

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pada tinjauan pustaka yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari jurnal dan literature yang berkaitan dengan tugas akhir kemudian mempelajarinya dengan membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya digunakan sebagai acuan. Penelitian terkait dengan sensor *waterflow* sebelumnya telah dilakukan pada tahun 2022 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Top-Up Meteran PDAM Berbasis Mikrokontroller” yang ditulis oleh Indar Kusmanto, Yuyun, Andani Achmad. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pencatatan meteran PDAM berbasis top-up, yang memungkinkan pengguna dapat mengontrol penggunaan air. Peneliti ini menggunakan sensor RFID sebagai alat untuk memasukkan saldo *voucher* kedalam sistem. Kemudian arduino uno sebagai pengontrol penggunaan air melalui sensor *waterflow* dan selenoid valve sebagai pengganti keran untuk menutup aliran air. Pengujian alat dalam penelitian ini diawali dengan memberikan tegangan suplai 5-12 volt untuk mengaktifkan Mikrokontroler Arduino Uno yang ditandai dengan lampu indikator power pada Mikrokontroller Arduino Uno menyala berwarna kuning, suplai tegangan 5 volt untuk mengaktifkan sensor Water Flow, suplai tegangan 3,5 volt untuk mengaktifkan sensor RFID yang ditandai dengan indikator yang menyala, suplai tegangan 5 volt untuk LCD 16x2, dan suplai tegangan 5 volt untuk mengaktifkan Rellay yang ditandai dengan adanya indikator yang menyala. Dalam pengujian alat berfungsi dengan sebagaimana mestinya, dengan menguji Sensor RFID dapat membaca data dalam kartu kemudian mengirim data ke Arduino Uno sebagai data pengisian pulsa atau top-up, Arduino Uno dapat menerima data dari sensor RFID dan mengolah data yang telah diterima dengan menggunakan metode yang telah diterapkan dan menampilkan informasi kedalam LCD 16x2.<sup>[2]</sup>

Selanjutnya penelitian pada tahun 2021, yang dilakukan oleh Adam Ramadhan dan Nila Fazila dalam penelitian berjudul “Sistem Kontrol dan Monitoring Meteran Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Berbasis IOT”. Pada penelitian ini penulis menggunakan RTC untuk menghitung waktu dan menggunakan Nodemcu sebagai

mikrokontroler, dari hasil pengujian kontrol otomatis dan monitoring meteran air PDAM berbasis IoT dengan input volume air sebesar 1 liter berdasarkan input yang diberikan melalui aplikasi smartphone diperoleh output hasil pengukuran volume air pada gelas ukur dan yang terbaca pada LCD/Aplikasi dengan rata-rata persentase error sebesar 1,60% untuk 3 kali percobaan<sup>[10]</sup>.

Pada tahun 2020, penelitian berjudul “Rancang Bangun *Prototype Flowmeter* Air Digital Prabayar Pada PDAM Berbasis Online Menggunakan Arduino Uno” yang ditulis oleh Ahmad Zaenudin, Herry Setyawan, Aji Brahma Nugroho. Penelitian ini bertujuan untuk memantau volume penggunaan air PDAM pada pelanggan, dengan menggunakan sensor *flowmeter* yang diaplikasikan ke dalam meteran air prabayar berbasis *online* Sistem kerja alat secara keseluruhan sudah berhasil, diawali dengan input token tidak ada *error*, generator sebagai *supply* cadangan belum bisa bekerja maksimal karena tekanan air yang didapat tidak sampai 1,2 Megapascal. Alarm peringatan dan juga motor servo sudah bekerja sesuai perintah dari mikrokontrol.<sup>[1]</sup>

Penelitian selanjutnya pada tahun 2020, penelitian yang berjudul “Prototipe Sistem Prabayar PDAM Terpadu Menerapkan Teknologi *Internet of Thing*”, Oleh Aldi Pratama, I Nyoman Piarsa, Kadek Suar Wibawa. Alat ini menggunakan Nodemcu sebagai penghubung jaringan ke MQTT, Alat ini menggunakan sistem bot telegram untuk notifikasi transaksi pulsa selesai ke pelanggan Hasil pengujian keakuratan sensor masih terdapat rata-rata *error* sebesar 0.8 % berdasar pengujian yang dilakukan 10x. Saat pulsa air terdeteksi habis maka indikator pada alat meteran air akan tertampil nyala lampu led merah, dan tampilan layar LCD akan berubah menjadi tulisan habis beserta ditampilkan ID dari pelanggan tersebut. Kemudian alat meteran air akan menutup aliran air dengan mengontrol *solenoid valve* yang terpasang pada alat meteran air. Alat meteran air juga memberitahu sistem prabayar PDAM dengan mengirimkan pesan komando MQTT ke server<sup>[11]</sup>.

Dari beberapa penelitian-penelitian sebelumnya dengan mengimplementasikan IOT pada meteran air memudahkan penggunaannya. Penggunaan IOT memudahkan dalam monitoring karena dalam konsep IOT mengolah data mentransmisikan data berupa informasi digital yang diperoleh dari komponen-komponen yang digunakan pada sistem melewati jaringan tanpa membutuhkan adanya interaksi dari manusia ke manusia<sup>[3]</sup>. Studi literature terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2. 1 Studi Literatur Terdahulu**

| <b>No</b> | <b>Judul &amp; Penulis</b>  | <b>Kelebihan</b>  | <b>Kekurangan</b>  |
|-----------|---|---|--|
| 1         | Rancang Bangun Sistem Top-Up Meteran PDAM Berbasis Mikrokontroller  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Alat berjalan dengan baik sesuai harapan yang diinginkan</li> <li>-Penggunaan untuk pengisian token menggunakan RFID</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak terdapat kran air untuk memastikan air tidak keluar saat saldo token habis.</li> </ul>                            |
| 2         | Alat Pengukur Debit Air dan Harga Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Berbasis IoT<br><br>Widyo Ari Utomo, Agung Nugroho, Muslim nugroho 2021 [12] | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Menggunakan modul wemos</li> <li>-Menggunakan RTC sebagai pengatur waktu pada LCD</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Alat ini tidak menggunakan valve sehingga tidak menutup aliran air jika alat tidak terhubung dengan internet.</li> </ul> |
| 3         | PROTOTYPE SMART WATER METER TERPUSAT BERBASIS RASPBERRY VIA INTERNET of THINGS SEBAGAI  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Menggunakan Raspberry Pi yang merupakan modul wifi yang lebih kompleks.</li> <li>-Menggunakan telegram yang</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Harga Raspberry Pi yang cenderung mahal</li> <li>-Belum adanya kontrol pada alat ini.</li> </ul>                         |

| No | Judul & Penulis   | Kelebihan  | Kekurangan   |
|----|---|--|--|
|    | MONITORING DEBIT AIR DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL SUPADIO PONTIANAK<br><br>Anwar Kholil, Kustori, Lady Silk<br>Mopnlight 2020 [13] | menggunakan fitur bot  |  |
| 4. | Rancang Bangun Sistem PDAM Prabayar Menggunakan Mikrokontroler<br><br>A. Irmayani, Muh Zaenal, Rahmat Basri 2020 [14]               | -Alat berjalan sesuai dengan fungsinya<br><br>-Komponen yang digunakan relative terjangkau | -Perlu menambahkan fitur tarif untuk mengubah harga. |

Berdasarkan penelitian sebelumnya hanya fokus pada pengukuran debit air yang terpakai sebagai informasi utama. Namun, dalam penelitian ini, mengambil data yang lebih rinci dan menyeluruh. Data tentang volume air yang masuk ke sistem dalam periode tertentu, pembelian pulsa air, jumlah air yang didapat, serta air yang tersisa setelah pemakaian. Dengan informasi yang lebih lengkap, penelitian ini bertujuan untuk memberi wawasan lebih tentang kebiasaan penggunaan air, efisiensi konsumsi, dan ketersediaan sumber daya air.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Sistem Token (Prabayar)

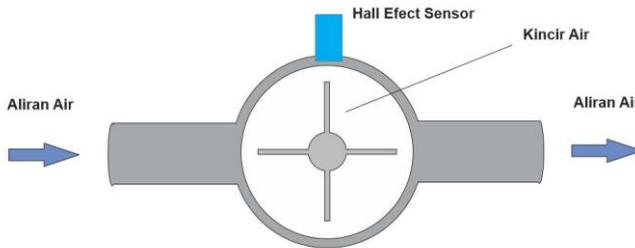
Pra bayar artinya sebelum digunakan pelanggan harus membayar terlebih dahulu, prabayar harus diisi ulang sebelum bisa digunakan, artinya pelanggan bayar dulu sebelum bisa menggunakan fasilitas yang diberikan oleh penyedia layanan tersebut<sup>[14]</sup>. Dengan cara ini memudahkan penggunaan serta menghindari pembengkakan pembayaran baik yang disebabkan oleh pelanggan maupun oleh petugas karena kesalahan pada proses pencatatan. Keuntungan utama dari sistem prabayar adalah pengguna memiliki kendali penuh atas pengeluaran mereka. Dikatakan sebagai sistem Pra Bayar karena kita harus membayar terlebih dahulu alias membeli token pulsa sebelum kita menikmati fasilitas air yang diberikan oleh penyedia jasa. Jadi bayar/beli token dulu baru baru bisa menikmati fasilitas air<sup>[15]</sup>.

Token adalah serangkaian karakter atau angka yang digunakan sebagai kunci atau kode untuk mengakses suatu layanan atau sumber daya tertentu. Dalam banyak konteks, token dapat digunakan sebagai cara untuk otentikasi, otorisasi, atau mengakses informasi atau layanan tertentu. Misalnya dalam konteks listrik prabayar, token adalah kode unik yang dimasukkan ke dalam meteran listrik untuk mengisi kredit listrik prabayar. Dalam konteks keamanan siber, token dapat digunakan sebagai bagian dari proses otentikasi dua faktor.

### 2.2.2 Sensor *Waterflow*

Sensor *Waterflow* merupakan suatu alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran air dari suatu cairan yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka<sup>[16]</sup>. Terdapat motor pada bagian dalam modul sensor yang dapat bergerak dengan kecepatan yang sesuai dengan kecepatan aliran air<sup>[10]</sup>. Prinsip kerja dari alat ini adalah ketika aliran air melewati rotor air, magnetic rotor berputar. Dan *hall effect* akan mengirimkan *pulse signal* ke pengontrol<sup>[17]</sup>. Sensor *Hall* ditempatkan pada salah satu sisi pipa atau pada lokasi yang memungkinkan interaksi dengan medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sensor *Hall* adalah semikonduktor khusus yang peka terhadap medan magnet dan dapat menghasilkan tegangan keluaran proporsional terhadap intensitas medan

magnet yang diterima. Berikut ini adalah penjelasan rinci tentang cara kerja *water flow* sensor dengan *Hall effect* pada Gambar 2.1



**Gambar 2. 1 Cara Kerja Sensor Waterflow**

1. Ketika air mengalir melalui pipa, medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen berinteraksi dengan sensor *Hall*. Perubahan medan magnet yang terjadi akibat aliran air akan menyebabkan perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sensor *Hall*.
2. Sensor *Hall* menghasilkan tegangan *output* yang proporsional terhadap kecepatan aliran air. Ketika aliran air semakin cepat, perubahan medan magnet yang lebih besar akan terdeteksi oleh sensor *Hall*, dan tegangan *output* yang dihasilkan akan lebih tinggi.
3. Tegangan *output* dari sensor *Hall* dikirim ke unit pemrosesan sinyal atau pengendali yang terhubung dengan *waterflow* sensor. Unit ini akan menganalisis dan mengolah sinyal tegangan untuk menghitung kecepatan atau volume aliran air yang melewati sensor.
4. Data mengenai kecepatan atau volume aliran air yang terdeteksi oleh *waterflow* sensor dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Informasi tersebut dapat ditampilkan pada tampilan digital, diintegrasikan ke dalam sistem kontrol untuk mengendalikan aliran air, atau digunakan dalam proses pemantauan dan pengaturan yang lebih kompleks.

Spesifikasi sensor *waterflow* dan Bentuk fisik sensor *waterflow* pada Table 2.2 dan Gambar 2.2.

**Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor Water Flow YF-S201**

| Keterangan          | Spesifikasi                |
|---------------------|----------------------------|
| Tegangan minimum    | 4.5V DC                    |
| Arus maksimal       | 15Ma (dc 5v)               |
| Tegangan kerja      | DC 5V ~ 24V                |
| Rentang aliran arus | 1 ~ 30L/ menit             |
| Kapasitas beban     | $\leq 10\text{Ma}$ (DC 5V) |
| Suhu operasional    | $\leq 80^\circ$            |
| Suhu cair           | $\leq 120^\circ$           |
| Kelembaban operasi  | 35% ~ 90% RH               |



**Gambar 2. 2 Sensor Waterflow YF-S201<sup>[18]</sup>**

### 2.2.3 Keypad

Keypad adalah perangkat *input* yang terdiri dari sejumlah tombol yang digunakan untuk memasukan angka, huruf, atau perintah lainnya kedalam suatu sistem. Fungsi keypad pada sistem ini yaitu digunakan untuk menginput token air<sup>[19]</sup>. Bentuk fisik dan Spesifikasi keypad pada Gambar 2.2 dan Tabel 2.3.



**Gambar 2. 3 Keypad<sup>[19]</sup>**

**Tabel 2. 2 Spesifikasi Keypad**

| Keterangan      | Spesifikasi  |
|-----------------|--|
| Maksimum rating | 24 Vdc, 30mA   |
| Antarmuka       | 8 pin untuk mengakses keypad<br>4x4 matrix               |
| Suhu operasi    | 32 sampai 122 derajat F (0<br>sampai 50 derajat celcius) |
| Ukuran          | 6.9 x 7.6 cm   |

#### 2.2.4 ESP32 Wroom

ESP32 adalah rangkaian sistem mikrokontroler berbiaya rendah dan berdaya rendah dengan mode ganda. Seri ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 dalam variasi dual-core dan *single-core*, mikroprosesor dual-core Xtensa LX7 atau mikroprosesor RISC-V single-core dan termasuk sakelar antena bawaan, balun RF, power amplifier, amplifier penerima kebisingan rendah, filter, dan modul manajemen daya<sup>[20]</sup>. Bentuk fisik dan Spesifikasi ESP 32- Wroom pada Gambar 2.4 dan Tabel 2.4



**Gambar 2. 4 ESP32-Wroom** <sup>[21]</sup>

**Tabel 2. 3 Spesifikasi ESP32 Wroom** <sup>[20]</sup>

| Keterangan               | Spesifikasi                 |
|--------------------------|-----------------------------|
| Kisaran Catu daya        | 3.0 V ~ 3.6 V               |
| Flash SPI                | 4 mb                        |
| Antarmuka Komunikasi     | UART ( TTL ), SPI, I2C, PWM |
| Integrasi <i>crystal</i> | 40 MHz <i>crystal</i>       |
| Minimum catudaya         | 500 mA                      |
| Suhu pengoperasian       | -40°C - 85°C                |
| Ukuran                   | 18 mm × 25.5 mm × 3.10 mm   |

### 2.2.5 Solenoid Valve

*Solenoid valve* adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC<sup>[17]</sup>. *Solenoid valve* sering digunakan pada alat yang memiliki sistem fluida, dikarenakan solenoid valve ini dapat mengontrol secara otomatis terhadap sistem kontrol mesin<sup>[16]</sup>. Bentuk fisik dan Spesifikasi Valve pada Gambar 2.5 dan Tabel 2.5.



**Gambar 2. 5 Solenoid Valve** <sup>[18]</sup>

**Tabel 2. 4 Spesifikasi Solenoid Valve** <sup>[22]</sup>

| Keterangan    | Spesifikasi   |
|---------------|---|
| Tegangan      | 12VDC   |
| Rated power   | 5 W   |
| Ukuran        | G 1/2   |
| Model operasi | <i>Normally Close (NC)</i>  |
| Aliran        | 0.02Mpa>1.5L/min,<br>0.10Mpa>7L/min,<br>0.30Mpa>12L/min,<br>0.80Mpa>20L/min |
| Suhu          | -0 ~ 100°   |
| Tekanan       | 0.02 ~ 0.8 Mpa  |

### 2.2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berbentuk saklar elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga dikenal sebagai komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar<sup>[16]</sup>. Fungsi utama relay menghubungkan atau memutuskan jalur listrik yang berbeda berdasarkan sinyal yang diterima. Cara kerja relay menggunakan elektromagnetik untuk sebagai penggerak kontak saklar, sehingga

dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi<sup>[23]</sup>. Relay memiliki beberapa jenis, berikut adalah jenis-jenis relay :

1. Relay Elektromagnetik

Relay ini dibangun dengan komponen listrik, mekanik dan magnetik, dan memiliki coil operasi dan kontak mekanis.

2. *Solid State Relay* (SSR)

*Solid State Relay* atau SSR menggunakan komponen *solid state* untuk melakukan operasi *switching* tanpa memindahkan bagian apa pun. Karena energi kontrol yang diperlukan jauh lebih rendah dibandingkan dengan daya output yang akan dikontrol oleh relai ini yang menghasilkan daya yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan relay elektromagnetik.

3. Relay Hibrida

Relay ini terdiri dari relay elektromagnetik dan komponen elektronik.

4. Relay Termal

Relay ini didasarkan pada efek panas, yang berarti - kenaikan suhu sekitar dari batas, mengarahkan kontak untuk beralih dari satu posisi ke posisi lain.

5. *Reed* Relay

*Reed* Relay terdiri dari sepasang strip magnetik (juga disebut sebagai reed/buluh) yang disegel dalam tabung gelas.

Pada sistem ini relay digunakan sebagai penyambung dan pemutus arus listrik pada *solenoid valve*. Bentuk fisik dan spesifikasi dari relay dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan Tabel 2.6.



Gambar 2. 6 Relay <sup>[24]</sup>

**Tabel 2. 5 Spesifikasi Relay** <sup>[24]</sup>

| Keterangan        | Spesifikasi                                  |
|-------------------|--|
| Tegangan kerja    | 5VDC   |
| Keluaran maksimum | DC 30 V/10 A, AC 250V/10A                    |
| Antarmuka standar | 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, MSP430, logika TTL |

### 2.2.7 Power Supply

*Power Supply* adalah rangkaian elektronik mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah, secara umum prinsip rangkaian *power supply* terdiri atas komponen utama transformator, dioda dan kondensator<sup>[25]</sup>. *Power supply* pada alat ini digunakan sebagai sumber daya. Bentuk fisik dan Spesifikasi *power supply* pada Gambar 2.7 dan Tabel 2.7.

**Gambar 2. 7 Power Supply** <sup>[26]</sup>**Tabel 2. 6 Spesifikasi Power Supply** <sup>[26]</sup>

| Keterangan        | Spesifikasi                   |
|-------------------|-------------------------------|
| Tegangan suplai   | 85 ÷ 264 V AC, 120 ÷ 370 V DC |
| Konsumsi Arus     | 0,4 A @230VAC max             |
| Power suplai      | 40 W max                      |
| Efisiensi         | 75%                           |
| Tegangan Keluaran | 12VDC                         |
| Dimensi           | 129 x 98 x 38 mm              |
| Berat             | 0,40 kg/0,43 kg               |

### 2.2.8 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. LCD hanya memerlukan konsumsi daya yang kecil. LCD sering digunakan pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital. Untuk bagian pemendar cahaya, LCD memanfaatkan silikon dan galium dalam bentuk kristal cair<sup>[16]</sup>. Gambar *Liquid Crystal Display* pada Gambar 2.8.



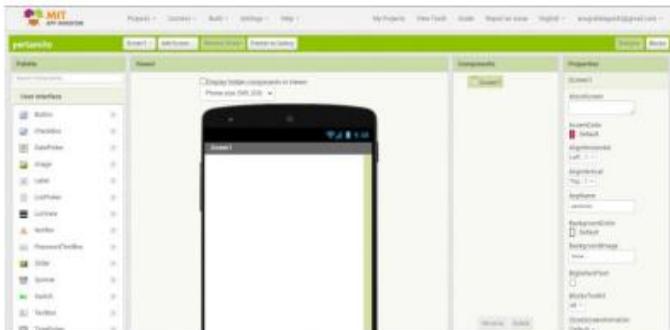
**Gambar 2. 8 *Liquid Crystal Display (LCD)***<sup>[27]</sup>

### 2.2.9 *App Inventor*

*App Inventor* merupakan aplikasi inovatif yang dikembangkan oleh Google dan MIT dengan tujuan mengenalkan dan mengembangkan pemrograman daripada sebuah android dengan mentransformasikan bahasa pemrograman yang kompleks berbasis teks menjadi berbasis visual (*drag and drop*) berbentuk blok-blok<sup>[28]</sup>. Gambar 2.9 logo dari MIT AppInventor dan 2.10 Tampilan Mitt App Inventor.



**Gambar 2. 9 Logo MIT App Inventor**



**Gambar 2. 10 Tampilan MIT App Inventor**

App Inventor adalah aplikasi web sumber terbuka yang dikembangkan oleh Google dimana saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). App Inventor memungkinkan pengguna baru dapat memprogram suatu komputer agar dapat membuat aplikasi suatu perangkat lunak untuk sistem operasi pada platform android. *App Inventor* juga menggunakan tampilan antarmuka grafis yang serupa dengan antarmuka pengguna pada *Scratch* maupun *Star Logo TNG* untuk *men-dragand-drop* suatu objek visual dalam menciptakan aplikasi yang dapat beroperasi pada perangkat Android. Tampilan MIT App dapat dilihat pada Gambar 2.10

### 2.2.10 Arduino IDE

*Integrated Development Environment* (IDE) merupakan perangkat lunak yang memainkan peran yang sangat penting dalam pemrograman, kompilasi, biner, dan unduhan memori mikrokontroler [23]. Arduino IDE digunakan untuk memprogram suatu mikrokontroler dengan perintah tertentu yang berisi bahasa pemrograman menggunakan bahasa C [29]. Tujuan dari diciptakannya arduino adalah untuk mempermudah pengguna dalam membuat sistem elektronika dan mempermudah dalam melakukan pembelajaran bagi pengguna yang ingin mempelajari sistem mikrokontroler. Arduino memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan minimum sistem mikrokontroler lainnya karena bersifat *open source*. Selain itu arduino dilengkapi dengan bootloader yang mudah digunakan tanpa adanya penambahan komponen elektronika lagi. IDE Arduino merupakan *software* yang menggunakan bahasa C dan ditulis dengan menggunakan java. IDE Arduino terdiri dari editor program, window yang memungkinkan pengguna membuat dan mengedit program dalam bahasa Processing. Gambar 2.11 Aplikasi arduino IDE.



Gambar 2. 11 Aplikasi Arduino IDE [29]

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN