

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis, sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis:

1. Penelitian “Perancangan Mesin Cake Dekorator dengan Arduino” Tahun 2015 oleh Ida Bagus Gede Uthara, Angga Rusdinar, Erwin Susanto.

Dalam penelitiannya, penulis membuat Mesin Cake Dekorator dengan Arduino. mesin *cake decorator* ini mampu menghias sebuah kue secara otomatis dengan hiasan sederhana. Mesin ini menggunakan Arduino Uno sebagai kontroler dan motor *stepper* sebagai penggerak mekanika penghiasan. Metode yang digunakan untuk memposisikan *nozzle* penyemprot adonan adalah metode koordinat absolut. Mesin *cake decorator* yang dirancang pada tugas akhir ini menggunakan dua buah motor *stepper* sebagai penggerak *nozzle* pada sumbu koordinat y dan bidang cetak pada sumbu koordinat x.

2. Penelitian “Rancang-Bangun Prototipe Mesin CNC Laser Engraving Dua Sumbu Menggunakan Diode Laser” Tahun 2018 oleh Munadi, Aulia Syukri, Joga Dharma Setiawan, Mochammad Ariyanto.

Dalam penelitiannya, penulis merancang bangun sebuah prototipe mesin CNC laser *engraving* untuk benda kerja akreliek. Rangka mesin menggunakan bahan aluminum *extrusion*, laser menggunakan jenis diode laser, aktuator penggerak sumbu menggunakan motor *stepper*, dan *software* kontrol menggunakan USB CNC *controller* Dengan menggunakan modul diode laser 2,5 watt, panas radiasi yang diterima benda kerja akreliek saat proses *engraving* sebesar $558,8 \times 10$.

3. Penelitian “Perancangan Protipe Penggambar Pola Batik Robot Kartesian 2 DOF Metode Pengurutan Data Koordinat Jarak Euclidean Berbasis Arduino Uno” Tahun 2018 oleh Solichul Huda, Sumardi, Budi Setiyono.

Dalam penelitiannya, penulis merancang algoritma dan program pada MATLAB yang digunakan untuk mengatur gerak prototipe pembatik robot kartesian dengan 2 derajat kebebasan (2 DOF). Data masukan berupa gambar yang kemudian diolah untuk didapatkan urutan koordinat tepinya. Urutan koordinat diproses dan dikirim pada *plant* dengan menggunakan software MATLAB berbasis Graphical User Interface (GUI). Robot Kartesian dengan 2 derajat kebebasan (DOF) dan sebuah pena tulis (*end effector*) yang dipasang pada ujung lengannya untuk menggambar pola batik. Sebuah servo dipasang untuk menggerakkan *end effector*, dan dua buah *stepper* yang terkopel dengan ulir digunakan untuk mengarahkan pena tulis pada koordinat X-Y yang telah tersusun. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data urutan koordinat pada *plant* atau dengan melihat urutan proses penggambaran pada grafik.

4. Penelitian “Automatic Mini CNC Machine for PCB Drawing using Arduino” Tahun 2019 oleh Mahesh Raut, Ganesh Shete, Vipul Shinde, Ashok Suryawanshi.

Dalam penelitiannya, penulis merancang dan mengimplementasikan mesin *Computerized Numerical Control* (CNC) tiga dimensi berbiaya rendah untuk menggambar PCB. Fungsi utama dari mesin CNC ini adalah untuk menggambar tata letak PCB dan dengan menghubungkan PC ke mesin kontrol numerik. Untuk mencapai efektivitas biaya, sistem berbasis mikrokontroler Arduino dan juga mempertahankan akurasi dan keandalan yang diperlukan untuk bentuk yang kompleks. Tulang punggung sistem adalah sistem mekanis cerdas dengan sistem terintegrasi yang memberikan hasil presisi. Bentuk lengkap dari mesin CNC adalah mesin yang dikendalikan numerik komputer. Pergerakan mesin CNC dapat dikontrol dengan instruksi seperti posisi koordinat yang dihasilkan oleh komputer.

5. Penelitian “Design and Development of CNC Writing and Drawing Machine” Tahun 2018 oleh Apoorv Chaudhary, Ankit Mhatre, Anantkumar Sharma, Amey Tiwramkar.

Pada penelitiannya, penulis merancang mesin tulis yang diusulkan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam proyek ini konsep konversi materi tekstual menjadi implementasi G-code. Dengan bantuan *software* Inkscape teks diubah menjadi G-code. Arduino Nano dengan mikrokontroler Atmega 328 digunakan sebagai perangkat kontrol. Mikrokontroler digunakan untuk mengubah G-code menjadi satu set instruksi bahasa mesin yang dikirim ke *driver* motor *plotter* CNC. Mesin CNC mengikuti prinsip dasar yaitu semua motor dapat dikendalikan menggunakan komputer melalui perangkat lunak. Dalam makalahnya, mesin yang telah dikembangkan memiliki tiga buah motor yang meliputi dua buah motor *stepper* yang berfungsi untuk membagi putaran penuh menjadi beberapa langkah yang sama untuk bidang sumbu X-Y dan satu motor servo yang berfungsi sebagai alat presisi sudut untuk mengatur pena. *Driver* motor (A4988) digunakan untuk mengontrol gerakan *stepper*.

