

# Rancang Bangun Otomasi Penyiraman Tanaman Berbasis Arduino Uno dan Liquid Cristal Display

Taufik Ridwan<sup>(1)</sup>, Ahmad Mawardi<sup>(2)</sup>,

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang

E-mail: taufik.ridwan\_umt@yahoo.com, ahmad\_mawardi@gmail.com,

**Abstrak.** Perkembangan teknologi saat ini mempermudah manusia termasuk dalam bidang pertanian, seperti untuk mengendalikan kelembaban tanah tanaman dan suhu udara oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah merancang bangun alat penyiraman tanaman otomatis berdasarkan kelembaban tanah dan suhu udara, sehingga efisiensi waktu dan tenaga sebagai pertimbangan dalam bercocok tanam. Penelitian ini dilakukan dengan cara merakit komponen-komponen sistem yang meliputi sensor kelembaban tanah, sensor suhu udara, *relay*, *LCD* dan pompa air. Sensor *Soil moisture* (YL-69) sebagai pendeteksi tingkat kelembaban tanah dan suhu udara (DHT11) yang berfungsi sebagai pendeteksi suhu udara dan mengirim perintah kepada *Arduino uno* untuk menghidupkan *driver relay* agar *Water Pump* dapat menyiram air sesuai kebutuhan secara otomatis dan hasil pengukuran sensor yang didapat akan ditampilkan pada *Liquid Cristal Display* (*LCD*) dalam bentuk huruf dan angka. Hasil penelitian membuktikan alat dapat berfungsi apabila kelembaban tanah lebih dari 350RH dan suhu udara lebih dari 30°C (*High*) maka pompa air *On* 5 detik secara terus menerus dan tidak berfungsi apabila kelembaban tanah kurang dari 350 RH serta suhu udara kurang dari 28°C (*Low*).

**Kata kunci:** Penyiraman tanaman otomatis, *Liquid Cristal Display*, *Soil Moisture YL-69*, *DHT11*, *Arduino Uno*.

## PENDAHULUAN

Dalam bidang pengetahuan dan teknologi belakangan ini berkembang dengan pesat, adanya kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi menghasilkan inovasi baru yang menuju ke arah yang lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari industri-industri yang besar, perlengkapan otomotif sampai pada peralatan listrik rumah tangga dan perkebunan.

Dalam era globalisasi saat ini kita tidak lepas dari perkembangan dan teknologi, kita dituntut mampu menguasai teknologi dan bersaing dengan negara lain. Saat ini kemudahan dan efisiensi waktu serta tenaga menjadi pertimbangan utama manusia dalam melakukan aktifitas. Seiring waktu kita dihadapkan pada perkembangan teknologi yang begitu pesat, sehingga membuat pekerjaan manusia semakin mudah, oleh karena itu penulis berusaha untuk membuat sistem penyiraman tanaman secara otomatis, dimana pada alat ini penulis menggunakan sebuah sensor kelembaban tanah (YL-69) dan kelembapan udara atau suhu (DHT11) serta *Arduino uno* sebagai kendali dan kontrol utama dalam alat tersebut.

Alat ini berfungsi untuk menyiram tanaman dalam pot secara otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah serta suhu dan *Arduino uno*. berdasarkan RH tanah yang sudah ditentukan sesuai kebutuhan tanaman, alat ini juga dilengkapi *Liquid Cristal Display* (*LCD*) untuk menampilkan kondisi tanah apakah lembab atau kering sesuai dengan pembacaan dari sensor kelembaban tanah dalam bentuk nilai dan ditampilkan pada *LCD*. Alat ini juga dilengkapi dengan pompa air untuk penyiraman tanaman. Alat ini bermanfaat bagi manusia, karena dengan alat ini kita tidak perlu lagi menyiram tanaman secara manual setiap harinya,

untuk itu alat ini bisa diaplikasikan pada tanaman dalam pot atau di kebun kecil, di depan teras rumah dan di tempat lain nya yang bersifat tertutup. Dengan latar belakang ini maka akan dirancang sebuah alat penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah kemudian diproses oleh *Arduino uno* dan diinstruksikan kepada *LCD* untuk menampilkan nilai kelembaban tanah sesuai dengan *RH* tanah dan suhu udara.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Aduino Uno*

Adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis *ATmega328*. *Arduino* memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. *Arduino* mampu men-support mikrokontroler yang dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 1. Modul *Arduino Uno*

### Sensor DHT11

Sebagai perangkat masukan untuk melakukan pembacaan suhu pada ruangan, penulis menggunakan modul sensor DHT11. Sensor ini juga memiliki fungsi untuk membaca suhu dan kelembaban. Sensor ini merupakan perpaduan antara sensor kelembaban resistif dan jenis resistor

NTC yang kemudian terhubung dengan mikrokontroler 8 bit didalamnya. Hasil pembacaan oleh sensor kelembaban dan NTC akan dikomunikasikan oleh mikrokontroler menjadi sinyal digital khusus untuk dapat dilakukan akuisisi pembacaan oleh perangkat lain.



**Gambar 2. Sensor DHT11**

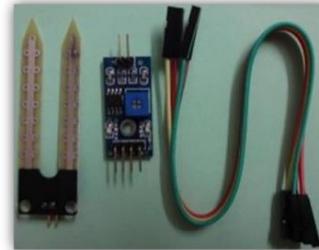
DHT11 memiliki resolusi pembacaan suhu sebesar 1 derajat celcius dengan tingkat akurasi  $\pm 2$  derajat celcius. Selain itu juga memiliki resolusi pembacaan kelembaban relatif (RH) sebesar 1% dengan tingkat akurasi 5% dengan range suhu antara 0–50 derajat celcius dan range kelembaban antara 20–90 % RH. Sensor ini bekerja pada supply tegangan 3,5–5,5V DC dengan konsumsi arus listrik sebesar 0,3 mA saat sedang melakukan pengukuran dan 60 $\mu$ A ketika sedang *standby*. Terdapat empat buah pin pada sensor ini namun hanya tiga pin yang dipakai yakni pin power supply 5VDC, pin 4 sebagai pin Serial Data, dan pin ground.

DHT11 menggunakan komunikasi dengan bus data tunggal yang berfungsi sebagai mengirim dan menerima data. Data yang dikirimkan oleh DHT11 terdiri dari 16 bit data pembacaan kelembaban, 16 bit data pembacaan temperatur, dan 8 bit data sebagai parity. Penjumlahan 32 bit data kelembaban dan temperatur memiliki nilai yang sama dengan parity sehingga apabila terjadi perbedaan maka akan terjadi error pada pembacaan dan diperlukan pembacaan data kembali.

#### Sensor Soil Moisture/Kelembaban Tanah

Sensor *soil moisture* YL-69 adalah sensor yang mampu mengukur kelembaban suatu tanah. Cara menggunakannya cukup mudah, yaitu membenamkan probe sensor ke dalam tanah dan kemudian sensor akan langsung membaca kondisi kelembaban tanah. Kelembaban tanah dapat diukur melalui value yang telah tersedia di dalam sensor. Kekurangan dari sensor ini adalah sensor ini tidak dapat bekerja dengan baik di luar ruangan dikarenakan sensor ini rawan korosi atau karat. Versi baru dari sensor kelembaban tanah ini ialah probe sensornya sudah dilengkapi dengan lapisan kuning pelindung nikel. Sehingga nikel pada sensor kelembaban ini bisa terhindar dari oksidasi yang menyebabkan karat. Lapisan ini dinamakan *Electroless nickel immersion gold* (ENIG) dan lapisan ini memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan lapisan permukaan

konvensional seperti solder, dengan daya tahan oksidasi yang lebih bagus.



**Gambar 3. Sensor Soil Moisture**

Sensor ini menggunakan dua buah probe untuk melewati arus melalui tanah lalu membaca tingkat resistansinya untuk mendapatkan tingkat kelembaban tanah. Ada empat buah pin yang terdapat pada sensor ini, yaitu: pin Rx/ D0, pin A0, Ground, dan Power.

Sensor ini merupakan sensor ideal untuk memantau kadar air tanah untuk tanaman, menggunakan dua konduktor untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistansi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (nilai resistansi lebih besar), sedangkan tanah kering akan mempersulit untuk menghantarkan listrik (nilai resistansi kurang). Sensor *soil moisture* dalam penerapannya membutuhkan tegangan sebesar 3,3 V atau 5 V dengan keluaran tegangan sebesar 0–4,2 V. Sensor ini mampu membaca kadar air yang memiliki 3 kondisi yaitu:

1. 0–350RH : tanah basah
2. 350–500 RH: tanah lembab
3. 750–1014 RH: tanah kering

**Tabel 1. Perbandingan Penelitian Sebelumnya**

Tema / Penulis	Metode	Ringkasan/ Hasil
Rancang	IC LM35	IC LM35
Bangun Sensor Suhu Tanah dan Kelembaban	sebagai sensor suhu udara dan HIH 3610	mempunyai kinerja dengan koefisien
Udara: Peneliti Bidang Instrumentasi dan Wahana Dirgantara, LAPAN/Cahaya Edi Santosa, Ari Sugeng	sebagai sensor untuk mendeteksi kelembaban tanah. Alat ini dikembangkan untuk <i>Automatic Weather Station</i> (AWS).	korelasi 0,9999 terhadap kalibrator, respon yang cepat (4 detik). IC HIH 3610 mempunyai kinerja dengan koefisien
Budyanta/2009.		korelasi 0,9961 terhadap kalibrator.

Rancang Bangun Sistem Penyiram Sayur Sawi (Brassica chinensis L.) Menggunakan Sensor Kelembaban dan Sensor Intensitas Cahaya Berbasis Fuzzy Logic: Ervina Yenny Rosita Dewi/2015.	YL-69 sebagai sensor kelembaban tanah, TSL-261 Sebagai sensor Intensitas Cahaya, <i>Fuzzy Logic</i> untuk mengatur beberapa input sehingga dihasilkan output yang sesuai, Arduino dan LCD.	Sistem dapat menyiram Air apabila kelembaban tanah dibawah 300 ph. Sistem tidak dapat menyiram tanaman apabila kelembaban tanah diatas 300 ph. Untuk tanaman Sawi kelembabannya harus dibawah dari 300 ph agar suburnya tanaman Sawi, kalau diatas dari 500 ph maka Sawi akan busuk dan mati.
Rancang Bangun Prototype Alat Penyiran Tanaman Otomatis dengan Sistem Timer RTC DS1307 Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 pada Tanaman Aeropini. Muhammad Fadhil, Bambang Dwi Argo, Yusuf Hendrawan/ 2015.	Tanaman Salada ini menggunakan sistem RTC DS1307 sebagai timer, Mikrokontroler Atmega16 sebagai pengontrolan dan Lcd sebagai penunjukan informasi text.	RTC DS1307 dapat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu menyesuaikan waktu pada sistem dengan waktu nyata ( <i>real</i> ) sehingga dapat mengkondisikan pemberian waktu jeda bagi relay dan pompa sesuai dengan yang diinginkan, serta LCD dapat menunjukkan informasi berupa <i>text</i> sesuai dengan yang kita inginkan.
Rancang Bangun Kontrol Otomatis Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno dan Liquid Cristal Display Ahmad Maward/ 2017.	DHT11 sebagai sensor suhu udara, YL-69 sebagai sensor kelembaban tanah, pompa air sebagai penyiram tanaman dan LCD sebagai penunjukan hasil dalam bentuk Text.	Alat ini bekerja apabila Suhu $\geq 30^{\circ}\text{C}$ maka pompa On begitu juga apabila Kelembaban tanah $\geq 350\text{PH}$ maka pompa ON.

## METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

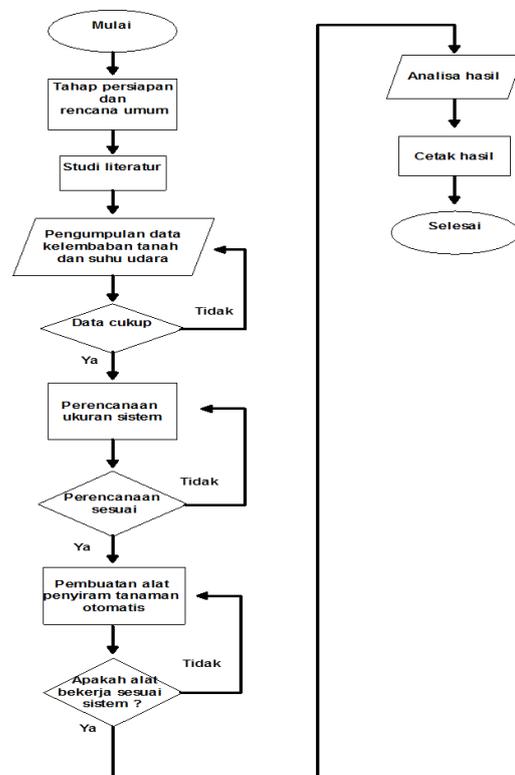
Dalam penelitian ini, tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan dengan membuat garis besar rencana/konsep penelitian.
2. Studi literatur terhadap objek penelitian dengan menggali materi dan mencari sumber-sumber baik jurnal maupun artikel yang menunjang penelitian ini sebagai *State of The Art Review* dan sumber rujukan untuk menentukan konsep perancangan.
3. Coding/pemrograman Arduino Uno.
4. Pembuatan *prototype* dengan pemasangan komponen *hardware*.
5. Pengukuran sensor dan pengujian alat.
6. Evaluasi dan analisa hasil.

### Flowchart Penelitian

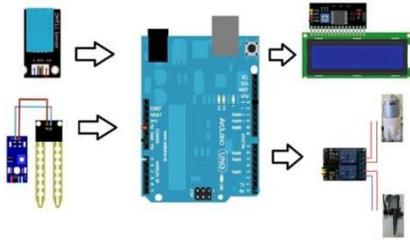
Seperti terlihat pada gambar 4 diagram alir penelitian setelah perencanaan dimulai dengan studi literatur dengan mengumpulkan data kelembaban tanah serta suhu udara yang diperlukan. Setelah ditemukan data yang sesuai maka dilanjutkan dengan perencanaan ukuran sistem, tetapi apabila data belum sesuai maka dilakukan verifikasi kembali.

Setelah melakukan perancangan yang sesuai maka pembuatan alat penyiram tanaman dibuat. Alat akan diujikan untuk melihat kinerjanya, selanjutnya diimplementasikan terhadap kelembaban tanah dan suhu udara serta melakukan analisa hasil.



Gambar 4. flowchart Penelitian

## Arsitektur Rangkaian

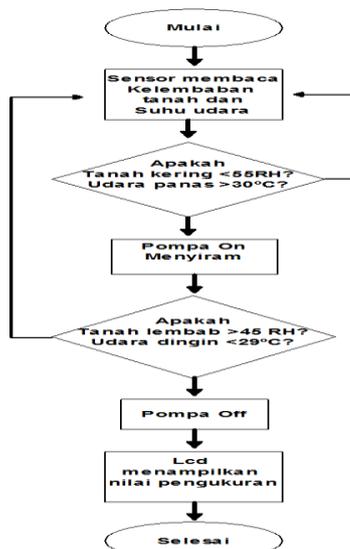


Gambar 5. Arsitektur Rangkaian

Perancangan *hardware* meliputi perancangan rangkaian sensor DHT11, sensor YL-69, pompa air, LCD, relay dan rangkaian sistem minimum Arduino Uno. Perancangan perangkat lunak meliputi program berbasis bahasa *C* yang di *upload* ke Arduino Uno untuk mengatur sensor yang nantinya akan mengatur pompa air dalam menyiram tanaman. Diagram fungsional proses keseluruhan beserta perancangan perangkat keras secara keseluruhan ditunjukkan seperti pada gambar 5 blok diagram/arsitektur rangkaian.

## Flowchart Sistem Kerja Alat

Seperti pada gambar 6, saat sistem dijalankan sensor kelembaban tanah dan suhu udara akan mendeteksi kondisi tanah dan suhu. Jika kondisi tanah kering kelembabannya  $< 55$  RH dan suhu udara panas  $> 30$  °C maka driver relay akan ON, pompa air akan hidup untuk menyiram tanaman. Jika sensor kelembaban tanah dan suhu udara mendeteksi tanah sudah lembab/basah  $> 45$  RH serta suhu udara  $29$  °C maka driver relay akan OFF sehingga pompa air akan mati dan *output* nilai akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 6. Flowchart Sistem Kerja Alat

## Pembuatan Program Arduino

Mikrokontroler Arduino Uno R3 dapat bekerja dan memproses jika didalamnya sudah dimasukkan listing program, program yang dimasukkan kedalam Arduino dibuat dan diupload ke Arduino menggunakan *tools* pemrograman Arduino IDE. Dalam pemrograman Arduino ini sendiri menggunakan bahasa pemrograman *C*. Listing program Arduino ini dikenal dengan nama *sketch*. Dalam setiap *sketch* memiliki dua buah fungsi penting yaitu "*void setup() {}*" dan "*void loop() {}*". Pembuatan program Arduino ini dimulai dengan menginisialisasi pin-pin mana saja yang akan digunakan oleh sistem, berikut terlihat seperti pada gambar 7 adalah potongan codingnya. Inisialisasi ini berfungsi untuk menentukan pin yang akan kita gunakan sesuai dengan kebutuhan kita, setelah proses inisialisasi selesai maka lanjut

```

1 #include<DHT.h> // Including library for dht
2 #include <stdlib.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
5 #define DHTPIN 4 //menggunakan pin 4 untuk pemasangan sensornya
6 #define DHTTYPE DHT11 //memilih tipe DHT11, bisa diubah menjadi DHT22, DHT21
7 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //setting pin yang dipilih dan tipe DHT
8 #define RELAYA 7
9 #define RELAYB 8
10
11 int value_RH;
12 int moisture;
13 int humi, tem;
14 const int VAL_PROBE = A1; //Analog pin A0
15 const int minMOISTURE_LEVEL = 45; // batas dimana motor akan menyala saat nilai dibawah batas ini
16 const int maxMOISTURE_LEVEL = 55; // batas dimana motor akan mati saat nilai diatas batas ini
17

```

ke tahap selanjutnya yaitu membuat salah satu fungsi penting dalam struktur program Arduino yaitu "*void setup() {}*".

```

16 const int maxMOISTURE_LEVEL = 55; // batas dimana motor akan mati saat nilai diatas batas ini
17
18 void setup(){
19   Serial.begin(9600);
20   pinMode(RELAYA, OUTPUT);
21   pinMode(RELAYB, OUTPUT);
22   digitalWrite(RELAYA, HIGH);
23   digitalWrite(RELAYB, HIGH);
24
25   lcd.begin(16, 2);
26   lcd.print("Almad Mawardi");
27   lcd.setCursor(0,1);
28   lcd.print("13.20.201.024");
29   delay(3000);
30   lcd.clear();
31   lcd.print("Teknik Elektro");
32   lcd.setCursor(6,1); // 16 x 2, (x, y)
33   lcd.print("UMM");
34   delay(3000);
35 }
36 }

```

Gambar 7. Coding/Sketch Program Otomasi Penyiram Tanaman

*Void setup* kita bisa menentukan sebuah pin apakah akan dijadikan output, input atau seting pin dijadikan serial. Fungsi *setup* ini dijalankan hanya sekali ketika program mulai dijalankan atau ketika Arduino di *reset* ulang. Tahap selanjutnya adalah memprogram Arduino pada "*Void Loop*".

```

sukses_rev0 | Arduino 1.6.11
File Edit Sketch Tools Help
sukses_rev0
37
38 void loop() {
39   Baca_Sensor();
40   Kontrol_Moisture();
41   Kontrol_Temp_RH();
42   Tampilan_display_Temp();
43   Tampilan_display_RH();
44 }
45
46 void Baca_Sensor() {
47   value_RH = ((analogRead(VAL_PROBE)-10)/10);
48   if (value_RH >=100) {
49     value_RH =100;
50   }
51   moisture = map(value_RH,0, 100, 100, 0);
52   tem=dht.readTemperature();
53   humi=dht.readHumidity();
54   delay(20);
55 }
56
57 void Kontrol_Moisture() {
58   // Stop Penyiraman tanaman
59   if(moisture > maxMOISTURE_LEVEL){
60     digitalWrite(RELAYA,HIGH);
61     delay(20);
62   }
63   // Start Penyiraman Tanaman
64   else if(moisture < minMOISTURE_LEVEL){
65     digitalWrite(RELAYA,LOW);
66     delay(20);
67   }
68 }
69
70 void Kontrol_Temp_RH(){
71   if(tem > 30.00){
72     digitalWrite(RELAYB, LOW);
73     delay (6000);
74     digitalWrite(RELAYB, HIGH);
75     delay(20);
76   }
77   else if(tem < 29.00){
78     digitalWrite(RELAYB, HIGH);
79     delay(20);
80   }

```

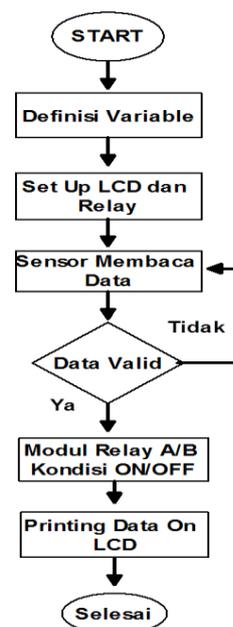
```

81 }
82
83 void Tampilan_display_Temp(){
84   lcd.clear();
85   lcd.setCursor(0,0);
86   lcd.print("Moisture :");
87   lcd.setCursor(10,0);
88   lcd.print(moisture);
89   lcd.setCursor(14,0);
90   lcd.print("RH");
91
92   lcd.setCursor(0, 1);
93   lcd.print("Humidity :");
94   lcd.setCursor(10, 1);
95   lcd.print(humi); // printing Humidity on LCD
96   lcd.setCursor(14, 1);
97   lcd.print("%");
98   delay(3000);
99 }
100
101 void Tampilan_display_RH(){
102   lcd.clear();
103   lcd.setCursor(0,0);
104   lcd.print("Moisture :");
105   lcd.setCursor(10,0);
106   lcd.print(moisture);
107   lcd.setCursor(14,0);
108   lcd.print("RH");
109
110   lcd.setCursor(0,1);
111   lcd.print("Temp Room:");
112   lcd.setCursor(10, 1);
113   lcd.print(tem);
114   lcd.setCursor(14, 1);
115   lcd.print("\337C");
116   delay(3000);
117 }
118

```

Gambar 7. Screen Shoot Void Loop Setup

Flowchart Pemograman

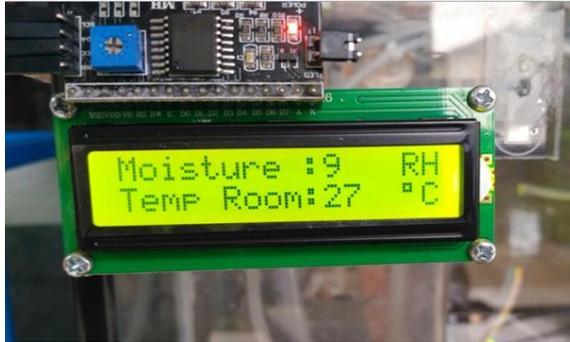


Gambar 7. Diagram Alir Pemograman

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sensor Suhu Udara

Untuk memastikan bahwa sensor DHT11 bekerja dengan baik, diperlukan pengujian pembacaan sensor, seperti pada gambar 8 adalah hasil pembacaan nilai suhu udara pada LCD.

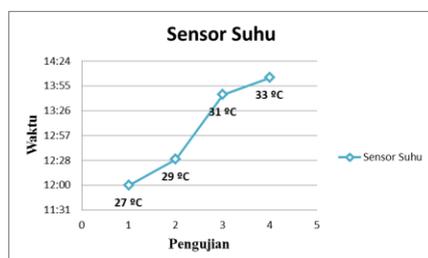


**Gambar 8. Pembacaan Nilai Suhu Udara pada LCD**

Hasil pengujian dan pemantauan suhu udara pada ruangan tersebut adalah 27 °C dianggap *normal* atau lembab maka pompa air *Off (active low)*, sedangkan jika suhu udara pada ruangan adalah 31 °C dianggap panas maka pompa air *On (active high)*. Dituangkan dalam tabel 2 dan gambar 9 di bawah ini

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Sensor Suhu Udara (DHT11)**

Jam	DHT11 (°C)	
	Suhu	Pompa
12:00	27 °C	off
12:30	29 °C	off
13:45	31 °C	on
14:05	33 °C	on



**Gambar 9. Grafik Pengujian Respon Sensor Suhu**

### Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Hasil pengujian sensor kelembaban seperti terlihat pada gambar 10, sedangkan pada tabel 3 dan gambar 11 merupakan hasil pengukuran dan

pengujian untuk memastikan alat berfungsi dengan baik.

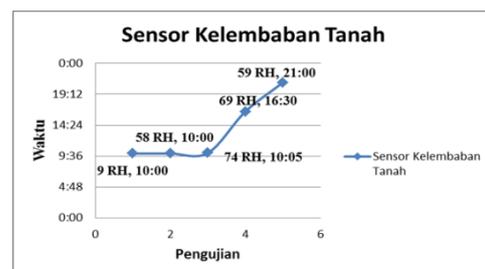


**Gambar 10. Pembacaan Nilai Kelembaban Tanah pada LCD**

Sesuai dengan program Arduino yang dibuat, maka nilai 9 RH sebagai tahap awal dalam membaca kelembaban tanah akan menghidupkan pompa air (*active high*) asumsi tanah dianggap kering, dan pada saat kelembaban tanah pada pot tanaman adalah 58 RH dianggap basah, akan mematikan pompa air (*active low*).

**Table 3. Hasil Pengukuran Sensor Kelembaban Tanah (YL-69)**

Jam	YL- 69 ( RH )	
	Kelembaban	Pompa
	9RH	On
10:00	58RH	Off
10:05	74RH	Off
16:30	69RH	Off
21:00	59RH	Off



**Gambar 11. Grafik Pengujian Respon Sensor Kelembaban Tanah**

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Perancangan dimulai dengan mengumpulkan data mengenai teori komponen yang digunakan, juga kebutuhan kelembaban tanah dan suhu udara tanaman, selanjutnya membuat program *software Arduino*, pemasangan komponen tersebut hingga menjadi sebuah *prototype* dengan tampilan *text* pada LCD sebagai output Arduino untuk menunjukkan hasil pengukurannya.

2. Hasil pengujian alat dengan pengukuran suhu udara dan kelembaban tanah yang ditampilkan pada LCD menunjukkan hasil sesuai rancangan dengan respon sensor yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban ruangan sekitarnya.

#### Saran

1. Sebaiknya dilakukan pemrograman mikrokontroler dengan fungsi kendali *Proportional Integral Derivative (PID)* untuk menghasilkan suhu dan kelembaban tanah tanaman stabil pada parameter seting pada saat alat dioperasikan.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan ada penambahan input sensor pH untuk memantau dan mengendalikan tingkat keseimbangan keasaman tanah pada media tanam dan disisi output dengan penambahan aktuator lain seperti kipas angin atau *humidifier* untuk mempercepat suhu dan kelembaban tanah kembali normal.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Anonim. (2014). Product Overview. "Digital Output Temperature and Humidity Sensor DHT11". *Research Design Lab*. [wiki.seeedstudio.com/images/3/31/DHT11.pdf](http://wiki.seeedstudio.com/images/3/31/DHT11.pdf) (Diakses tanggal 20 Juli 2017).
- Diza, K. Vandra., Zulhelmi., dan Syaryadhi, Mohd. (2017). "Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 pada Proses Dekomposisi Pupuk Kompos". *Jurnal Online Teknik Elektro (KITEKRO)*. Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Vol. 2, No. 3, Pp: 91-98.
- Edi, S. Cahya., dan Budiyanta, Ari, Sugeng. (2009). "Rancang Bangun Sensor Suhu Tanah dan Kelembaban Udara". *Jurnal Sains Dirgantara*. LAPAN. Vol. 7, No. 1, Pp: 201-213.
- Fadhil, Muhammad., Dwi, Argo. Bambang., dan Hendrawan, Yusuf. (2015). "Rancang Bangun Prototipe Alat Penyiram Otomatis dengan Sistem Timer RTC DS1307 Berbasis Mikrokontroler Atmega16 pada Tanaman Aeroponik". *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. Fakultas Teknologi Pertanian-Universitas Brawijaya. Vol. 3, No. 1, Pp: 37-43.
- K. Mahesh Babu., R.Priyakanth., Hamsa T. Priya., Harini, K., Harshitha, M., and Keerti Sree., S. M. (2017). "Arduino Based Real Time Instrumentation System for Remote Precision Farming". *International Journal of electronics and communication technology (IJECT)*. Vol. 8, Issue. 2, Pp: 27-31.
- Lutfiyana., Hudallah., dan Suryanto, Agus. (2017). "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu

Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi". *Jurnal Teknik Elektro*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Vol. 9, No. 2, Pp: 80-86.

Rizqiani, Putri. Ajeng., Iqbal, Muhammad., dan Suprpto, Anjar. (2015). "Rancang Bangun Model Rumah Kaca Terkendali untuk Tanaman Cabel dengan Media Pemberitahuan Melalui Twitter". *e-Proceeding of Applied Science*. Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom. Vol. 1, No. 1. Pp: 906-914.

Sumardi. (2013). "Mikrokontroler Belajar AVR Mulai dari Nol". GRAHA ILMU, Yogyakarta.

Syahwil, Muhammad. (2013). *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Andi Publisher, Yogyakarta.