

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa tinjauan pustaka yang dapat mendukung pada penelitian ini. Tinjauan pustaka dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Tahun	Judul
1	Achmad Ramadhan Hendrawan, M. Ridwan Fauzi, Indah Purnamasari	2018	Pembuatan Robot Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Mikrokontroller Atmega 328
2	Shoffin Nahwa Utama, Dihin Muriyatmoko, Feldi Hekmatyar	2020	Rancang Bangun Robot Sederhana Pembersih Lantai Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino
3	Renny Maulidda, Selamat Muslimin, Hidayati Ami	2022	Penerapan Pembelajaran Logika Fuzzy Pada Robot Penghindar Rintangan
4	Saeful Anam, Mohammad Iqbal, Imam Abdul Rozaq	2022	Prototipe Robot Pengantar Pesanan Otomatis Berbasis Arduino
5	Muhammad Nuh Marwantama, Irma Husnaini	2022	Perancangan Alat Pemesan Otomatis Menggunakan Robot Line Follower Berbasia Arduino

2.1.1 Tinjauan Pustaka Literatur 1

Pada Literatur ini penelitian bertujuan untuk membuat alat penelitian ini dilakukan pembuatan robot menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis mikrokontroler atmega 328, Robot ini memiliki kemampuan untuk menghindari rintangan yang berada di depannya. Prinsip kerja alat ini adalah kemampuannya dalam menghindari objek atau hambatan yang menghalangi jalannya. Alat ini dapat beroperasi dengan menggunakan tegangan 5-9 Volt DC dari baterai. Alat ini menggunakan pancaran gelombang ultrasonik untuk mendeteksi dan menghindari rintangan di depannya. Setelah menerima pantulan gelombang, alat ini secara otomatis akan bergerak menghindar dan mencari jalan yang bebas dari hambatan.

Hasil pengujian sensor ultrasonik dengan jarak pengujian antara sensor ultrasonik dengan objek penghalang sejauh 1 cm sampai 25 cm, Pengujian untuk mendapatkan nilai jarak ini dilakukan dengan mendekatkan dan menjauhkan posisi objek yang ada di depan sensor, untuk mengetahui kepekaan ketika diberikan objek penghalang (Hendrawan et al. 2018).

2.1.2 Tinjauan Pustaka Literatur 2

Pada Literatur ini penelitian membahas tentang perancangan robot sederhana pembersih lantai menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino, Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot yang memiliki kemampuan bergerak bebas tanpa perlu mengandalkan lintasan bergaris berwarna tertentu, menggunakan sensor ultrasonik. Selain itu, peneliti juga berusaha mengembangkan robot pembersih dengan jarak toleransi yang lebih panjang, yaitu sejauh 50 cm. Robot tersebut juga dilengkapi dengan kemampuan untuk mengenali dan menghindari hambatan dengan baik. Selain itu, peneliti juga menentukan kecepatan standar yang optimal untuk pergerakan robot agar proses pembersihan kotoran dapat berjalan dengan efektif. Hasil dari penelitian ini adalah robot yang mampu melakukan belokan sejauh 180 derajat.

Algoritma jalur yang digunakan oleh robot ini menggunakan bantuan sensor ultrasonik dan sensor magnetometer. Robot ini memulai perjalanan dari arah selatan menuju utara. Jika robot mendeteksi adanya hambatan, maka robot

akan berbelok ke kanan sejauh 180 derajat. Ketika robot menghadap ke arah selatan dan menemui hambatan, robot akan berbelok ke kiri sejauh 180 derajat. Robot ini dapat mengidentifikasi hambatan melalui sensor ultrasonik. Jika jarak antara robot dan hambatan lebih dari atau sama dengan 50 cm, robot akan berbelok ke kanan dan melanjutkan perjalanan lurus. Jika robot kembali menemui hambatan, maka robot akan berbelok ke arah berlawanan, yaitu ke kiri sejauh kurang lebih 180 derajat. Namun, jika tidak ada hambatan yang ditemui, robot akan terus berjalan lurus tanpa mengalami perubahan arah (Nahwa Utama, Muriyatmoko, and Hekmatyar 2020).

2.1.3 Tinjauan Pustaka Literatur 3

Pada Literatur ini penelitian membahas tentang perancangan *prototype* robot penghindar rintangan menggunakan metode pengendali logika *fuzzy* bertujuan untuk pembelajaran dan implementasi sistem cerdas. Robot ini dapat diaplikasikan dalam sistem keamanan kendaraan, dengan efektivitas dalam memberikan keselamatan kepada pengemudi dan penumpang kendaraan bermotor. Robot ini dirancang untuk menghindari segala jenis rintangan yang mungkin ada di jalur perjalanan. *Prototype* robot penghindar rintangan ini didasarkan pada mikrokontroler Arduino Uno, dengan navigasi yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terpasang pada sebuah motor servo. Robot ini menggunakan 2 motor DC sebagai aktuator, dan pemrogramannya dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Arduino. Pengendali logika *fuzzy* diimplementasikan untuk mengukur jarak yang dibaca oleh sensor, sehingga robot dapat menentukan arah pergerakan selanjutnya berdasarkan data yang diperoleh. Pada penelitian ini dilakukan proses simulasi pengendalian logika *fuzzy* menggunakan Scilab, simulasi ini digunakan untuk memungkinkan robot melakukan navigasi. Proses dimulai dengan mendapatkan data jarak, ketika sensor depan mendeteksi adanya hambatan, robot akan berhenti dan motor servo akan bergerak secara otomatis untuk mendeteksi hambatan di sisi kiri dan kanan robot. Seluruh data ini akan diproses sesuai dengan aturan dasar yang telah ditentukan, untuk kemudian menentukan gerakan yang akan dilakukan oleh robot. Aturan dasar untuk sistem ini

didasarkan pada teori yang dikembangkan oleh Mamdani. Metode yang digunakan untuk menghitung keluaran dari pengendali adalah tipe Mamdani; Min-Maks dengan defuzzifikasi menggunakan metode *Center of Area* (Maulidda et al. 2022).

2.1.4 Tinjauan Pustaka Literatur 4

Penelitian ini menggunakan metode *research and development* yang dimulai dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi dan pemahaman yang diperlukan. Selanjutnya, dilakukan perancangan dan pembuatan alat robot line follower yang bertujuan sebagai pengantar pesanan dan pemesanan menggunakan LCD 20x4. Alat ini dikendalikan menggunakan Arduino, yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Arduino mengontrol berbagai komponen dan sensor yang terpasang pada robot line follower. Alat ini memiliki kemampuan untuk mengikuti garis secara otomatis dengan menggunakan sensor - sensor yang ada.

Pengujian sistem dilakukan terhadap 4 meja pelanggan, setiap meja dilakukan 3 kali percobaan untuk melihat apakah robot bergerak sesuai perintah dan menghitung waktu tempuh yang didapat oleh robot untuk menuju ke meja tujuan dan kembali ke posisi semula. Pengujian seluruh sistem dilakukan pada 2 tahapan yaitu proses pemesanan dan proses antar pesanan. Rata-rata waktu yang dibutuhkan dari meja operator ke meja 1 adalah 3,3 detik dan kembali ke meja operator membutuhkan waktu 9,6 detik. Untuk mengantar pesanan ke meja 2, waktu yang dibutuhkan adalah 6,3 detik dan kembali ke meja operator memakan waktu 8 detik. Sementara itu, untuk mengantar pesanan ke meja 3, waktu yang dibutuhkan adalah 9 detik dan kembali ke meja operator memakan waktu 6,5 detik. Terakhir, untuk mengantar pesanan ke meja 4, waktu yang dibutuhkan adalah 10,5 detik dan kembali ke meja operator memakan waktu 3 detik. Waktu tempuh yang berbeda untuk menuju ke setiap meja disebabkan oleh perbedaan panjang lintasan yang dilalui. Secara keseluruhan, robot pemesan dan pengantar makanan ini berhasil berfungsi dengan baik dalam menjalankan tugasnya (Anam et al. 2022).

2.1.5 Tinjauan Pustaka Literatur 5

Pada Literatur ini penelitian ini membahas tentang perancangan *prototipe* robot pemesan otomatis menggunakan robot line follower, Robot ini memiliki kemampuan untuk mengikuti jalur yang dibuat oleh garis hitam dengan tujuan menuju meja-meja yang dituju oleh konsumen secara otomatis, tanpa perlu campur tangan manusia dalam proses pengantaran. Robot ini dapat berjalan mengikuti garis dalam waktu sekitar 2 menit dalam bentuk skala prototype menuju meja yang dituju. Terdapat 4 meja konsumen yang menjadi target operasi robot. Dalam sistem ini, Smartphone berperan sebagai operator dan media penghubung antara robot dengan manusia. Robot akan mulai berjalan ketika pesanan dan nomor meja telah diterima melalui MIT App Inventor. Robot akan membawa pesanan tersebut dan ketika sampai di meja tujuan, konsumen dapat mengambil pesanan tersebut. Limit Switch yang terpasang di bawah nampan akan aktif untuk menandakan bahwa robot telah kembali berjalan menuju titik awal robot berjalan. Robot ini dilengkapi dengan LCD 16x2 yang terletak di bagian depannya yang akan menampilkan nama penulis dan jurusan. Pengujian yang dilakukan pada robot ini menunjukkan bahwa semua fungsi berjalan dengan baik, dengan sensor dan tegangan yang stabil.

Dari penelitian ini diperoleh, robot ini telah mencapai tingkat *prototipe* yang baik, namun masih membutuhkan pengembangan lebih lanjut agar bisa lebih optimal dengan adanya inovasi baru. Selain itu, perlu juga untuk membuat robot dalam bentuk nyata yang dapat diterapkan pada restoran dan tempat makan lainnya. Dengan adanya robot ini, pekerjaan akan menjadi lebih efisien dan mudah karena robot dapat membantu manusia dalam proses pengantaran pesanan (Nuh Marwantama and Husnaini 2022).

2.2 Kendali PID

Kendali PID (*Proportional, Integral, Derivative*) adalah suatu jenis kendali *feedback* yang digunakan dalam sistem kontrol untuk mengatur variabel yang ditetapkan (*Setpoint*) dengan mengukur variabel proses (*process variable*) dan menghitung error antara *Setpoint* dan proses *variable* tersebut. Kendali PID terdiri dari tiga komponen yaitu *Proporsional, Integral,*

dan Derivatif. Adapun pengertian dari *Proporsional, Integral, dan Derivatif* sebagai berikut.

1. Komponen Proporsional (P) menghasilkan output kontrol yang proporsional dengan error, yaitu semakin besar error maka semakin besar output kontrol yang dihasilkan. Komponen ini digunakan untuk menangani kesalahan proporsional pada sistem kontrol.
2. Komponen Integral (I) menghasilkan output kontrol yang proporsional dengan integral dari error, yaitu semakin lama error terjadi maka semakin besar output kontrol yang dihasilkan. Komponen ini digunakan untuk menanggulangi kesalahan integral pada sistem kontrol.
3. Komponen Derivatif (D) menghasilkan output kontrol yang proporsional dengan turunan dari error, yaitu semakin cepat error terjadi maka semakin besar output kontrol yang dihasilkan. Komponen ini digunakan untuk menanggulangi kesalahan derivatif pada sistem kontrol (Tanza and Sumariyah 2019).

2.3 Teensy 4.1

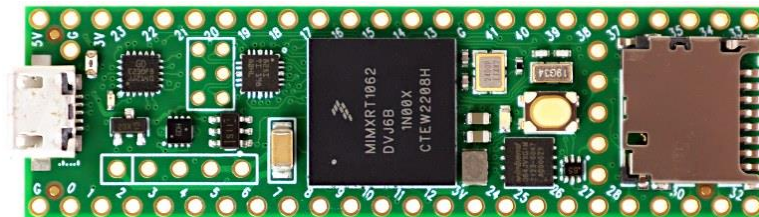
Teensy 4.1 adalah salah satu jenis papan mikrokontroler yang dikembangkan oleh perusahaan Arduino. *Teensy 4.1* memiliki spesifikasi seperti lebih banyak pin input/output (I/O), memori program yang lebih besar, dan kemampuan untuk mengakses komponen eksternal yang lebih banyak. Papan ini juga dilengkapi dengan prosesor ARM Cortex-M7 dengan *clock speed* 600 MHz, serta memiliki 55 pin digital input/output, memiliki pin 35 PWM output, 18 pin analog input, dan 8 pin serial *communication*. Berikut ini adalah tabel spesifikasi dari *Teensy 4.1* yang dapat dilihat pada table 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi *Teensy 4.1*

Processor	ARM Cortex-M7
Tegangan Operasi	3,3 V
Tegangan Input	3,6 – 5 V
USB Port	8 serial, 3 SPI, 3 I2C ports
I/O Digital	55 digital I input/output pins
I/O PWM Digital	35 PWM output pin
Analog Input	18 analog input pins
Flash Memori	7936Kb
Clock/Kecepatan	600 Mhz
RAM	1024Kb

(Sumber: www.pjrc.com)

Adapun gambar dari *Teensy 4.1* dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.

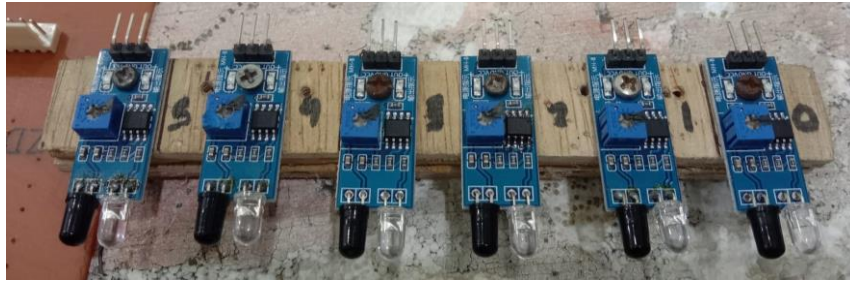
Gambar 2.1 *Teensy 4.1*

Pada Gambar 2.1 terdapat sebuah *mikrokontroler* pemrosesan dan control dari pada robot pengantar makanan, pada penelitian ini penulis menggunakan *Teensy 4.1* karena memiliki pin digital dan analog yang banyak, dan memiliki pin PWM yang cukup banyak, dimana *output* PWM tersebut digunakan untuk mengatur kecepatan motor kanan dan kiri pada robot pengantar makanan, sehingga *Teensy 4.1* ini dapat digunakan dalam perancangan alat pada penelitian ini.

2.4 Modul Sensor *Infrared* FC-51

Sensor *infrared* (IR sensor) terdiri dari dua komponen utama, yaitu pemancar sinar inframerah (*infrared*) dan penerima sinar inframerah yang

memantulkan. Untuk menghasilkan sinar inframerah, menggunakan komponen *Infrared Light Emitting Diode* (IR LED), sementara untuk menerima pantulan cahaya dari sinar merah (*infrared*), menggunakan *photodiode* (Irsyam 2019). Adapun bentuk dari modul sensor infrared FC-51 dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:

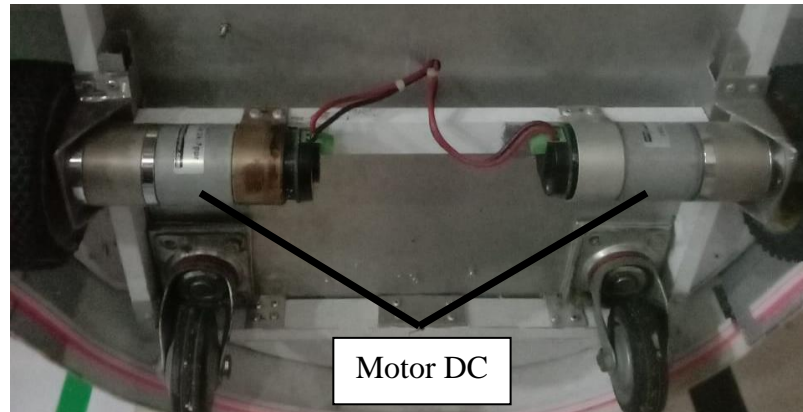


Gambar 2.1 Sensor Pembaca Garis

Pada Gambar 2.2 terdapat modul sensor yang digunakan pada penelitian ini, yang berfungsi sebagai pendeteksi garis dan jalur sebagai sistem navigasi jalan pada robot, penulis menggunakan 6 buah sensor yang disusun secara horizontal, dan diletakkan pada bagian depan bawah robot pengantar makanan.

2.5 Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor listrik yang dijalankan dengan menggunakan energi listrik arus searah. Prinsip kerja Motor DC didasarkan pada hukum tangan kiri. Secara sederhana, prinsip kerja Motor DC dapat dijelaskan sebagai berikut: ketika arus listrik mengalir melalui kawat konduktor yang terletak di antara dua kutub magnet utara dan selatan, maka kawat tersebut akan mengalami gaya *Lorentz*. Aliran arus pada kumparan armature akan menciptakan medan magnet yang akan berinteraksi dengan medan magnet utama, dan akan memperkuat medan pada satu sisi konduktor, tetapi melemahkan medan pada sisi lainnya. Interaksi ini akan menghasilkan gaya dorong pada armature konduktor. Arah gerakan armature sesuai dengan hukum tangan kiri (Kurniawan, Sirajuddin, and Fauziyah 2021). Adapun bentuk dari motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Motor DC

Pada Gambar 2.3 terdapat suatu piranti aktuator yang digunakan pada penelitian ini, yang berfungsi sebagai penggerak robot yang akan dikendalikan dengan mikrokontroler menggunakan metode PID, dengan menggunakan sinyal *pulse width modulation* (PWM).

2.6 Baterai (LiPo)

Baterai *lithium polymer* (LiPo) adalah baterai isi ulang yang digunakan dalam banyak perangkat elektronik seperti ponsel pintar, laptop, dan mainan yang dikendalikan dari jarak jauh. Baterai LiPo dikenal karena kepadatan energi tinggi, yang berarti mereka dapat menyimpan banyak energi dalam ukuran dan berat yang kecil. Baterai LiPo terdiri dari beberapa sel yang terhubung seri atau paralel, dan setiap sel memiliki tegangan nominal 3,7 volt. Tegangan total baterai tergantung pada jumlah *cell* dan dapat berkisar dari 3,7 volt hingga 22,2 volt atau lebih tinggi (Listianto, Sunardi, and Puriyanto 2019). Adapun bentuk dari baterai LiPo dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Baterai Lipo

Pada Gambar 2.4 terdapat suatu piranti yang digunakan pada penelitian ini, baterai digunakan sebagai power daya utama dari robot pengantar makanan.

2.7 Driver Motor DC

Driver motor DC adalah sebuah rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan, arah putaran, dan torsi pada motor DC. Driver motor DC bertujuan untuk memastikan motor DC beroperasi sesuai dengan kebutuhan dan mencegah terjadinya kerusakan pada motor akibat arus atau tegangan listrik yang berlebihan. Driver motor DC biasanya terdiri dari beberapa komponen elektronik seperti transistor, MOSFET, atau IC (*Integrated Circuit*) yang dapat diatur oleh sinyal kontrol dari mikrokontroler atau rangkaian elektronik lainnya. Driver motor DC umumnya digunakan pada aplikasi seperti mesin industri, robotika, kendaraan listrik, dan peralatan elektronik lainnya (Muttaqin and Santoso 2021). Adapun bentuk dari driver motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Driver Motor DC

Pada Gambar 2.5 terdapat suatu piranti yang digunakan pada penelitian ini, driver motor DC digunakan sebagai kontrol motor kanan dan kiri pada robot pengantar makanan, dengan inputr pengendalian berada pada mikrokontroller yang akan ditanamkan program kendali PID. Sehingga mengatur nilai PWM pada output pin digital, untuk mengendalikan motor DC. Dikarenakan pada penelitian ini dibutuhkan driver motor DC yang mampu menggerakkan motor dengan kapasitas besar, maka penulis menggunakan jenis driver motor DC ini.

2.8 *Liquid Cristal Display (LCD) I2C*

Liquid Cristal Display (LCD) atau penampil elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Tampilan LCD adalah salah satu media tampilan yang sangat nyaman untuk pengamatan karena dapat menghasilkan karakter yang jelas dan cukup banyak. Sebagai contoh, pada layar LCD berukuran 16x2, kita dapat menampilkan hingga 32 karakter, dengan 16 karakter di baris atas dan 16 karakter di baris bawah. Meskipun umumnya LCD 16x2 memerlukan 16 pin sebagai kontrolnya, hal ini dapat menjadi boros. Oleh karena itu, digunakan sebuah driver khusus yang memungkinkan pengendalian LCD melalui jalur I2C. Dengan menggunakan I2C, kita dapat mengendalikan LCD hanya dengan menggunakan 2 pin, yaitu SDA dan SCL (Eriyani, Triyanto, and Nirmala 2018). Adapun bentuk dari *Liquid Cristal Display (I2C)* dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.5 *Liquid Cristal Display*

Pada Gambar 2.6 terdapat suatu piranti yang digunakan pada penelitian ini, LCD digunakan untuk menampilkan pilihan nomor posisi meja, yang akan diantarkan oleh robot pengantar makanan ini.

2.9 *Push Button Switch*

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat atau saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dalam sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Dalam konteks kerja tekan *unlock*, saklar akan berperan sebagai perangkat penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan ketika tombol dilepas,

saklar akan kembali ke kondisi normal. Sebagai perangkat penghubung atau pemutus, push button switch hanya memiliki dua kondisi, yaitu *On* (1) dan *Off* (0). Istilah *On* dan *Off* ini sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti memerlukan kedua kondisi tersebut (Riski 2019). Adapun bentuk dari *Push Button Switch* dapat dilihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut:

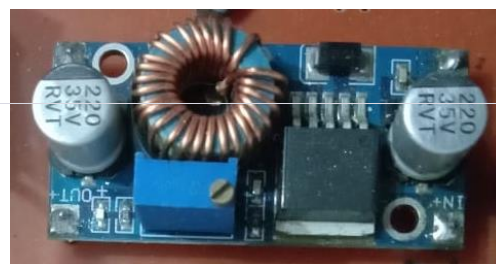


Gambar 2.6 *Push Button Switch*

Pada Gambar 2.7 terdapat suatu piranti yang digunakan pada penelitian ini, *Push Button Switch* digunakan untuk memilih pilihan nomor posisi meja, yang ditampilkan pada LCD, terdapat tombol *START*, tombol *UP* dan *DOWN*, serta tombol *STOP*.

2.10 Modul *Stepdown*

Stepdown adalah suatu sirkuit terintegrasi monolitik yang menyediakan seluruh fungsi aktif yang diperlukan untuk regulasi switching step-down (buck). Sirkuit ini memiliki kemampuan untuk menggerakkan beban hingga 3-A dengan pengaturan saluran dan beban yang sangat baik. Perangkat ini tersedia dalam beberapa pilihan tegangan output tetap, yaitu 3,3V, 5V, 12V, dan juga versi output yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Adapun bentuk dari Modul *Stepdown* dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut:



Gambar 2.7 Modul *Stepdown*

Pada Gambar 2.8 terdapat suatu rangkaian elektronik yang digunakan pada penelitian ini, Modul *Stepdown* digunakan untuk menyuplai semua komponen pada robot pengantar makanan, penulis menggunakan 4 buah modul *Stepdown*, pada rangkaian robot pengantar makanan.

2.11 Modul Voltmeter dan Amperemeter

Alat pengukur tegangan listrik yang disebut voltmeter sering digambarkan dengan simbol V dalam setiap rangkaian listrik. Voltmeter perlu dipasang secara paralel dengan ujung-ujung hambatan yang akan mengukur perbedaan potensialnya. Satuan untuk perbedaan potensial listrik dalam sistem SI adalah volt atau disimbolkan sebagai V. Voltmeter sendiri memiliki resistansi internal, sehingga ketika voltmeter dimasukkan ke dalam rangkaian, ini akan sedikit mengurangi arus listrik yang mengalir melalui hambatan R. Untuk mencapai hasil yang optimal, voltmeter harus memiliki resistansi yang sangat tinggi agar pengurangan arus listrik yang melintasi hambatan R menjadi sangat kecil. Amperemeter, yang digunakan untuk mengukur arus listrik, sering diidentifikasi dengan simbol A pada setiap rangkaian listrik. Satuan untuk arus listrik dalam sistem SI adalah ampere dan disimbolkan sebagai A. Amperemeter harus dihubungkan secara seri dalam rangkaian, sehingga arus listrik yang melintasi hambatan R sama dengan arus listrik yang melewati amperemeter tersebut. Dalam idealnya, amperemeter harus memiliki resistansi yang sangat rendah agar pengurangan arus listrik dalam rangkaian juga menjadi sangat kecil (Manurung and Sinambela 2018). Adapun bentuk dari modul Voltmeter dan Amperemeter dapat dilihat pada Gambar 2.9 sebagai berikut.

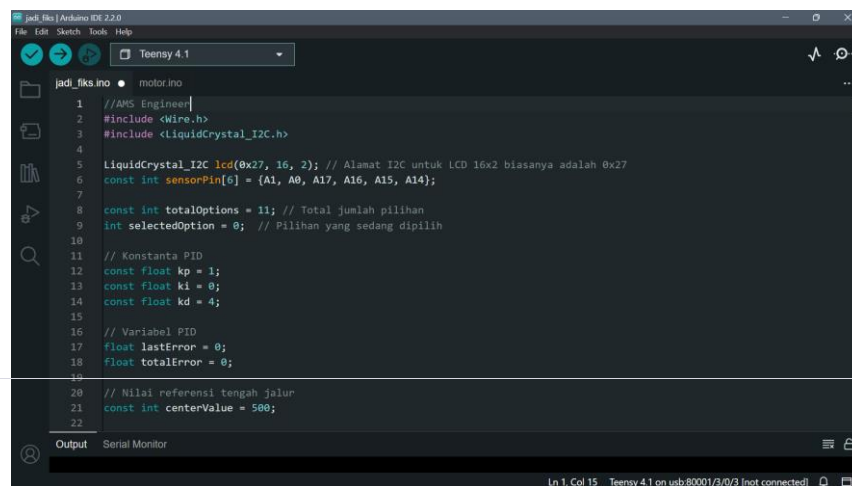


Gambar 2.8 Modul Voltmeter dan Amperemeter

Pada Gambar 2.9 terdapat suatu modul elektronik yang digunakan pada penelitian ini, Modul Voltmeter dan Ampermeter digunakan untuk memonitoring atau menampilkan tegangan dan arus *battery* yang mengalir pada rangkaian robot pengantar makanan.

2.12 Arduino IDE

Sistem perangkat lunak yang dimaksud adalah Arduino IDE. Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis program pada Arduino Uno. Dengan Arduino IDE, program yang telah dibuat dapat di-compile dan di-upload secara langsung ke dalam Arduino Uno. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam perancangan perangkat lunak Arduino Uno adalah bahasa pemrograman C. Tampilan jendela Arduino IDE ketika menulis program terlihat seperti berikut, yang mencakup berbagai elemen seperti menu, baris kode yang dapat diedit, serta panel kontrol yang memungkinkan pengguna untuk mengelola proyek dan mengunggah kode ke board Arduino dengan mudah (Aryani, Dewanto, and Alfiantoro 2019). Adapun tampilan dari Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.10 sebagai berikut.



```

jadi_fiks.ino • motor.ino
1 //AMS Engineer
2 #include <Wire.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C untuk LCD 16x2 biasanya adalah 0x27
6 const int sensorPin[6] = {A1, A0, A17, A16, A15, A14};
7
8 const int totalOptions = 11; // Total jumlah pilihan
9 int selectedOption = 0; // Pilihan yang sedang dipilih
10
11 // Konstanta PID
12 const float kp = 1;
13 const float ki = 0;
14 const float kd = 4;
15
16 // Variabel PID
17 float lastError = 0;
18 float totalError = 0;
19
20 // Nilai referensi tengah jalur
21 const int centerValue = 500;
22
Output Serial Monitor
Ln 1, Col 15 Teensy 4.1 on usb:80001/3/0/3 [not connected]

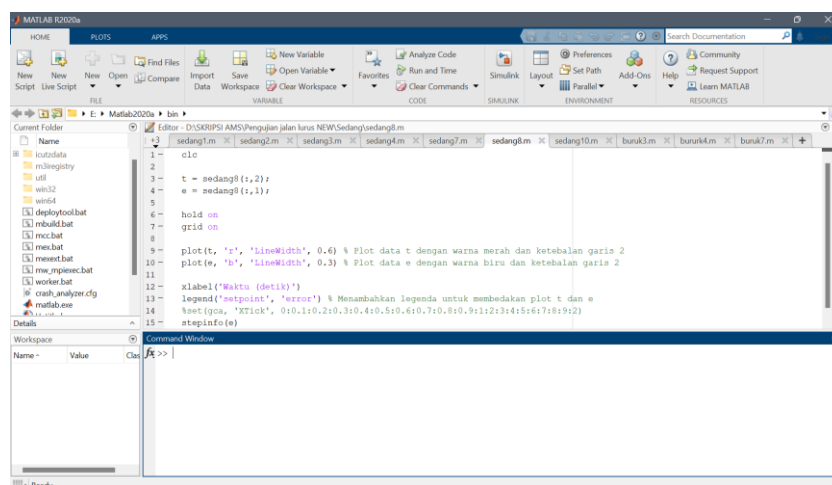
```

Gambar 2.9 Tampilan Arduino IDE

Pada Gambar 2.10 terdapat sebuah software yang digunakan pada penelitian ini, dengan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram mikrokontroller dengan sensor sensor yang digunakan pada robot pengantar makanan menggunakan metode PID.

2.13 Matlab 2020a

MATLAB merupakan sebuah *software* atau aplikasi pada komputer, yang memiliki lingkungan komputasi numerik yang menyediakan alat dan bahasa pemrograman untuk analisis data, pemodelan matematika, simulasi, pemrosesan sinyal, dan pengembangan aplikasi. Ini adalah perangkat lunak yang berorientasi pada matriks, yang memudahkan manipulasi dan analisis data kompleks. Adapun fungsi - fungsi yang terdapat pada MATLAB 2020a, Pemrosesan Data dan Analisis, Pemodelan dan Simulasi, Pemrograman linier (Astutik and Fitriatien 2019). Adapun tampilan awal dari MATLAB 2020a dapat dilihat pada Gambar 2.11 sebagai berikut.



Gambar 2.11 Tampilan MATLAB 2020a

Pada Gambar 2.11 terdapat sebuah software komputer yang digunakan pada penelitian ini, dengan menggunakan MATLAB 2020a untuk plot data yang dihasilkan pada data pengujian menggunakan nilai PID.