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu.

| No. | Penelitian | Persamaan | Perbedaan |
|-----|---|---|---|
| 1. | Ida Bagus Gede Uthara, Angga Rusdinar, Erwin Susanto. 2015. PERANCANGAN MESIN CAKE DEKORATOR DENGAN ARDUINO. | 1. Sebagai dekorator kue. 2. Menggunakan <i>nozzle</i> sebagai penyemprot. | 1. Menggunakan Arduino Uno Atmega 328 sebagai mikokontroller. 2. Menggunakan <i>Motor Stepper</i> sebagai penggerak. |
| 2. | Munadi, Aulia Syukri, Joga Dharma Setiawan, Mochammad Ariyanto. 2018. RANCANG-BANGUN | 1. Memakai poros dua sumbu koordinat sebagai pergerakan robot. | 1. Menggunakan desain mesin CNC. 2. Rancang bangun |

| | | | |
|----|---|--|---|
| | PROTOTIPE MESIN CNC LASER ENGRAVING DUA SUMBU MENGGUNAKAN DIODE LASER. | | alat ialah sebagai <i>laser engraving</i> . |
| 3. | Solichul Huda, Sumardi, Budi Setiyono. 2018. PERANCANGAN PROTIPE PENGAMBAR POLA BATIK ROBOT KARTESIAN 2 DOF METODE PENGURUTAN DATA KOORDINAT JARAK EUCLIDEAN BERBASIS ARDUINO UNO. | 1. Menggunakan desain robot kartesian. 2. Memakai poros dua sumbu koordinat sebagai pergerakan robot. | 1. Menggunakan Arduino Uno Atmega 328 sebagai mikokontroller. 2. Alat dirancang sebagai penggambar pola batik. |
| 4. | Mahesh Raut, Ganesh Shete, Vipul Shinde, Ashok Suryawanshi.2019. AUTOMATIC MINI CNC MACHINE FOR PCB DRAWING USING ARDUINO. | 1. Pergerakan mesin dapat dikontrol dengan instruksi posisi koordinat yang dihasilkan oleh komputer. | 1. Menggunakan desain mesin CNC. 2. Rancang bangun alat berfungsi sebagai penggambar PCB. |
| 5. | Apoorv Chaudhary, Ankit Mhatre, Anantkumar Sharma, Amey Tiwramkar.2018. DESIGN AND DEVELOPMENT OF CNC WRITING AND DRAWING MACHINE | 1. Memakai poros dua sumbu koordinat sebagai pergerakan robot. | 1. Rancang bangun berfungsi sebagai mesin penulis dan penggambar. |

2.2 Lego Mindstorms 51515 Robot Inventor

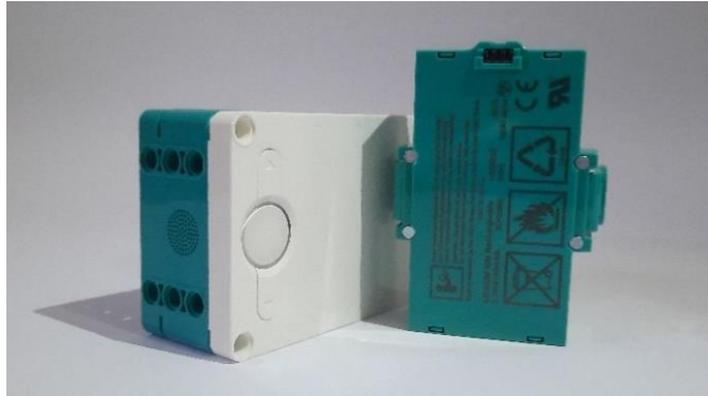
Lego Mindstorms 51515 Robot Inventor adalah *kit* yang dirancang untuk menjadi robot baru di lini produk Mindstorms, terdapat banyak fitur yang serupa dengan versi Spike Prime. Pertama, *Hub*-nya sama, dengan *Hub* yang dapat diisi ulang. *Hub* bekerja dengan aplikasi untuk memungkinkan pemrograman dan pembuatan dengan menggunakan *bluetooth*. Perbedaan *Hub* terdapat pada warnanya saja, Lego Mindstorms 51515 Robot Inventor mempunyai warna *teal* dan Spike Prime berwarna kuning .

2.3 Lego Large Hub

Large Hub adalah unit kontrol yang dapat diprogram pada Robot Inventor. *Large Hub* merupakan tempat dipasangnya motor dan sensor Lego Mindstorms 51515 Robot Inventor. *Large Hub* memiliki antarmuka cahaya dan tombol yang intuitif dan dapat bekerja secara mandiri atau dalam mode *streaming*.

Spesifikasi dari *Large Hub* menurut LEGO Group, yaitu :

1. Ditenagai 100MHz M4 320 KB RAM 1 FLASH *Processor*.
2. 5 X 5 LED *Matrix white display*.
3. *Bluetooth* Classic 4.2.
4. 6 Port *input*: port A, port B, port C, port D, port E, dan port F yang bisa dihubungkan dengan bebas ketika dipasangkan motor maupun sensor.
5. 6 Port *output*: port A, port B, port C, port D, port E, dan port F yang bisa dihubungkan dengan bebas ketika dipasangkan motor maupun sensor.
6. Kompatibel untuk IOS dan Android.
7. Speaker sebagai suara antarmuka.
8. Tiga tombol antarmuka, yaitu :
 1. Tombol tengah : berfungsi sebagai tombol *power Hub*, menjalankan program yang dipilih, dan warna RGB didalam tombol untuk mengkomunikasikan sistem status dapat diprogram.
 2. Tombol kiri/ kanan : sebagai bilah navigasi daripada program *Hub*



Gambar 2.1. *Lego Large Hub.*

2.3.1 Pemrograman Lego Large Hub

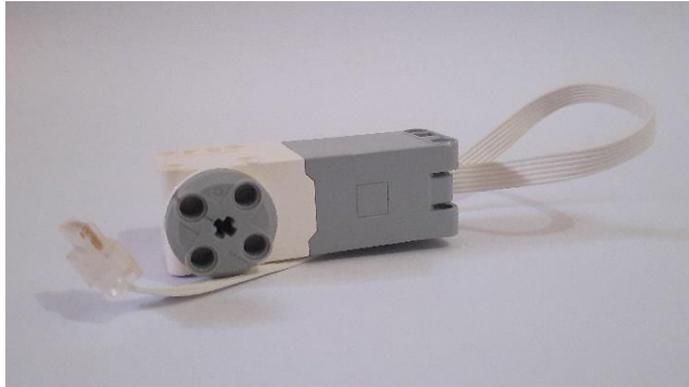
Lego *Large Hub* dapat diprogram memakai Mindstorms Robot Inventor *App* dan kode pemrograman Python. Dalam *Large Hub* sendiri, program yang telah dibuat dapat disimpan didalam *Large Hub* nya, LCD akan menampilkan angka – angka yang telah ditentukan ketika memrogram *Large Hub*.

2.3.2 Komunikasi Lego Large Hub

Lego *Large Hub* memiliki beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer ataupun ponsel pintar. *Large Hub* dapat berfungsi menerjemahkan bentuk komunikasi melalui USB. Lego *Large Hub* juga memiliki koneksi *bluetooth* sebagai komunikasi Lego *Large Hub*.

2.4 Lego Technic Motor Medium

Motor pada Lego Mindstroms 51515 mencakup motor *medium* yang berfungsi untuk menggerakkan bagian robot seperti memutar roda atau menjadi sendi. Satu *Large Hub* bisa dipasang hingga empat buah motor. Motor pada 51515 Mindstroms tidak menggunakan motor DC biasa. Motor DC memiliki keterbatasan dalam hal kemampuan torsi putar, karena motor DC tidak mempunyai umpan balik untuk mengadaptasi beban pada motor DC. Gambar 2.2 menunjukkan *technic* motor *medium* Lego Mindstroms 51515.



Gambar 2.2 Lego *Technic* Motor *Medium*

2.4.1 Karakteristik Lego *Technic* Motor *Medium*

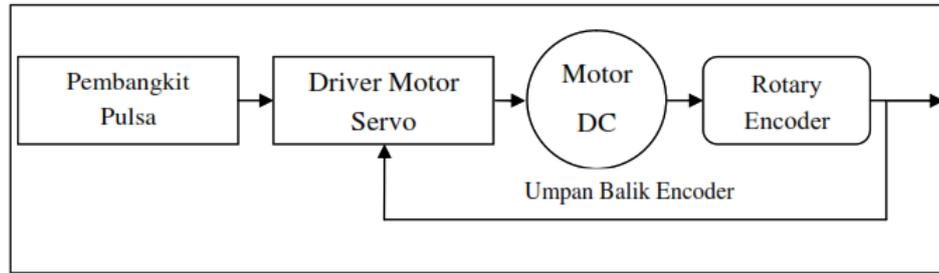
Lego *technic* motor *medium* dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada V_{dd} berkisar antara 5 Volt s.d 9 Volt, dalam pengoperasiannya, motor dapat dilihat:

1. Dengan *output* tegangan minimum : Torsi: 0 Ncm, Kecepatan: 185 RPM +/- 15% Konsumsi Arus: 110mA +/- 15%
2. Dengan *output* tegangan maksimum : Torsi: 3.5 Ncm, Kecepatan: 135 RPM +/- 15% Konsumsi Arus: 110mA +/- 15%

Motor *medium* juga termasuk *built-in* rotasi sensor dengan resolusi satu derajat, tetapi lebih kecil dan lebih ringan. Itu berarti ia mampu merespon lebih cepat. Motor *Medium* dapat diprogram untuk mengaktifkan atau menonaktifkan, mengendalikan tingkat daya, atau untuk menjalankan untuk jumlah waktu tertentu atau rotasi.

2.4.2 Prinsip Kerja Lego *Technic* Motor *Medium*

Pada robot Lego *technic* motor *medium* yang dipakai adalah motor DC servo. Motor servo DC terdiri dari sebuah motor DC, rangkaian penggerak (*driver*) dan *encoder*. Besar sudut pergerakan poros motor servo diatur oleh *encoder* berdasarkan jumlah pulsa yang dikirim (*feedback*) ke rangkaian penggerak (*driver*) motor servo. Prinsip kerja motor servo dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Motor Servo

Melihat pada gambar 2.3 dapat diketahui cara kerja motor servo secara umum. Pembangkit pulsa berfungsi sebagai pemberi pulsa yang akan diberikan ke rangkaian penggerak motor servo. Pulsa yang masuk ke rangkaian penggerak motor servo akan diolah untuk menggerakkan motor DC dengan besar sudut tertentu, pergerakan poros motor DC akan dimonitor oleh *rotary encoder* dan diinformasikan kembali ke rangkaian penggerak motor servo. Informasi umpan balik yang diterima oleh rangkaian penggerak motor servo diolah untuk kembali menggerakkan motor DC.

2.5 Lego Technic Color Sensor (Sensor Warna)

Lego Technic Color Sensor (Sensor Warna) adalah sensor digital yang dapat mendeteksi warna atau intensitas cahaya. Sensor warna 51515 mampu mendeteksi objek dengan delapan macam warna dan objek yang tidak berwarna. Hal ini dapat membedakan antara warna atau hitam-putih atau antara biru, hijau, kuning, merah, putih, hitam, ungu kemerahan cerah, dan biru sedang. Sensor ini dapat digunakan dalam tiga mode warna berbeda:

1. Mode *Colour*, sensor warna yang mengakui delapan warna biru, hijau, kuning, merah, putih, hitam, ungu kemerahan cerah, biru sedang dan tidak berwarna. Kemampuan untuk membedakan antara warna berarti robot kita mungkin diprogram untuk mengurutkan benda berwarna atau blok, berbicara nama-nama warna seperti yang terdeteksi, atau menghentikan tindakan ketika melihat warna merah.

2. Mode Intesitas Cahaya yang dipantulkan, sensor warna mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan kembali dari lampu- memancarkan cahaya merah. Sensor menggunakan skala 0 (sangat gelap) hingga 100 (sangat ringan). Ini berarti robot kita mungkin diprogram untuk bergerak pada permukaan putih sampai garis hitam terdeteksi, atau untuk menafsirkan kartu identitas kode warna.
3. Mode Intensitas Cahaya yang ada disekitarnya, sensor warna mengukur kekuatan cahaya yang masuk dari jendela lingkungannya, seperti sinar matahari atau sinar senter. Sensor menggunakan skala 0 (sangat gelap) hingga 100 (sangat ringan). Ini berarti robot kita mungkin diprogram untuk menonaktifkan *alarm* ketika matahari terbit di pagi hari, atau menghentikan tindakan jika lampu mati.



Gambar 2.4 *Lego Technic Color Sensor*

Tingkat sampel Sensor warna adalah 1 kHz/detik, untuk akurasi terbaik, ketika di *Colour Mode* atau modus tercermin intensitas cahaya, sensor harus dipegang di sudut kanan, tetapi tidak menyentuh permukaan. Dalam menggunakan deteksi warna, ada fungsi utama yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Sensor Warna

Untuk mendapatkan deteksi warna yang optimal, sensor harus diarahkan dalam sudut yang tepat sekitar 1cm ke permukaan. Pembacaan warna yang salah dapat terjadi jika sensor ini diarahkan di sudut lain ke permukaan atau jika digunakan dalam cahaya terang.

2. Sensor Cahaya

Sensor dapat digunakan untuk mengambil pembacaan intensitas cahaya tunggal. Ini berfungsi sebagai sensor cahaya diatur ke warna merah. Dengan menggunakan warna terang (hijau atau biru) dapat memberikan hasil yang berbeda. Sensor ini dapat digunakan untuk membaca intensitas cahaya dari lingkungan atau pantulan cahaya. Salah satu dari tiga warna bisa bersinar ketika membaca cahaya yang dipantulkan.

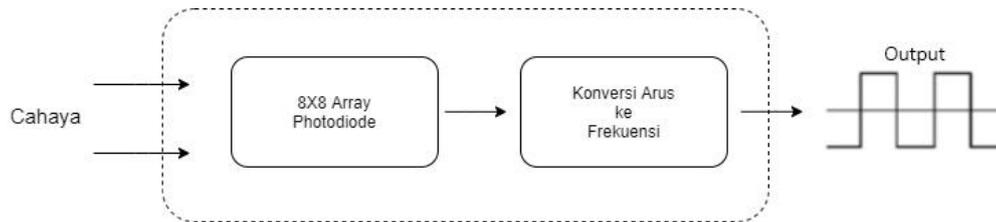
3. Lampu Warna

Kita dapat menggunakan sensor sebagai lampu warna untuk mengontrol warna keluaran individu (merah, biru, atau hijau) dan menambahkan kepribadian untuk robot.

2.5.1 Prinsip Kerja Lego *Technic Color Sensor* (Sensor Warna)

Rangkaian sensor warna menggunakan photodiode yang dipasangkan masing-masing dengan LED berwarna, prinsip kerjanya yaitu setiap LED akan memancarkan cahaya dimana cahaya tersebut akan dipantulkan oleh objek atau benda di depannya, besarnya intensitas cahaya setiap warna LED yang dipantulkan oleh objek tersebut akan berbeda-beda tergantung dengan warna objek tersebut.

Bila objek berwarna merah maka intensitas cahaya LED merah yang akan paling banyak dipantulkan dibandingkan intensitas cahaya LED hijau ataupun biru, sehingga photodiode yang berdekatan dengan LED merah akan mendapat intensitas cahaya paling terang menyebabkan resistansi photodiode berkurang sehingga drop tegangan di photodiode di LED merah paling kecil, begitupun warna-warna lainnya. Dengan mengetahui perbandingan drop tegangan pada masing-masing photodiode maka dapat ditentukan warna objek yang didekatkan di depan sensor. Prinsip kerja sensor warna dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Prinsip Kerja Sensor Warna

2.6 Lego Technic Distance Sensor (Sensor Jarak)

Sensor jarak adalah sensor digital yang dapat mendeteksi jarak suatu objek atau permukaan dengan menggunakan teknologi ultrasonik. Dengan terdapat tambahan cahaya lampu yang berada di sekitar “mata” sensor, yang terbagi atas empat bagian yang dapat diaktifkan secara terpisah. Bagian belakang sensor dapat dilepas dan digunakan sebagai “*break-out*” untuk mengakses ke *platform* LPF2.



Gambar 2.6 Lego Technic Distance Sensor

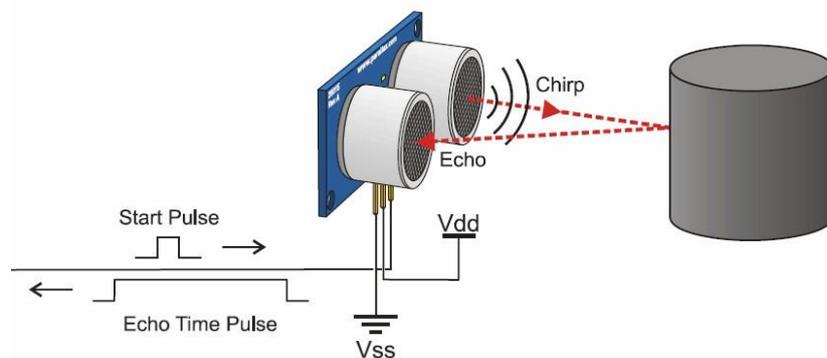
2.6.1 Prinsip Kerja Lego Technic Distance Sensor (Sensor Jarak)

Frekuensi kerja Lego Technic Distance Sensor merupakan prinsip kerja dari sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40kHz - 400kHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelektrik* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar.

Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40kHz – 400kHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelektrik* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelektrik*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima.

Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelektrik* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jarak objek yang dideteksi serta kualitas dari unit sensor pemancar dan unit sensor penerima.

Untuk lebih jelasnya tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

2.7. Komponen Tambahan

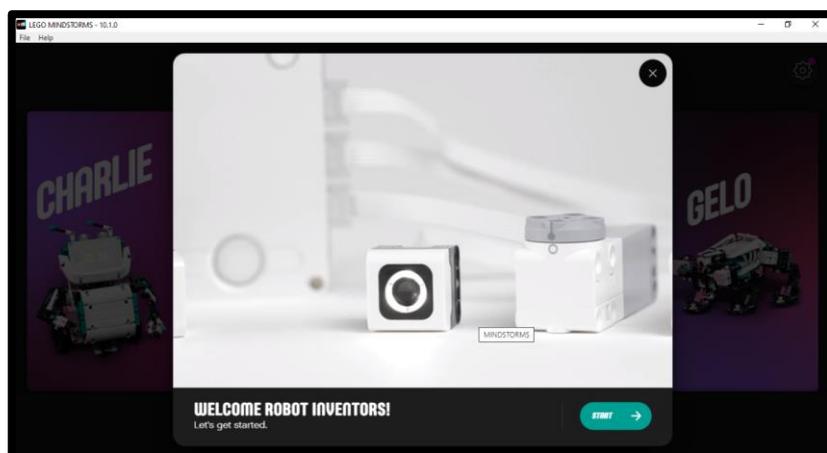
Selain komponen utama, ada juga komponen tambahan untuk membuat Robot Lego Mindstorms 51515. Komponen-komponen yang terdapat di Robot Lego Mindstorms 51515 secara lengkap, dapat dilihat pada Gambar 2.8.



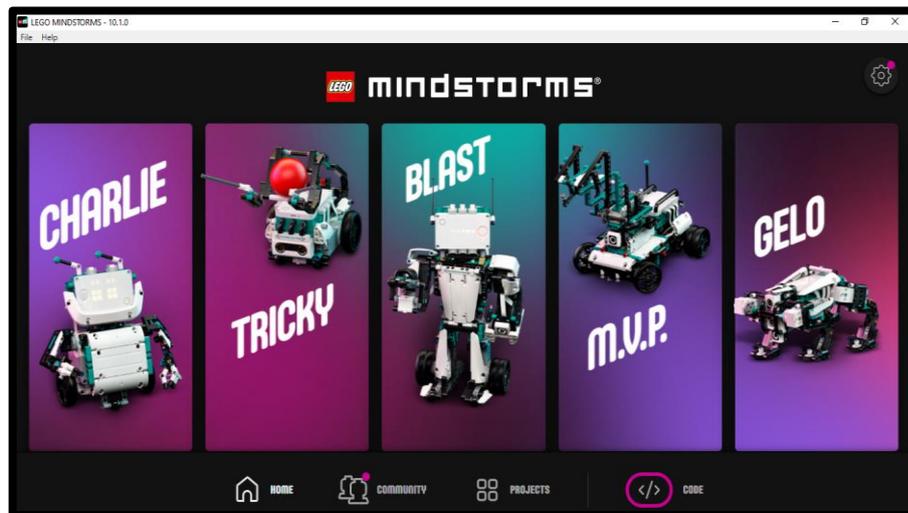
Gambar 2.8 Komponen Tambahan Lego Mindstorms 51515
Robot Inventor.

2.8. Mindstorms Robot Inventor App

Software ini digunakan untuk membuat program untuk Robot Lego Mindstorms 51515, dan terdapat dua cara yang dapat dilakukan yaitu menggunakan *word blocks* atau menggunakan Python. Saat memilih *metode word blocks* maka saat membuat program akan menggunakan teknik *drag-and-drop*, dan untuk Python maka saat membuat program akan menggunakan bahasa pemrograman Python. Dalam program Lego Mindstorms 51515 Robot Inventor, pada layar ditampilkan di waktu *startup* disebut *home* seperti pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.

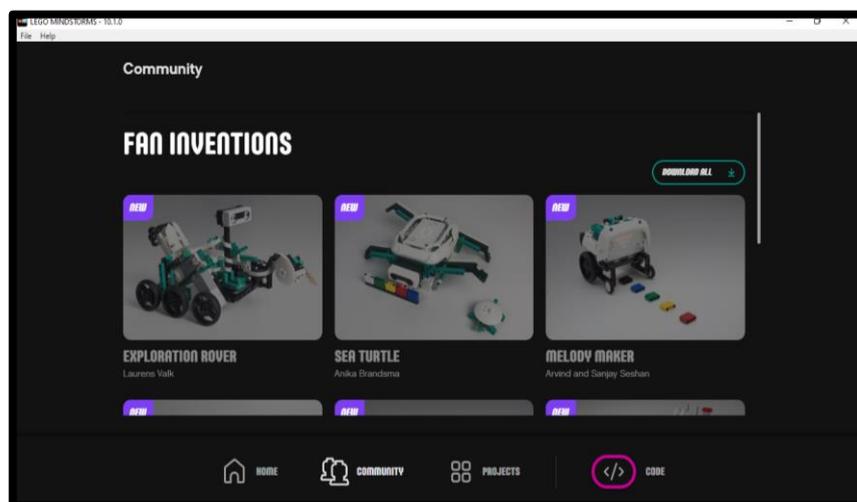


Gambar 2.9 Tampilan Awal Aplikasi Lego Mindstorms Robot Inventor.



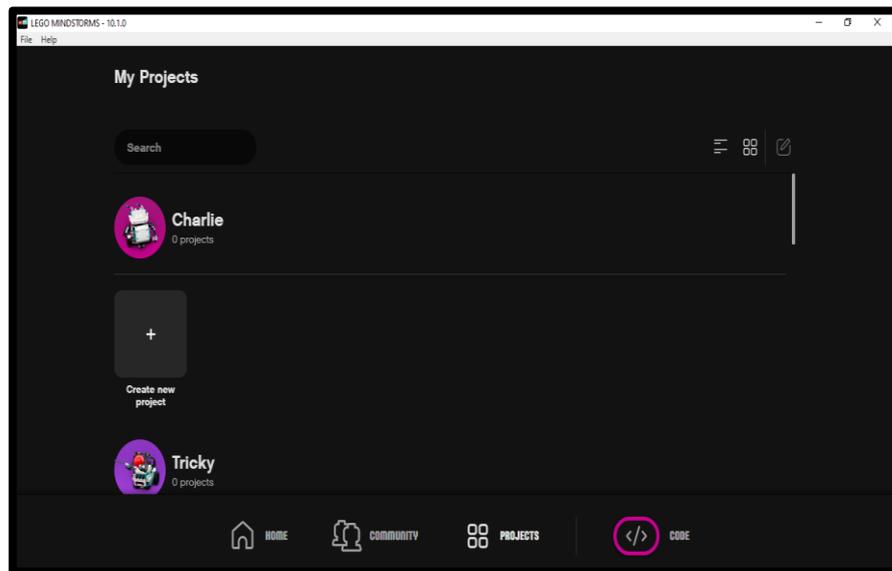
Gambar 2.10 Lego Mindstorms Robot Inventor.

Pada halaman awal, terdapat menu home yang berfungsi sebagai awalan saat kita membuka aplikasi Lego Mindstorms Robot Inventor, *community* yang berfungsi untuk memperlihatkan beberapa hasil robot lego karya orang – orang, Tampilannya terdapat pada Gambar 2.11.

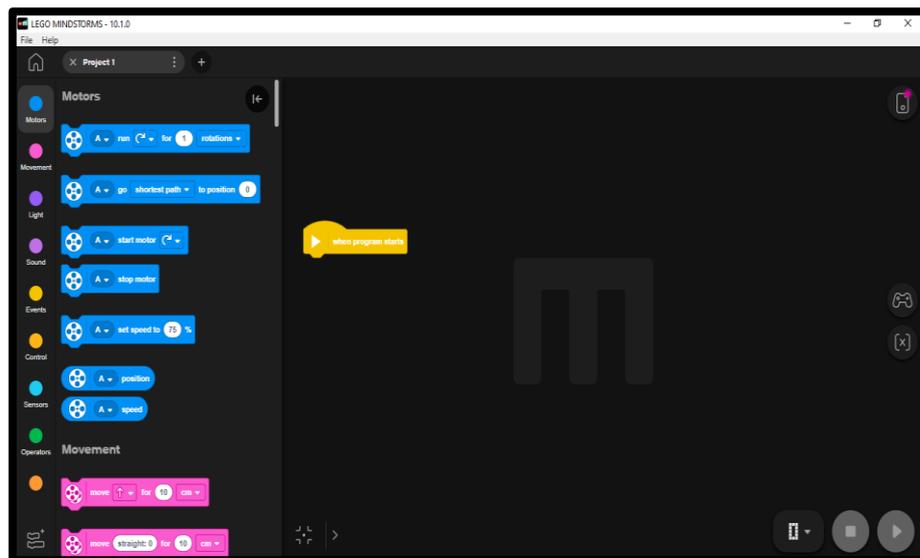


Gambar 2.11 Tampilan *Menu Community* Lego Mindstorms Robot Inventor.

Lalu ada project dimana tempat kita akan membuat program dengan menggunakan blok pemrograman. Tampilan project serta lembar project terdapat pada Gambar 2.12 dan Gambar 2.13.



Gambar 2.12 Tampilan Menu *Project* Lego Mindstorms Robot Inventor



Gambar 2.13 Tampilan Lembar *Project* Lego Mindstorms Robot Inventor

2.9 Bahasa Pemrograman Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna. Tidak seperti bahasa lain yang susah untuk dibaca dan dipahami, Python lebih menekankan pada keterbacaan kode agar lebih mudah untuk memahami sintaks. Dengan kode yang simpel dan mudah diimplementasikan, seorang programmer dapat lebih

mengutamakan pengembangan aplikasi yang dibuat, bukan malah sibuk mencari *syntax error*.

Python dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di CWI, Amsterdam sebagai kelanjutan dari bahasa pemrograman ABC. Sampai saat ini Python masih dikembangkan oleh Python Software Foundation. Bahasa Python mendukung hampir semua sistem operasi, bahkan untuk sistem operasi *Linux*.

Untuk menjalankannya tuliskan python pada konsole Linux pengguna.

```
$ python
```

Apabila Python telah terinstalasi, maka pengguna akan mendapatkan tampilan:

```
Python 2.4.3 (#1, May 24 20017, 13:47:28)
[GCC 4.1.2 20070626 (Red Hat 4.1.2-14)] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

Tanda >>> tersebut menandakan bahwa *interpreter* Python telah siap menerima perintah pengguna. Kita dapat langsung mengetikkan ekspresi Python pada prompt >>> yang telah tersedia. Ekspresi Python dapat berupa ekspresi sederhana berupa assignment hingga perintah yang lebih kompleks seperti deklarasi fungsi maupun class.

```
1 from mindstorms import MSHub, Motor, MotorPair, ColorSensor, DistanceSensor, App
2 from mindstorms.control import wait_for_seconds, wait_until, Timer
3 from mindstorms.operator import greater_than, greater_than_or_equal_to, less_than, less_than_or_equal_to, equal_to, not_equal_to
4 import math
5
6
7 # Create your objects here.
8 hub = MSHub()
9
10
11 # Write your program here.
12 hub.speaker.beep()
```

Gambar 2.14 *Syntax* Bahasa Python

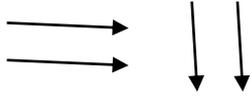
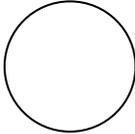
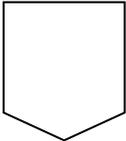
2.10 Flowchart

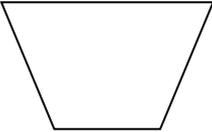
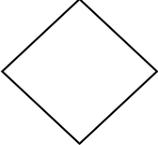
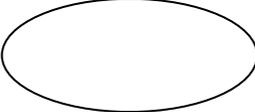
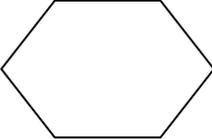
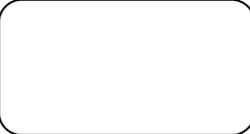
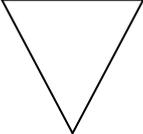
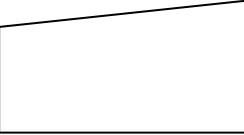
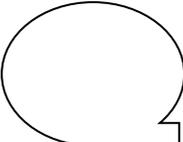
Flowchart atau diagram alir merupakan *chart* (bagan) yang menunjukkan hasil (*flow*) dalam program atau prosedur sistem secara logika. Digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi. Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut. Simbol-simbol yang di pakai dalam *flowchart* dibagi menjadi 3 kelompok:

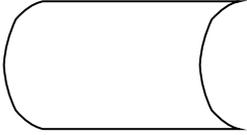
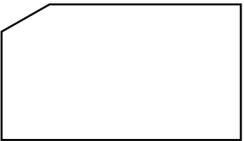
1. *Flow direction symbol*. Digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain. Disebut juga *connecting line*.
2. *Processing symbols*. Menunjukkan jenis operasi pengolahan dalam suatu proses/prosedur.
3. *Input/Output symbol*. Menampilkan jenis peralatan yang digunakan sebagai media *input* atau *output*.

Berikut dibawah ini adalah simbol-simbol yang digunakan dalam *flowchart* disertai dengan keterangan fungsinya :

Tabel 2.2 Tabel *Flow Symbol*

| NO | SIMBOL | KETERANGAN |
|----|---|---|
| 1 |  | Simbol arus/ <i>flow</i> , berfungsi untuk menyatakan jalannya arus suatu proses |
| 2 |  | Simbol <i>connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama |
| 3 |  | Simbol <i>offline connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda |
| 4 |  | Simbol <i>process</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer |

| | | |
|----|---|--|
| 5 |  | Simbol <i>manual</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer |
| 6 |  | Simbol <i>decision</i> , berfungsi untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya/tidak |
| 7 |  | Simbol <i>teminal</i> , berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program |
| 8 |  | Simbol <i>predefined process</i> , berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal |
| 9 |  | Simbol <i>keying operation</i> , berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i> |
| 10 |  | Simbol <i>offline-storage</i> , berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu |
| 11 |  | Simbol <i>manual input</i> , berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i> |
| 12 |  | Simbol <i>input/output</i> , berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya |
| 13 |  | