



**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR pH DAN  
SUHU TANAH BERBASIS ARDUINO**

**Skripsi**

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

Oleh  
**UNNES**  
Catur Atwinda Putra  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
5301411073

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

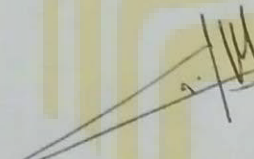
**2017**

### PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat pengukur pH Dan Suhu Tanah Berbasis Arduino” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan kepada panitia sidang ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 19 Oktober 2017

Dosen Pembimbing



Drs. Agus Suryanto, M.T

NIP.197201121999031003

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

### PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Rancang Bangun Alat Pengukur pH tanah Berbasis Arduino" telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 23 Agustus 2017

Oleh

Nama : Catur Atwinda Putra  
NIM : 5301411073  
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia Ujian

Ketua

Sekretaris



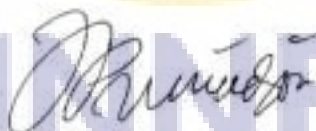
Dr. Ing. Dhidik Prastivanto, S.T, M.T.  
NIP. 197805312005011002

Dr. Agus Suryanto, M.T  
NIP. 197201121999031003

Penguji I

Penguji II

Penguji III/Pembimbing



Dr. R. Kartono, M.Pd  
NIP. 195504211985031003

Dr. Y. Primadiyono, M.T  
NIP. 196209021987031002

Dr. Agus Suryanto, M.T  
NIP. 197201121999031003

Mengetahui,

Dean Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T  
NIP. 196911301994031001

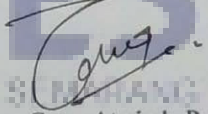
## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali yang tertulis dengan jelas dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka peneliti bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan yang berlaku diperguruan tinggi ini.

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 19 Oktober 2017  
Yang membuat pernyataan

  
Catur Atwinda Putra  
NIM. 54301411073

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto :

1. Tetap langkahkan kakimu walaupun itu berat, dan terus melangkah ke depan meskipun harus tertatih.
2. Jangan biarkan masa lalumu merenggut masa kinimu hingga hacurkan masa depanmu ( Dear Zindagi )



### Persembahan :

1. Bapak dan Ibuku tercinta
2. Keluargaku yang selalu mendukungku
3. Almamater ku Universitas Negeri Semarang

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat pengukur pH Tanah Berbasis Arduino”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada manusia yang paling mulia junjungan semesta alam Nabi Muhammad SAW yang senantiasa kita harapkan syafaatnya, dan mudah-mudahan kita mendapatkan syafaat Nya di yaumul akhir kelak, Amin.

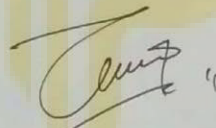
Penyelesaian skripsi ini tidak luput dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan memberikan penghargaan kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto ST., MT. Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberi bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai kesabaran, ketelitian, masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan karya ini.

3. Drs. Agus Suryanto, M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan serta memberikan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Drs. R. Kartono, M.Pd dan Drs. Y. Primadiyono, M.T selaku Dosen Penguji.
5. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan dukungan dan doa.
6. Semua pihak yang telah memberikan waktu dan pemikirannya dalam membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi.

Saya sebagai penyusun berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi saya selaku penyusun maupun bagi yang membaca pada umumnya.

Semarang, 19 Oktober 2017



Catur Atwinda Putra  
NIM. 54301411073

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## ABSTRAK

Putra, Catur Atwinda. 2017. *Rancang Bangun Alat pengukur pH Tanah Berbasis Arduino*. Skripsi, Jurusan Tekni Elektro, Universitas Negeri Semarang. Agus Suryanto, M.T.

Banyak petani di Indoneia kurang memperhatikan faktor kualitas tanah seperti pH tanah. Kondisi pH tanah mempengaruhi baik atau tidaknya kualitas tanah untuk digunakan sebagai media bercocok tanam. Alat yang dapat mengetahui tingkat kualitas tanah sudah ada di pasaran, yaitu pH meter. Terdapat metode lain untuk mengetahui kualitas tanah yaitu dengan mengambil sample tanah sawah kemudian diteliti di laboratorium, akan tetapi cara ini memerlukan waktu yang lama, tidak semua orang bisa melakukannya dan tidak semua kabupaten mempunyai laboratorium penguji kualitas tanah sendiri.

pH meter pada umumnya hanya dapat digunakan untuk mengukur besar pH tanah saja tanpa penambahan fungsi lain. Penambahan fungsi lain dari pH meter tanah akan diterapkan dalam penelitian ini, yaitu dengan menyertakan sensor suhu untuk mengukur suhu tanah, jadi *prototype* yang dibuat akan memiliki dua fungsi alat ukur yaitu alat ukur pH serta alat ukur suhu tanah.

Penelitian ini menghasilkan alat ukur pH dan suhu tanah berbasis mikrokontroler arduino, alat ukur ini dapat merekomendasikan beberapa jenis sayuran yang cocok ditanam sesuai dengan kondisi pH dan suhu tanah, hasil pengukuran dan rekomendasi tanaman akan ditampilkan pada layar lcd dengan ukuran 16 x 4.

Setelah dilakukan percobaan dan pengambilan data, sensor pH pada alat dengan kalibrator memiliki korelasi yang baik yaitu 0,986 dengan selisih pH terbesar 0,3 dan Pengujian sensor suhu termocouple tipe K dengan kalibrator menggunakan media air dengan rentang suhu dari 12 °C sampai 77 °C. Korelasi antara sensor termocouple dengan kalibrasi memiliki nilai yang baik yaitu 0,999 dengan selisih suhu terbesar yaitu 0,7 °C.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, alat ukur ini layak untuk dijadikan sebagai alat ukur pH dan suhu tanah karena memiliki nilai akurasi yang tinggi dan dapat diimplementasikan langsung oleh petani.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	4

BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Kerangka Berfikir.....	8
2.3. Landasan Teori.....	11
2.3.1. Tanah.....	11
2.3.2.pH Tanah.....	13
2.3.3.pH Meter Tanah.....	14
2.3.4.Sensor pH.....	16
2.3.5.Sensor Suhu.....	16
2.3.6. Arduino.....	18
2.3.7. Mikrokontroler AVR Atmega 328.....	19
2.3.8. Arduino IDE.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.2. Desain Penelitian.....	26
3.3. Alat dan Bahan.....	30
3.4. Perancangan Prototype.....	32
3.5. Perancangan Program.....	36
3.6. Pembuatan Alat.....	37
3.7. Parameter Penelitian.....	40

	Halaman
3.8. Kalibrasi Instrumen .....	40
3.9. Uji Coba Alat.....	41
3.10. Teknik Pengumpulan Data.....	41
3.11. Diagram Alur Penelitian .....	43
3.12. Teknik Analisi Data .....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1. Hasil Perancangan.....	45
4.2. Sistem Kerja Alat .....	46
4.3. Deskripsi Data.....	48
4.4. Analisis Data.....	54
4.5. Pembahasan.....	63
BAB V PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN.....	69

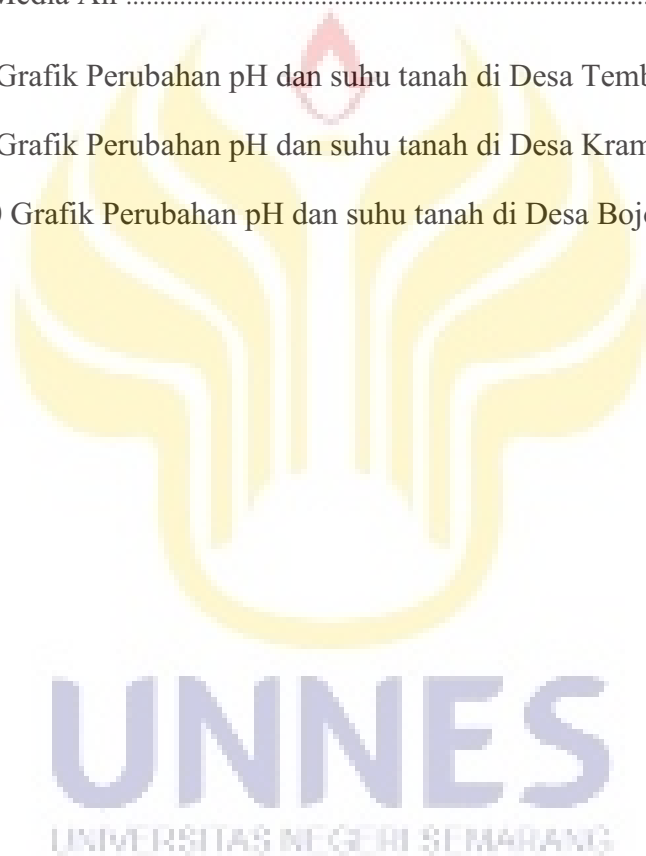
## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Fungsi Khusus dari Port B .....	23
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C Pin Fungsi Khusus Port C .....	23
Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D .....	24
Tabel 3.1 Daftar Alat .....	30
Tabel 3.2 Daftar Bahan .....	31
Tabel 4.1 Hasil Uji coba dan Kalibrasi Sensor pH .....	49
Tabel 4.2 Hasil Uji coba dan Kalibrasi Sensor Thermocouple Tipe K.....	49
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran pH dan Suhu Tanah di Desa Tembok Luwung Kecamatan Adiwerna	50
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran pH dan Suhu Tanah di Desa Kramat Kecamatan Kramat.....	51
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran pH dan Suhu Tanah di Desa Bojong Kecamatan Bojong.....	53
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor pH dengan Kalibrator .....	55
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sensor Suhu Dengan Kalibrator .....	57

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Kerangka Berfikir .....	9
Gambar 2.2 Skala pH .....	13
Gambar 2.3 Sensor pH.....	15
Gambar 2.4 Sensor Thermocouple Tipe K.....	16
Gambar 2.5 Board Arduino Uno R3 .....	18
Gambar 2.6 Blok Diagram Atmega 328 .....	20
Gambar 2.7 Konfigurasi Atmega 328.....	21
Gambar 2.8 Software Arduino IDE.....	24
Gambar 3.1 Desain penelitian.....	28
Gambar 3.2 Rangkaian Lengkap.....	31
Gambar 3.3 Rangkaian Catu Daya .....	32
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor pH .....	33
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Thermocouple.....	34
Gambar 3.6 Rangkaian LCD.....	35
Gambar 3.7 Rancangan Program Arduino .....	36
Gambar 3.8 Desain Layout penguat sensor PH.....	37
Gambar 3.9 Desain Kontruksi Alat .....	37
Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4.1 Alat Pengukur pH dan Suhu Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino Tampak Luar .....	44
Gambar 4.2 Flow Chart Sistem Kerja Alat .....	46
Gambar 4.3 Pengukuran pH dan Suhu Tanah di Desa Tembok Luwung .....	50
Gambar 4.4 Pengukuran pH dan Suhu Tanah di Desa Kramat .....	51

	Halaman
Gambar 4.5 Pengukuran pH dan Suhu Tanah di Desa Bojong .....	53
Gambar 4.6 Grafik Korelasi Pengukuran Sensor pH Alat dan Kalibrator dengan Media Tanah.....	55
Gambar 4.7 Grafik Korelasi Pengukuran Sensor Suhu dan Kalibrator Dengan Media Air .....	57
Gambar 4.8 Grafik Perubahan pH dan suhu tanah di Desa Tembok Luwung ....	58
Gambar 4.9 Grafik Perubahan pH dan suhu tanah di Desa Kramat .....	59
Gambar 4.10 Grafik Perubahan pH dan suhu tanah di Desa Bojong .....	60



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Source Code Program Arduino .....	70
Lampiran 2 Dokumentasi .....	81
Lampiran 3 Tabel Daftar Tanaman .....	86
Lampiran 4 Klasifikasi Jenis Tanaman .....	87
Lampiran 5 Surat Tugas Panitia Ujian Skripsi .....	92
Lampiran 6 Surat Pernyataan Selesai Revisi .....	93



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang mayoritas penduduknya adalah petani, mulai dari petani sayuran, petani buah, dan petani jenis tanaman lainnya. Sebagian besar para petani di Indonesia masih belum menggunakan peralatan yang canggih seperti di negara maju, terlebih lagi petani yang bertempat tinggal di pedesaan. Para petani di Indonesia masih dengan mengacu pada pengalaman dan pengetahuan yang didapat secara turun temurun dari para petani terdahulu, mulai dari penentuan jenis tanaman, cara penanaman hingga cara memanenya.

Negara maju pada masa sekarang ini sudah menggunakan cara-cara modern untuk bercocok tanam sehingga didapatkan hasil pertanian yang berkualitas. Kualitas hasil pertanian didapatkan bukan hanya karena penggunaan peralatan pertanian yang canggih saja, hal yang tidak kalah penting yang perlu diperhatikan dalam bercocok tanam adalah kualitas tanah. Banyak petani di Indonesia kurang memperhatikan faktor kualitas tanah seperti pH dan suhu tanah. Kondisi pH tanah mempengaruhi baik atau tidaknya kualitas tanah untuk digunakan sebagai media bercocok tanam. Hardjowigeno (2003) menyatakan bahwa pH tanah digunakan untuk menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap tanaman, menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun, dan mempengaruhi perkembangan mikroorganisme. Tanah yang terlalu masam dapat dinaikkan pH-nya dengan menambahkan kapur ke dalam tanah, sedang tanah yang terlalu alkalis dapat diturunkan pH-nya dengan penambahan belerang. Keadaan pH tanah setiap



masing-masing tanah berbeda-beda. Keadaan pH dan suhu tanah yang berbeda akan mempengaruhi jenis tanaman yang cocok untuk ditanam pada tanah tersebut agar mendapatkan hasil tanaman dengan kualitas yang baik.

Petani perlu memperhatikan kualitas tanah yang akan dijadikan media tanam agar bisa mendapatkan hasil panen yang baik. Permasalahan yang ada sekarang adalah bagaimana para petani dapat mengetahui kualitas tanah dalam usahanya untuk meningkatkan produksi tanaman. Saat ini para petani kita belum memiliki indikator yang akurat untuk mengetahui kualitas tanah, para petani masih menggunakan perkiraan dan pengalaman dalam melakukan proses pengolahan lahan. Penerapan metode perkiraan dan pengalaman menyebabkan para petani tidak bisa meningkatkan kualitas tanah secara tepat bahkan dapat menyebabkan tanah di sawah menjadi tidak subur.

Alat untuk mengetahui kualitas tanah seperti pH dan suhu tanah sudah terdapat dipasaran, alat tersebut yaitu Ph meter tanah yang digunakan untuk mengetahui kualitas tanah berdasarkan tingkat keasaman tanah dan termometer tanah untuk mengetahui kualitas tanah berdasarkan suhu tanah. Adanya alat yang canggih tentunya memudahkan para petani atau masyarakat untuk mengetahui kualitas tanah yang akan dijadikan sebagai media tanam, sebenarnya terdapat metode lain untuk mengetahui kualitas tanah yaitu dengan mengambil sample tanah sawah kemudian diteliti di laboratorium, akan tetapi cara ini memerlukan waktu yang lama, tidak semua orang bisa melakukannya dan tidak semua kabupaten mempunyai laboratorium pengujian kualitas tanah sendiri.

Pada umumnya alat ukur kualitas tanah yang sudah ada dipasaran hanya berfungsi untuk melakukan satu pengukuran saja. Penambahan fungsi lain dari pH meter tanah akan diterapkan dalam penelitian ini, yaitu dengan menyertakan sensor suhu untuk mengukur suhu tanah, jadi *prototype* yang dibuat akan memiliki dua fungsi alat ukur yaitu alat ukur pH serta alat ukur suhu tanah.

Berdasarkan pemaparan di atas peneliti ingin membantu petani dalam menentukan kualitas tanah yang akan dijadikan sebagai media tanam agar mendapatkan hasil panen yang maksimal, yaitu dengan membuat alat ukur pH dan suhu tanah berbasis Arduino yang berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman dan suhu tanah.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Jenis tanah dengan kondisi pH dan suhu tertentu dapat menjadikan tanaman yang ditanam pada tanah tersebut tumbuh dengan baik. Penggunaan tanah sebagai media tanam secara sembarangan tentunya akan berdampak langsung pada pertumbuhan dan kualitas tanaman. Maka peneliti ingin membuat alat pengukur pH dan suhu tanah untuk membantu petani dalam menentukan jenis tanaman yang cocok ditanam pada kondisi pH dan suhu tanah yang ada dilingkungannya.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Pengukuran Permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat alat pengukur pH dan suhu tanah berbasis arduino?
2. Bagaimana kelayakan alat pengukur pH dan suhu tanah berbasis arduino?

3. Bagaimana implementasi alat pengukur pH dan suhu tanah berbasis arduino dapat membantu menentukan kualitas tanah yang akan dijadikan media tanam?

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pengukuran pH dan suhu tanah hanya dilakukan pada rentang suhu  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $155^{\circ}\text{C}$
2. Pengukuran pH tanah dilakukan di beberapa wilayah kabupaten Tegal.
3. Tanaman yang dijadikan rekomendasi pada alat hanya beberapa jenis tanaman sayuran.
4. Pengukuran pH tanah dilakukan dengan tingkat keasaman di bawah 9 pH

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat alat pengukur pH dan suhu tanah berbasis arduino untuk mengukur pH dan suhu tanah
2. Mengetahui kelayakan dari alat pengukur pH dan suhu tanah berbasis arduino.
3. Mengimplemetasikan alat pengukur pH dan suhu tanah berbasis arduino sebagai alat bantu untuk menentukan tanah yang akan digunakan sebagai media tanam.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang dilakukan Peneliti adalah :

1. Bagi Peneliti

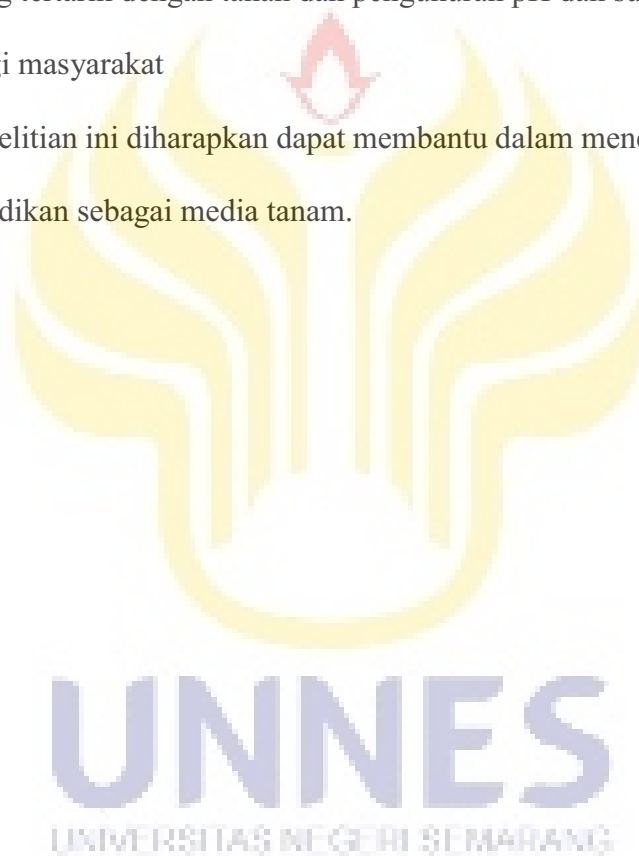
Dapat menambah pengetahuan dan pengalaman tentang pH dan suhu tanah dan pengukurannya.

2. Bagi Peneliti selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya yang tertarik dengan tanah dan pengukuran pH dan suhu tanah.

3. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam menentukan tanah untuk dijadikan sebagai media tanam.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Teknologi pada zaman sekarang mengalami kemajuan yang sangat pesat, khususnya di dunia pertanian. Terdapat berbagai alat bantu yang dibuat untuk mempermudah pekerjaan petani, dari mulai menentukan kualitas tanah yang akan dijadikan media tanam sampai alat bantu untuk memanen hasil kebun atau sawahnya. Dalam hal alat bantu untuk menentukan kualitas tanah, berarti alat tersebut dibuat untuk mengetahui kualitas tanah yang baik untuk dijadikan sebagai media tanam agar petani mendapatkan hasil panen yang maksimal. Upaya mewujudkan alat ukur untuk menentukan kualitas tanah tidak terlalu sulit. Keberadaan teknologi yang semakin maju sangat menunjang hal ini, terutama ketersediaan teknologi informasi.

Dariskha Kukuh (2011) dalam penelitiannya tentang alat bantu indikator kualitas tanah dengan parameter resistivitas dan pH tanah untuk tanaman padi membahas tentang alat ukur kualitas tanah yang baik untuk dijadikan sebagai media tanam tanaman padi berdasarkan keadaan pH dan resistivitas tanah. Alat ini menggunakan 4 batang elektroda sebagai sensor dan cara kerjanya yaitu dengan menancapkan ke 4 batang elektrode tersebut ke tanah dengan kedalaman 5 cm, hasil pembacaan ditampilkan pada lcd ukuran 16x2.

Verna Albert South (2013) dalam penelitiannya tentang pengembangan array sensor suhu dan akusisi berbasis mikrokontroler untuk pengukuran suhu bawah tanah membahas tentang alat yang dapat mengetahui gejala-gejala suhu

bawah permukaan tanah. Alat menggunakan mikrokontroler AT-Mega 8 sebagai inti atau otak alat dan dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel RS-458. Cara kerja alat ini masih kurang praktis karena membutuhkan perangkat lain yaitu komputer untuk menjalankan perangkat lunak sebagai datalogging.

Kris Adhi Gunawan (2015) dalam penelitiannya tentang alat ukur suhu tanah sebagai alat bantu penentu benih sayuran yang akan dibudidayakan membahas tentang alat ukur suhu tanah untuk menentukan kualitas berdasarkan parameter suhu tanah. Alat ini hanya menggunakan satu parameter saja sebagai penentu kualitas tanah yaitu dengan parameter suhu tanah. Alat ukur ini menggunakan sensor LM35 sebagai sensor suhu, mikrokontroler AT-Mega 328 sebagai inti atau otak alat dan modul Micro SD sebagai pencatat data. Cara kerja alat ini dengan menancapkan probe sensor pada tanah dengan kedalaman 5 cm sampai 10 cm, hasil pembacaan akan ditampilkan pada lcd dan data hasil pengukuran akan dicatat di dalam Micro SD untuk kemudian data pada Micro SD dibuka dengan menggunakan aplikasi MS-Excel.

Pada penelitian saya, alat yang dibuat berbasis Arduino yaitu menggunakan mikrokontroler Arduino uno sebagai pemberi perintah program. Arduino digunakan karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain, diantaranya kelebihan Arduino yaitu memiliki sistem yang open source sehingga mudah untuk digunakan.

## 2.2 Kerangka Berfikir

Alat ukur untuk menentukan kualitas tanah merupakan salah satu teknologi yang sudah berkembang di zaman sekarang. Banyak parameter yang digunakan untuk mengembangkan alat ukur ini, seperti pH dan suhu tanah. Tanah dengan keadaan pH yang terlalu masam atau terlalu basa kurang baik untuk dijadikan sebagai media tanam karena dapat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, begitu pula dengan suhu tanah. Setiap tanaman memiliki kriteria pH dan suhu tanah tersendiri untuk dapat tumbuh dengan maksimal.

Penelitian tentang alat ukur pH dan suhu tanah sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu yang memiliki kekurangan tertentu, misalnya :

- 1) Alat ukur hanya dapat digunakan untuk mengukur kualitas tanah berdasarkan satu parameter saja.
- 2) Alat ukur hanya dapat merekomendasikan satu jenis tanaman saja.
- 3) Alat ukur masih membutuhkan perangkat lain seperti komputer untuk menyalakan atau untuk melihat data hasil dari pembacaan alat.

Sehingga dibutuhkan penelitian lanjutan dengan menggunakan Research and Development. Metode R&D bisa berupaya melakukan inovasi baru atau memodifikasi dan mempercanggih untuk meningkatkan apa yang telah ada sebelumnya (Nusa Putra, 2011:133).

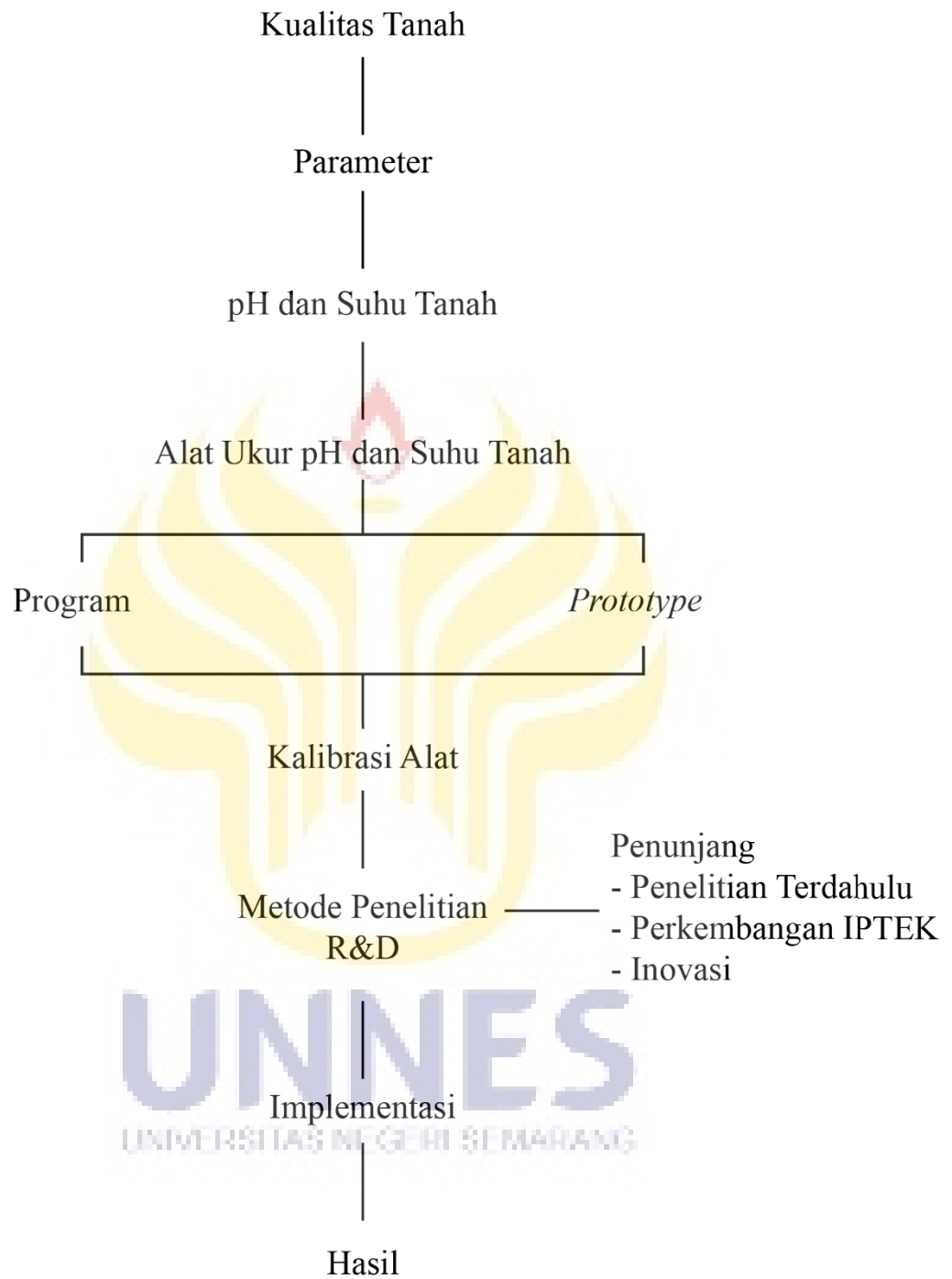
Pada penelitian ini, alat ukur pH dan suhu tanah mengembangkan alat yang sudah ada dengan menggabungkan dua alat ukur menjadi satu, alat ukur ini juga memberikan rekomendasi beberapa jenis tanaman sesuai dengan kondisi pH dan suhu tanah yang telah diukur dan hasilnya akan langsung ditampilkan pada lcd

berukuran 16x4 tanpa harus menggunakan perangkat lain untuk menampilkan hasilnya.

Dalam mewujudkan alat ukur pH dan suhu tanah perlu adanya konsep yang bisa ditunjukkan pada skema kerangka berfikir. Skema kerangka berfikir ditunjukkan pada gambar 2.1.







Gambar 2.1 Skema Kerangka Berfikir

## 2.3 Landasan Teori

### 2.3.1 Tanah

Tanah sangat vital peranannya bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Tanah (bahasa Yunani: pedon; bahasa Latin: solum) merupakan bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Struktur tanah yang berongga-rongga juga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernafas dan tumbuh. Tanah juga menjadi habitat hidup berbagai mikroorganisme. Bagi sebagian besar hewan darat, tanah menjadi lahan untuk hidup dan bergerak.

Tanah berasal dari pelapukan batuan dengan bantuan organisme, membentuk tubuh unik yang menutupi batuan. Proses pembentukan tanah dikenal sebagai "pedogenesis". Proses yang unik ini membentuk tanah sebagai tubuh alam yang terdiri atas lapisan-lapisan atau disebut sebagai horizon tanah. Setiap horizon menceritakan mengenai asal dan proses-proses fisika, kimia, dan biologi yang telah dilalui tubuh tanah tersebut.

Tanah didefinisikan sebagai transformasi mineral dan bahan organik pada permukaan bumi di bawah pengaruh berbagai faktor lingkungan yang berlangsung dalam waktu lama, mempunyai ciri organisasi dan morfologi sebagai media tumbuh bagi tanaman dan dasar kehidupan bagi binatang dan manusia yang berada dalam dimensi ruang dan waktu (Lihawa, Fitriyane. 2011).

Adapun jenis –jenis tanah di Indonesia adalah sebagai berikut :

- a) Tanah Alluvial (tanah endapan), merupakan jenis tanah yang terbentuk dari hasil pengendapan lumpur sungai yang terdapat di dataran rendah. Jenis tanah ini merupakan tanah subur yang sangat baik untuk pertanian.
- b) Tanah Litosol, merupakan tanah yang paling muda, dengan ketebalan kurang dari 45 cm dan di permukaan tanah masih banyak dijumpai batuan asalnya.
- c) Tanah regosol merupakan tanah yang banyak mengandung pasir. Tanah ini belum membentuk gumpalan sehingga sangat cepat meloloskan air.
- d) Tanah Mediteran (tanah kapur), tanah jenis ini terbentuk dari proses pelapukan batuan kapur.
- e) Tanah Latosol merupakan tanah berwarna merah dengan bahan induknya batuan vulkanik.
- f) Tanah Laterit, merupakan jenis tanah yang unsur haranya telah hilang oleh curah hujan tinggi. Tanah jenis ini termasuk tanah tidak subur yang terdapat di Kalimantan Barat dan Sulawesi Tenggara.
- g) Tanah Podzolik, merupakan jenis tanah yang terbentuk pada daerah dengan curah hujan tinggi dan temperatur udara rendah. Tanah Podzolit merupakan jenis tanah yang terdapat di daerah pegunungan.
- h) Tanah Andosol merupakan tanah berwarna hitam dengan bahan induknya berasal dari tanah vulkanis. Jenis tanah ini cocok untuk berbagai jenis tanah pertanian.

- i) Tanah grumosol merupakan tanah dengan bahan asal batu gamping. Jenis tanah ini digunakan untuk tanaman kapas, padi, tebu dan berbagai jenis tanaman perdagangan.
- j) Tanah Organosol (tanah gambut), merupakan jenis tanah rawa yang terbentuk dari pembusukan bahan organik. Tanah gambut banyak ditemukan di daerah rawa-rawa seperti Kalimantan dan Sumatera.
- k) Tanah Humus, merupakan jenis tanah yang terbentuk dari pelapukan tumbuhan di hutan, tanah humus ini sangat subur dan baik untuk tanaman.
- l) Tanah Pasir, tanah jenis ini terbentuk dari proses batuan sedimen dan batuan beku yang melapuk.

### 2.3.2 pH Tanah

Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk menyediakan hara, air dan oksigen dalam keadaan yang seimbang bagi tanaman. Kemampuan ini dipengaruhi oleh sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Dari sudut kimia, kesuburan tanah diartikan kemampuan tanah untuk menyediakan hara yang cukup bagi tanaman (Setijono. 1986, White. 1987). Keadaan kimia tanah meliputi reaksi tanah (pH tanah), KTK, kejenuhan basa, bahan organik, banyaknya unsur hara, cadangan unsur hara dan ketersediaan terhadap pertumbuhan tanaman.

Reaksi tanah menunjukkan sifat keasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. pH didefinisikan sebagai kemasaman atau kebasahan relatif suatu bahan. Skala pH mencakup dari nilai 0 (nol) hingga 14. Nilai pH 7 dikatakan netral. Di bawah nilai pH 7 dikatakan asam, sedangkan diatas nilai pH 7 dikatakan basa. Asam menurut teori Bronsted dan Lewry adalah suatu bahan yang

cenderung untuk memberi proton ( $H^+$ ) ke beberapa senyawa lain, demikian sebaliknya apabila basa adalah suatu bahan yang cenderung untuk menerimanya. Teori asam dan basa ini sangat baik diterapkan pada media cair termasuk cairan tanah. Sedangkan teori asam dan basa lain yang sangat baik diterapkan dalam tanah adalah menurut Arrhenius, yaitu asam adalah suatu bahan yang menghasilkan  $H^+$  atau menurunkan pH apabila terdisosiasi dalam air, sebaliknya apabila basa dalam disosiasinya akan menghasilkan  $OH^-$  atau menaikkan pH (Winarso. S : 2005;39). Kelas kemasaman tanah ada 6 macam, yaitu  $< 4,5$  sangat masam,  $4,5 - 5,5$  masam,  $5,6 - 6,5$  agak masam,  $6,6 - 7,5$  netral,  $7,6 - 8,5$  agak alkalis, dan  $> 8,5$  alkalis.

Kondisi pH tanah menentukan perkembangan mikroorganisme dalam tanah. Pada pH  $5,5 - 7$  jamur dan bakteri pengurai bahan organik akan tumbuh dengan baik, hal ini sangat penting untuk diketahui dalam dunia pertanian karena dengan pH tanah yang sesuai dengan jenis tanaman yang akan kita tanam dapat membantu tanaman tumbuh dengan baik.



Gambar 2.2 : Skala Ph

(Sumber: kimiawannu.com)

### 2.3.3 pH Meter Tanah

Sejarah dalam mengukur kadar keasaman cairan secara elektris dimulai pada tahun 1906 ketika Max Cremer di dalam studinya tentang hubungan cairan (interaksi antara zat cair dan zat padat) dan ditemukan ternyata hubungan antara

cairan bisa dipelajari dengan bertiupnya suatu gelembung dari kaca tipis satu cairan yang di tempatkan di dalam dan di luar.

Asam atau basa suatu zat dapat diketahui dengan indikator sederhana yaitu dengan menggunakan kertas lakmus, kertas lakmus akan berubah menjadi merah bila tingkat keasaman tinggi dan berubah menjadi biru bila tingkat keasamannya rendah. Kertas lakmus hanya dapat mengetahui sifat asam atau basanya saja suatu larutan. Jika kita mengukur pH dengan menggunakan kertas lakmus kita tidak bisa mengetahui nilai pH dari suatu larutan, untuk mengetahui nilai pH dari suatu larutan diperlukan alat ukur pH meter.

pH meter adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (keasaman atau alkalinitas) dari cairan atau zat semi padat. Ph meter terdiri dari probe pengukuran khusus atau elektroda yang dihubungkan ke elektronik untuk mengukur dan menampilkan hasil dari pembacaan pH. Untuk mendapatkan pengukuran yang presisi, pH meter harus dikalibrasi sebelum digunakan. Kalibrasi bertujuan untuk membersihkan elektroda dari bekas cairan yang sebelumnya diukur dengan pH meter tersebut, karena jika tidak dilakukan kalibrasi maka pembacaan akan menjadi kurang tepat.

Pengukuran dengan menggunakan pH meter akan lebih mudah dibandingkan dengan uji laboratorium. Namun masih terdapat kekurangan pada pH meter saat ini, yaitu kebanyakan pH meter tanah yang sudah ada masih menggunakan layar analog untuk menunjukkan hasil pembacaan serta belum ada penambahan fitur untuk merekomendasikan tanaman yang cocok untuk ditanam dengan hasil pembacaan dari pH meter tanah. Berdasarkan kekurangan pH meter

yang sudah ada peneliti akan membuat pH meter dengan layar LCD untuk menunjukkan hasil pembacaan dan menambahkan fitur rekomendasi tanaman yang cocok ditanam dengan hasil pembacaan, peneliti juga menambahkan sensor suhu pada pH meter yang dibuat untuk menambahkan fungsi lain dari alat yang dibuat agar dapat mengukur suhu tanah.

#### 2.3.4 Sensor pH

Penelitian ini menggunakan sensor pH dimana terdapat elektroda pada sensor untuk mendeteksi kadar pH dari suatu tanah. Sensor pH berbentuk batang elektroda yang akan dihubungkan pada arduino, sensor ini sama dengan sensor pH yang digunakan pH meter tanah yang sudah dijual dipasaran. Rentang pengukuran pada sensor pH ini dari 2,5 sampai 9 skala pH, cara penggunaannya yaitu dengan menancapkan batang sensor ke tanah sampai kedalaman 15cm atau 20cm.



Gambar 2.3 Sensor pH

#### 2.3.5 Sensor suhu

Sensor suhu yang digunakan yaitu termokopel tipe K, Termokopel (Thermocouple) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia

bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (junction) ini dinamakan dengan Efek “*Seebeck*”.

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperature). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $2000^{\circ}\text{C}$ . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan.



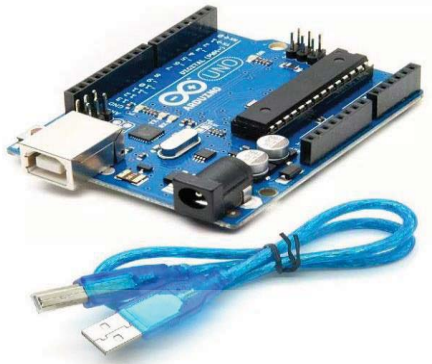
Gambar 2.4 Sensor Termokopel  
(Sumber: [teknikelektronika.com](http://teknikelektronika.com))



### 2.3.6 Arduino

Menurut Heri Andrianto (2016;15) Arduino adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan open source, perangkat keras dan lunaknya mudah digunakan. Perangkat ini ditujukan pada siapapun yang tertarik/memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Bagi pemula dengan menggunakan board arduino akan mudah mempelajari pengendalian dengan mikrokontroler, untuk desainer pengontrol menjadi lebih mudah dalam membuat prototipe ataupun implementasi; demikian juga bagi para hobi yang mengembangkan mikrokontroler. Arduino dapat digunakan mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (misal: cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban) dan dapat mengendalikan peralatan disekitarnya (misal: lampu, berbagai jenis motor, dan aktuator lainnya).

Arduino merupakan sebuah projek yang diawali dari perusahaan desain mikrokontroler Smart Projects dari Itali dan juga dari perusahaan yang menggunakan mikrokontroler ATmega 8-bit atau 32-bit Atmel AVR ARM prosessor. Arduino menyediakan input dan output dalam analog serta digital yang bisa ditambahkan dengan rangkain yang lainnya. Arduino menyediakan *Integrated development environtment* (IDE) software yang digunakan digunakan dalam pemrograman Arduino yang didukung dengan Bahasa pemrograman C dan C++.



Gambar 2.5 Board Arduino Uno R3  
(Sumber: arduino.cc)

Arduino sebagai mikrokontroler yang mudah dibuat dengan sistem minimum yang bisa dirangkai dengan rangkaian yang lainnya. Langkah-langkah untuk membuat sebuah sistem minimum Arduino dengan mengisi bootloader ATmega8/168/328, membuat sistem minimum Arduino dan mengisi IC ATmega8/168/328.

### 2.3.7 Mikrokontroler AVR ATmega328

Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Mikrokontroler berfungsi sebagai sebuah chip dengan pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya.

ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) yang dibuat oleh Atmel berdasarkan arsitektur Harvard. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATmega328,

yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), peripheral (USART, *timer*, *counter*, dll). Dari segi ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas. ATmega328 adalah mikrokontroller CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan.

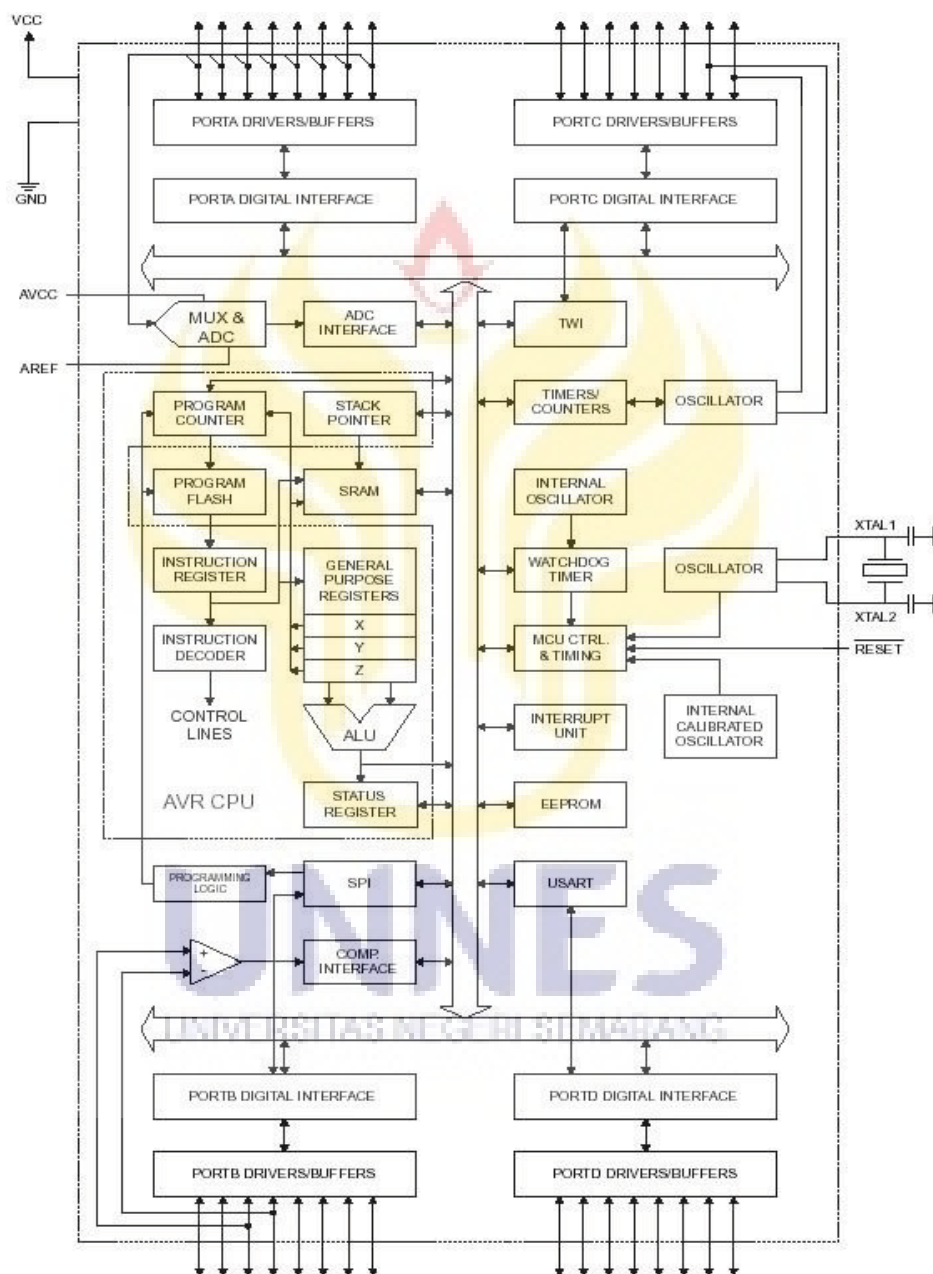
Fitur yang dimiliki ATMEGA328 sebagai berikut:

1. Mikrokontroler 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* lebih dari 20 MIPS pada frekuensi 20 MHz.
3. Memiliki kapasitas *flash* memori 32 Kbyte, EEPROM 1 KByte dan SRAM 2 Kbyte
4. Saluran I/O sebanyak 23 buah yaitu Port A, Port B, Port C, Port D.
5. Unit interupsi internal dan eksternal
6. Fitur Peripheral
  - a. Dua buah 8 byte timer / counter dengan kemampuan perbandingan.
  - b. Real timer counter dengan Oscillator tersendiri
  - c. Enam buah PWM
  - d. Delapan channel, 10-bit ADC
  - e. Byte-oriented Two-wire Serial Interface

f. Programmable Serial USART

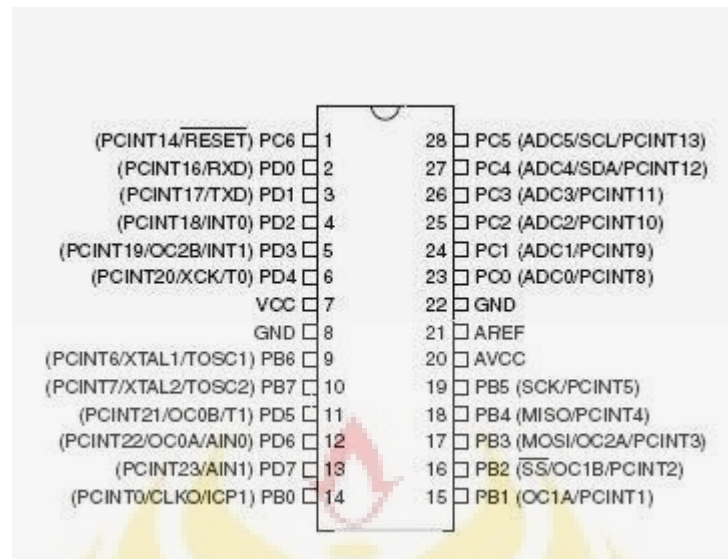
g. Antarmuka SPI

h. On-chip Analog Comparator



Gambar 2.6 Blok Diagram ATmega328

(Sumber: atmel.com)



Gambar 2.7 Konfigurasi ATmega328

(Sumber: atmel.com)

Konfigurasi pin ATmega328 dengan kemasan 28 pin, dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega328 sebagai berikut:

1. Pin 7 Vcc merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. Pin 8 GND merupakan pin Ground.
3. Pin 23 sampai 28 adalah Port C (PC0...PC5) merupakan pin input/output dua arah dan pin masukan ADC.
4. Pin 1 sampai 8 adalah Port B (PB0...PB7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus

Tabel 2.1 Fungsi Khusus dari Port B

Port Pin	Fungsi Khusus
PB7	SCK ( SPI Bus Serial Clock )
PB6	MISO ( SPI Bus Master Input/ Slave Output )
PB5	MOSI ( SPI Bus Master Output / Slave Input )
PB4	( SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negatif Input) OC0 (Timer/counter Output Compare Match output)
PB2	AIN1 (Analog Comparator Positive Input) INT2( eksternal Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 Eksternal Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 Eksternal Counter Input) XCK (USART Eksternal Clock Input/output)

5. Port C (PC0...PC7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus,

Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C Port Pin Fungsi Khusus Port C

PortPin	Fungsi Khusus
PC7	TOSC2 (Timer oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer oscillator Pin 1)
PC5	TDI (JTAG Test Data in)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-wire Serials Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

6. Pin 14 sampai 21 adalah Port D (PD0...PD7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus.

Tabel 2.3 fungsi khusus Port D

Port Pin	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/counter1 output compare A Match output)
PD4	OC1B (Timer/counter1 output compare B Match output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 input)
PD1	TXD (USART output Pin)
PD0	RXD (USART input Pin)

7. Pin 1 adalah RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. Pin 9 dan 10 adalah XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal
9. Pin 20 AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
10. Pin 21 AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

### 2.3.8 Arduino IDE

Software IDE arduino adalah Penegendali mikro single board yang bersifat open source, diturunkan dari platform wiring, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang, hardwarenya menggunakan prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman C++ yang sederhana dan funjgsi-fungsinya lengkap sehingga mudah dipelajari oleh pemula (Andrianto, H. 2016).

IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.

2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan Arduino.



Gambar 2.8 Software Arduino IDE

(Sumber: arduino.cc)



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian Rancang Bangun Alat Pengukur pH tanah berbasis Arduino dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Alat Pengukur pH dan suhu tanah dapat mengukur pH dan suhu tanah dengan teliti.
2. Alat ukur pH dan suhu tanah memiliki tingkat keakurasian yang tinggi sehingga layak untuk dijadikan alat ukur pH dan suhu tanah.
3. Alat ini dapat membantu dalam mengategorikan benih-benih sayuran yang bisa ditanam di tempat yang akan diukur pH dan suhu tanahnya.

#### **5.2 Saran**

Setelah dilakukan penelitian, peneliti menyadari masih banyak kekurangan yang dimiliki Alat pengukur pH dan suhu tanah ini, dari kekurangan yang ada diharapkan adanya penelitian lanjut

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk penelitian lebih lanjut antara lain:

1. Peneliti selanjutnya dapat melakukan pengembangan sensor pH dan suhu yang memiliki range lebih besar dan akurat.

2. Pengembangan alat dengan menambahkan fitur pencatat hasil pembacaan otomatis bila digunakan untuk mengukur pH dan suhu dalam waktu yang lama.
3. Perlunya penambahan jenis tanaman yang dijadikan rekomendasi pada alat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto H dan Aan D. 2015. *Arduino: Belajar Cepat dan Pemrograman*. Informatika Bandung. Bandung: Gramedia
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Penerbit Akademika Pressindo, Jakarta.
- Lihawa, Fitriyane. 2011. *Konservasi Dan Reklamasi Lahan*. Perpustakaan Nasional Katalog Dalam Terbitan ISBN.
- Setijono, S. 1986. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Lecture Note of 1 sks Course Presented of S2 Programme. Pendidikan Pasca Sarjana KPK UGMUNIBRAW.
- Sulistiyanto N. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler R8C/13*. Gramedia. Malang.
- Supriyadi S. 2007. *Kesuburan Tanah Di Lahan Kering Madura*. *EMBRYO* 4(2):124-131.
- Wahyudianto, Rahmat, Masrur, Permana dan Abidin. *Perancangan Alat Bantu Indikator Kualitas Tanah dengan Parameter Resistivitas Tanah dan pH Tanah untuk Tanaman Padi*. Skripsi. Program S1 Teknik Elektronika PENS Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- Gunawan, K.A. 2015. *Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tanah Sebagai Alat Bantu Penentu Benih Sayuran Yang Akan Dibudidayakan*, Skripsi, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Suoth, V. A., D. R. Santoso, dan S. Maryanto. 2013. Pengembangan Array sensor Suhu dan Sistem Akuisisi Data Berbasis Mikrokontroler untuk Pengukuran Suhu Bawah Permukaan. *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE* 2 (1) 66-72 :66-72.
- Afandi, Hermawan. 2016. *Rancang Bangun Penyiram Otomatis Budidaya Jamur Tiram Dengan Pemantauan Suhu Dan Kelembaban Udara Berbasis Pemrograman Arduino & Cv-Avr(Codevision Avr)*. Skripsi, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Putra, Nusa. 2013. *Research & Development Penelitian dan Pengembangan: Suatu Pengantar*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- ACES.EDU.2006. ACES Publications : Horticulture Notes: Soil Temperature Condition for Vegetable Seed Germination : ANR-1061.

<http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1061/index2.html>. 25 maret 2016  
(21:15).

Ilmugeografi. 2015. Jenis-Jenis Tanah Di Indonesia.  
<https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/jenis-jenis-tanah>. 8 mei 2016  
(10.33).

ISO/IEC 17025:2005 accreditation to organizations performing various types of  
testing and calibration.

[https://www.a2la.org/appsweb/iso17025accred.cfm?gclid=CLDEyOmpzdUCFZWJwod\\_9cEGg](https://www.a2la.org/appsweb/iso17025accred.cfm?gclid=CLDEyOmpzdUCFZWJwod_9cEGg). 3 Desember 2016 (16:55).

