

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang rancangan system Rancang bangun sistem pengukuran debit air dan biaya pemakaian air di lingkungan perumahan berbasis arduino sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa ringkasan *Studi Literatur* digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tersebut sudah dilakukan.

1. Pada penelitian ini dengan judul Rancang Bangun Alat Monitoring Meteran Air Menggunakan Nodemcu Berbasis Internet of Things. Alat meteran air untuk memonitoring pemakaian air dengan menggunakan sensor water flow YF-S201 sebagai alat sensor untuk membaca air yang masuk dan nodemcu sebagai pusat kontrol berbasis internet of things untuk mengirim data sensor tersebut, serta dibuatkan website agar dapat memudahkan pengecekan pemakaian air dan biaya pemakaian air. Berdasarkan hasil pengujian terhadap sensor water flow YF-S201 terdapat selisih rata rata sebesar 0.037 liter dan pengiriman data berbasis *internet of things* ke database berhasil terkirim seluruhnya berdasarkan 30 kali pengujian (Permana et al., 2022).
2. Pada penelitian ini Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Sistem kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena efek hall. Efek hall ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak sehingga didapatkan nilai frekuensi. Frekuensi kemudian dikalkulasikan menjadi kecepatan laju air dan volume total. Hasil pengukuran kemudian ditampilkan pada LCD 20x4 karakter berupa laju air dan volume total (Risna & Pradana, 2021).
3. Pada penelitian ini dengan judul Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT. Pada penelitian ini dibuat sistem yang dapat memonitoring kualitas dan penggunaan air PDAM. Pada sistem ini digunakan sensor turbidity yang akan mengukur tingkat kekeruhan air dalam

satuan NTU. Nilai NTU ini akan menunjukkan kualitas air PDAM apakah layak untuk digunakan dalam kebutuhan sehari-hari atau tidak. Sensor water flow akan dipasang di tengah-tengah pipa PDAM, data debit aliran air yang terukur pada sensor akan diproses pada modul Arduino Uno untuk dikonversi menjadi data perkiraan biaya penggunaan air PDAM. Selanjutnya semua data akan ditampilkan pada LCD, yaitu data tingkat kekeruhan air, data besarnya debit air dan perkiraan biaya yang harus dibayar oleh pelanggan. Semua data akan dikirimkan ke server blynk melalui Camera ESP32. Data yang tersimpan pada server dapat diakses menggunakan aplikasi blynk pada smartphone. Selain itu data juga akan tersimpan pada SD Card sebagai back up data. Hasil pembacaan sensor turbidity menunjukkan nilai kekeruhan air sebesar 5 NTU. Nilai error dari hasil pembacaan sensor water flow sebesar 1,6% yang artinya tingkat akurasi sebesar 98,4%. Sedangkan data hasil pembacaan sistem penghitung biaya penggunaan air PDAM tidak terdapat eror sehingga akurasi datanya mencapai 100% (Widyasari & Zulkarnain, 2021).

4. Pada penelitian ini dengan Rancang Bangun Perangkat Monitoring Dan Pengaturan Penggunaan Air Pdam (Perusahaan Daerah Air Minum) Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Website. Sistem yang dibuat ini menggunakan arduino sebagai modul pengendali utama. Arduino akan mengolah data yang diterima dari water flow sensor untuk mengetahui kapan solenoid terbuka dan tertutup. Fungsi water flow sensor digunakan untuk mendeteksi setiap air yang mengalir pada saluran pipa. Data dari water flow sensor juga akan digunakan sebagai sistem monitoring dari pelanggan dan rekapitulasi data untuk petugas PDAM agar tidak perlu lagi datang kerumah untuk mengakses meteran air. Di dalam penelitian ini water flow sensor yang digunakan adalah water flow sensor AICHI OF05ZAT yang memiliki akurasi yang cukup tinggi karena dari percobaan 25 liter hanya menghasilkan persentase error 0,003% (Y. R. Putra & Triyanto, 2021).
5. Pada penelitian ini dengan judul Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID. maka penulis merancang suatu alat yang dapat

memonitoring penggunaan air secara digital dan online yang dapat diakses melalui smartphone secara real time. Sehingga Masyarakat akan mengetahui jumlah penggunaan air setiap harinya. Alat ini dirancang menggunakan sensor flow water yang akan mengukur debit air yang mengalir ke pipa dan hasil pengukuran akan diolah oleh mikrokontroler NodeMCU. Data akan diolah dan ditampilkan pada LCD serta dapat diakses juga melalui smartphone (Hakim et al., 2021).

6. Pada penelitian ini dengan judul pelatihan dan implementasi iot smart farming pada kelompok tani desa cintamulya kecamatan candipuro kabupaten lampung selatan Laju pertumbuhan penduduk dunia terus meningkat khususnya Indonesia yang laju pertumbuhan penduduk (2010-2020) sebesar 1,565% pertahun dengan total jumlah penduduk 270,20 juta jiwa mengakibatkan semakin sempitnya lahan pertanian dan semakin tingginya kebutuhan pangan semakin perlunya kualitas produk pertanian yang baik perlu adanya integrasi teknologi Smart Farming agriculture 4.0 Internet of things (IoT) pada bidang pertanian pada tanaman hortikultura. Kualitas produk pertanian, efisiensi proses pertanian, meningkatnya produktivitas petani merupakan hal hal yang menjadi manfaat integrasi teknologi tersebut pada akhirnya. Untuk mencapai halhal itu semua perlu adanya pengenalan, pelatihan dan implementasi teknologi tersebut kepada para petani melalui kegiatan pengabdian masyarakat. Mulai dari memberikan penjelasan, implementasi pada area pertanian secara langsung sampai dengan pelatihan penggunaan mobile apps. Hasil yang diperoleh dari pengabdian ini adalah meningkatnya pengetahuan dan keterampilan penggunaan IoT Smart Farming (Dodi Yudo Setyawan et al., 2023).
7. Pada penelitian ini dengan judul Perancangan Sistem Irigasi Tanaman dalam Greenhouse Berbasis Internet of Things (IoT). Kelembaban tanah dalam pertanian adalah parameter yang sangat penting menentukan keberhasilan proses pertanian. Kelembaban tanah erat kaitannya dengan proses irigasi yang dilakukan terlebih dalam area greenhouse. Proses irigasi ini dilakukan secara presisi berbantuan sensor kelembaban dan otomatis berbasis Internet of

Things (IoT) melalui pipa yang tersalur ke polybag tanaman. Sensor ditanam pada polybag dan data kelembaban yang terukur dijadikan dasar untuk melakukan proses irigasi secara otomatis. Data kelembaban terpantau via website dan mobile apps dan proses irigasi terkontrol dengan baik via mobile apps. Hasil uji kelinieran sensor dalam pengukuran kelembaban tanah sebagai media tanam menunjukkan nilai gradien (m) sebesar 5,74. Sistem akan secara otomatis melakukan irigasi ketika kelembaban kurang dari 20% dan akan berhenti ketika sampai 80% (Setyawan & Rosmalia, n.d.).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Air

Air merupakan suatu zat yang tersusun dari unsur kimia hidrogen dan oksigen dan berada dalam bentuk gas, cair, dan padat. Air adalah senyawa yang paling banyak dan penting. Cairan yang tidak berasa dan tidak berbau pada suhu ruang (Diharja et al., 2021). Air berfungsi sebagai bahan baku tanaman dalam proses fotosintesis dan juga dapat menjaga kelembaban tumbuhan agar tidak layu. dilansir dari Encyclopaedia Britannica, air diserap oleh akar tumbuhan dan dikirimkan ke daun, tempat melakukan fotosintesis. Ketersediaan air yang cukup sangat penting, peranan air pada tanaman sebagai pelarut berbagai senyawa molekul organik (unsur hara) dari dalam tanah ke dalam tanaman, transportasi fotosintat dari sumber (source) ke limbung (sink), menjaga turgiditas sel diantaranya dalam pembesaran sel dan membukanya stomata, sebagai penyusun utama dari protoplasma serta pengatur suhu bagi tanaman (Aditya et al., 2024).

2.2.2 Biaya Pemakai Air

Masing-masing golongan tersebut juga dibagi ke dalam beberapa kategori, seperti Golongan Sosial 1A, 1B, dan 2A1; Rumah Tangga 2A1, 2A2, 2A3, 2A4, dan 2B; Niaga 3A dan 3B; serta Industri 4A dan 4B. Semakin besar konsumsi air per bulan, maka semakin tinggi tarif dasar pelanggan yang dibebankan. Agar tidak bingung, perhatikan daftar golongan tarif PDAM khusus rumah tangga berikut ini:

A. Pemakaian golongan rumah tangga 2A1

- 1-10 m³ = 1.000
- 11-20 m³ = 1.600
- 21-30 m³ = 2.300
- >30 m³ = 5.500

B. Pemakaian golongan rumah tangga 2A2

- 1-10 m³ = 2.000
- 11-20 m³ = 3.600
- 21-30 m³ = 6.700
- >30 m³ = 8.800

C. Pemakaian golongan rumah tangga 2A3

- 1-10 m³ = 2.600
- 11-20 m³ = 4.600
- 21-30 m³ = 7.400
- >30 m³ = 10.700

D. Pemakaian golongan rumah tangga 2A4

- 1-10 m³ = 3.300
- 11-20 m³ = 6.000
- 21-30 m³ = 9.400
- >30 m³ = 12.600

E. Golongan rumah tangga 2B

- 1-10 m³ = 2.100
- 11-20 m³ = 3.800
- 21-30 m³ = 6.000

2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan

2.3.1 Water Flow Sensor

Water Flow Sensor ialah suatu perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur debit zat cair atau fluida pada aliran tertutup seperti pipa atau selang. Pada penelitian ini menggunakan *water flow sensor* jenis *mechanical water flow sensor*. Sensor jenis ini memiliki rotor dan *transduser hall-effect* yang cara kerjanya yaitu dengan mendeteksi putaran rotor atau turbin ketika air melewatinya. Dari putaran itu menghasilkan pulsa digital yang jumlahnya sebanding dengan

banyaknya fluida yang mengalir melewatinya (Ariessanti et al., 2020) .



Gambar 2.1 Water Flow Sensor

(sumber: <https://irishelectronics.ie>)

2.3.2 Real Time Clock (RTC DS3231)

Real Time Clock merupakan suatu chip (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. DS3231 merupakan Real-time clock (RTC) yang dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100. 56-byte, battery-backed, RAM non volatile (NVRAM) untuk penyimpanan. DS3231 merupakan Real-time clock (RTC) dengan jalur data paralel yang memiliki Antarmuka serial Two-wire (I2C), Sinyal keluaran gelombang-kotak terprogram (Programmable square wave), Deteksi otomatis kegagalan-daya (power-fail) dan rangkaian switch, Konsumsi daya kurang dari



Gambar 2.2 Real Time Clock (RTC DS3231)

(Sumber [https:// www.elektronika.cc.com](https://www.elektronika.cc.com))

500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator. Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu: -40°C hingga +85°C. Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC (Anggara et al., 2023). Berikut Penjelasan Pin-Pin Pada IC DS1307

1. X1

Merupakan pin yang digunakan untuk dihubungkan dengan kristal sebagai pembangkit clock.

2. X2

Berfungsi sebagai keluaran / output dari crystal yang digunakan. Terhubung juga dengan X1.

3. VBAT

Merupakan backup supply untuk RTC dalam menjalankan fungsi waktu dan tanggal. Besarnya adalah 3V dengan menggunakan jenis Lithium Cell atau sumber energi lain. Jika pin ini tidak digunakan maka harus terhubung dengan Ground. Sumber tegangan dengan 48mA atau lebih besar dapat digunakan sebagai cadangan energy sampai lebih dari 10 tahun, namun dengan persyaratan untuk pengoperasian dalam suhu 25°C.

4. GND

Berfungsi sebagai Ground.

5. SDA

Berfungsi sebagai masukan / keluaran (I/O) untuk I2C serial interface. Pin ini bersifat open drain, oleh sebab itu membutuhkan eksternal pull up resistor.

6. SCL

Berfungsi sebagai clock untuk input ke I2C dan digunakan untuk mensinkronisasi pergerakan data dalam serial interface. bersifat open drain, oleh sebab itu membutuhkan eksternal pull up resistor.

7. SWQ/OUT

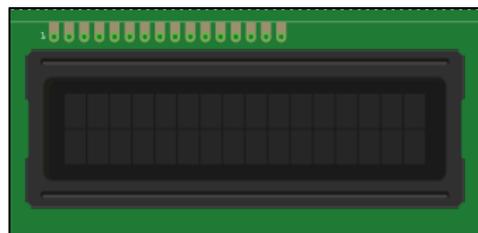
Sebagai square wave / Output Driver . jika diaktifkan, maka akan menjadi 4 frekuensi gelombang kotak yaitu 1 Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz sifat dari pin ini sama dengan sifat pin SDA dan SCL sehingga membutuhkan eksternal pull up resistor. Dapat dioperasikan dengan VCC maupun dengan VBAT.

8. VCC

Merupakan sumber tegangan utama. Jika sumber tegangan terhubung dengan baik, maka pengaksesan data dan pembacaan data dapat dilakukan dengan baik. Namun jika backup supply terhubung juga dengan VCC, namun besar VCC di bawah VTP, maka pengaksesan data tidak dapat dilakukan.

2.3.3 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Display LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah penampil kristal cair yang terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca yang sampingnya tertutup rapat. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya. Sel mempunyai ketebalan sekitar 1×10^{-5} meter dan diisi dengan kristal cair. Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk pengaksesan LCD yaitu LCD selalu berada pada kondisi tulis (Write) yaitu dengan menghubungkan kaki R/W ke ground. Hal ini dimaksudkan agar LCD tersebut tidak pernah mengeluarkan data (pada kondisi baca) yang mengakibatkan tabrakan data dengan komponen lain di jalur bus. Penampil kristal cair memerlukan catu daya dari power supply sebesar +5 volt (Tjahjono et al., n.d.). Bentuk LCD seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.3 Bentuk Fisik LCD

(Sumber Sigit, Riyanto. 2017)

1. **DDRAM (*Display Data Random Access Memory*)** merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.

2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.

3. 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 mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

4. 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.

5. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keRDAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keRDAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

6. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.

7. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.

8. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.

9. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.

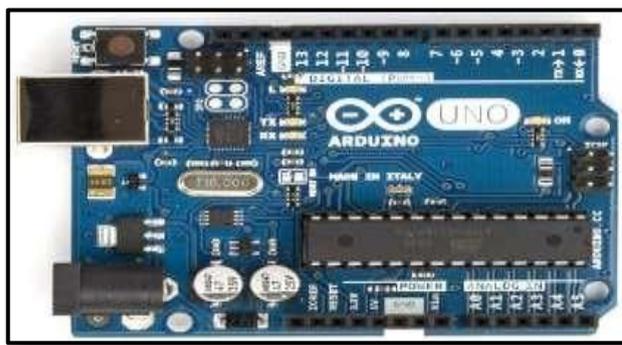
10. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.3.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program pada 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. Kelebihan utama dari *Mikrokontroler* ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board *Mikrokontroler* menjadi sangat ringkas. (Mulyadi, 2016)

2.3.5 Modul Arduino Uno

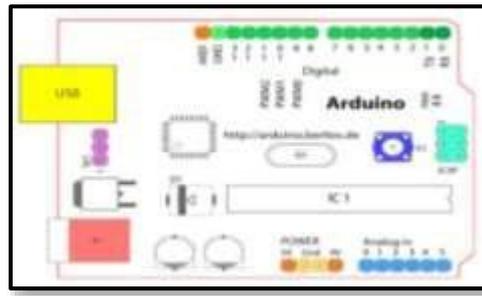
Modul Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis *Mikrokontroller* ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 masukan/keluaran digital (6 keluaran untuk PWM), 6 analog masukan, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB (*Universal Serial Bus*), soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol *reset*. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport *Mikrokontroler* secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga battery (Mulyadi, 2016). Bentuk fisik Arduino Uno seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Arduino Uno
(Sumber Mulyadi. 2016)

2.3.6 Blog Arduino Uno

Dengan mengambil contoh sebuah papan Arduino tipe USB, bagian-bagiannya dapat dijelaskan seperti gambar 2.5 sebagai berikut :



Gambar 2.5 Bagian Arduino

(Sumber Mulyadi. 2016)

1. UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
2. 2KB RAM pada memori kerja bersifat volatile (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
3. 32KB RAM flash memory bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
4. 1Kb eeprom bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
5. CPU, bagian dari *Mikrokontroler* untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
6. Port masukan/keluaran, pin-pin untuk menerima data digital atau analog, dan mengeluarkan data digital atau analog.
7. 14 pin masukan/keluaran digital (0-13)
 Berfungsi sebagai masukan atau keluaran, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog keluaran dimana tegangan keluaran-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin keluaran analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

8. USB Berfungsi untuk membuat program dari komputer ke dalam papan, memberi daya listrik pada papan dan komunikasi serial antara papan dan komputer.
9. Sambungan SV1 Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara Otomatis.
10. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*) Jika *Mikrokontroler* dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada *Mikrokontroler* agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).
11. Tombol Reset S1 Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan *Mikrokontroler*.
12. *In-Circuit Serial Programming (ICSP)*Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *Mikrokontroler* secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
13. IC 1 – *Mikrokontroler* Atmega Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.
14. X1 – sumber daya eksternal Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
15. 6 pin masukan analog (0-5) Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin masukan antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

2.4 Perangkat Lunak Yang Digunakan

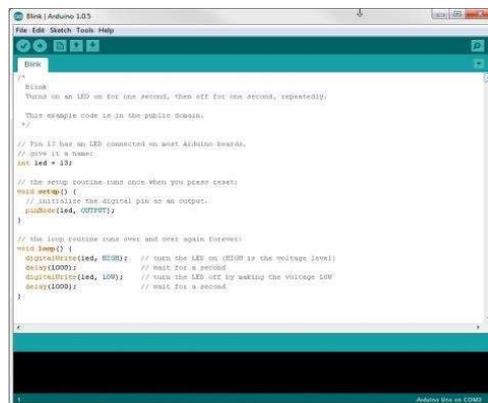
Pengertian perangkat lunak atau biasa disebut software adalah sekumpulan data elektronik yang sengaja disimpan dan diatur oleh komputer berupa program

ataupun instruksi yang akan menjalankan sebuah perintah. Perangkat lunak atau software disebut juga sebagai penerjemah perintah-perintah yang dijalankan oleh user untuk diteruskan dan diproses oleh perangkat keras (hardware). Dengan adanya perangkat lunak inilah sebuah sistem mampu menjalankan perintah (A. S. Putra & Febriani, n.d.).

2.4.1 Software Mikrokontroler Arduino Uno

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment (IDE)*, suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketsa* program untuk papan *Arduino*. IDE *arduino* merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*.

2.4.2 Program Arduino IDE



Gambar 2.6 Tampilan Program Arduino Uno

Kode Program *Arduino* biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketsa* yang sudah selesai ditulis di *Arduino IDE* bisa langsung di compile dan di upload ke *Arduino Board*. Secara sederhana, *sketch* dalam *Arduino* dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat gambar di atas):

1. Header
2. Setup
3. Loop