

RANCANG BANGUN ALAT UKUR SUHU TANAH BERBASIS ATMEGA 2560 DENGAN DATA LOGGER

Akhmad Alfianor, Nuraeni Dwi Dharmawati, Suparman

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER
Yogyakarta

Email Korespondensi: Akhmadalfianor2105@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya suhu iklim mikro di sekitar tanaman akan menyebabkan hilangnya kelembaban tanah secara cepat. Peran suhu berkaitan dengan hilangnya kelembaban tanah melalui mekanisme transpirasi dan evaporasi. Pada penelitian ini peneliti akan merancang suatu instrumen yang mampu mengukur suhu tanah secara real-time dengan menggunakan mikrokontroler ATmega2560, layar LCD, RTC dan sel surya, dan datanya akan disimpan sebagai karya pada kartu memori SD. serta kemampuan pengukuran suhu alat untuk 3 titik pengukuran perantara. Tujuan dari penelitian ini merancang dan membuat alat ukur suhu tanah sehingga menghasilkan akurasi yang diharapkan, merancang dan membuat alat ukur suhu tanah dengan perekaman data (Logger). Menguji kalibrasi dan akurasi alat ukur suhu tanah menggunakan sensor dan dibandingkan dengan Termometer batang. Alat berhasil diaplikasikan pada tanah di sekitar tanaman kelapa sawit pada berbagai kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm.

Hasil Kalibrasi dan akurasi pengukuran suhu tanah yang dibandingkan dengan sensor DS18B20 menggunakan termometer instrumen standar yang umum digunakan. Dari hasil kalibrasi diperoleh data dari berbagai kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm. Pada kedalaman 20 cm memiliki tingkat error 3,41% serta memiliki akurasi 96,59%. Pada kedalaman 40 cm memiliki tingkat error 2,03% serta memiliki akurasi 97,97%. Pada kedalaman 60 cm memiliki tingkat error 1,41% serta memiliki akurasi 98,59%.

Kata kunci : Rancang Bangun Sensor, Suhu Tanah, Data Logger.

PENDAHULUAN

Teknologi dan elektronik telah berkembang pesat belakangan ini. Hampir semua bidang kehidupan manusia sehari-hari dicakup oleh perangkat dengan sistem teknis dan elektronik yang menggunakan sistem kendali baik analog maupun digital, misalnya dalam proses pengukuran. Integrated metering merupakan salah satu perkembangan teknologi dan elektronik saat ini. Pengukuran merupakan hal yang sangat penting dalam dunia ilmu pengetahuan, khususnya teknologi. Dalam perencanaan, pengukuran digunakan sebagai sistem proteksi atau sistem kontrol proses. Pengukuran memainkan peran penting dalam mendukung pekerjaan manusia dan menawarkan keuntungan praktis bagi para insinyur dalam menentukan nilai kuantitas atau variabel. Setiap sistem metrologi pasti membutuhkan suatu perangkat atau perangkat keras yang tersusun dari berbagai komponen elektronik seperti resistor, dan sifat bumi yang paling penting adalah suhu bumi. Suhu rata-rata harian didefinisikan sebagai nilai rata-rata pengamatan 24 jam (satu hari) yang dilakukan setiap jam. Suhu rata-rata bulanan sama dengan jumlah suhu rata-rata harian dalam sebulan dibagi dengan jumlah hari dalam bulan tersebut. Suhu rata-rata tahunan dihitung dengan membagi total suhu rata-rata bulanan dengan 12 (Bayong, 2004). Pengaruh suhu terhadap makhluk hidup begitu besar sehingga pertumbuhannya seolah-olah sangat bergantung padanya, terutama dalam aktivitasnya. Pada suhu tinggi, benih akan mengalami metabolisme lebih cepat, sehingga jika benih dibiarkan atau ditanam pada pohon yang datar atau tinggi maka kemampuan benih untuk berkecambah akan menurun. Oleh karena itu pada tumbuhan juga terdapat suhu maksimum, suhu optimal. Suhu maksimum adalah suhu tertentu dimana tanaman masih dapat tumbuh, suhu minimum adalah suhu terendah dimana tanaman masih dapat hidup, sedangkan suhu optimal adalah suhu terbaik yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya sehingga pertumbuhannya dapat berlangsung tanpa kendala. Pengertian tanah sebagai media pertumbuhan tanaman pertama kali dikemukakan oleh Dr. H.L. Jones dari Cornell University, Inggris (Darmawijaya, 1990 dalam Hanafiah K.A, 2010).

Sebagai lingkungan tumbuhnya tanaman, suhu tanah secara tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu mempunyai korelasi positif dengan radiasi matahari. Tinggi rendahnya suhu di sekitar tanaman ditentukan

oleh radiasi matahari, kepadatan tanaman, distribusi cahaya di seluruh kanopi tanaman, dan kelembaban tanah.

Suhu mempengaruhi beberapa proses fisiologis penting: pembukaan stomata, laju transpirasi, laju penyerapan air dan nutrisi, fotosintesis dan respirasi. Peningkatan suhu hingga titik optimal akan menyebabkan peningkatan proses di atas. Setelah melewati titik optimal, proses mulai terhambat baik secara fisik maupun kimia sehingga aktivitas enzim menurun (enzim terdegradasi). Pengukuran suhu tanah pada stasiun agroklimat dilakukan pada kedalaman yang berbeda-beda, yaitu pada kedalaman 5, 10, 20, 50 dan 100 cm dari permukaan tanah. Seperti diketahui, suhu tanah mempengaruhi kapasitas penyerapan air. Semakin rendah suhu, semakin sedikit air yang diserap oleh akar, sehingga penurunan suhu tanah secara tiba-tiba dapat menyebabkan tanaman layu. Meningkatnya suhu iklim mikro di sekitar tanaman akan menyebabkan hilangnya kelembaban tanah secara cepat. Peran suhu berkaitan dengan hilangnya kelembaban tanah melalui mekanisme transpirasi dan evaporasi. Peningkatan suhu terutama suhu tanah dan iklim mikro di sekitar tajuk pohon akan mempercepat hilangnya kelembaban tanah terutama pada musim kemarau. Maka pada penelitian ini peneliti akan merancang suatu alat yang dapat mengukur suhu tanah secara real time dengan menggunakan mikrokontroler ATmega2560 dan kemampuan alat ini dalam mengukur suhu untuk 3 titik pengukuran diantaranya. Data suhu yang dibaca alat ini otomatis disimpan oleh sistem data logging. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat membantu menjaga pertumbuhan pohon kelapa sawit bahkan memantau suhu pertumbuhan pohon kelapa sawit. .

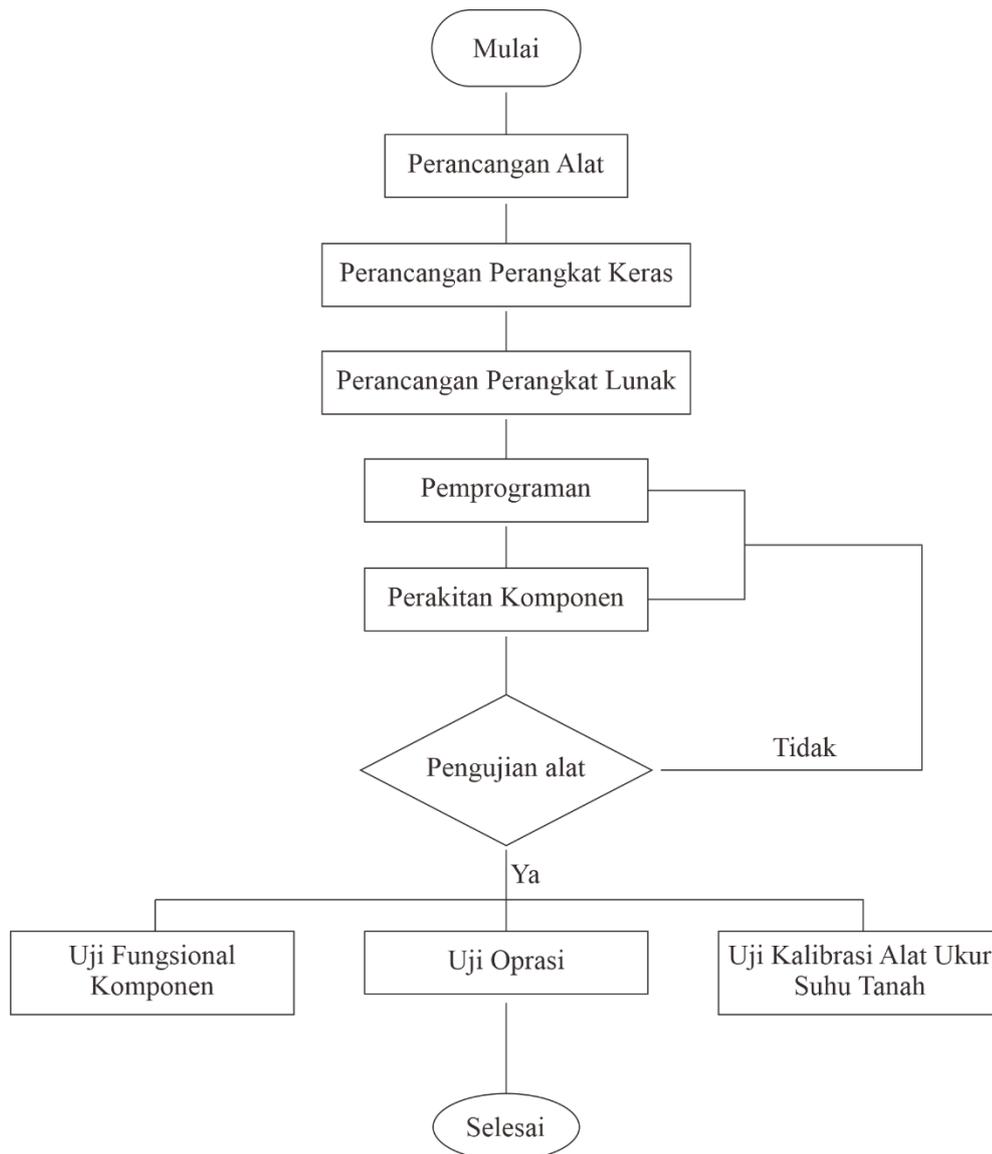
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan dari bulan Januari sampai dengan Juli 2023. Penelitian dibagi menjadi dua tahap: pembuatan alat (perangkat keras, perangkat lunak, dan desain alat) dan pengujian alat. Desain perangkat keras, perangkat lunak dilakukan di Pilot Plant Institut STIPER Instiper Yogyakarta dan uji lapangan dilakukan di kampus Instiper STIPER Yogyakarta.

TAHAPAN PENELITIAN

Pada penelitian dan pembuatan Alat Ukur Suhu tanah tanaman kelapa sawit ini terbagi menjadi tujuh tahapan. Tujuh tahapan tersebut adalah tahap persiapan, tahap perancangan, tahap perancangan perangkat keras, tahap perancangan perangkat lunak, tahap perakitan komponen, tahap pemrograman, lalu tahap pengujian alat terbagi menjadi tiga yaitu uji fungsional komponen, uji oprasi, dan uji kalibrasi alat. Pada saat analisa data, apabila hasil yang diperoleh tidak sesuai maka akan dilakukan pengecekan dan kalibrasi ulang hingga memuaskan dan alat siap digunakan. Diagram alir prosedur penelitian secara lengkap dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram fase studi

Pada tahap ini proses yang dilakukan meliputi pencarian informasi dengan melakukan penelitian literatur pada beberapa publikasi, jurnal ilmiah dan tugas akhir terkait alat ukur pelepasan uap tumbuhan, serta menyiapkan bahan-bahan yang akan digunakan. Selain itu, kami juga telah menyiapkan alat-alat yang diperlukan untuk mendukung proses penelitian dan perancangan alat ukur evapotranspirasi untuk perkebunan kelapa sawit. Software Arduino IDE juga siap mengolah data untuk ditampilkan pada layar LCD.

ALAT DAN BAHAN

Tabel 1. Alat

Alat	Fungsi
Laptop	Desain perangkat keras dan pengunduhan firmware
Arduino	Membuat firmware
Solder	Menyolder komponen
<i>CoreIDRAW</i>	Membuat rancangan dan dimensi alat
<i>USB</i>	Unggah firmware dari Arduino ke papan mikrokontroler

Tabel 2. Bahan dan Tipe

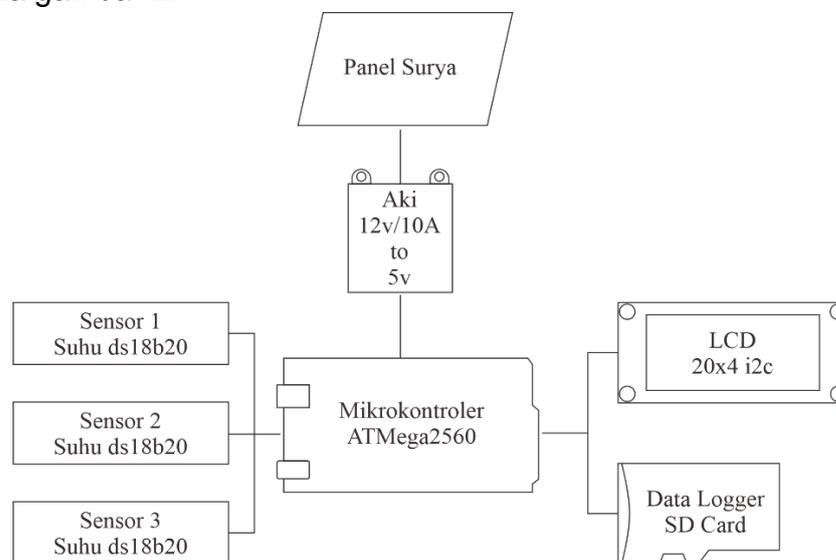
Bahan	Tipe	Jumlah
Mikrokontroler ATmega	2560	1 buah
Shield ATmega	2560	1 buah
Sensor kelembaban tanah	capacitive soil v1.2	3 buah
RTC DS3231	DS3231	1 buah
Modul SD Card <i>compatible</i>	Write SPI	1 buah
LCD	LCD 20x4	1 buah
Modul panel surya	50wp	1 buah
Solar charge <i>controller</i>	12volt	1 buah
Aki 12volt	10A GMS MF	1 buah
Modul Step Down	lm2596	1 buah
<i>Multiple Conductor</i> Kabel	-	10 meter
Kabel NYM	2x1,5	5 meter
Box panel swilite	25x25	1 buah

PERANCANGAN ALAT

Tahap desain ini dibagi menjadi desain perangkat keras dan desain perangkat lunak.

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS (*HARDWARE*)

Alat pengukur kelembaban tanah dan suhu tanah dibagi menjadi 6 bagian yaitu panel surya, aki 12 volt, sensor kelembaban tanah, LCD dan data logger. Skema perangkat keras pada alat monitoring suhu tanah untuk mengetahui pengaruh suhu tanah terhadap tanaman kelapa sawit. dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Perangkat Keras (*Hardware*)

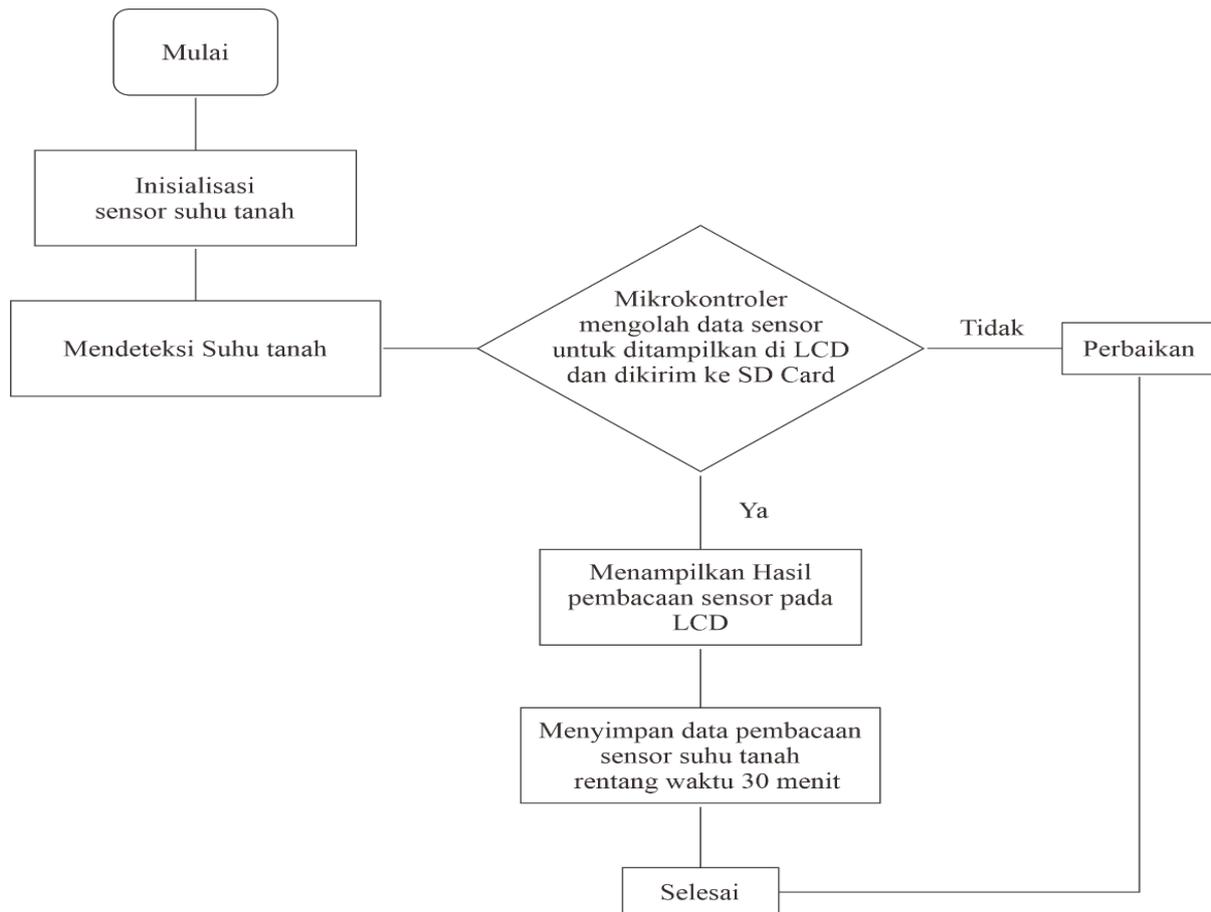
Masing-masing perangkat ini terhubung ke mikrokontroler Shield ATmega2560. Blok sistem ini meliputi panel surya dan aki 12 volt yang berfungsi sebagai pemberi tegangan pada mikrokontroler. Sensor suhu tanah digunakan untuk mengukur suhu pada tanah dan mikrokontroler ATmega2560 memiliki fungsi pemrosesan data.

Gambar 2 menunjukkan bahwa sistem ini bekerja dengan menggunakan sistem mikrokontroler minimal, khususnya ATmega2560 digunakan untuk mengontrol beberapa komponen yang digunakan seperti, 3 (tiga) sensor suhu tanah. Sistem ini bekerja dengan membaca suhu tanah, kemudian data keluaran analog dari sensor ditransmisikan ke mikrokontroler yang disertakan ATmega2560 kemudian diolah dan diubah menjadi data digital. Data digital suhu tanah kemudian ditampilkan pada LCD dan modul SD Card akan menyimpan data di memori SD Card dimana informasi yang tersimpan berupa tanggal, jam, dan pembacaan sensor suhu tanah.

Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan *software* Pada tugas akhir ini alat yang digunakan adalah perangkat lunak Arduino *IDE (Integrated Development Environment)*. *IDE* adalah program khusus yang memungkinkan komputer membuat desain atau sketsa program papan Arduino.

Pembuatan program dari Arduino diawali dengan mengatur pin-pin yang akan digunakan oleh sistem. Berikut ini adalah diagram yang menggambarkan proses kerja pada sistem alat ukur suhu tanah. Dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perangkat Lunak (*Software*)

Penjelasan alur kerja sistem instrumen pemantauan suhu tanah di atas diawali dengan mengaktifkan instrumen kemudian sensor suhu tanah akan mendeteksi suhu tanah kemudian menganalisisnya. Data yang terukur oleh sensor suhu tanah, kemudian akan ditampilkan pada LCD dan data akan tersimpan pada memori SD card setiap 30 menit sekali dimulai dari jam 07:00 pagi sampai 16:00 sore, maka proses selesai.

PEMROGRAMAN

Secara garis besar alat akan bekerja sesuai dengan perintah yang berawal melalui sensor suhu tanah sebagai input.

Kemudian dari input sensor tersebut data akan dikirim menuju mikrokontroler ATmega2560. Lalu mikrokontroler ATmega2560 yang akan mengolah data menjadi berbagai macam perintah-perintah ke beberapa komponen pendukung kerja alat sesuai program yang dibuat, yang berakhir pada output pada Memory SD Card dan LCD sebagai monitor.

PERAKITAN KOMPONEN

Setelah melalui proses perancangan alat, langkah selanjutnya adalah perakitan komponen. Pada tahap ini dilakukan perancangan rangkaian sesuai

dengan diagram blok. Produksinya juga dilakukan sesuai proyek sebelumnya. Awalnya, peralatan dibangun dalam blok-blok sesuai dengan skema pengujian dan kalibrasi peralatan. Jika perhitungan dan desain sudah sesuai dan akurat, maka akan dilakukan pengolahan data untuk setiap blok rangkaian sehingga hasilnya ditampilkan di layar LCD. dan menyimpan data pada Memory SD Card dengan menggunakan software Arduino IDE.

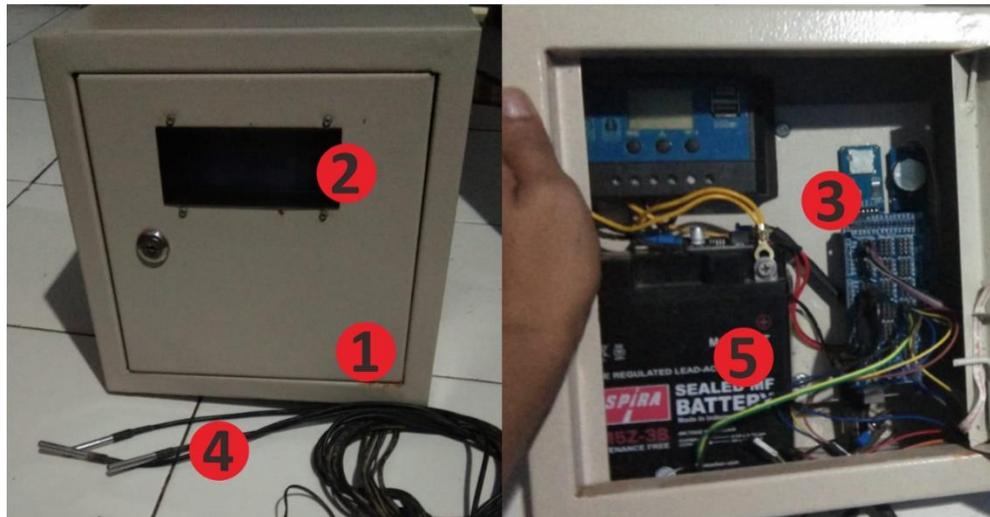
UJI KALIBRASI

Pengujian alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja alat yang diproduksi dengan cara memeriksa fungsionalitas setiap bagian alat setelah dilakukan pengukuran. Komponen pendukung kinerja alat seperti sensor berfungsi memberikan masukan awal berupa nilai suhu tanah yang nantinya akan mempengaruhi kinerja sistem. Jika nilai suhu bawah tanah tidak sesuai dengan data sebenarnya, maka akan terjadi kesalahan. dalam pengambilan keputusan dan menyebabkan kesalahan. Apabila setelah dilakukan pengujian komponen tidak memberikan hasil yang baik maka dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu revisi. Berikut beberapa komponen dan perangkat lunak yang akan diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan

Alat pengukur suhu tanah berbasis mikrokontroler ATmega 2560 yang dihasilkan berdasarkan penelitian seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan luar alat pengukur suhu tanah berbasis ATmega 2560

Keterangan:

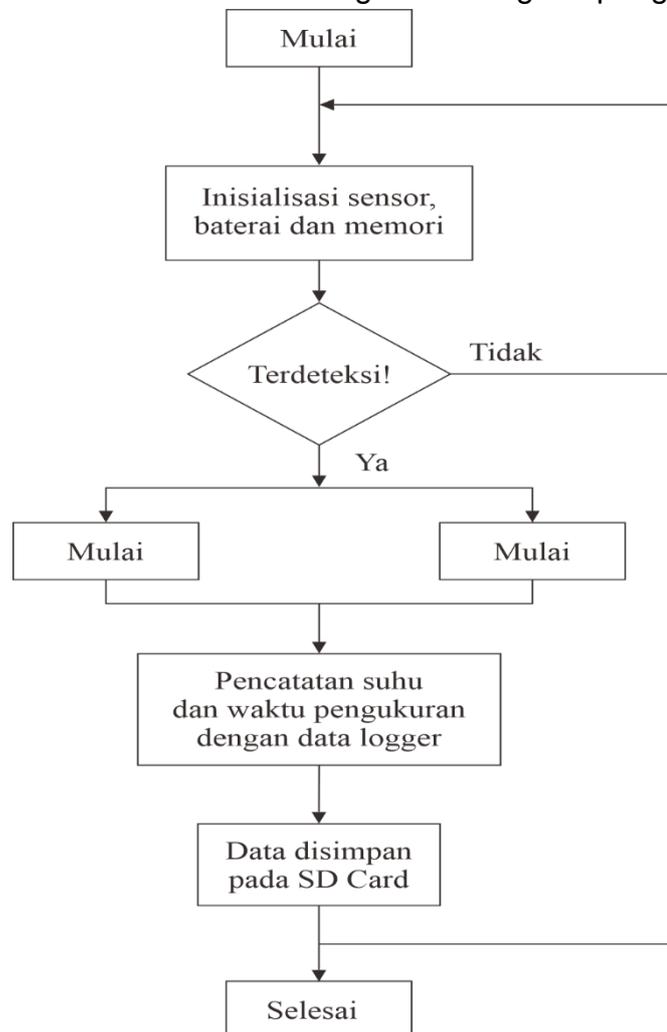
1. Kotak Alat
2. Lcd
3. Memori
4. Sensor DS18B20
5. Aki 12 Volt

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengukur suhu tanah dengan spesifikasi teknis sebagai berikut::

1. Tegangan Masuk: 12 Volt (1 Aki)
2. Tegangan Kerja: 5 volt
3. Dimensi Box: 25 cm x 25 cm x 25 cm
4. Sensor: DS18B20 *Waterproof* (3 buah)
5. Tampilan LCD: 20 x 4 (1 buah)
6. Panel surya: 20 cm x 30 cm (1 buah)

Sistem Kerja Alat

Sistem operasi alat ini mendeteksi keberadaan suhu tanah dengan sensor suhu DS18B20. Proses identifikasi bagian-bagian alat ini ditampilkan pada layar LCD. Jika komponen tidak terdeteksi, maka akan muncul pesan yang menunjukkan komponen mana yang tidak terdeteksi. Jika salah satu komponen tidak didukung, alat tidak akan melakukan pengukuran..Di bawah ini adalah gambar diagram pengoperasian alat.



Gambar 5 Diagram alur sistem kerja alat

Deskripsi Data

Pada penelitian ini diperoleh tiga data pengukuran yaitu data pengukuran suhu tanah dari tiga sampel kedalaman tanah yang berbeda dan tingkat error sensor DS18B20. Untuk mengukur suhu tanah pada tiga sampel tanah yang berbeda,, alat ini secara otomatis merekam data setiap 2 jam sekali untuk mengetahui perubahan suhu dari pagi hingga sore hari. Untuk data rata-rata pengukuran dan nilai error pada sensor DS18B20 khususnya data acuan untuk pengukuran menggunakan sensor DS18B20 dengan instrumen standar yang umum digunakan adalah termometer batang. Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dibagi menjadi beberapa tabel untuk mengukur suhu tanah pada tiga kedalaman tanah yaitu. 20 cm, 40 cm dan 60 cm, tingkat kesalahan sensor DS18B20 untuk Tabel 4.2.

Pengujian dan Kalibrasi

Hasil pengujian alat ukur suhu tanah merupakan data pengukuran pembandingan dengan sensor DS18B20 dengan termometer batang yang umum digunakan. Pada penelitian ini diambil sampel selama 5 hari dari berbagai kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm. Sampel di ambil setiap 2 jam sekali dimulai pada jam 07.00 sampai dengan jam 15.00. Di bawah ini Tabel hasil pengukuran tingkat kesalahan sensor DS18B20.

Tabel 3. Hasil uji coba dan kalibrasi 20 cm.

Hasil pengujian suhu dan kalibrasi pada tingkat kedalaman 20 cm. pada piringan batang kelapa sawit tahun tanam 2012.

Tanggal	Jam	Sensor Suhu Ds18b20 20 cm	Suhu Termometer Batang 20 cm	Selisih suhu (%)	Error (%)	Akurasi (%)
12/01/2023	07:00	26	27	1,0	3,70	96,30
kamis	09:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	11:00	27	28	1,0	3,57	96,43
	13:00	29	29	0,0	0,00	100,00
	15:00	28	29	1,0	3,45	96,55
13/01/2023	07:00	26	26	0,0	0,00	100,00
jumat	09:00	25	27	2,0	7,41	92,59
	11:00	26	26	0,0	0,00	100,00
	13:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	15:00	27	27	0,0	0,00	100,00
14/01/2023	07:00	26	27	1,0	3,70	96,30
sabtu	09:00	25	27	2,0	7,41	92,59
	11:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	13:00	25	26	1,0	3,85	96,15
	15:00	26	27	1,0	3,70	96,30
15/01/2023	07:00	26	27	1,0	3,70	96,30
minggu	09:00	25	26	1,0	3,85	96,15
	11:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	13:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	15:00	25	27	2,0	7,41	92,59
16/01/2023	07:00	26	26	0,0	0,00	100,00
senin	09:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	11:00	25	27	2,0	7,41	92,59
	13:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	15:00	25	26	1,0	3,85	96,15
rata rata		26,04	26,96	0,92	3,41	96,59

Tabel 4. Hasil uji coba dan kalibrasi pada kedalaman 40 cm.

Hasil pengujian suhu dan kalibrasi pada tingkat kedalaman 40 cm. pada piringan batang kelapa sawit tahun tanam 2012.

Tanggal	Jam	Sensor Suhu Ds18b20 40 cm	Suhu Termometer Batang 40 cm	Selisih suhu (%)	Eror (%)	Akurasi (%)
12/01/2023	07:00	27	28	1,0	3,57	96,43
kamis	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	13:00	28	28	0,0	0,00	100,00
	15:00	28	28	0,0	0,00	100,00
13/01/2023	07:00	26	28	2,0	7,14	92,86
jumat	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	26	28	2,0	7,14	92,86
	13:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	15:00	27	28	1,0	3,57	96,43
14/01/2023	07:00	27	28	1,0	3,57	96,43
sabtu	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	13:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	15:00	27	27	0,0	0,00	100,00
15/01/2023	07:00	27	27	0,0	0,00	100,00
minggu	09:00	26	27	1,0	3,70	96,30
	11:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	13:00	27	28	1,0	3,57	96,43
	15:00	27	27	0,0	0,00	100,00
16/01/2023	07:00	26	27	1,0	3,70	96,30
senin	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	13:00	27	28	1,0	3,57	96,43
	15:00	26	27	1,0	3,70	96,30
rata rata		26,8	27,36	0,56	2,03	97,97

Tabel 5. Hasil uji coba dan kalibrasi pada kedalaman 60 cm.

Hasil pengujian suhu dan kalibrasi pada tingkat kedalaman 60 cm. pada piringan batang kelapa sawit tahun tanam 2012.

Tanggal	Jam	Sensor Suhu Ds18b20 60 cm	Suhu Termometer Batang 60 cm	Selisih suhu (%)	Eror (%)	Akurasi (%)
12/01/2023	07:00	28	28	0,0	0,00	100,00
kamis	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	27	28	1,0	3,57	96,43
	13:00	28	28	0,0	0,00	100,00
	15:00	28	29	1,0	3,45	96,55
13/01/2023	07:00	28	28	0,0	0,00	100,00
jumat	09:00	27	28	1,0	3,57	96,43
	11:00	28	28	0,0	0,00	100,00
	13:00	27	29	2,0	6,90	93,10
	15:00	28	28	0,0	0,00	100,00
14/01/2023	07:00	27	28	1,0	3,57	96,43
sabtu	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	13:00	27	28	1,0	3,57	96,43
	15:00	27	27	0,0	0,00	100,00
15/01/2023	07:00	27	27	0,0	0,00	100,00
minggu	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	27	28	1,0	3,57	96,43
	13:00	28	28	0,0	0,00	100,00
	15:00	27	27	0,0	0,00	100,00
16/01/2023	07:00	27	27	0,0	0,00	100,00
senin	09:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	11:00	27	27	0,0	0,00	100,00
	13:00	28	29	1,0	3,45	96,55
	15:00	27	28	1,0	3,57	96,43
rata rata		27,32	27,72	0,4	1,41	98,59

Data Pengukuran Suhu di Kebun Kelapa Sawit Instiper

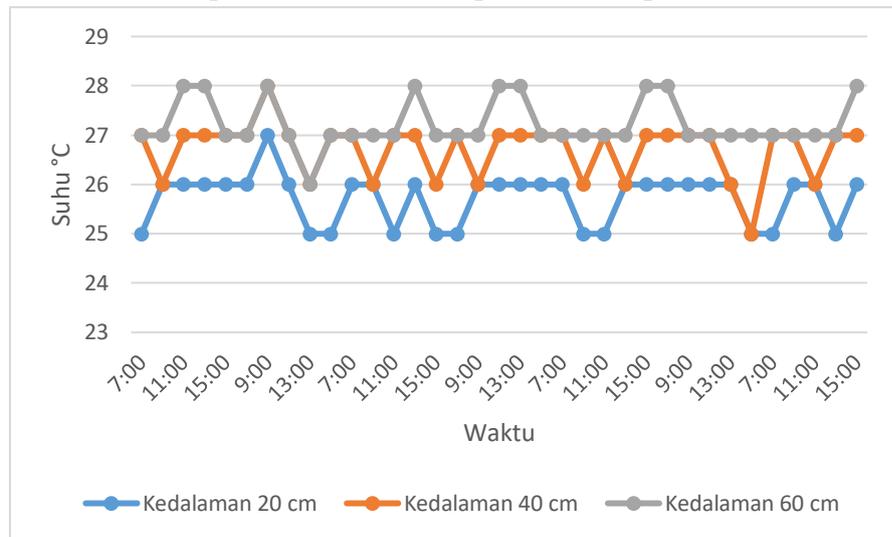
Hasil pengamatan suhu pada minggu pertama dengan tingkat kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm, pada piringan batang kelapa sawit tahun tanam 2012. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4, 4.5, 4.6

Tabel 6. Hasil pengukuran suhu minggu pertama (1)

Tanggal	Jam	Kedalaman 20 cm (°C)	Kedalaman 40 cm (°C)	Kedalaman 60 cm (°C)
19/01/2023	07:00	25	27	27
kamis	09:00	26	26	27
	11:00	26	27	28
	13:00	26	27	28
	15:00	26	27	27
20/01/2023	07:00	26	27	27
jumat	09:00	27	28	28
	11:00	26	27	27
	13:00	25	26	26
	15:00	25	27	27
21-Jan	07:00	26	27	27
sabtu	09:00	26	26	27
	11:00	25	27	27
	13:00	26	27	28
	15:00	25	26	27
22/01/2023	07:00	25	27	27
minggu	09:00	26	26	27
	11:00	26	27	28
	13:00	26	27	28
	15:00	26	27	27
23/01/2023	07:00	26	27	27
senin	09:00	25	26	27
	11:00	25	27	27
	13:00	26	26	27
	15:00	26	27	28
24/01/2023	07:00	26	27	28
selasa	09:00	26	27	27
	11:00	26	27	27
	13:00	26	26	27
	15:00	25	25	27
25/01/2023	07:00	25	27	27
rabu	09:00	26	27	27
	11:00	26	26	27
	13:00	25	27	27
	15:00	26	27	28

Pengukuran Suhu Tanah Minggu pertama

Gambar 6. menunjukkan grafik pengukuran dari suhu tanah selama 1 minggu di minggu ke 1 (Satu) sample tanah kebun kelapa sawit instiper.



Gambar 6. Grafik Perubahan Suhu Tanah

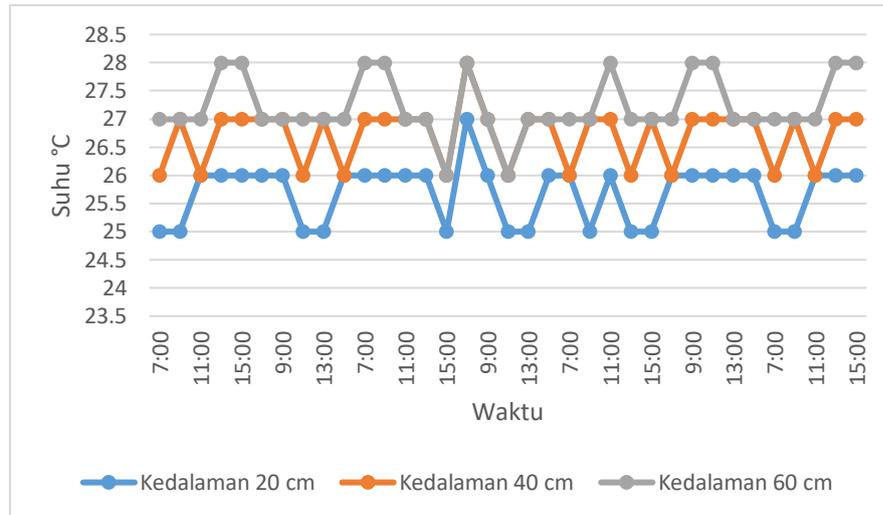
Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan suhu pada kedalaman 40 cm pada jam 15.00 (WIB) sore, hal ini disebabkan karena suhu dan cuaca disekitar sangat mendung sehingga terjadinya penurunan suhu. Sedangkan pada kedalaman 20 cm, 60 cm, suhu cukup stabil. Dari grafik diatas dapat dilihat suhu rata-rata tanah sebesar 27°C dengan nilai suhu maksimal nya adalah 28°C dan nilai minumannya adalah 25°C. Grafik ini menunjukkan bahwa sensor suhu memberikan respon yang baik terhadap perubahan lingkungan.

Tabel. 7 Hasil pengukuran suhu minggu kedua (2)

Tanggal	Jam	Kedalaman 20 cm (°C)	Kedalaman 40 cm (°C)	Kedalaman 60 cm (°C)
26/01/2023	07:00	25	26	27
kamis	09:00	25	27	27
	11:00	26	26	27
	13:00	26	27	28
	15:00	26	27	28
27/01/2023	07:00	26	27	27
jumat	09:00	26	27	27
	11:00	25	26	27
	13:00	25	27	27
	15:00	26	26	27
28/01/2023	07:00	26	27	28
sabtu	09:00	26	27	28
	11:00	26	27	27
	13:00	26	27	27
	15:00	25	26	26
29/01/2023	07:00	27	28	28
minggu	09:00	26	27	27
	11:00	25	26	26
	13:00	25	27	27
	15:00	26	27	27
30/01/2023	07:00	26	26	27
senin	09:00	25	27	27
	11:00	26	27	28
	13:00	25	26	27
	15:00	25	27	27
31/01/2023	07:00	26	26	27
selasa	09:00	26	27	28
	11:00	26	27	28
	13:00	26	27	27
	15:00	26	27	27
01/02/2023	07:00	25	26	27
rabu	09:00	25	27	27
	11:00	26	26	27
	13:00	26	27	28
	15:00	26	27	28

Pengukuran Suhu Tanah Minggu Kedua

Gambar 7. menunjukkan grafik pengukuran dari suhu tanah selama 1 minggu sample tanah minggu kedua kebun kelapa sawit instiper.



Gambar 7 Grafik Perubahan Suhu Tanah

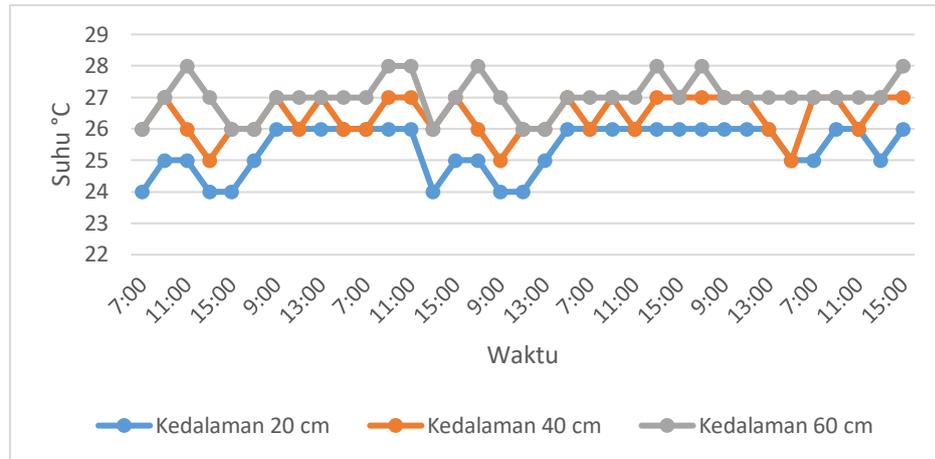
Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan suhu pada kedalaman 20 cm pada jam 11.00 (WIB) siang, Hal ini disebabkan karena suhu dan cuaca disekitar sangat panas sehingga terjadinya kenaikan suhu. Sedangkan pada kedalaman 40 cm, 60 cm, suhu cukup stabil. Dari grafik diatas dapat dilihat suhu rata-rata tanah sebesar 27°C dengan nilai suhu maksimal nya adalah 28°C dan nilai minumannya adalah 25°C. Grafik ini menunjukkan bahwa sensor suhu memberikan respon yang baik terhadap perubahan lingkungan.

Tabel. 8 Hasil pengukuran suhu minggu ketiga (3)

Tanggal	Jam	Kedalaman 20 cm (°C)	Kedalaman 40 cm (°C)	Kedalaman 60 cm (°C)
02/02/2023	07:00	24	26	26
kamis	09:00	25	27	27
	11:00	25	26	28
	13:00	24	25	27
	15:00	24	26	26
03/02/2023	07:00	25	26	26
Jumat	09:00	26	27	27
	11:00	26	26	27
	13:00	26	27	27
	15:00	26	26	27
04/02/2023	07:00	26	26	27
sabtu	09:00	26	27	28
	11:00	26	27	28
	13:00	24	26	26
	15:00	25	27	27
05/02/2023	07:00	25	26	28
minggu	09:00	24	25	27
	11:00	24	26	26
	13:00	25	26	26
	15:00	26	27	27
06/02/2023	07:00	26	26	27
senin	09:00	26	27	27
	11:00	26	26	27
	13:00	26	27	28
	15:00	26	27	27
07/02/2023	07:00	26	27	28
Selasa	09:00	26	27	27
	11:00	26	27	27
	13:00	26	26	27
	15:00	25	25	27
08/02/2023	07:00	25	27	27
rabu	09:00	26	27	27
	11:00	26	26	27
	13:00	25	27	27
	15:00	26	27	28

Pengukuran Suhu Tanah Minggu Ketiga

Gambar 8. Menunjukkan grafik pengukuran dari suhu tanah selama 1 minggu sample tanah minggu ketiga kebun kelapa sawit instiper.



Gambar 8 Grafik Perubahan Suhu Tanah

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan suhu pada pada waktu yang bersamaan pada kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm, pada jam 09.00 (WIB) sampai dengan jam 13.00 WIB, hal ini disebabkan karena suhu dan cuaca disekitar mendung dan gerimis sehingga terjadinya penurunan suhu pada jam tersebut. Dari grafik diatas dapat dilihat suhu rata-rata tanah sebesar 27°C dengan nilai suhu maksimal nya adalah 28°C dan nilai minumannya adalah 24°C. Grafik ini menunjukkan bahwa sensor suhu memberikan respon yang baik terhadap perubahan lingkungan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai perancangan alat pengukur suhu tanah, antara lain:

1. Alat rancangan pengukur suhu tanah berhasil di buat menggunakan alat sensor suhu mikrokontroler, LCD, RTC, Solar Cell dan data berhasil disimpan pada memory SD card.
2. Kalibrasi dan akurasi pengukuran suhu tanah yang dibandingkan dengan sensor DS18B20 menggunakan termometer instrumen standar yang umum digunakan. Dari hasil kalibrasi diperoleh data dari berbagai kedalamn 20 cm, 40 cm, 60 cm. Pada kedalaman 20 cm memiliki tingkat eror 3,41% serta memiliki akurasi 96,59%. Pada kedalaman 40 cm memiliki tingkat eror 2,03% serta memiliki akurasi 97,97%. Pada kedalaman 60 cm memiliki tingkat eror 1,41% serta memiliki akurasi 98,59%.
3. Alat berhasil di aplikasikan pada tanah di sekitar tanaman kelapa sawit pada berbagai kedalaman 20 cm, 40 cm, 60 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawijaya, M.I. 1990. *Klasifikasi Tanah: Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah Dan Pelaksana Pertanian Di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univ. Press. Bulaksumur.
- Emir Nasrullah. (2012). *Prototype Alat Pengontrol Dan Monitoring Suhu Serta Kelembaban Pada Ruang Budidaya Ruangan Jamur Tiram Menggunakan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler Atmega8535* Jakarta
- Foth, H.D. 1991. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Gadjah Mada university Press, Yogyakarta.
- Hanafiah, K.A. 2010. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit PT RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Nita Nurfitah (2011). *Suhu Tanah*. From: <http://nitanurfitah.blogspot.com/2011/10/suhu-tanah.html?m=1>
- Syam, R. 2013. *Seri Buku Ajar Dasar-Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Widiyantoro, H. 2013. *Media Pembelajaran Sensor Dan Transduser Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.