

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian yang akan dilakukan oleh penulis kali ini berkaitan dengan pemanfaatan seperangkat alat yang akan di buat oleh penulis yang memiliki fungsi untuk memudahkan petani dalam memonitoring kualitas tanah selama proses pertumbuhan tanaman serta adanya alat penyiraman otomatis oleh pompa untuk memudahkan petani. Tentunya penelitian seperti ini banyak dilakukan atau di terapkan oleh penulis lainnya, namun masih terdapat perbedaan pada jenis alat yang dibuat. Pada penelitian kali ini, penulis membuat sebuah sistem yang dapat membaca sensor kelembaban dan ph tanah yang nantinya di tampil kan pada alat itu sendiri maupun dengan *smarthphone* serta dilengkapi dengan pompa otomatis.

Pada penelitian pertama Nur Alamsyah dan Devia Putri melakukan penelitian mengenai penyiraman bibit tanaman, masalah yang ditemukan adalah bibit sering disiram secara tidak teratur yang mana membuat pertumbuhan dari bibit menjadi kurang optimal, kemudian dibuat lah alat ini untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan dilengkapi sensor kelembaban YL-69 dan mikrokontroler WEMOS D1 R2 sebagai mikrokontroler lalu untuk hasil output pada alat akan ditampilkan melalui aplikasi Blynk. Alat bekerja dengan cara membaca nilai kelembaban dari sensor YL-69, apabila kelembaban dibawah dari nilai yang telah di tentukan maka pompa akan otomatis menyala dan akan mengirim notifikasi atau pemberitahuan ke *smarthphone*, data yang di dapat dialat juga akan dikirimkan ke *smarthphone* menggunakan aplikasi Blynk, yang membedakan adalah mikrokontroler yang digunakan adalah WEMOS D1 R2 serta tidak ada nya sensor pH tanah pada alat [4].

Pada penelitian kedua Rudy Gunawan dkk melakukan penelitian mengenai sistem monitoring kelembaban, suhu dan pH tanah pada tanaman tomat dikarenakan petani menanam tanpa mengetahui kondisi tanah tempat tanaman tumbuh dengan adanya alat ini diharapkan petani dapat mendapatkan informasi mengenai kelembaban, suhu, pH tanah

pada tanah tempat tanaman tomat tumbuh serta dengan dilengkapi pompa otomatis maka akan meringankan kerja petani, alat bekerja dengan sensor menentukan nilai dari kelembaban, suhu dan pH tanah, data kemudian dikirimkan ke mikrokontroler untuk di proses, data yang sudah di proses dikirimkan ke *app server* yaitu *Blynk* dengan bantuan modul *WIFI* yang terhubung dengan internet, untuk *output* lain seperti lampu dan pompa akan bekerja pada saat nilai pembacaan parameter menyentuh ambang batas yang telah di tentukan, yang membedakan adalah penggunaan jumlah sensor dan jenis modul wifi dimana wifi yang digunakan penulis adalah WEMOS D1 MINI dan jumlah sensor yang digunakan hanya 1 untuk setiap jenis. [5].

Pada penelitian ketiga Nida Nur Afifah dkk melakukan penelitian mengenai sistem pengontrolan pengairan budidaya tomat berdasarkan kelembaban dan suhu tanah berbasis *artificial intelligence*, alat ini dibuat karna pengairan pada tanaman tomat merupakan bagian yang kurang begitu diperhatikan oleh petani, padahal salah satu factor penting dalam proses pertumbuhan adalah menjaga kesuburan, pemberian air yang tidak sesuai akan membuat pertumbuhan tanaman tomat kurang optimal, Alat bekerja dengan cara sensor mencari nilai dari suhu dan kelembaban, nilai yang sudah didapatkan dikirimkan kedalam mikrokontroler yang sudah terprogram dengan *artificial Intelligence*, data kemudian di proses oleh *artificial intelligence*, *Driver* motor dan pompa akan bekerja sesuai dengan data yang didapatkan oleh *Artificial Intelligence*, yang membedakan adalah penggunaan *AI* pada sistem pengairan dimana penulis tidak menggunakan *AI*. [6].

Pada penelitian keempat Fathi Raziq dkk, melakukan penelitian mengenai alat monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis lora *end device* ,dikarnakan petani masih melakukan pengawasan kondisi lingkungan pertanian secara manual dengan adanya alat ini diharapkan petani dapat memonitoring data seperti suhu dan kelembaban tanah secara periodik agar pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik sehingga akan meningkatkan kualitas dan kuantitas dari hasil produksi pertanian tersebut. Alat bekerja dengan cara sensor membaca tingkat kelembaban dan juga suhu udara kemudian data dikirimkan oleh alat *transmitter* dengan bantuan *LORA End Device* ke sistem *receiver* dengan metode

komunikasi *point to point*, data kemudian akan ditampilkan pada layar lcd alat untuk nantinya dicatat, Perbedaan penelitian ini dengan penulis adalah penggunaan LoRa End Device RFM95W menggantikan fungsi WEMOS dan hasil output hanya muncul melalui LCD alat [7].

Pada penelitian kelima Arista Buid S, dkk melakukan penelitian dilakukan untuk memecahkan masalah bagaimana caranya mengetahui kualitas lahan pertanian secara rutin, faktor yang diperhitungkan antara lain kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu udara karna itu merupakan beberapa faktor penting dalam memilih lahan pertanian yang baik. sistem monitoring yang digunakan berbasis *IoT*, sistem dirancang menggunakan protocol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), karena protokol MQTT merupakan sebuah sistem pengiriman yang dapat menunjang perancangan IoT. Protokol MQTT juga termasuk salah satu protokol jenis TCP/IP yang efektif digunakan untuk pengiriman data. Protokol ini juga menunjang platform Iot webserver Thingsboard yang juga akan digunakan pada sistem ini. Tampilan pada webserver Thingsboard juga sangat mudah dipahami dan juga dibaca oleh pengguna. Jadi rancangan dari penggunaan sistem ini dapat diaplikasikan kepada petani agar mereka dapat memonitor lahan pertanian mereka secara langsung meskipun memiliki kesibukan lain, yang membedakan penelitian ini adalah yang diukur tidak hanya kelembaban tanah tetapi kelembaban dan suhu udara juga di hitung, hasil output kemudian ditampilkan pada *web server* [8].

Secara singkat perbedaan diatas dapat dibedakan pada table berikut :

Tabel 2.1 Referensi Penelitian

No	Nama	Judul	Masalah dan Hasil	Perbedaan
1	Nur Alamsyah, Devia Putri. (2022)	Rancang Bangun Penyiraman Bibit Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Wemos D1 R2 (Studi Kasus :	Masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana membuat alat yang mampu melakukan penyiraman tanaman	Perbedaan penelitian ini dengan penulis adalah mikrokontroler yang digunakan adalah WEMOS

		Persemaian Kebun Montaya PTPN VIII Gununghalu Kabupaten Bandung Barat)	kebun secara teratur berdasarkan tingkat kelembaban pada tanah tempat tanaman tersebut tumbuh, karna penyiraman secara teratur memaksimalkan pertumbuhan tanaman, kemudian data yang didapat oleh sensor setelah melakukan penyiraman dikirim menggunakan aplikasi blynk.	D1 R2 serta tidak ada nya sensor pH tanah pada alat
2	Rudy Gunawan, Tegas Andhika, Sandhi, Fadhil Hibatulloh. (2019)	Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Suhu, pH dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Tomat Berbasis <i>Internet of Things</i>	Masalah yang dibahas di penelitian ini adalah bagaimana membuat alat yang dapat membantu petani mengetahui dengan lebih rinci mengenai suhu kelembaban dan pH tanah pada tanaman tomat agar petani dapat memonitoring ekosistem pertanian dan nantinya dapat dijadikan acuan bagi petani dalam membuat keputusan serta dapat meringankan beban kerja petani dengan	Perbedaan penelitian ini dengan penulis adalah penggunaan jumlah sensor dan jenis modul wifi dimana wifi yang digunakan penulis adalah WEMOS D1 MINI dan jumlah sensor yang digunakan hanya 1 untuk setiap jenis.

			menambahkan alat pompa otomatis.	
3	Nida Nur Afifah, Ir. Porman Pangaribuan, M.T., Rizki Ardianto Priramadhi, S.T., M.T. (2020)	Sistem pengontrolan pengairan budidaya tanaman tomat berdasarkan kelembaban dan suhu tanah berbasis <i>Artificial Intelligence</i>	Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah membuat alat yang dapat melakukan proses penyiraman secara otomatis dari data ekosistem sekitar tanaman yang didapat.	Perbedaan penelitian ini dengan penulis adalah penggunaan <i>AI</i> pada sistem pengairan dimana penulis tidak menggunakan <i>AI</i> .
4	Fathi R.A, Jannus Marpaung, F. Trias pontia W, Fitri Imansyah and Redi Ratiandi (2022)	Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Tanah Berbasis Lora End Device	Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana caranya Mengawasi kondisi lingkungan pertanian seperti suhu dan kelembaban tanah secara periodik agar pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik sehingga akan meningkatkan kualitas dan kuantitas dari hasil produksi pertanian tersebut	Perbedaan penelitian ini dengan penulis adalah penggunaan LoRa End Device RFM95W menggantikan fungsi WEMOS dan hasil output hanya muncul melalui LCD alat
5	Arista Budi S, M H Hanafi Ichsan, Gembong Edhi S. (2018)	Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Dan Suhu Pada Lahan Pertanian	Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana cara nya mengukur lahan pertanian yang akan	Perbedaan penelitian ini dengan penulis adalah yang diukur tidak hanya kelembaban tanah tetapi

		Menggunakan Protokol MQTT	digunakan secara rutin	kelembaban dan suhu udara juga di hitung, hasil output kemudian ditampilkan pada <i>web server</i>
--	--	---------------------------	------------------------	--

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu sistem komputer yang sebagian besar elemennya dikemas dalam bentuk chip IC. Mikrokontroler merupakan sistem yang mempunyai satu atau lebih tugas yang spesifik [10]. Mikrokontroler telah banyak digunakan di berbagai industri, meskipun penggunaannya masih tidak sebanyak *Programmable Logic Control (PLC)*, tetapi mikrokontroler memiliki kelebihan yaitu ukurannya yang lebih kecil dibandingkan dengan sebuah modul PLC sehingga peletakannya dapat lebih bebas [9].

2.2.2 Internet of Things (IoT)

Perangkat keras semakin banyak digunakan setiap harinya, salah satunya bahkan mampu digunakan saat pengguna tidak berada di dekat perangkat tersebut. *Internet of things (IoT)* memungkinkan pengguna untuk mengelola dan mengoptimalkan alat elektronik dan peralatan listrik yang menggunakan internet. Hal ini memungkinkan bahwa di waktu yang akan datang komunikasi antara komputer dan peralatan elektronik mampu bertukar informasi sehingga dapat mengurangi interaksi manusia dengan alat [10].

2.2.3 Tanaman Tomat dan Cabai



Gambar 2.1 Tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*)

Tanaman tomat merupakan tanaman yang terdiri dari akar, batang daun, dan bunga. tanaman tomat memiliki batang bulat, kasar dan memiliki percabangan. Daun tanaman tomat berbentuk majemuk menyirip. Bunga tanaman tomat berkelamin dua (*hermaprodit*), kelopaknya berjumlah lima buah dengan warna hijau dan memiliki trachoma, sedangkan mahkotanya berjumlah limah buah berwarna kuning. Tanaman tomat memiliki buah tunggal yaitu buah tomat yang memiliki tekstur lunak yang agak keras, berwarna merah saat matang dan memiliki banyak kandungan air serta kulit buah yang sangat tipis [11]. Tanaman tomat memerlukan tanah dengan tingkat kelembaban kisaran 60 - 80 % dan pH tanah dikisaran 5,5 – 7,0 untuk tumbuh dan berkembang[6].



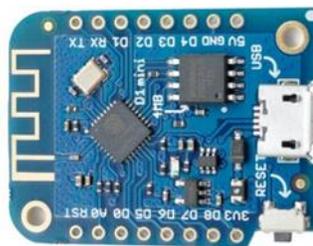
Gambar 2.2 Tanaman cabai (*Capsicum frutencensL.*)

Tanaman cabai merupakan tanaman yang mudah ditanam di dataran rendah maupun dataran tinggi, tanaman cabai mempunyai bagian seperti bunga daun, batang, buah dan biji. Buah tanaman cabai berbentuk terompet kecil dengan bunga yang umumnya berwarna putih tetapi ada juga yang berwarna ungu. Daun tanaman cabai berbentuk hati, lonjong atau agak bulat telur dengan posisi berselang seling. Tanaman cabai dapat tumbuh setinggi 50-150 cm, akarnya dapat melebar sejauh 30-50 cm secara vertical dan dapat menembus tanah sampai kedalaman 30-60 cm [11]. Tanaman cabai memerlukan tanah dengan tingkat kelembaban berkisar 50 – 70 % dan pH tanah dikisaran 5,5 – 6,8 untuk tumbuh dan berkembang [3].

2.2.4 Blynk

Blynk merupakan sebuah aplikasi berbasis iOS atau android yang dapat digunakan untuk mengontrol mikrokontroler seperti arduino dengan bantuan internet. Aplikasi Blynk dapat membantu dalam melakukan monitoring dan mengendalikan alat dengan praktis dan cepat. Aplikasi ini dibuat untuk mengontrol alat sejenis *internet of things* dari jarak jauh, dapat menampilkan data, menyimpan data dan juga berbagai macam hal lainnya.

2.2.5 Wemos D1 Mini ESP-8266



Gambar 2.3 Wemos D1 Mini ESP-8266

Wemos D1 mini merupakan sebuah perangkat modul wifi berbasis mikrokontroler ESP-8266, wemos d1 mini memiliki fungsi yang tidak jauh berbeda dengan arduino yang fungsinya sebagai alat pengendali mikro yang bersifat *open source*,

perangkat ini dapat dipakai dalam banyak pengembangan proyek *internet of things* karna mampu terhubung pada koneksi internet [12].

Tabel 2.2 Spesifikasi Wemos D1 Mini ESP-8266

Mikrokontroler	ESP8266EX
<i>Operating Voltage</i>	3.3v
<i>Digital I/O pins</i>	11
<i>Analog Input Pins</i>	1 (Max Input 3.2V)
<i>Clock Speed</i>	80 MHz / 160MHz
Penyimpanan	4 Mega bytes
Panjang	34,2 mm
Lebar	25.6 mm
Berat	10 g

2.2.6 Sensor Kelembaban Tanah Stainless



Gambar 2.4 Sensor Kelembaban Tanah Stainless

Sensor kelembaban tanah adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini ideal untuk memantau tanaman di kebun atau tanaman di pekarangan. Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus dari 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 mengetahui tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah [13].

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Kelembaban Stainless

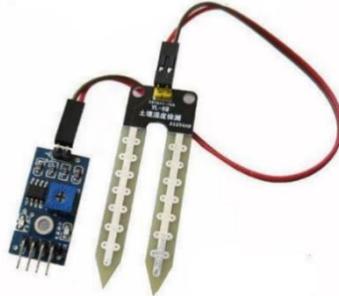
Tegangan	3.3 – 12V
Panjang Probe	8.8 cm
<i>Pitch Probe</i>	5 mm
<i>Working Current</i>	20 mA
<i>Output</i>	Analog dan Digital (30 mA Max)
<i>Range</i>	4 m2

Sensor kelembaban mendapatkan nilai analog dari jenis penggunaan pin yang dipilih, pada alat ini digunakan pin analog sebagai output-an maka angka yang muncul adalah angka antara 0-1023, angka analog ini kemudian dipetakan ulang menggunakan fungsi map yang ada pada arduino dan memetakan ulang nilai analog tadi menjadi persentase. Penggunaan nilai persentase dipilih karna lebih mudah untuk diingat dari pada menggunakan nilai analog.

Tabel 2.4 Kondisi Tanah

No.	Nilai Analog	Nilai Persentase	Kondisi Tanah
1	< 500	> 80 %	Basah
2	500 - 750	50 % - 80 %	Tidak Terlalu Kering maupun Basah
3	> 750	<50 %	Kering

2.2.7 Sensor Kelembaban Tanah YL-69



Gambar 2.5 Sensor kelembaban YL-69

Sensor ini berfungsi untuk mengukur kadar air di dalam tanah, dengan dua buah probe pada ujung sensor. Sensitivitas pendeteksian dapat diatur dengan memutar potensiometer yang terhubung pada modul pemroses. Modul ini dapat menggunakan catu daya antara 3,3 Volt sampai dengan 5,5 Volt sehingga lebih fleksibel dipakai pada berbagai macam mikrokontroler [20].

Tabel 2.5 Spesifikasi sensor kelembaban YL-69

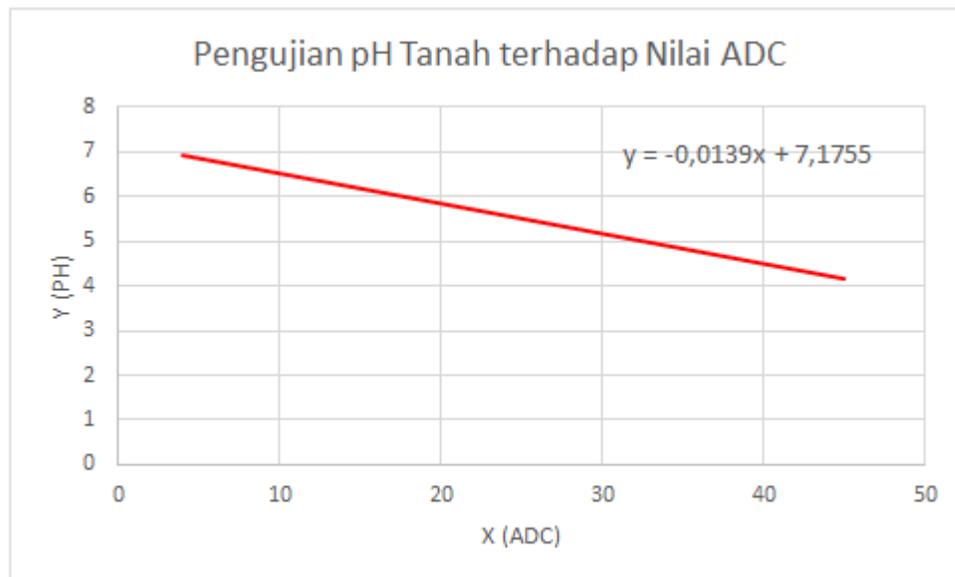
<i>Operating Voltage</i>	3.3 – 5.5 V
<i>Operating Current</i>	5 mA
<i>Probe Dimension</i>	60 mm x 20 mm
<i>Interface</i>	RS485
<i>Range</i>	10 - 15 cm

2.2.8 Sensor pH Tanah



Gambar 2.6 Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi keasaman (*acid*) atau kebasaan (alkali) tanah. Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH tanah ini memiliki *range* 3,5 hingga 15. Sensor ini bekerja dengan tegangan listrik 5 volt DC dan memiliki jangkauan pengukuran sebesar 6 cm dari ujung sensor ke dalam tanah. Sensor ini dapat langsung disambungkan ke pin analog mikrokontroler tanpa memakai modul penguat [14].



Gambar 2.7 Perbandingan nilai ADC dan pH Tanah

$$y = -0.0139 x + 7.1755$$

Rumus yang digunakan adalah rumus persamaan konversi data konduktivitas, dimana y adalah nilai pH tanah, x nilai ADC dan 7.1755 adalah nilai konstanta, persamaan inilah yang akan dipakai didalam aplikasi arduino apabila ingin mendapatkan nilai pH tanah.

Tabel 2.6 Kalibrasi Sensor pH

Pengujian	Nilai pH	ADC Meter
1	7	4
2	6.6	7

3	6.4	9
4	6.1	20
5	5.4	25
6	5	35
7	4.5	40
8	4	45

Tabel 2.7 Spesifikasi Sensor pH Tanah

Tegangan	5 Volt
Panjang Probe	16 cm
Jangkauan	6 cm
Output	Analog ADC

2.2.9 Pompa air



Gambar 2.8 Pompa air

Pompa air adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan yang lebih tinggi. Pada dasarnya pompa air sama dengan motor DC pada umumnya, hanya saja sudah di-packing sedemikian rupa sehingga dapat digunakan di dalam air.[15].

Tabel 2.8 Spesifikasi Pompa Air

Tegangan	2.5 - 6 V
Laju Aliran	80 – 120 L / Jam
Beban Maksimal	40 – 110 mm
Diameter luar dan dalam	7.5 mm / 5 mm
Bahan	Plastik

2.2.10 Relay 2 Channel



Gambar 2.9 Relay 2 Channel

Modul *relay* adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak-tor guna memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Perbedaan paling mendasar antara *relay* dan sakelar adalah pada saat pemindahan dari posisi ON ke OFF. Relay melakukan pemindahannya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan sakelar dilakukan secara manual.

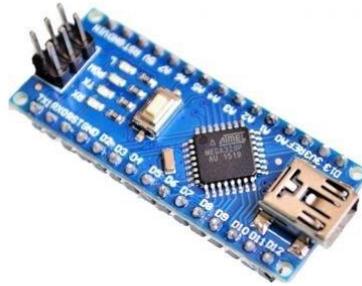
Pada dasarnya, fungsi modul *relay* adalah sebagai sakelar elektrik. Dimana ia akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Kebanyakan *relay* 5 Volt DC digunakan untuk membuat project yang salah satu komponennya butuh tegangan tinggi atau yang sifatnya AC (*Alternating Current*) [15].

Tabel 2.9 Spesifikasi Relay

Output	2 Channel
Tegangan Suplai	5 – 7.5 v
<i>High Current Relay</i>	250V 10A;30V 10A

Keamanan	Optocoupler
Interface	TTL Logic

2.2.11 Arduino Nano



Gambar 2.10 Arduino Nano

Arduino nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis *chip* ATMEGA328P dengan bentuk yang sangat kecil. Secara fungsi tidak begitu berbeda dengan arduino uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan *jack power* DC dan penggunaan konektor Mini-B USB. Arduino nano adalah board arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega328 untuk arduino nano versi 3 dan Atmega168 untuk arduino nano versi 2. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino *Duemilanove*, tetapi dengan ukuran dan pcb yang berbeda. Arduino nano tidak dilengkapi dengan catu daya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port [16].

Tabel 2.10 Spesifikasi Arduino Nano

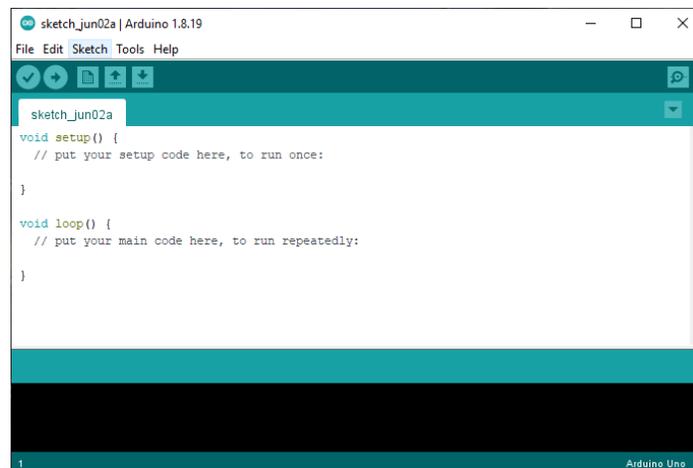
Mikrokontroler	Versi 3.x ATmega328
	Versi 2.x ATmega168
Tegangan Kerja	5 Volt
Tegangan Input	7-12 Volt
Digital pin I/O	14 pin
Analog Pin	8 pin
Arus listrik max	40 mA
Flash Memory	Versi 3.x 32 Mb
	Versi 2.x 16 Mb

2.2.12 IDE Arduino

IDE arduino adalah aplikasi text editor untuk membuat, mengedit dan juga memvalidasi kode program tapi juga dapat untuk memasukan (*upload*) program ke dalam board Arduino. Kode program yang digunakan pada arduino di sebut *sketch* atau *source code* arduino, dengan ekstensi file source code tertulis *.ino* [17].

Arduino IDE terdiri dari :

1. Editor Program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit kode program dalam bahasa *processing*.
2. Verify / Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner agar nantinya alat dapat berjalan.
3. Uploader, sebuah modul yang akan memasukan kode biner yang telah di proses dari komputer kedalam memori mikrokontroler *board* Arduino.

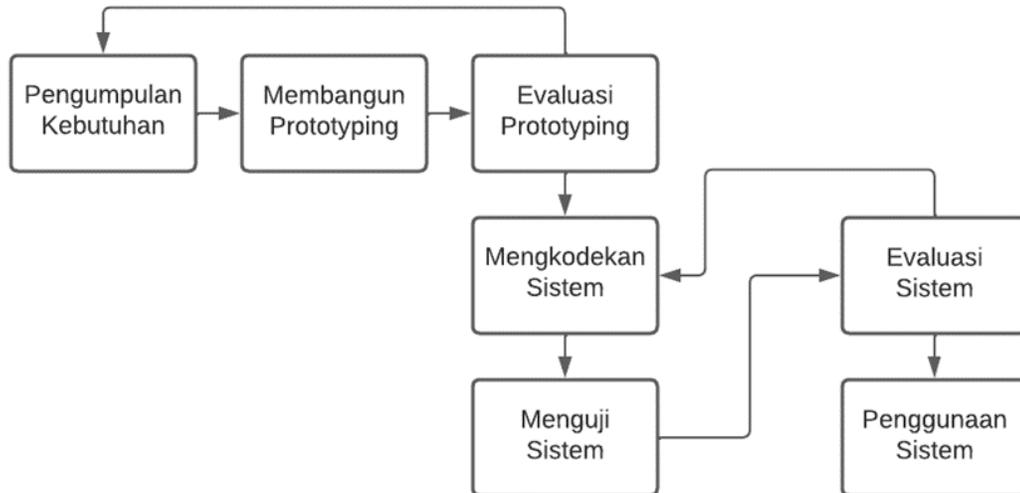


Gambar 2.11 IDE Arduino

2.2.13 Metode Prototype

Metode *prototype* atau *prototyping* adalah metode pengembangan sistem yang didasarkan pada konsep model kerja. Metode *prototype* yang digunakan dalam penelitian

ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran alat yang akan dibuat dengan menggunakan perancangan alat *prototype* terlebih dahulu kemudian dievaluasi kinerjanya.



Gambar 2.12 Metode Prototyping Pressman

Alat dan sistem yang dibuat menggunakan metode ini dengan mengumpulkan data, membuat rancangan dan melakukan uji coba pada alat dan sistem. Apabila pada saat pengujian terdapat masalah maka akan diperbaiki lagi dengan melihat riwayat uji coba, lalu di perbaiki lagi dan di uji coba ulang [18].

2.2.14 Black box Testing

Black box testing merupakan sebuah metode pengujian sebuah perangkat lunak, *Black box testing* juga dikenal sebagai *behavior testing*. *Black box testing* sendiri adalah sebuah pengujian yang dilakukan sepenuhnya hanya dengan menilai kebutuhan dan spesifikasi perangkat lunak. *Black box testing* cukup meninjau input dan output dari sistem perangkat lunak tanpa pengetahuan akan internal programnya [19].

Tipe-tipe dari black box testing adalah sebagai berikut :

1. *Functional Testing*

Tipe ini adalah pengujian yang bisa terhadap fungsi atau fitur spesifik sebuah perangkat. Misalkan apakah perangkat mampu beroperasi dengan lancar atau tidak.

Biasanya pengujian ini berfokus pada aspek penting dari perangkat dan integrasi antar komponen utamanya.

2. *Non-functional Testing*

Tipe ini melakukan pengujian pada aspek non-functional, jika functional testing menguji perangkat apakah perangkat dapat menjalankan instruksi, maka *non-functional testing* dilakukan untuk mengetahui bagaimana perangkat dapat berjalan.

3. *Regression Testing*

Tipe ini melakukan pengujian apakah terjadi regresi atau kemunduran pada perangkat ketika versinya ditingkatkan. Pada pengujian ini dilakukan pengecekan secara *functional* dan *non-functional*.