari berbagai aspek mengenai tanah disebut sebagai ilmu tanah. Dari segi klimatologi, tanah memegang peranan yang sangat penting sebagai penyimpan air dan menekan erosi, meskipun tanah itu sendiri juga bisa erosi.

Sensor kelembaban tanah jenis YL-69 merupakan sensor kelembaban yang mendeteksi kelembaban pada tanah. Satu modul sensor moisture tipe YL-69 terdiri dari YL-69 digunakan sebagai probe sensor dan YL-39 digunakan sebagai modul untuk pengkondisian sinyal. Sensor kelembaban tipe YL-69 di dalamnya terdapat sebuah modul yaitu IC LM393 yang digunakan untuk proses pembandingan offset rendah atau yang lebih rendah dari 5mV tegangan yang stabil dan presisi. Sensitivitas pendeteksian tersebut dapat diatur dengan cara memutar potensiometer yang terpasang di modul pemroses, untuk pendeteksian secara presisi menggunakan mikrokontroler atau Arduino yang menggunakan keluaran analog yang disambungkan pada pin ADC atau analog pada input yang berada pada mikrokontroler yang akan memberikan keluaran nilai kelembaban pada skala 0V yang relatif terhadap GND hingga VCC.



Gambar 1. Sensor Kelembapan YL-69

Sensor DS18B20 merupakan sensor temperatur digital yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka 1-Wire® dan sensor DS18B20 dikeluarkan oleh Dallas semikonduktor. Sensor DS18B20 dalam berkomunikasi hanya membutuhkan satu baris data untuk komunikasi serial dua arah menggunakan satu saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data dengan mikroprosesor pusat. Sensor DS18B20 memiliki sebuah keluaran digital sehingga sensor tidak membutuhkan rangkaian pada ADC, dan untuk akurasi nilai suhu dan kecepatan pengukuran juga memiliki kestabilan yang jauh lebih baik dari pada sensor suhu lainnya. Sensor DS18B20 disusun secara khusus sehingga sensor kedap air dan cocok untuk digunakan sebagai sensor di luar ruangan atau berada di lingkungan dengan tingkat kelembapan yang tinggi.



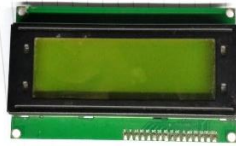
Gambar 2. Sensor Suhu Tanah DS18B20

Sensor pH tanah merupakan sensor yang difungsikan untuk mengukur kadar pH (potensial *Hydrogen*) atau pada tingkat keasaman atau kebasaan suatu area tanah yang akan di tekukur atau diteliti. pH tanah biasanya berada pada tingkat keasaman dan kebasaan pada skala pH antara 0 sampai 14. Sensor pH tanah ini banyak dipergunakan untuk keperluan dalam pertanian, perikanan bahkan dunia konstruksi, dimana setiap bidang tersebut memerlukan data pH tanah yang akan dikelola. Sensor ini biasanya digunakan untuk mengukur pH yaitu pH elektroda yang sensitif terhadap ion atau biasa disebut juga dengan elektroda gelas. Elektroda jenis ini tersusun dari batang elektroda (terbuat dari gelas yang sudah terisolasi dengan baik) dan dalam membran gelas (yang ber dinding tipis dan sangat sensitif terhadap ion H⁺). Unit pH ini biasanya diukur pada skala 0 sampai 14.



Gambar 3. Sensor pH

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan suatu media penampil dan biasanya sering digunakan dalam komponen mikrokontroler. Lapisan dari LCD merupakan antara campuran organik pada lapisan kaca bening dengan campuran elektroda yang transparan indium oksida dan dalam bentuk tampilan seven-segmen dan untuk lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda itu diaktifkan dengan menggunakan medan listrik (tegangan), molekul-molekul organik yang panjang dan silindris langsung menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen yang telah diaktifkan dan terlihat menjadi gelap dan membentuk suatu karakter sesuai data yang ingin ditampilkan. Pada keluaran LCD dapat ditampilkan angka, huruf, bahkan simbol tertentu.



Gambar 4. LCD 20x4 i2C

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino Uno ini dilengkapi oleh *Static Random-Access Memory* (SRAM) yang berukuran 2 KB untuk memegang data, *flash memory* yang berukuran 32 KB dan *Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) yang berguna untuk menyimpan program.



Gambar 5. Board Arduino Uno R3

2 METODE PENELITIAN

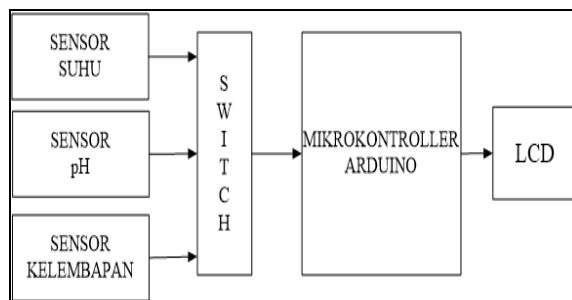
Penelitian ini menggunakan berbagai perangkat keras, perangkat lunak, serta alat dan bahan dalam pembuatan alat monitoring, seperti komputer atau laptop yang dalam penelitian ini menggunakan Notebook Asus X455LA Core i3-4030 Haswell sebagai perangkat utama untuk pemrograman dan pengolahan data. Alat-alat seperti bor, solder, obeng, tang potong, multimeter, dan kabel USB juga digunakan. Selain itu, bahan berupa baut, lem tembak, dan kotak plastik melengkapi kebutuhan penelitian. Komponen utama yang digunakan meliputi multikontroler Arduino Uno R3, sensor YL-69, sensor DS18B20, sensor *pH*, LCD 20x4 inci, baterai, dan kabel jumper.

Penelitian ini dilakukan di lahan pertanian singkong di Sukorejo, dengan fokus pada analisis panen singkong yang memiliki ukuran berbeda serta kondisi tanah yang bervariasi. Rancangan penelitian ini bersifat deskriptif dengan pendekatan studi kasus, bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis berbagai aspek "apa," "mengapa," dan "bagaimana" yang terkait dengan masalah penelitian.

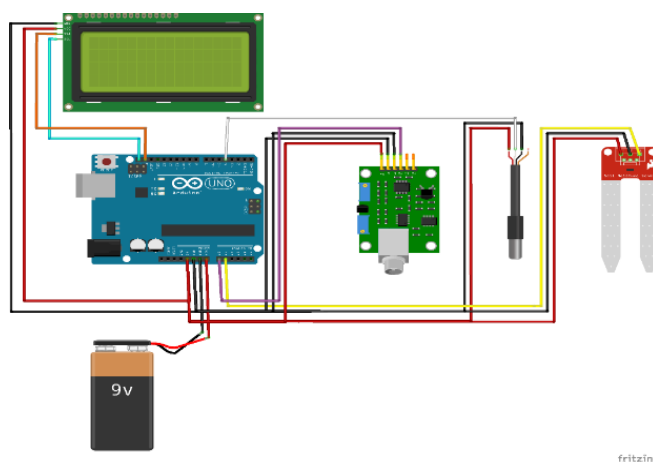
Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi, wawancara, dan studi pustaka. Melalui observasi, peneliti mengamati langsung proses perawatan tanaman singkong, mulai dari pemilihan bibit hingga panen, termasuk aktivitas pertanian sehari-hari seperti pemupukan, pengairan, dan pengolahan tanah. Metode wawancara dilakukan secara langsung dengan petani singkong, menggunakan pendekatan terbuka tanpa pedoman kaku untuk mendapatkan informasi mendalam mengenai praktik pertanian dan kondisi sosial mereka. Studi pustaka dilakukan dengan meninjau literatur, jurnal, media daring, dan dokumen penelitian terkait, khususnya yang membahas teknologi berbasis Arduino, sebagai landasan teori dalam pengembangan alat monitoring.

Tujuan utama perancangan alat monitoring ini adalah menciptakan alat yang ekonomis, mudah diakses di pasaran, dan dapat memberikan solusi praktis atas permasalahan yang dihadapi petani. Perancangan alat dilakukan dengan mengintegrasikan prinsip kerja elektronik dan mekanik, serta

memanfaatkan referensi dari literatur dan proyek serupa untuk menghasilkan alat yang sesuai harapan dan kebutuhan.



Gambar 6. Diagram Blok sistem



Gambar 7. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Pengujian sensor dilakukan dengan memasukkan program kemudian hasil input dari masing-masing sensor akan diolah oleh mikrokontroler dan data output akan dibaca melalui LCD.



Gambar 8. Implementasi Alat

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan cara menjemur tanah pada matahari kemudian alat ditancapkan terlebih dahulu pada tanah untuk mengetahui kondisi suhu tanah serta mengamati perubahan suhu, percobaan alat ini dilakukan mulai dari suhu pagi hari minimal pukul 06:00 sampai suhu pada siang hari maksimal pukul 12:00.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor Suhu

Pengukuran Hari ke-	Suhu (°C)	Keterangan
1	28	Jam 06:30 – 06:40
	30	Jam 09:15 – 09:25
	33	Jam 11:30 – 11:40
2	29	Jam 06:30 – 06:40
	32	Jam 09:15 – 09:25
	33	Jam 11:30 – 11:40
3	28	Jam 06:30 – 06:40
	31	Jam 09:15 – 09:25
	33	Jam 11:30 – 11:40

Pengujian sensor kelembapan dilakukan selama hari yang berbeda dan dalam jam yang sama yaitu pada jam 10:00 sampai jam 11:00, dan cara memulai pengukuran dari tanah yang kering, kemudian memberikan air secara bertahap dengan cara penyemprotan dan pengukuran selama kurang lebih 10 menit agar kelembapan tanah mengalami perubahan dalam keluaran ukurannya.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sensor Kelembapan

Pengukuran Hari ke-	Kelembapan	Keterangan
1	426	15 kali semprot
	347	30 kali semprot
	227	50 kali semprot
2	725	15 kali semprot
	557	30 kali semprot
	355	50 kali semprot
3	680	15 kali semprot
	475	30 kali semprot
	343	50 kali semprot

Pengujian sensor pH dilakukan dengan cara mengambil tanah secukupnya kemudian dimasukkan ke dalam air dalam wadah yang berbeda kemudian dari hasil pengujian dimasukkan jeruk nipis atau garam dapur pada wadah yang berbeda.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sensor pH

Pengukuran ke-	Nilai pH	Keterangan
1	4,99	Tanah murni tanpa campuran
2	0,79	Tanah dengan campuran jeruk nipis
3	6,70	Tanah dengan campuran garam

Pengambilan data dilakukan langsung pada satu lokasi namun dari satu lokasi terdapat empat blok atau petak yang berbeda dan pengukuran dilakukan secara tiga kali untuk mencari kondisi tanah kering, lembab dan basah. Pengukuran tiga kondisi tersebut peneliti mengukur untuk kondisi kering di gundukan tanah hasil dari cangkulan yang untuk menanam singkong, kondisi basah di samping gundukan tersebut yang berjarak sekitar 25cm dari tanah gundukan, dan untuk kondisi yang basah dilakukan pada saluran air irigasi yang berada pada pembatas tiap masing-masing blok tersebut.

Hasil pengujian alat yang telah dilakukan bahwa kinerja alat sudah berjalan dengan baik dan bisa dikatakan alat bisa bekerja 100%. Namun saat pengukuran pada sensor suhu dan kelembapan membutuhkan waktu 5 menit sampai 7 menit untuk sensor melakukan pembacaan karena sensor tidak dapat langsung membaca nilai pasti, begitu pun sensor pH membutuhkan waktu 3 menit sampai 5 menit dan untuk pembacaan nilai ini disebabkan sensor pH sangat sensitif dan sesudah melakukan pengukuran alat atau probe harus dibersihkan dahulu dengan air netral sebelum untuk melakukan pengujian lain.



Gambar 10. Lokasi Pengujian pada Kebun Singkong

Tabel 4. Hasil Pengujian Alat pada Lokasi

Tempat pengambilan tanah	Suhu (OC)	Kelembapan	pH	Keterangan
Blok 1	33	759	6,88	Tanah bersifat kering
	32	433	5,85	Tanah bersifat lembap
	29	338	4,48	Tanah bersifat basah
Blok 2	31	725	6,55	Tanah bersifat kering
	29	385	6,38	Tanah bersifat lembap
	30	273	4,55	Tanah bersifat basah
Blok 3	28	368	4,45	Tanah bersifat basah
	28	238	4,35	Tanah bersifat basah
	27	225	4,65	Tanah bersifat basah
Blok 4	25	388	4,25	Tanah bersifat lembap
	25	368	3,62	Tanah bersifat basah
	24	268	3,88	Tanah bersifat basah

Blok 1 pengukuran dilakukan pada hari Rabu 30 Juni 2021 dan saat pengukuran dimulai pada pukul 13:30 sampai pukul 15:30 di dalam kedalaman 10cm dari atas tanah dan dibuat pengukuran sesuai dengan keadaan tanahnya. Pada saat siang hari suhu tanah berada pada suhu yang panas dan kebanyakan tanah pasti kering kecuali pada tanah yang dekat dengan pengairan meskipun air menguap tapi tanah masih dalam keadaan lembap atau basah.

Blok 2 pengukuran dilakukan pada hari Sabtu 3 Juli 2021 dan saat pengukuran dimulai pada pukul 14:45 sampai pukul 16:00 di dalam kedalaman 10cm dari atas tanah dan dibuat pengukuran sesuai dengan keadaan tanahnya. Blok 3 pengukuran dilakukan pada hari Senin 5 Juli 2021 dan saat pengukuran dimulai pada pukul 14:45 sampai pukul 16:00 di dalam kedalaman 10cm dari atas tanah dan dibuat pengukuran sesuai dengan keadaan tanahnya. Tetapi dalam pengukuran pada blok 3 ini jarak angka keluaran menghasilkan keadaan tanah yang hampir sama karena pada saat dilakukan ukuran cuaca dari pagi hari langit mendung dan saat pengukuran turun hujan yang lumayan deras. Blok 4 pengukuran dilakukan pada hari Selasa 6 Juli 2021 dan saat pengukuran dimulai pada pukul 06:00 sampai pukul 08:00 di dalam kedalaman 10cm dari atas tanah dan dibuat pengukuran sesuai

dengan keadaan tanahnya. Pada saat pengukuran dikarenakan kondisi tanah sehabis hujan deras maka tanah dalam keadaan lembab dan basah semua sehingga nilai keluaran juga mengalami penurunan.

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4 bahwa tanaman singkong agar pertumbuhannya agar bisa bagus dan umbi agar mempunyai hasil yang baik ketika panen tiba adalah kelembapan tanahnya jangan sampai terlalu kering, karena jika terlalu kering pertumbuhan umbi nya akan terhambat tidak bisa tumbuh secara luas. Untuk pH yang cocok pada tanaman singkong ini berkisar mulai dari pH asam antara 4,50 sampai dengan 6,50 dan sampai berkisar pH 7 atau netral. Apabila tanahnya juga mempunyai kondisi tanah yang terlalu basah maka tumbuhan singkong mungkin tidak akan mempunyai umbi yang bagus atau bahkan umbinya akan busuk karena terlalu banyak kadar air di dalam tanahnya dan mengalami pelapukan. Untuk suhu yang cocok yaitu antara 27°C sampai dengan 32°C karena jika kurang dari 27°C atau lebih dari 32°C maka bakal umbinya tidak akan tumbuh secara normal.

4 KESIMPULAN

Semua alat ukur dapat bekerja dengan baik dan alat yang telah dibuat diharapkan dapat membantu para petani dalam mengukur tanah terlebih lagi bagi petani singkong. Alat ukur untuk mengukur parameter suhu, kelembapan dan pH tanah dapat dibuat dengan menggunakan alat sensor suhu DS18B20, alat sensor kelembapan YL-69 dan alat sensor pH menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3. Kekurangan dari alat ukur ini ketika monitoring harus datang langsung pada lokasi tidak bisa monitoring dari kejauhan. Kelebihannya yaitu menghemat biaya dan menghemat waktu karena dalam satu alat sudah bisa untuk mengukur tiga parameter tanah. Alat ukur sensor suhu, kelembapan dan pH untuk mengukur tanah yang telah dibuat diharapkan bahwa alat tersebut untuk dikembangkan lebih lanjut lagi agar keakuratan sensor menjadi semakin lebih baik. Dalam pengukuran diharapkan untuk bisa dibandingkan antara alat buatan dengan alat standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Mulyana, Syam Sofyan. 2015. Alat Ukur Parameter Tanah dan Lingkungan Berbasis Smartphone Android. *Scientific Journal of Informatics*, vol.2, No.2, hal.165-177.
- Caesar Pats Yahwe. 2016. Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman “Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat”. *Jurnal SemanTIK*, vol.2, No.1, hal 97-11.
- David, Cooper William. 1991. *Instrumentasi Elektronik dan Pengukuran*. Translated Ir. Sahat Pakpahan. 1991. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Eko Ihsanto, Sadri Hidayat, 2014, Rancangan Bangunan Sistem Pengukuran pH Meter dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal Teknik Elektro*, vol.5, No.3, hal 130-137.
- Emansa Hasri Putra. 2015. Sistem Pemantauan Kondisi Tanah Sawah Padi Berbasis Wireless Sensor Network. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)* 7.
- Kemas Ali Hanafiah. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Kris Adhi Gunawan. 2015. Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tanah Sebagai Alat Bantu Penentu Benih Sayuran Yang Akan Dibudidayakan. Skripsi. Program Teknik Elektro. Universitas Semarang.
- Rukmana R., 1997. *Ubi Kayu Budi daya dan Paska Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Setiawardhana. 2016. *19 Jam Belajar Cepat Arduino*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Sadjad, S. 2000. *Bahan Pangan Sumber Karbohidrat*. Penebar Swadaya. Jakarta.