

**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN TINGKAT
KELEMBABAN TANAH DALAM POT TANAMAN
INDOOR BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

OLEH:

**ERWIN PERDAMAIAAN TELAUMBANUA
148120021**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)28/6/22

**RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN TINGKAT
KELEMBABAN TANAH DALAM POT TANAMAN
INDOOR BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

**ERWIN PERDAMAIAN TELAUMBANUA
148120021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 28/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)28/6/22

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Sistem Peringatan Tingkat Kelembaban Tanah Dalam Pot Tanaman *Indoor* Berbasis Arduino Uno**

Nama : Erwin Perdamaian Telaumbanua

NPM : 14.812.0021

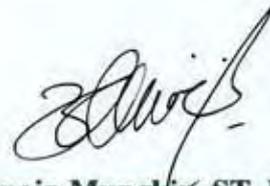
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc

Pembimbing I



Moranain Mungkin, ST, M.Si

Pembimbing II

Mengetahui



Dr. Rachmad Syah, S.Kom, M.Kom

Dekan Fakultas Teknik



Erwin S. Telaumbanua, S.Pd, MT

Ka. Prodi Teknik Elektro

Tanggal Lulus : 10 Januari 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar serjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan 10 Januari 2022



Erwin Perdamaian Telaumbanua
NPM. 148120021

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Erwin Perdamaian Telaumbanua
NPM : 14.812.0021
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Rancang Bangun Sistem Peringatan Tingkat Kelembaban Tanah Dalam Pot Tanaman *Indoor* Berbasis Arduino Uno ”.

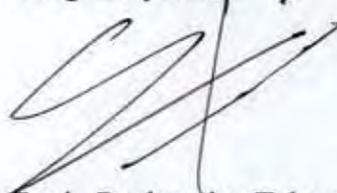
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Medan , 10 Januari 2022

Yang menyatakan



Erwin Perdamaian Telaumbanua

ABSTRAK

Untuk mempermudah perawatan tanaman indoor melalui informasi peringatan tingkat kelembaban tanah, maka dirancang alat peringatan tingkat kelembaban tanah dalam pot tanaman indoor menggunakan arduino uno sebagai alat pengaturnya, sehingga pengguna tidak lalai dalam perawatan tanaman hias miliknya. Perancangan alat peringatan tingkat kelembaban ini dimulai dari pemilihan komponen seperti pot tanaman indoor, sensor soil moisture YL-69, mikrokontroler arduino uno, Buzzer dan sensor soil moisture sebagai kalibrasi. Alat ini menunjukkan bahwa pada uji coba dapat bekerja dengan baik sesuai tujuan yang diharapkan yaitu sebagai sistem peringatan tingkat kelembaban tanah melalui buzzer dan tampilan LCD.

Kata kunci : Pot tanaman indoor, *sensor soil moisture YL-69, Microcontroller arduino uno*

ABSTRACT

To make it easier to care for indoor plants through warning information on soil moisture levels, a soil moisture level warning device is designed in indoor plant pots using Arduino Uno as a regulator, so that users are not negligent in caring for their ornamental plants. The design of this humidity level warning device starts with the selection of components such as indoor plant pots, YL-69 soil moisture sensor. Arduino Uno microcontroller, Buzzer and soil moisture sensor as calibration. This tool shows that in the trial it can work well according to the expected goal, namely as a soil moisture level warning system through a buzzer and LCD display.

Keywords: *Indoor plant pot, YL-69 soil moisture sensors, Microcontroller arduino uno*

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Erwin Perdamaian Telaumbanua dilahirkan di Dange pada tanggal 12 Oktober 1996, anak dari ayah Meniaro Telaumbanua dan Ibu Noverina Zega, penulis merupakan putra pertama (1) dari empat (4) besaudara. Pada tahun 2008 penulis lulus Sekolah Dasar di SD Negeri 071037 Lombuzaua, pada tahun 2011 lulus Sekolah Menengah Pertama di SMP Swasta Karya Botombawo, pada tahun 2014 penulis lulus Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Swasta Pembda Nias dan pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA) sampai pada tahun 2022 mengatarkan penulis untuk mendapatkan gelar sarjana teknik.

Demikian riwayat hidup penulis untuk sekedar diketahui

Terimakasih

Penulis

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur saya ucapkan terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan KaruniaNya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini guna untuk melengkapi syarat menyelesaikan pendidikan sarjana (Strata – 1) di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA) Dengan Judul: **“RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN TINGKAT KELEMBABAN TANAH DALAM POT TANAMAN *INDOOR* BERBASIS ARDUINO UNO”**.

Dengan terselesaikannya penulisan Skripsi ini, saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya, Ayahanda Meniaro Telaumbanua dan Ibunda Noverina Zega yang selalu mendoakan dan bersusah payah memberikan dukungan moril maupun materil kepada saya, demi keberhasilan ananda.

Pada kesempatan ini, saya juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak lain yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada saya selama menjalani proses perkuliahan di Universitas Medan Area:

1. Yayasan Haji Agus Salim Universitas Medan Area
2. Rektor Universitas Medan Area Bapak Prof.Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc dan Juga selaku pembimbing I dalam penulisan Skripsi ini.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom.
4. Kepala Program Studi teknik elektro Universitas Medan Area Bapak Habib Satria,S.Pd,MT

5. Bapak Moranain Mungkin,ST,M.Si selaku pembimbing II dalam penulisan Skripsi ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah banyak memberikan pengalaman dan ilmunya kepada saya selama kuliah di Universitas Medan Area
7. Kepada adinda Rahmad Syukur Telaumbanua dan Ridwan Telaumbanua beserta adinda Erni Telaumbanua yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materi kepada saya.
8. Seluruh staf pegawai Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah membantu saya dalam pengurusan administrasi
9. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah memberikan dukungan.
10. Semua pihak yang memberikan semangat dan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan Skripsi ini;

Saya menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam penyajian Skripsi ini. Untuk itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari dosen pembimbing dan seluruh pembaca guna perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap agar Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis sendiri khususnya.

Penulis

Erwin Perdamaian Telaumbanua

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Pembuatan Alat.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB II TEORI PENUNJANG.....	5
2.1 Kelembaban Tanah	5
2.2 Arduino	5
2.3 Arsitektur Mikrokontroler <i>ATMega</i>	10
2.4 Defenisi Program	13
2.5 <i>Software Arduino IDE</i>	14
2.6 Bahasa Pemograman Arduino.....	16
2.6.1 Struktur.....	16
2.6.2 Konstanta.....	17
2.6.3 Fungsi Masukan dan keluaran Digital.....	19
2.7 Sensor Soil Moisture YL-69	20
2.8 LCD 16x2.....	24
2.9 Buzzer Aktif 3-12 Volt DC	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.1.1 Tempat Penelitian.....	30
3.1.2 Waktu Penelitian	30

3.2 Metode Penelitian	30
3.2.1 Alat dan Bahan	32
3.2.2 Rancangan Struktural	33
3.2.3 Rancangan Sistem Elektrikal	35
3.2.3.1 Rangkaian AC-DC Adaptor.....	35
3.2.3.2 Rangkaian LCD 16x2 Dengan Arduino Uno.....	36
3.2.3.3 Rangkaian sistem minimum arduino uno	38
3.2.3.4 sensor soil moisture dengan arduino uno.....	38
3.2.3.5 modul buzzer dengan arduino uno.....	39
3.2.3.6 sistem secara keseluruhan.....	40
3.3 Pemograman Arduino Uno	41
3.4 Perancangan Coding	44
3.5 Flowchart Sistem Kerja Alat.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil dan Perancangan Alat	50
4.2 Pengujian Terpisah.....	51
4.2.1 Pengujian Kondisi Kerja Adaptor	51
4.2.2 Pengujian Sensor Soil Moisture	53
4.2.3 Pengujian Arduino Uno Dengan <i>LCD (Liquid Crystal Display)</i>	55
4.2.4 Pengujian Arduino Uno dengan Buzzer.....	57
4.2.5 Pengujian Dan Analisa Secara Keseluruhan	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Index Board Arduino Uno</i>	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Kaki <i>LCD 16x2</i>	26
Tabel 3.1 Daftar Komponen.....	32
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kondisi Adaptor	52
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture	53
Tabel 4.3 Nilai Rata-rata Sensor Soil Moisture	54
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Ke 1 Pada Tanaman <i>Indoor</i>	62
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Ke 2 Pada Tanaman <i>Indoor</i>	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mikrokontroler <i>ATMega 328</i>	7
Gambar 2.2 Bentuk Fisik <i>Arduino Uno</i> (bawah) & <i>LilyPad</i> (atas).....	8
Gambar 2.3 Tampilan Keempat <i>LED</i> di <i>Arduino</i>	9
Gambar 2.4 Blok Diagram Mikrokontroler	12
(a) <i>IC ATMega 328</i>	11
(b) <i>IC ATMega 1280</i>	12
Gambar 2.5 Bentuk Tampilan <i>Arduino IDE Versi 1.6.4</i>	15
Gambar 2.6 Sensor <i>Soil Moisture YL-69</i>	21
Gambar 2.7 Bagian Bagian <i>Soil Moisture Sensor</i>	23
Gambar 2.8 Bentuk Fisik <i>LCD 16x2</i>	24
Gambar 2.9 Skematik <i>LCD 16x2</i>	28
Gambar 2.10 <i>Buzzer</i> Aktif.....	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Kerangka Berfikir	31
Gambar 3.2 Dudukan Sistem	33
Gambar 3.3 Desain Tata Letak Sistem.....	34
Gambar 3.4 <i>AC-DC Adaptor</i>	35
Gambar 3.5 Skema Rangkaian <i>AC-DC Adaptor</i>	36
Gambar 3.6 Rangkaian Instalasi <i>LCD 16x2</i> dengan <i>Arduino Uno</i>	37
Gambar 3.7 Rangkaian Sistem Minimum <i>Arduino Uno</i>	38
Gambar 3.8 Rangkaian Instalasi Sensor <i>Soil Moisture</i> dengan <i>Arduino Uno</i>	39
Gambar 3.9 Rangkaian Instalasi Modul <i>Buzzer</i> Dengan <i>Arduino Uno</i>	40
Gambar 3.10 Skema Rangkaian Seluruh Sistem.....	41
Gambar 3.11 <i>Software Arduino 1.8.8</i>	42
Gambar 3.12 Menu <i>File</i> Baru	42
Gambar 3.13 Pemilihan <i>Board Arduino</i>	43
Gambar 3.14 Membuat <i>File</i> Proyek Baru	43
Gambar 3.15 <i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat	49
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Alat	50
Gambar 4.2 Hasil Dari Pengujian <i>LCD</i>	46

Gambar 4.3 Rangkaian Pengujian Arduino dengan Buzzer.....	57
Gambar 4.4 Pengujian Alat Secara Keseluruhan	60
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Kelembaban Tanah Ke 1 Pada Tanaman <i>Indoor</i>	64
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Kelembaban Tanah Ke 2 Pada Tanaman <i>Indoor</i>	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sekarang ini tanaman hias dalam pot banyak diminati oleh masyarakat. Hal ini dapat dilihat hampir semua perhotelan dan perkantoran serta pusat perbelanjaan di kota besar menghiasi ruangnya dengan menggunakan berbagai macam tanaman hias didalam pot. Hal ini merupakan salah satu pemandangan yang indah sehingga mendorong bahkan secara otomatis merangsang masyarakat untuk berusaha dibidang ini.

Tanaman hias merupakan tanaman yang memiliki nilai keindahan dan daya ketertarikan khusus, sehingga banyak juga masyarakat yang meletakkan tanaman tersebut di dalam rumah atau ruangan tergantung jenis tanaman yang bisa hidup dalam ruangan istilahnya tanaman *indoor*. Selain itu masalah harga tanaman hias juga dipasaran semakin meningkat dari harga murah menjadi mahal. Faktor penyebab tanaman hias bisa mahal adalah keunikan dari penampilan tanaman hias tersebut. Oleh karena itu para pemilik tanaman hias ini selalu merawat dan menjaga kesuburan tanaman agar tetap indah dipandang.

Permasalahan yang muncul adalah mengingat jumlah aktifitas manusia yang begitu banyak terkadang mengakibatkan kelalaian yang tidak dapat dihindari sehingga berdampak terhadap kurangnya perawatan tanaman hias miliknya karena lupa untuk menyiram air pada tanaman tersebut.

Melihat dari masalah ini maka saya mencoba untuk membuat suatu rancangan sistem yang akan memberikan sebuah peringatan tingkat kelembaban tanah dalam pot tanaman *indoor*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah di penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana cara membuat suatu rancangan sistem yang bisa memberikan isyarat peringatan tingkat kelembaban tanah dalam pot tanaman *indoor*?
2. Variabel apakah yang ditampilkan pada *LCD* 16x2 ketika alat bekerja?
3. Bagaimanakah bentuk peringatan tingkat kelembaban tanah dalam pot tanaman *indoor* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem peringatan tingkat kelembaban tanah dalam pot tanaman *indoor* menggunakan *Arduino Uno* sebagai pengontrolnya.
2. Menampilkan pada *LCD* 16x2 tingkat kelembaban tanah yang terukur dalam satuan persen.
3. Mengaplikasikan sebuah alarm untuk memberikan peringatan kepada manusia dalam bentuk suara agar tanaman disiram dan *LCD* 16x2 sebagai penampil tingkat kelembaban tanah tanaman *indoor*.

1.4. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Alat ini hanya dapat digunakan pada jenis tanaman indoor saja karena codingan programnya telah disesuaikan sesuai judul penelitian.
2. Tidak membahas bagaimana teknis agar tanah dalam pot tanaman *indoor* menjadi subur.
3. Tidak membahas coding program secara detail hanya terfokus pada logika pemograman alat saja.

1.5. Manfaat Pembuatan Alat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mencegah terjadinya kekurangan air pada tanah tanaman *indoor*.
2. Membantu mengingatkan manusia untuk segera melakukan penyiraman tanaman.
3. Dapat mengontrol tingkat kelembaban tanah pada tanaman *indoor* secara visual.
4. Sebagai bahan referensi lanjutan bagi peneliti berikutnya terkait *arduino uno* dan sensor *soil moisture*

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Menjelaskan secara singkat tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika pembahasan.

2. Bab II Teori Penunjang

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung dalam penelitian ini sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang bagaimana metode penelitian dilakukan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data, cara perancangan dan pembuatan alat, serta cara pengujiannya.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Berisi penjelasan tentang hasil perancang alat, pengujian dan pembahasan.

5. Bab V Penutup

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah sejumlah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada dalam pot. Penjelasan lainnya menegaskan bahwa kelembaban tanah itu adalah menyatakan jumlah air yang tersimpan diantara pori-pori tanah dalam pot. kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini karena penguapan terjadi melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi [1]. Adapun intensitas hujan, jenis tanah, serta laju evapotranspirasi adalah faktor-faktor yang menyebabkan kelembaban tanah serta sangat menentukan ketersediaan air dalam tanah bagi pertumbuhan tanaman [2].

2.2. *Arduino*

Modul arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat open source serta penggunaannya sangat mudah digunakan. Hal itu ditegaskan supaya siapapun yang ingin mempelajarinya dapat membuat proyek interaktif dengan mudah dan tentunya menarik.

Ada beberapa faktor mengapa harus memilih modul arduino untuk dijadikan sebagai platform elektronik pada setiap pembuatan proyek berbasis elektronik yaitu:

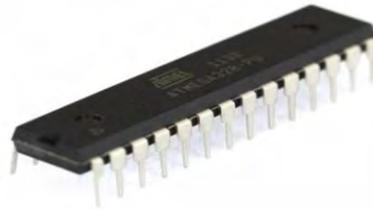
- a. Murah-board Arduino relatif sangat murah jika kita bandingkan dengan sebuah platform mikrokontroler lainnya. Adapun versi paling mahal dari modul Arduino ini tentunya dapat dibuat sendiri dan bahkan modul Arduino yang sudah jadi harganya bisa mencapai sekitar kurang dari \$50.

- b. *Cross-platform-Arduino Software IDE* dapat dijalankan pada Sistem Operasi Windows, Macintosh OSX, dan juga Linux. Hampir rata-rata sistem mikrokontroler terbatas untuk dijalankan pada sistem Operasi Windows.
- c. *Simple*-perangkat lunak Arduino IDE sangat mudah digunakan bagi pemula yang ingin mempelajarinya, tetapi cukup fleksibel juga untuk pengguna tingkat lanjutan.
- d. Perangkat lunak Arduino dimunculkan sebagai *tools open source*. Bahkan bahasanya juga dapat diperluas dengan melalui library C++ dan orang-orang yang ingin memahami rincian teknis dapat membuat lompatan dari Arduino ke bahasa pemrograman AVR C. Menariknya kita juga dapat menambahkan kode AVR C secara langsung ke dalam program Arduino.
- e. Arduino board diterbitkan di bawah lisensi *creative commons*, sehingga perancang sirkuit yang berpengalaman dapat membuat modul versi mereka sendiri, memperluasnya dan meningkatkannya. Bahkan pengguna yang relatif tidak berpengalaman dapat membangun *board* versi mereka sendiri menggunakan *breadboard* untuk memahami cara kerjanya dan di sisi lain dapat menghemat biaya.

Arduino merupakan sebuah perangkat lunak atau jenis perangkat keras yang dapat difungsikan untuk mengontrol beberapa perangkat elektronik lainnya seperti sensor cahaya, tampilan *LCD*, sensor suara dan lain sebagainya. *Arduino Integrated Development Equipment (Arduino IDE)* adalah jenis software yang digunakan untuk mengembangkan program dan memungkinkan program diunggah ke sebuah modul *Arduino*. Program adalah kumpulan instruksi yang

ditujukan untuk mengendalikan komputer. Modul *Arduino* adalah suatu elektronis yang terdiri dari mikrokontroler berbasis *ATMega*, sedangkan mikrokontroler adalah sebuah keping (*integrated circuit*) yang mengandung prosesor atau disebut juga sebagai sang pemroses dan sekaligus sebagai memori yang dapat menyimpan data.

Berikut ini merupakan Gambar 2.1 yang menampilkan bentuk fisik sebuah mikrokontroler:

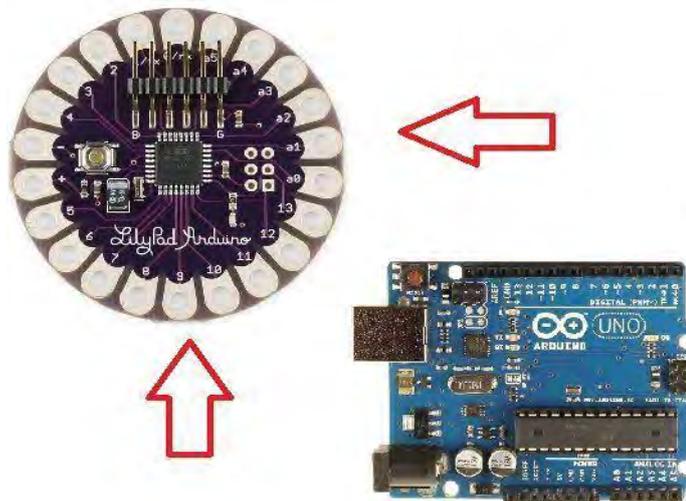


Gambar 2.1: Mikrokontroler ATmega 328
Sumber: <https://lapakrobotika.com/atmega-328A>

Arduino juga dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Arduino juga merupakan kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengunggah ke dalam memory Mikrokontroler. Ada banyak projek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Oleh Steven Jendri Sokop Yang berjudul “ TrainerPeriferal

Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno” Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328

Modul *Arduino* ukurannya juga ada bermacam-macam. Contohnya seperti *Arduino Uno* berukuran sebesar kartu kredit, dan *LilyPad* berbentuk lingkaran dengan diameter sekitar 5,5 cm. Pada Gambar 2.2 memperlihatkan contoh bentuk fisik *Arduino Uno* dan *LilyPad*. Berdasarkan informasi di halaman web *S4A.cat*, *Arduino Uno* merupakan jenis *Arduino* yang memang telah diuji dapat bekerja dengan *Scratch for Arduino*. [3]



Gambar 2.2: Bentuk Fisik Arduino Uno (bawah) & LilyPad (atas)
 Sumber: <https://fr.pinterest.com/explore/arduino-lilypad/>

Modul *Arduino* juga terdapat empat buah *LED* yang masing-masing diberi kode *L*, *TX*, *RX*, dan *ON*. Gambar 2.3 dibawah ini memperlihatkan tampilan keempat *LED* tersebut. Adapun fungsi masing-masing *LED* adalah sebagai berikut:

1. *L: LED* = terhubung ke pin bernomor 13
2. *TX: LED* = menandakan terdapat pengiriman data dari Arduino
3. *RX: LED* = menandakan terdapat penerimaan data

4. *ON: LED* = menyala sekiranya *Arduino* mendapatkan pasokan listrik



Gambar 2.3: Tampilan keempat *LED* di *Arduino*

Sumber: <https://arduino-info.wikispaces.com/GettingStarted-Software>

Arduino Uno mempunyai 13 pin digital dan 6 pin analog. Pin digital berarti pin-pin yang mempunyai nilai digital, yang berarti kemungkinannya hanya ada dua buah, yaitu 1 atau 0. Pin analog adalah pin yang nilainya sangat bervariasi, yaitu berupa bilangan bulat antara 0 dan 1023. Seringkali kita menggunakan pin digital, tetapi kadang-kadang kita memerlukan pin analog.

Pada *Arduino*, nilai digital 0 menyatakan 0 volt (0V) dan nilai digital 1 menyatakan nilai 5 volt (5V). Nilai analog menyatakan nilai yang identik dengan tegangan yang berkisar antara 0V dan 5V. Berikut ini adalah Tabel 2.1 yang menampilkan *Index Board Arduino*:

Tabel 2.1: Index Board Arduino UnoSumber: <http://widuri.raharjo.info/index.php/SI1233472982>

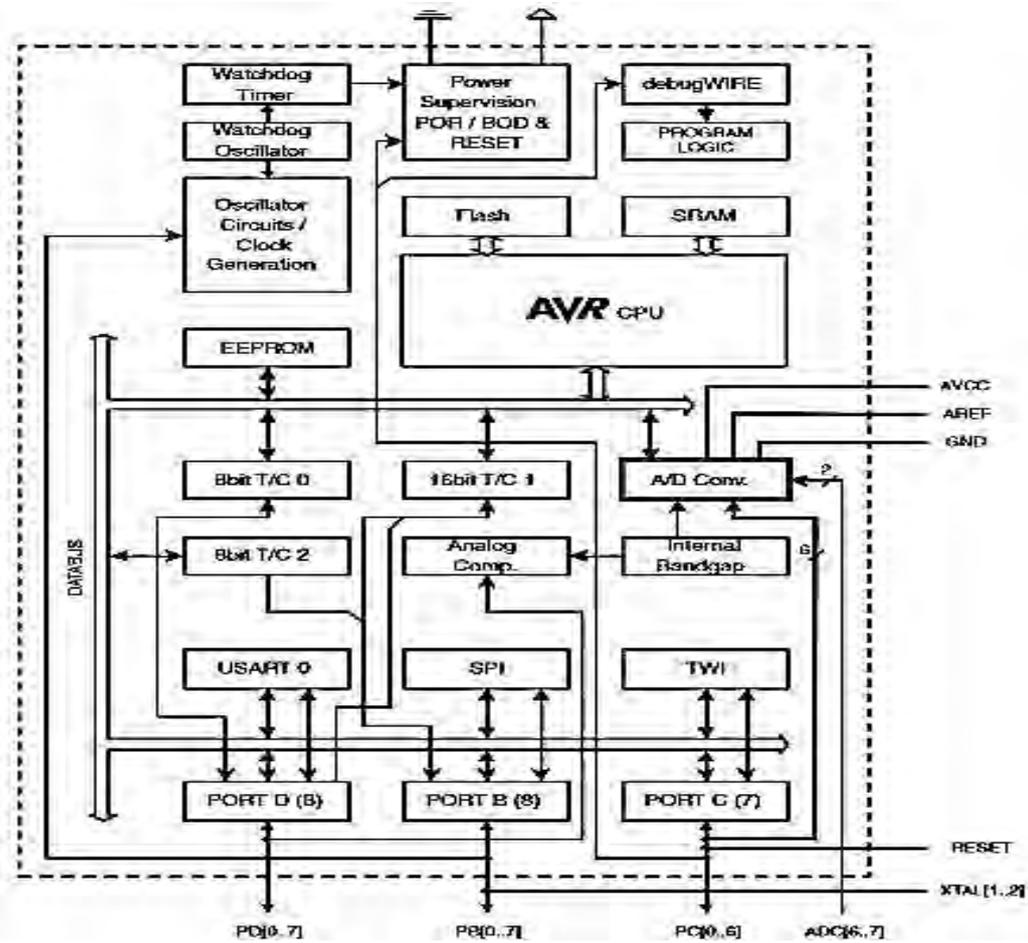
a. Mikrokontroler	ATmega328
b. Tegangan Operasi	5V
c. Tegangan <i>Input</i> (disarankan)	7-12V
d. Batas Tegangan <i>Input</i>	6-20V
e. pin Digital I/O	14 pin
f. Pin Analog <i>Input</i>	6 pin
g. Arus DC per I/O pin	40 mA
h. Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
i. Flash Memory	32 KB
j. SRAM	2 KB
k. EEPROM	1 KB
l. <i>Clock</i>	16 MHz

2.3. Arsitektur Mikrokontroler *ATMega*

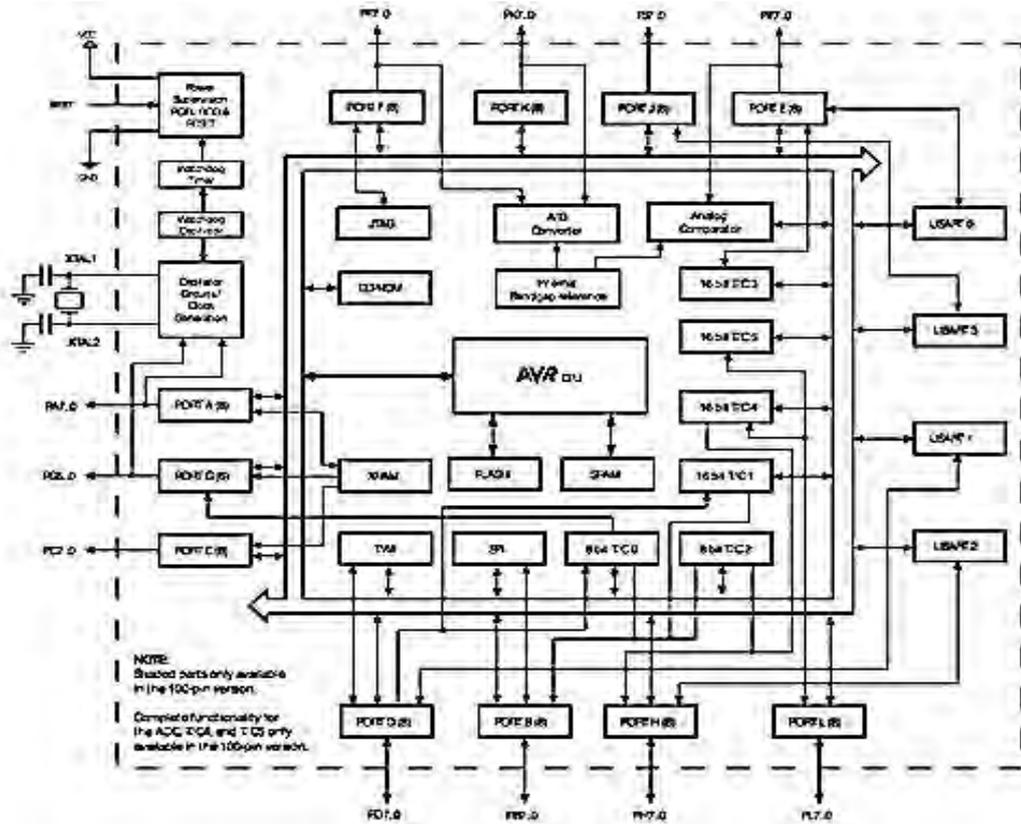
Setiap mikrokontroler yang diimplementasikan dengan produk *Arduino* menggunakan *ATMega* keluarga *AVR*. Salah satunya seri *ATMega 328* (Gambar 2.4.a) dengan sejumlah fitur diantaranya *ON-Chip System Debug*, 5 model tidur (*Mode Sleep*), 6 saluran *ADC* yang mendukung reduksi derau, ragam hemat daya (*Power-save Mode, Power-down*), dan ragam siaga (*Standby Mode*).[4]

digunakan pada jenis *Arduino Mega*, baik *ATMega 328* maupun jenis *ATMega 1280*, keduanya menggunakan kristal 16 MHz sebagai pembangkit clock. Keduanya juga memiliki blok memori *Flash* untuk penyimpanan instruksi program, *SRAM* untuk penyimpanan variabel data sementara, dan *EEPROM* sebagai media penyimpanan data yang tetap tersimpan meskipun mikrokontroler dalam kondisi tidak dicatu. Fitur mikrokontroler *AVR* seri lainnya, seperti

ATMega 168 atau 2560 tidak jauh berbeda dengan 328 atau 1280, kecuali pada ukuran kapasitas blok memori EEPROM, Flash, dan SRAM.).



(a)



(b)

Gambar 2.4:
Blok Diagram Mikrokontroler (a) IC ATmega 328 dan (b) IC ATmega 1280

Sumber:

<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/understanding-arduino-uno-hardware-design/>
<http://readingrat.net/arduino-mega-2560-circuit-diagram/arduino-mega-2560-circuit-diagram-the-wiring-diagram/>

2.3.1. Fitur Mikrokontroler ATmega328P

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

1. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
2. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.

3. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
4. 32 x 8-bit register serba guna.
5. Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
6. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock. [5]

2.4. Definisi Program

Program adalah serangkaian instruksi yang ditulis untuk melakukan suatu fungsi spesifik pada komputer. Program ini ditulis dengan mengikuti kaidah bahasa pemrograman tertentu. Bahasa pemrograman dapat dianalogikan dengan bahasa yang digunakan manusia (bahasa manusia).[6]

Sebagaimana kita ketahui, ada berbagai macam bahasa manusia, seperti bahasa Inggris, bahasa Indonesia, ataupun bahasa Batak. Kumpulan instruksi dalam bahasa manusia yang berupa sejumlah kalimat dapat anda analogikan dengan suatu program. Manusia dapat mengerjakan suatu instruksi berdasarkan kalimat-kalimat dan komputer dapat menjalankan suatu instruksi program.

Dalam konteks pemrograman, terdapat sejumlah bahasa pemrograman, seperti *Pascal*, *C*, *C++*, dan *BASIC*. Secara garis besar, bahasa-bahasa pemrograman dapat dikelompokkan menjadi :

1. Bahasa beraras-tinggi (*high-level language*)
2. Bahasa beraras-rendah (*low-level language*)

Bahasa beraras tinggi adalah bahasa pemrograman yang berorientasi kepada bahasa manusia. Program dibuat dengan menggunakan bahasa

pemrograman yang mudah dipahami oleh manusia, biasanya menggunakan kata-kata bahasa Inggris; misalnya *IF* untuk menyatakan “jika” dan *AND* untuk menyatakan “dan”. Yang termasuk dalam kelompok bahasa ini adalah bahasa C, C++, Pascal dan *BASIC*.

Bahasa beraras rendah adalah bahasa pemrograman yang berorientasi kepada mesin. Bahasa ini menggunakan kode biner (yang hanya mengenal kode 0 dan 1) atau suatu kode sederhana untuk menggantikan kode-kode tertentu dalam sistem biner. Yang tergolong dalam kelompok bahasa ini adalah bahasa mesin dan bahasa rakitan. Bahasa-bahasa itu ini sangat sulit untuk dipahami oleh orang awam dan sangat membosankan bagi pemrogram yang sudah terbiasa dengan bahasa beraras tinggi. Pemrogram harus benar-benar menguasai operasi komputer secara teknis. Namun bahasa generasi ini memberikan eksekusi program yang sangat cepat. Selain itu bahasa mesin sangat bergantung pada mesin (*machine dependent*); artinya, bahasa mesin antara satu mesin dengan mesin yang lain jauh berbeda.

2.5. *Software Arduino IDE*

IDE (Integrated Development Environment) adalah sebuah program spesial yang berjalan di komputer yang mengizinkan user menulis sketch untuk board *Arduino* dalam bentuk bahasa pemrograman yang mudah menggunakan Bahasa *Processing*. *Software Arduino* ini dapat diinstal di berbagai *OS (operating system)* seperti: *LINUX, Mac OS, Windows*. *Software Arduino IDE* terdiri dari 3 bagian yaitu :

1. *Editor* program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*. *Listing* program *Arduino* disebut sketch.

2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *Processing* ke dalam kode biner, karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler.
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner ke dalam memori mikrokontroler. [7]

Gambar 2.5 di bawah ini adalah memperlihatkan bentuk tampilan *Arduino IDE*:

IDE:



```

coba
const int TRIG_PIN = 12;
const int ECHO_PIN = 13;

void setup() {
  // initialize serial communication:
  Serial.begin(9600);

  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
}

void loop()
{
  long duration, distanceCm, distanceIn;

  // Give a short LOW pulse beforehand to ensure a clean HIGH pulse
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
}
  
```

Gambar 2.5: Bentuk Tampilan *Arduino IDE* Versi 1.6.4

Sumber: <https://learn.adafruit.com/add-boards-arduino-v164/overview>

2.6. Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya. Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

Karena menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman arduino memiliki banyak sekali kemiripan, walaupun beberapa hal telah berubah.

2.6.1. Struktur

Setiap program dalam arduino board terdiri dari dua fungsi utama yaitu `setup()` dan `loop()`. Instruksi yang berada dalam fungsi `setup()` dieksekusi hanya sekali, yaitu ketika arduino board pertama kali dihidupkan. Biasanya instruksi yang berada pada fungsi `setup()` merupakan konfigurasi dan inisialisasi dari arduino board. Instruksi yang berada pada fungsi `loop()` dieksekusi berulang-ulang hingga arduino board dimatikan (catu daya diputus). Fungsi `loop()` merupakan tugas utama dari arduino board. Jadi setiap program yang menggunakan bahasa pemrograman arduino memiliki struktur sebagai berikut:

```
void setup()
{
  // perintah-perintah untuk konfigurasi dan inisialisasi arduino board
}

void loop()
{
  //perintah-perintah utama arduino board
}
```

Program di atas dapat dianalogikan dalam bahasa C sebagai berikut:

```
void setup(void); // prototipe fungsi setup
void loop(void); // prototipe fungsi loop
int main(void) {
setup(); //
while(1) {
loop(); // ulangi terus menerus
}
return 0; //bagian ini tidak akan pernah dieksekusi
}
```

2.6.2. Konstanta

Konstanta adalah variable yang sudah ditetapkan sebelumnya dalam bahasa pemrograman arduino. Konstanta digunakan agar program lebih mudah untuk dibaca dan dimengerti. Konstanta dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Konstanta yang digunakan untuk menunjukkan tingkat logika (konstanta Boolean), yaitu *true* dan *false*
2. Konstanta untuk menunjukkan keadaan pin, yaitu HIGH dan LOW
3. Konstanta untuk menunjukkan fungsi pin, yaitu INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT

Konstanta yang digunakan untuk menunjukkan benar atau salah dalam bahasa pemrograman arduino adalah *true* dan *false*. *False* lebih mudah didefinisikan daripada *true*. *False* didefinisikan sebagai 0(nol). *True* sering didefinisikan sebagai 1(satu), yang mana hal ini benar, tetapi *true* memiliki definisi yang lebih luas. Setiap integer yang bukan nol adalah *true* dalam pengertian Boolean. Jadi -2, 3 dan -100 semuanya didefinisikan sebagai *true*, juga dalam pengertian Boolean. Tidak seperti konstanta yang lain *true* dan *false* diketik dengan menggunakan huruf kecil.

Ketika membaca atau menulis ke sebuah pin digital, terdapat hanya dua nilai yang dapat diberikan atau diterima, yaitu HIGH dan LOW. HIGH memiliki arti yang berbeda tergantung apakah sebuah pin dikonfigurasi menjadi masukan atau keluaran. Ketika pin dikonfigurasi sebagai masukan dengan fungsi `pinMode()`, lalu kemudian dibaca dengan fungsi `digitalRead()`, mikrokontroler akan melaporkan nilai HIGH jika tegangan yang ada pada pin tersebut berada pada tegangan 3 volt atau lebih.

Ketika sebuah pin dikonfigurasi sebagai masukan, dan kemudian dibuat bernilai HIGH dengan fungsi `digitalWrite()`, maka resistor *pull-up* internal dari chip ATmega akan aktif, yang akan membawa pin masukan ke nilai HIGH kecuali pin tersebut ditarik (*pull-down*) ke nilai LOW oleh sirkuit dari luar.

Ketika pin dikonfigurasi sebagai keluaran dengan fungsi `pinMode()`, dan diset ke nilai HIGH dengan fungsi `digitalWrite()`, maka pin berada pada tegangan 5 volt. Dalam keadaan ini, pin tersebut dapat memberikan arus, sebagai contoh, untuk menhidupkan LED yang terhubung seri dengan resistor dan ground, atau pin lain yang dikonfigurasi sebagai keluaran dan diberi nilai LOW.

Sama seperti HIGH, LOW juga memiliki arti yang berbeda bergantung pada konfigurasi pin. Ketika pin dikonfigurasi sebagai masukan, maka mikrokontroler akan melaporkan nilai LOW jika tegangan yang terdapat pada pin berada pada tegangan 2 volt atau kurang. Ketika pin dikonfigurasi sebagai keluaran dan diberi nilai LOW maka pin berada pada tegangan 0 volt.

Setiap pin pada arduino dapat dikonfigurasi sebagai masukan, masukan dengan resistor *pull-up* atau keluaran. Untuk mengkonfigurasi fungsi pin pada arduino digunakan konstanta INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT. Pin

arduino yang dikonfigurasi sebagai masukan dengan fungsi `pinMode()` dikatakan berada dalam kondisi berimpedansi tinggi. Pin yang dikonfigurasi sebagai masukan memiliki permintaan yang dangat kecil kepada sikuit yang di-sampling-nya, setara dengan sebuah resistor 100 Megaohm dipasang seri dengan pin tersebut. Hal ini membuat pin tersebut berguna untuk membaca sensor, tetapi tidak untuk menghidupkan sebuah *LED*.

Cip ATmega pada arduino memiliki resisitor *pull-up* internal (resistor yang terhubung ke sumber tegangan secara internal) yang dapat digunakan. Untuk menggunakan resistor *pull-up* internal ini kita menggunakan konstatnta `INPUT_PULLUP` pada fungsi `pinMode()`.

Pin yang dikonfigurasi menjadi sebuah keluaran dikatakan berada dalam kondisi berimpedansi rendah. Hal ini berarti pin tersebut dapat menyediakan sejumlah besar arus ke sirkuit yang lain. Pin pada ATmega mampu menyediakan arus hingga 40 mA.

2.6.3. Fungsi Masukan dan Keluaran Digital

Arduino memiliki 3 fungsi untuk masukan dan keluaran digital pada arduino board, yaitu `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`.

Fungsi `pinMode()` mengkonfigurasi pin tertentu untuk berfungsi sebagai masukan atau keluaran. Sintaksis untuk fungsi `pinMode()` adalah sebagai berikut:

pinMode(pin, mode)

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dikonfigurasi

mode = konfigurasi yang diinginkan (INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT).

Fungsi `digitalWrite()` berfungsi untuk memberikan nilai HIGH atau LOW suatu digital pin. Sintaksis untuk fungsi `digitalWrite()` adalah sebagai berikut:

digitalWrite(pin, value)

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dikonfigurasi value = nilai yang diinginkan (HIGH atau LOW).

Fungsi `digitalRead()` bertujuan untuk membaca nilai yang ada pada pin arduino uno. Sintaksis untuk fungsi `digitalRead()` adalah sebagai berikut:

digitalRead(pin)

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dibaca

Berikut ini adalah contoh penggunaan fungsi masukan dan keluaran digital dalam sebuah program:

```
int ledPin = 13; // LED terhubung ke pin digital 13
int inPin = 7; // pushbutton terhubung ke pin digital 7
int val = 0; // variable untuk menyimpan sebuah nilai

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // set pin digital 13 sebagai keluaran
  pinMode(inPin, INPUT); // set pin digital 13 sebagai masukan
}

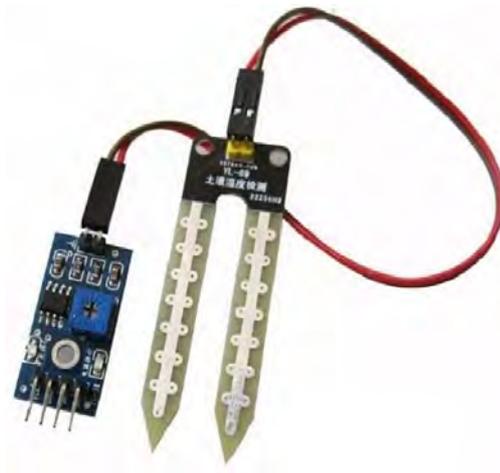
void loop()
{
  val = digitalRead(inPin); // baca nilai pin input
  digitalWrite(ledPin, val); // sets LED sesuai dengan nilai val
}
```

2.7. Sensor Soil Moisture YL-69

Sensor soil moisture sensor YL-69 adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau tingkat kelembaban tanah, atau tingkat air dalam tanah pada tanaman *indoor*. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan

listrik (resistansi besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau tingkat kelembaban tanah.[8]

Soil moisture sensor YL-69 memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 3.3V atau 5V, tegangan output sebesar 0 - 4.2V, arus sebesar 35 mA, dan memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 - 1023 bit. Adapun Gambar 2.6 berikut adalah bentuk fisik soil moisture sensor YL-69 yang dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2.6: Sensor Soil Moisture YL-69

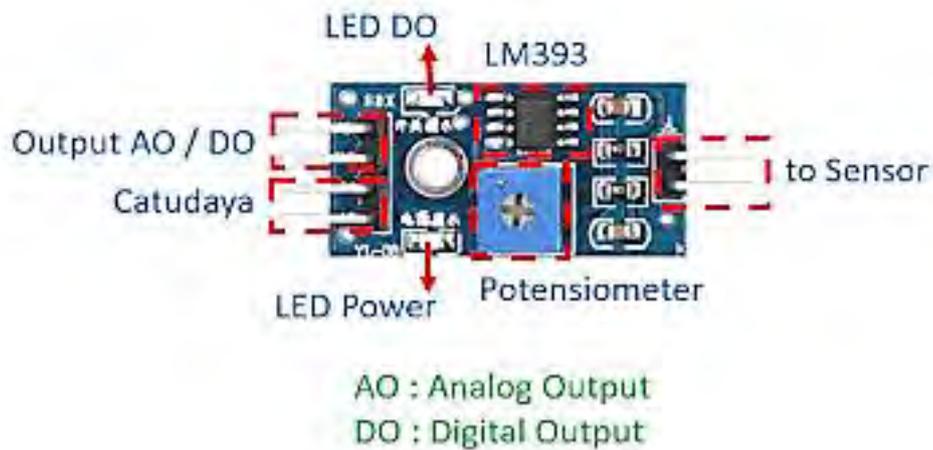
Prinsip kerja soil moisture sensor ini adalah dengan menanamkan satu buah sensor kelembaban pada tanah. Kerja sensor ini mendeteksi adanya tingkat kelembaban. Kelembaban tersebut disetting dengan parameter khusus, sehingga ketika kelembaban tersebut sesuai maka alarm akan berbunyi.[9]

Sensor ini berupa dua lempengan konduktor berbentuk pisau berbahan logam yang sangat sensitif terhadap muatan listrik dalam suatu media khususnya tanah. Kedua lempengan logam tersebut merupakan media yang akan menghantarkan tegangan analog berupa tegangan listrik yang nilainya relatif kecil berkisar antara 3,3-5 volt dan baru kemudian Tegangan tersebut akan diubah menjadi tegangan digital untuk diproses lebih lanjut oleh system.

Sensor ini menggunakan dua buah probe untuk melewatkan arus melalui tanah lalu membaca tingkat resistansinya untuk mendapatkan tingkat kelembaban tanah. Makin banyak air makin mudah mengalirkan arus listrik dikarenakan resistansi rendah, sementara tanah kering maka sulit mengalirkan arus listrik hal ini dikarenakan resistansi tinggi. Selanjutna ada tiga buah pin yang terdapat pada sensor soil moisture ini dimana masing-masing pin tersebut memiliki tugas yang berbeda, yaitu : Analog output yang (kabel biru), Ground (kabel hitam), dan Power (kabel merah). Sensor soil moisture ini adalah sensor kelembaban tanah yang bekerja dengan prinsip membaca jumlah kadar air dalam tanah di sekitarnya. Sensor ini merupakan sensor ideal untuk memantau kadar air tanah untuk tanaman. Sensor ini menggunakan dua konduktor untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistansi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik sedangkan tanah kering akan mempersulit untuk menghantarkan listrik. Sensor soil moisture dalam penerapannya membutuhkan daya sebesar 3.3 v atau 5 V dengan keluaran tegangan sebesar 0 – 4.2 V.[10]

2.7.1. Bagian-bagian Pin Sensor

Berikut ini adalah Gambar 2.7 yang menampilkan bagian-bagian dari pin sensor soil moisture :



Gambar 2.7: Bagian-bagian Soil Moisture Sensor

Sumber: <http://www.algorista.com/2020/01/sensor-soil-moisture.html>

Jika menggunakan pin Digital Output maka keluaran hanya bernilai 1 atau 0 dan harus inialisasi port digital sebagai Input (`pinMode(pin, INPUT)`). Sedangkan jika menggunakan pin Analog Output maka keluaran yang akan muncul adalah sebuah angka diantara 0 sampai 1023 dan inialisasi hanya perlu menggunakan `analogRead(pin)`. Adapun cara kerjasensor ini secara ringkas adalah

Pada saat diberikan catudaya dan disensingkan pada tanah, maka nilai **Output Analog** akan berubah sesuai dengan kondisi kadar air dalam tanah.

Pada saat kondisi tanah :

- a) **Basah** : tegangan output akan turun
- b) **Kering** : tegangan output akan naik

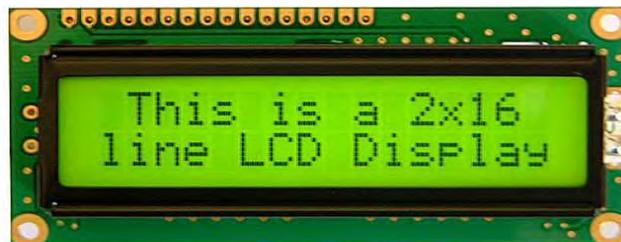
Tegangan tersebut dapat dicek menggunakan voltmeter DC. Dengan pembacaan pada pin ADC pada *microcontroller* dengan tingkat ketelitian 10 bit, maka akan terbaca nilai dari range 0 – 1023. Sedangkan untuk **Output Digital** dapat dilihat pada nyala LED digital output menyala atau tidak dengan menyetting nilai ambang pada potensiometer.

- a) Kelembaban tanah melebihi dari nilai ambang maka LED akan padam
- b) Kelembaban tanah kurang dari nilai ambang maka LED akan menyala

2.8. LCD 16 x 2

LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dan sebagainya. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan.[11]

Peranan LCD telah banyak dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD (Liquid Crystal Display) difungsikan sebagai penampil suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Pada praktek proyek ini, LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang artinya lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 Pin konektor.[12]



Gambar 2.8: Bentuk Fisik LCD 16x2

Sumber: <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>

Dalam modul LCD (Liquid Cristal Display) terdapat *microcontroller* yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (Liquid Cristal Display). *Microntroller* pada suatu LCD (Liquid Cristal Display) dilengkapi dengan

memori dan register. Memori yang digunakan *microcontroler internal LCD* adalah :

- a. DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- b. CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- c. CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (Liquid Cristal Display) tersebut sehingga pengguna tinggal mangambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.
- d. Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (Liquid Cristal Display) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (Liquid Cristal Display) dapat dibaca pada saat pembacaan data. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Adapun spesifikasi kaki LCD 16x2 adalah dapat dilihat seperti Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2: Spesifikasi kaki LCD 16x2

Sumber: <http://www.leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	Vcc
3	Pengatur kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

2.8.1. Cara Kerja LCD secara Umum

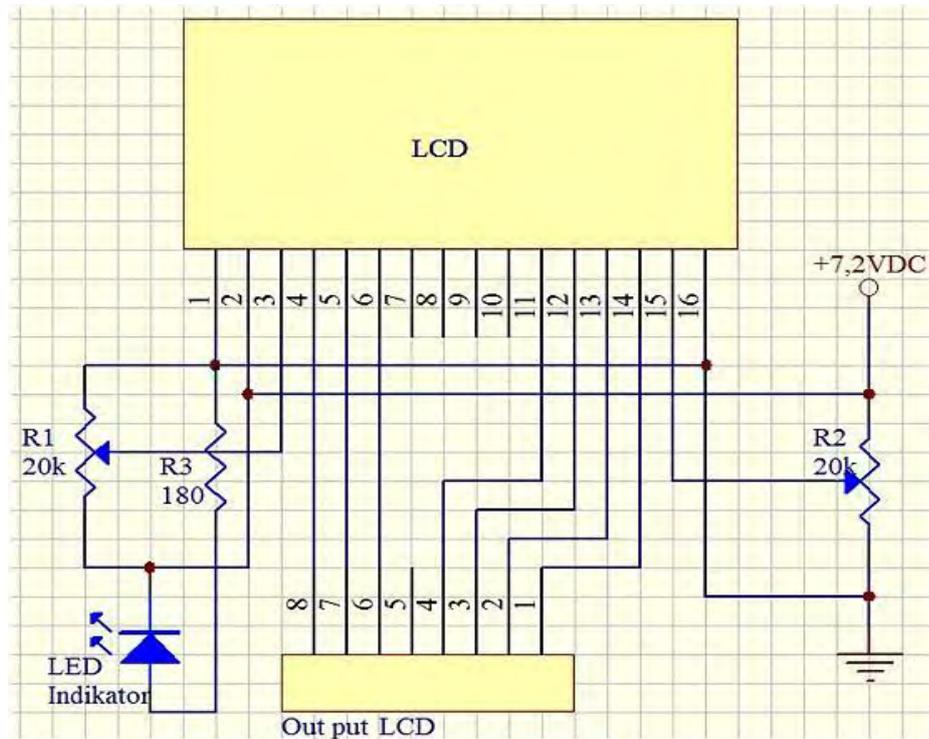
Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table deskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke high “1”. Ketika

jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dan lainnya). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroller dan LCD. Jika bit ini di set ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

Untuk gambar skematik LCD 16x2 dapat dilihat pada Gambar 2.9 di bawah ini :



Gambar 2.9: Skematik LCD 16x2

Sumber: <http://www.lESElektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html>

2.9. Buzzer Aktif 3 -12 Volt DC

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, buzzer yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, alarm pada jam tangan, bel rumah, peringatan mundur pada truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis buzzer yang sering ditemukan dan digunakan adalah buzzer yang berjenis piezoelectric, hal ini dikarenakan buzzer piezoelectric memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke rangkaian elektronika lainnya.

Buzzer yang termasuk dalam keluarga transduser ini juga sering disebut dengan Beeper. Ada 2 jenis buzzer yaitu buzzer aktif dan buzzer pasif. Buzzer aktif adalah buzzer yang bisa mempunyai suaranya sendiri, sehingga buzzer jenis ini dapat berdiri sendiri, cukup menghubungkannya ke listrik dan terdengar suara. Tanpa perlu tambahan rangkaian oscilator. Buzzer pasif adalah buzzer yang tidak mempunyai suaranya sendiri. Sehingga perlu ditambahkan suara atau nada. Dibutuhkan rangkaian oscilator untuk membangkitkan suara buzzer pasif ini. Speaker adalah salah satu contoh buzzer pasif.[13]



Gambar 2.10. Buzzer Aktif

Sumber : <https://www.baharelectronic.com/2017/07/perbedaan-buzzer-aktif-dan-pasif.html>

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian “Sistem Peringatan Tingkat Kelembaban Tanah dalam Pot Tanaman *Indoor* Berbasis Arduino Uno” ini dilakukan di :

1. Nama Tempat : PT. Kolibri Indonesia
2. Alamat : Jl. Yos Sudaso Lr XIV C.Nomor 115 – E
Glugur Darat, Medan Barat, Sumatera Utara
20116

3.1.2. Waktu Penelitian

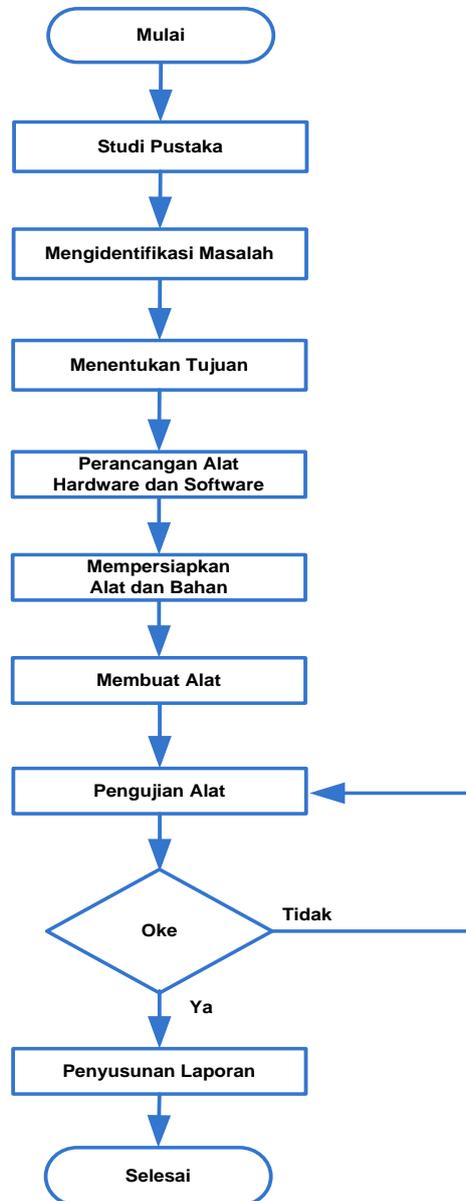
Pembuatan dan pengujian sistem ini membutuhkan waktu dengan rincian sebagai berikut :

1. Penyediaan bahan dan alat : 1 minggu
2. Perancangan dan pembuatan alat : 1 bulan
3. Pengujian sistem : 2 minggu
4. Penyusunan laporan Skripsi : 3 minggu

3.2. Metode Penelitian

Proses pelaksanaan Perancangan alat ini dilakukan dalam beberapa tahapan dan berdasarkan tahapan ini juga menjadi tolak ukur dalam menyelesaikan laporan skripsi ini. Berikut ini adalah Gambar 3.1, yaitu *flowchart* kerangka berfikir dalam penelitian, dimana berdasarkan *flowchart* inilah sebagai langkah yang dilakukan oleh penulis dalam melakukan proses perancangan alat

dengan judul Rancang Bangun Sistem Peringatan Tingkat Kelembaban Tanah dalam Pot Tanaman *Indoor* Berbasis Arduino Uno :



Gambar 3.1 : Flowchart kerangka berfikir

3.2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada pembuatan alat “Sistem Peringatan Tingkat Kelembaban Tanah dalam Pot Tanaman *Indoor* Berbasis Arduino Uno ini” adalah : 1 set *tools mechanic*, gerinda, bor listrik, solder listrik, mistar, alat tulis. Selanjutnya alat-alat yang digunakan pada uji kinerja alat rancangan antara lain : multimeter, dan test-pen.

Komponen elektronika maupun mekanik yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah seperti pada Tabel 3.1 berikut :

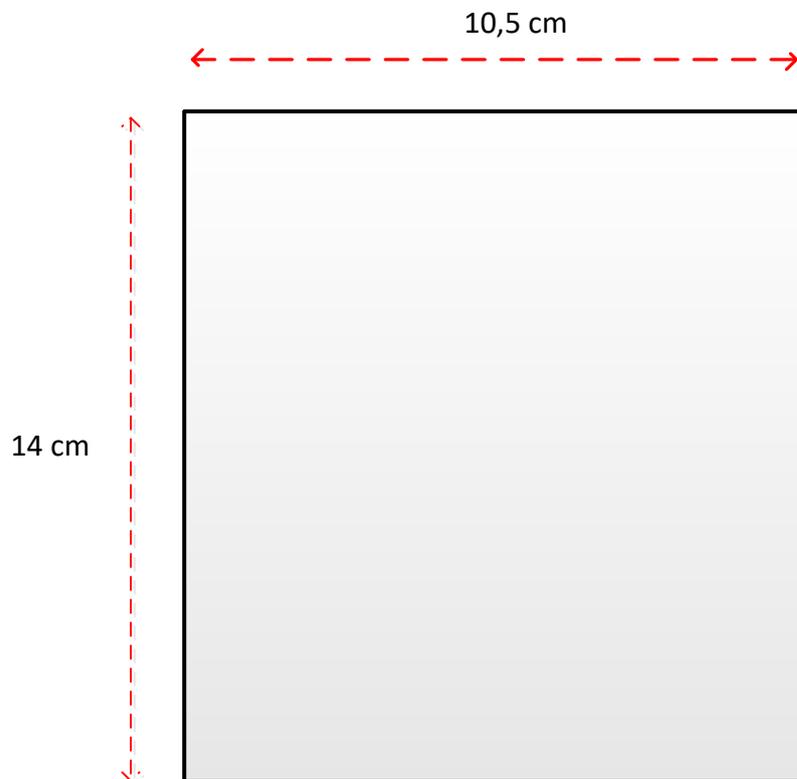
Tabel 3.1 : Daftar komponen

No.	Komponen	Satuan
1	Modul Arduino Uno	1 unit
2	Buzzer 5 Volt	1 unit
3	Papan Acrelic	1 unit
4	Sensor Soil Moisture YL-69	1 unit
5	Modul Sensitivitas Sensor Soil Moisture YL-69	1 unit
6	Spicer Plastik	1 unit
7	Kabel Pelangi	1 unit
8	LCD 16x2	1 unit
9	Resistor 1 k Ω	1 unit
10	Kabel USB Downloader	1 unit
11	Tanaman <i>Indoor</i>	1 unit
12	Pot Tanaman <i>Indoor</i>	1 unit

3.2.2. Rancangan Struktural

a. Dudukan Sistem

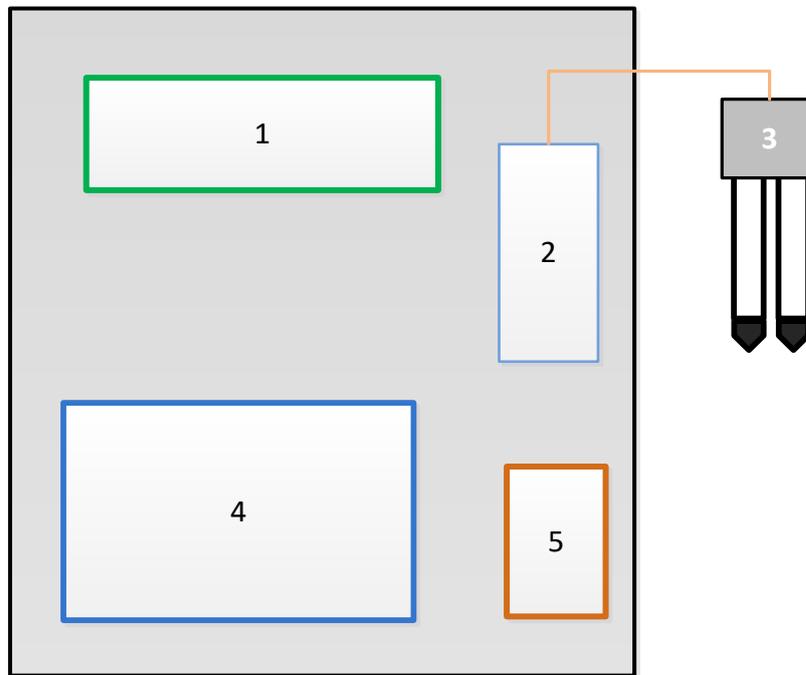
Berfungsi sebagai tempat peletakan setiap sistem yang dirancang. Dudukan sistem terbuat dari papan acrylic berwarna bening dengan ketebalan 3 mm. Papan acrylic tersebut didesain dengan bentuk persegi panjang dengan ukuran 14 x 10,5 cm. Adapun dimensi ataupun ukuran yang dibuat adalah bertujuan agar alat mudah dibawa kemana saja (*portable*). Gambar 3.2 berikut ini adalah gambar yang menampilkan rancangan bagian dudukan sistem :



Gambar 3.2 : Dudukan Sistem

b. Rancangan Tata Letak Sistem

Berikut ini adalah Gambar 3.3 yang menampilkan tata letak setiap komponen yang akan dibuat pada penelitian ini :



Gambar 3.3 : Desain Tata Letak Sistem

Keterangan Gambar 3.3 :

1. *LCD 16x2*
2. Modul Sensitivitas Sensor Soil Moisture YL-69
3. *Batang Elektroda Sensor Soil Moisture YL-69*
4. Modul Arduino Uno
5. Modul Buzzer

3.2.3. Rancangan Sistem Elektrikal

Rancangan sistem elektrikal yang dimaksud adalah meliputi :

1. Rangkaian AC-DC Adaptor
2. Rangkaian LCD 16x2 dengan Arduino Uno
3. Rangkaian Sistem Minimum Arduino Uno

4. Rangkaian Sensor Soil Moisture YL-69 dengan Arduino Uno
5. Rangkaian Modul Buzzer dengan Arduino Uno
6. Rangkaian Sistem secara Keseluruhan

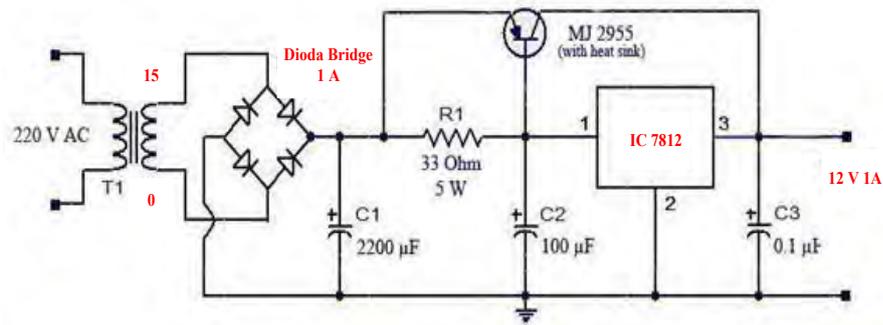
3.2.3.1. Rangkaian AC-DC Adaptor

AC-DC adaptor yang dirancang adalah cukup menggunakan AC-DC adaptor yang sudah tersedia di toko-toko penjual komponen elektronika dan sudah siap pakai sesuai kebutuhan yang kita inginkan, namun hal yang penting harus diperhatikan adalah spesifikasinya harus sesuai dengan kebutuhan sistem yang dirancang secara keseluruhan. Berikut adalah Gambar 3.4 yang memperlihatkan bentuk fisik AC-DC adaptor yang digunakan beserta spesifikasinya yang tertera di body adaptor :



Gambar 3.4 : AC-DC Adaptor

Pada Gambar 3.4 di atas yang memperlihatkan bentuk fisik AC-DC adaptor dapat juga dilihat skema rangkaian dalamnya seperti Gambar 3.5 di bawah ini :

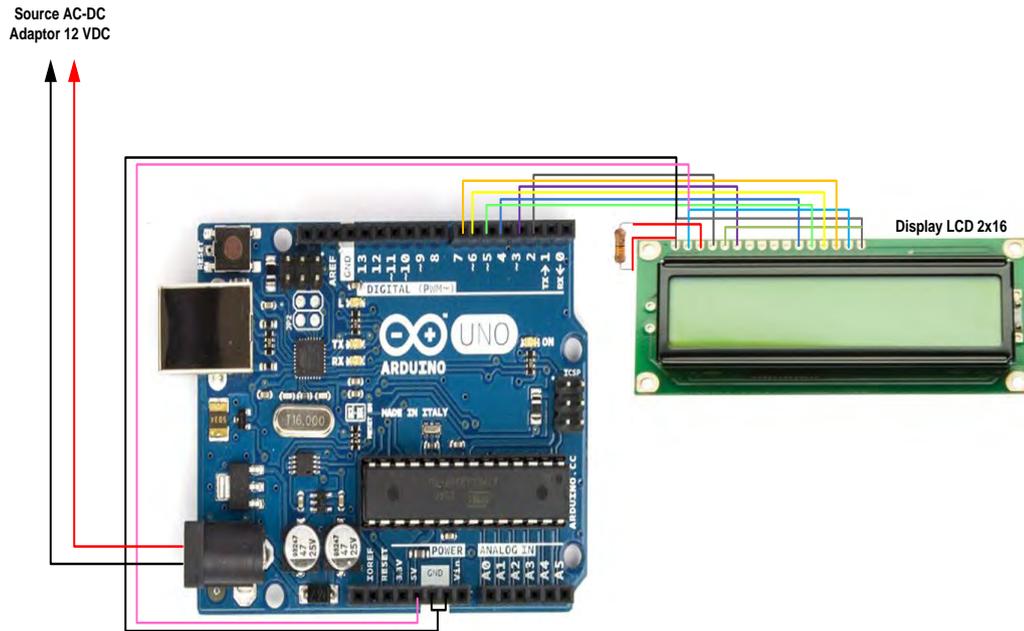


Gambar 3.5 : Skema Rangkaian AC-DC Adaptor

3.2.3.2. Rangkaian LCD 16x2 dengan Arduino Uno

Fungsi dari rangkaian sistem ini adalah sebagai penampil data berupa informasi nilai hasil pengukuran viscositas fluida yang diukur dalam bentuk tulisan dan bukanlah dalam bentuk sinyal tegangan atau arus namun telah dirubah olehnya data tegangan menjadi suatu tulisan yang tertampil dilayar. Sedangkan tulisan yang tampil tergantung dari tulisan yang dibuat pada program yang dibuat.

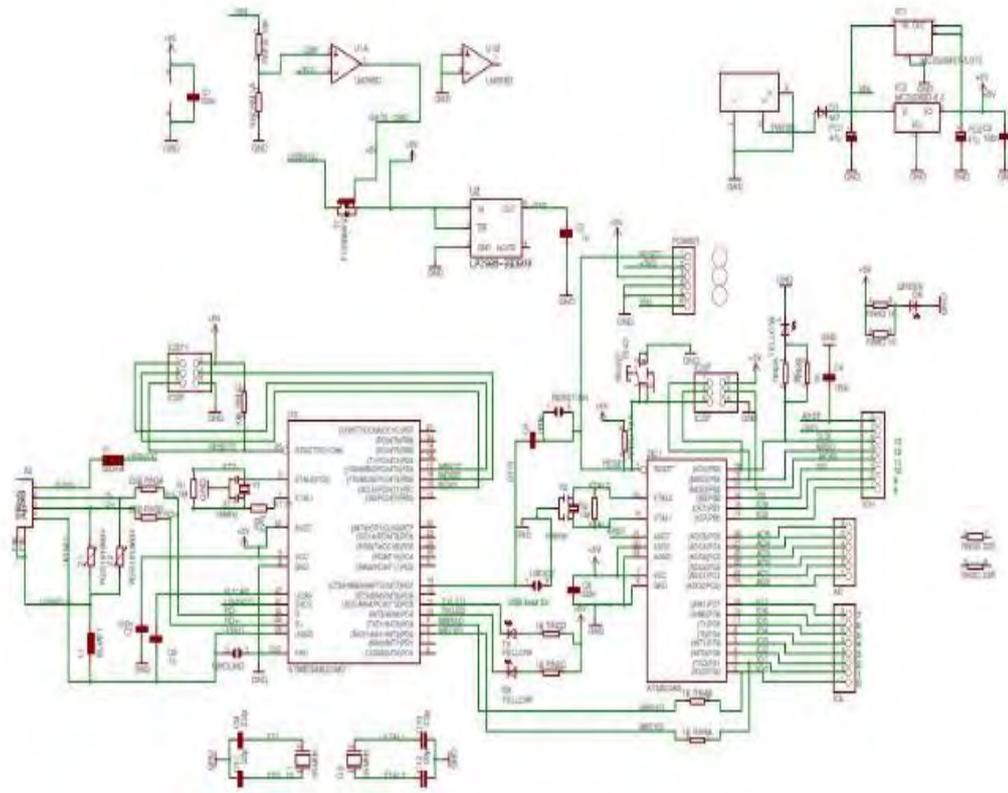
Dalam penelitian ini perlu diketahui bagaimana pola penginstalasian LCD 16x2 terhadap pin Arduino Uno agar dapat bekerja sebagai fungsi LCD sebagai penampil data. Berikut adalah Gambar 3.6 yaitu pola penginstalasian LCD 16x2 terhadap Arduino Uno :



Gambar 3.6 : Rangkaian Instalasi *LCD 16x2* dengan *Arduino Uno*

3.2.3.3. Rangkaian Sistem Minimum Arduino Uno

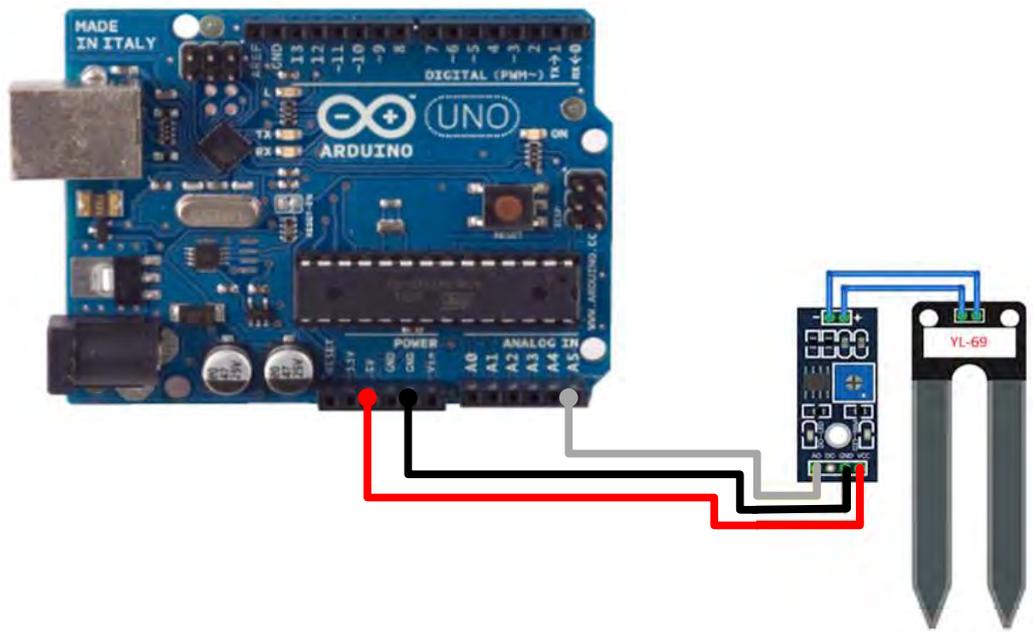
Rangkaian sistem minimum arduino dapat dilihat pada Gambar 3.7 di bawah ini, yaitu gambar yang menunjukkan skema rangkaian dari sistem minimum Arduino Uno beserta mikrokontroler ATmega 328 :



Gambar 3.7 : Rangkaian Sistem minimum Arduino Uno

3.2.3.4. Sensor Soil Moisture dengan Arduino Uno

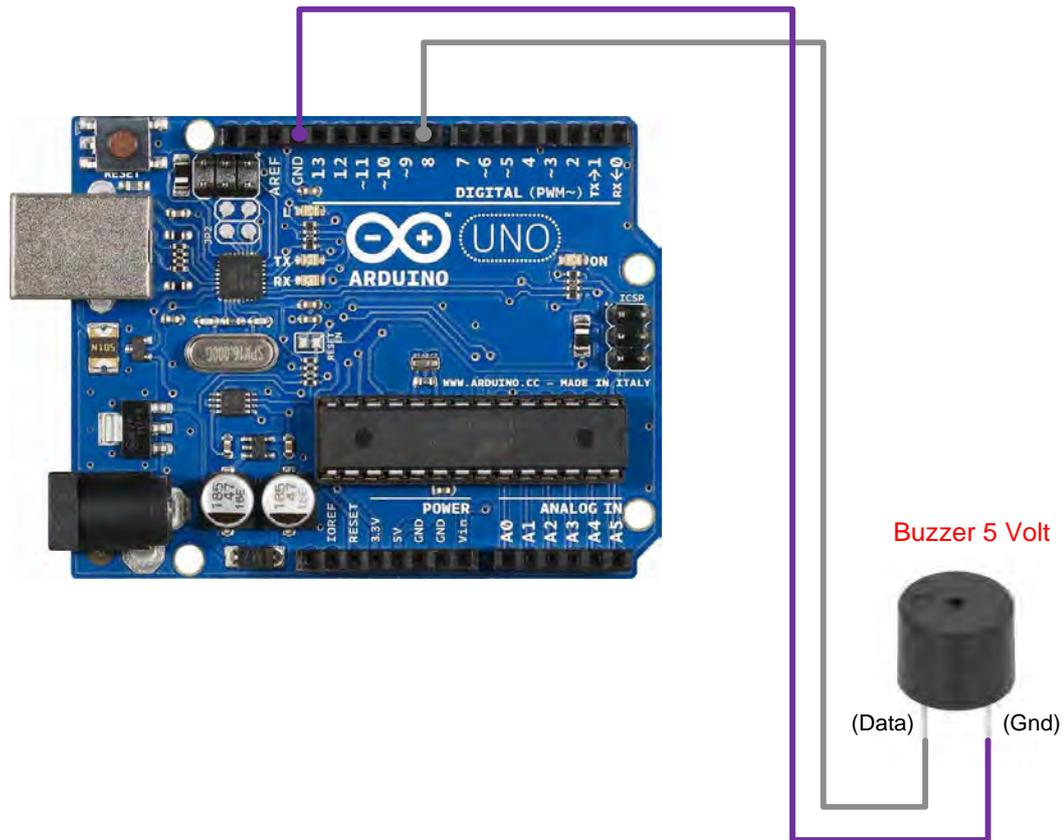
Gambar 3.8 di bawah ini adalah gambar yang menunjukkan skema rangkaian instalasi dari sensor soil moisture yang disambungkan terhadap pin Arduino Uno :



Gambar 3.8 : Rangkaian instalasi Sensor Soil Moisture dengan Arduino Uno

3.2.3.5. Modul Buzzer dengan Arduino Uno

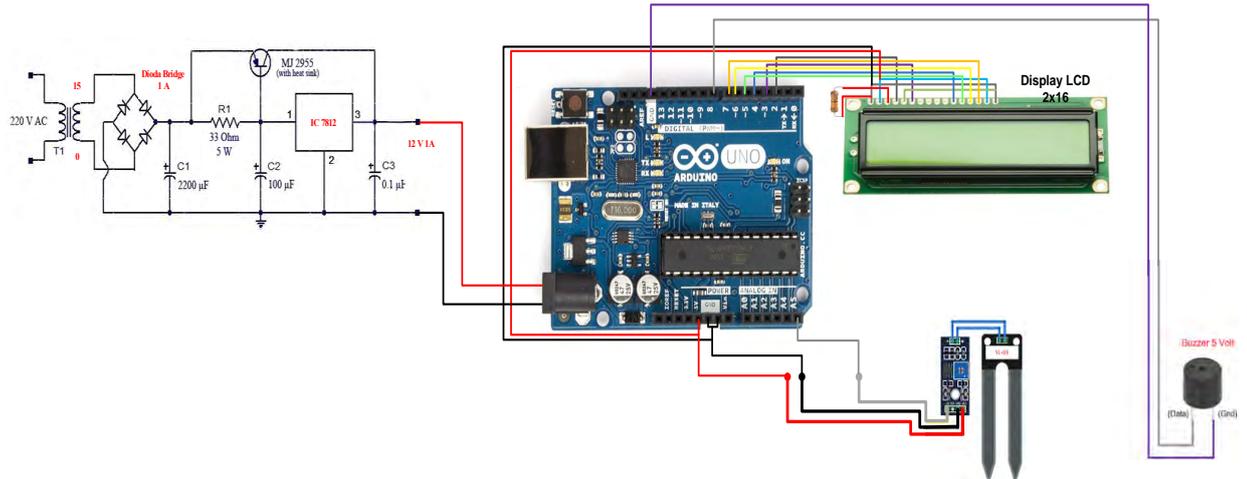
Gambar di bawah ini adalah gambar yang menunjukkan skema rangkaian instalasi dari modul buzzer 5 Volt yang disambungkan terhadap port Arduino Uno. Untuk modul buzzer hanya memerlukan komponen satu buah buzzer dengan spesifikasi tegangan input 5 Volt DC dengan arus 1 mA maksimal. Hal yang perlu diperhatikan adalah cara pemasangannya tidak boleh terbalik. Berikut adalah Gambar 3.9 yang menampilkan skema pemasangan buzzer terhadap port Arduino Uno:



Gambar 3.9 : Rangkaian Instalasi Modul Buzzer dengan Arduino Uno

3.2.3.6. Sistem secara Keseluruhan

Dalam perancangan dan pembuatan sistem secara keseluruhan ini yang berarti seluruh komponen pembentuk sistem peringatan tingkat kelembaban tanah dalam pot tanaman *indoor* berbasis arduino uno adalah akan dilakukan penggabungan atau integrasi seluruhnya baik dari sisi mekanik maupun sisi instalasi listriknya. Berikut ini adalah Gambar 3.10 yang menampilkan skema rangkaian seluruh sistem.



Gambar 3.10 : Skema Rangkaian Seluruh Sistem

3.3. Pemrograman Arduino Uno

Adapun persiapan yang akan dilaksanakan dalam memasukan program ke dalam board Arduino-Uno adalah sebagai berikut :

- a. Merakit seluruh rangkaian pemrograman berupa sambungan kabel downloader USB dengan board Arduino Uno..
- b. Memasukkan program *bootloader* ke Arduino yaitu sebuah pustaka yang berisi fungsi-fungsi dasar untuk mengatur input dan output data yang di upload ke dalam IC mikrokontroler agar dapat berjalan sebagaimana fungsinya.
- c. Mengetik program menggunakan *software* Arduino (dalam penelitian ini saya menggunakan versi 1.8.8).
- d. Melakukan pengecekan (*Verify*) program yang telah ditulis, untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam penulisan atau tidak.
- e. Selanjutnya meng-upload program ke *board* Arduino Uno.
- f. Terakhir menjalankan program.

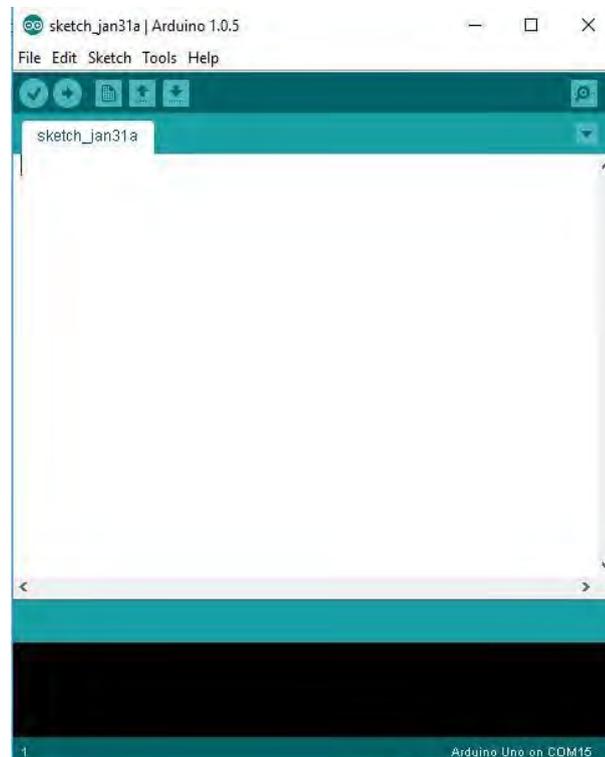
Untuk mempermudah dalam memahami prosedur diatas berikut ini dijelaskan kembali langkah-langkahnya secara detail:

- a. Klik *Local Disk C* □ *Program Files* □ *arduino-nightly* □ *arduino.exe*



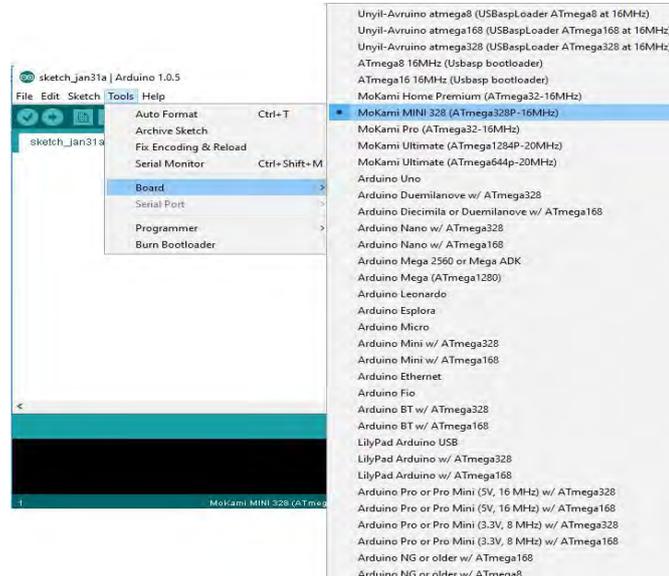
Gambar 3.11: Software Arduino 1.8.8

- b. Pada *software* Arduino, kita meng-klik *File* □ *New*
- c. Maka muncul kotak *dialog* seperti Gambar 3.12 di bawah ini:



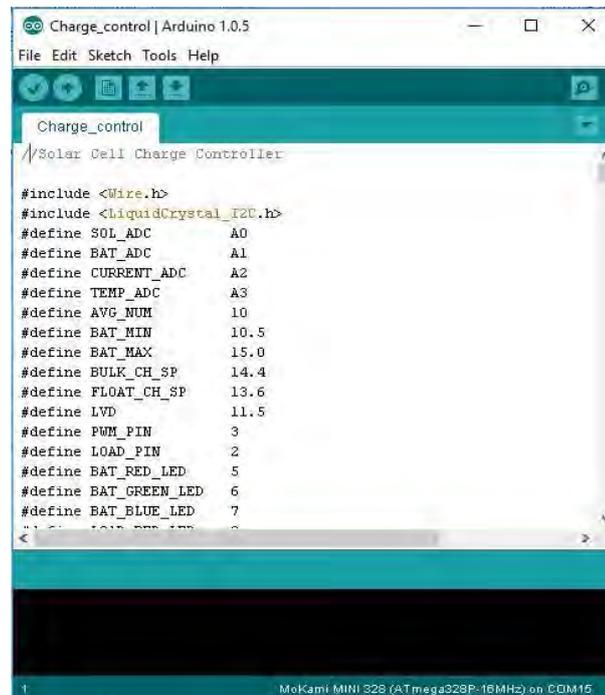
Gambar 3.12: Menu File Baru

- d. Selanjutnya sebelum mulai kita menuliskan sintax, kita pilih dahulu jenis *board* Arduino yang akan kita gunakan (penulis menggunakan Arduino-Uno). Maka meng-klik *Tools* □ *Board* □ *Arduino Uno*.



Gambar 3.13: Pemilihan *Board* Arduino

- e. Setelah board dipilih, untuk membuat projek baru, langsung kita masukkan *sintax* pemrograman pada kotak *dialog* Arduino.



Gambar 3.14: Membuat *File* Proyek Baru

- f. Setelah *sintax* pemrograman selesai kita buat, maka langkah berikutnya adalah mengecek (*Verify*) program tersebut dengan cara kita klik *button Verify* yang berlogo centang (✓) di kiri atas Menu Bar *software* Arduino.
- g. Setelah proses *Verify* berhasil dan penulisan program dinyatakan benar oleh *software* arduino, maka langkah berikutnya adalah kita meng-upload program ke board Arduino. Caranya adalah dengan menghubungkan board Arduino ke PC/Laptop menggunakan kabel USB, kemudian meng-klik *button Upload* pada Menu Bar *software* Arduino.
- h. Setelah selesai di Upload, kita simpan *sintax* pemrograman yang telah dibuat dengan cara File → Save As atau Ctrl+Shift+S, kemudian memilih lokasi penyimpanan yang kita inginkan. Lalu kita lepas board Arduino dari PC/Laptop kemudian kita jalankan rangkaian sistem yang telah dirakit sebelumnya.

3.4. Perancangan Coding

Adapun *coding* yang akan di upload ke Mikrokontroler Atmega 328 pada Arduino Uno adalah sebagai berikut:

```

/* ----- ALAT PENDETEKSI KELEMBAPAN TANAH ----- */
/* ----- Mahasiswa : ERWIN PERDAMAIAN----- */

//Pemanggilan library LCD

#include<LiquidCrystal.h>

```

```
//Inialisasi pin lcd

LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);

//Inialisasi pin sensor kelembapan tanah

const int pinTanah = A5;

const byte buzzer = 8;

#define LIMIT 900

//Deklarasi variable data dan kelembapan

int kelembapan, data;

void setup()

{

//Inialisasi jumlah baris dan kolom lcd

lcd.begin(16, 2);

//Inialisasi status I/O pin sensor

pinMode(pinTanah, INPUT);

pinMode(buzzer, OUTPUT);

//Menghapus tulisan lcd

lcd.clear();

//Menuliskan kata pada lcd

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("Pendeteksi");

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("Kelembapan Tanah");

//Delay 3 detik
```

```
delay(3000);

//Menghapus tulisan lcd

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("ERWIN");

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("PERDAMAIAN");

//Delay 3 detik

delay(3000);

//Menghapus tulisan lcd

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("PRODI :");

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("T. ELEKTRO UMA");

//Delay 3 detik

delay(3000);
```

```
//Menghapus tulisan lcd

lcd.clear();

}

void loop()

{

//Variabel data adalah hasil pembacaan pin A5

int data = analogRead(pinTanah);

//Konversi data analog ke tingkat persen kelembapan

kelembapan = (100 - (data * 0.0977));

//Menuliskan hasil persen kelembapan ke lcd

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("Kelembapan");

lcd.setCursor(13, 0);

lcd.print(kelembapan);

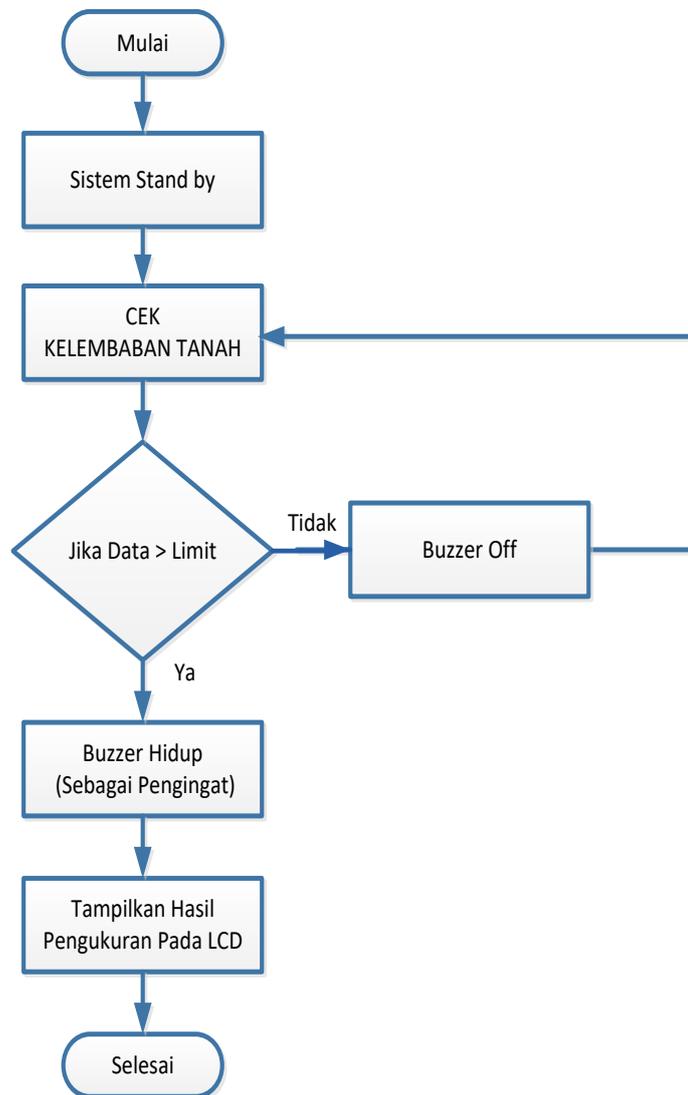
lcd.setCursor(15, 0);

lcd.print("%");
```

```
if (data > LIMIT){  
    digitalWrite(buzzer, HIGH);  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print(" BUZZER HIDUP ");  
}  
  
else{  
    digitalWrite(buzzer, LOW);  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print(" BUZZER MATI ");  
    //Delay 1 detik  
    delay(1000);  
    //Menghapus tulisan lcd  
    lcd.clear();  
}  
}
```

3.5. Flowchart Sistem Kerja Alat

Berikut adalah Gambar 3.15 yang memperlihatkan bagaimana alur kerja dari Sistem Peringatan Tingkat Kelembaban Tanah dalam Pot Tanaman *Indoor* Berbasis Arduino Uno :



Gambar 3.15 : Flowchart sistem kerja alat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada “Sistem Peringatan Tingkat Kelembaban Tanah dalam Pot Tanaman *Indoor* Berbasis Arduino Uno” maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Alat hasil rancangan ini dapat bekerja dengan baik sesuai tujuan yang diharapkan yaitu sebagai sistem yang dapat memberikan peringatan tentang nilai kelembaban tanah melalui buzzer dan tampilan LCD.
2. Rata-rata tingkat kesalahan (*error*) alat dalam bekerja adalah 3,5% dengan rata-rata tingkat akurasi adalah 96,5%
3. Tingkat kedalaman elektroda yang ditancapkan ke dalam tanah sangat mempengaruhi terhadap tingkat deteksi kelembaban tanah.
4. Semakin dalam elektroda ditancapkan maka semakin tinggi tingkat kelembaban tanah yang terbaca oleh sensor.

5.2. Saran

Pada saat mengukur ataupun mengkalibrasi alat hasil rancangan ini dengan soil moisture meter haruslah sama ukuran kedalaman elektroda yang ditancapkan ke dalam tanah agar kalibrasinya akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Caesar, P. Y. dkk. (2016). Rancang bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman “Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat”. *Semantik*, Vol. 2, No.1, Hal.97-110.
- [2] Mulyaningsih, S. & Djumali.(2014). Pengaruh Kelembaban Tanah Terhadap Karakter Agronomi, Hasil Rajang Kering dan Kadar Nikotin Tembakau (*Nicotiana tabacum* L; Solanaceae) Temanggung pada Tiga Jenis Tanah. *Berita Biologi*, Vol. 13, No. 1, Hal.1-11.
- [3] Kadir, Abdul. 2016. *Scratch for Arduino (S4A)-Panduan Mempelajari Elektronika dan Pemrograman*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
- [4] Istiyanto, Eko Jazi. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi*.Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [5] Batara, Indra. 2017. Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah. *Skripsi*. Medan. USU.
- [6] Kadir, Abdul dan Heriyanto. 2005. *Algoritma Pemrograman Menggunakan C++*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [7] Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan arduino*, <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>. Diakses tanggal 21 Agustus 2017.
- [8] L. F. A. Caesar Pats Yahwe, Isnawaty. (2016). Rancang Bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman. *semanTIK*. Vol 2, no. 1, pp. 97-110.
- [9] V. V. Verdi, E. Kurniawan, F.T. Elektro, and U. Telkom.(2015). Desain dan Implementasi Sistem Pengukuran Kelembapan Tanah Menggunakan Sms Gateway Berbasis Arduino. Vol. 2, no. 3, pp. 7004-7010.
- [10] Lestari, Sri. 2018. Pembuatan Alat Ukur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Soil Moisture YL-39 Berbasis Atmega-328p. *Tugas Akhir*. Medan. USU.
- [11] M. Sinaulan, Olivia. dkk.(2015). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATMega 16. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*. ISSN : 2301-8402.
- [12] Sandra, Ritha. & Syahrin, Alfi. (2017). Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol. 8, No.1.

- [13] Kurniawan, M. Hafrizal. dkk. (2019). Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Sidik Jari Dan Notifikasi Panggilan Telepon Berbasis Atmega 328. *Jurnal PROSISKO*. Vol. 6 No. 2.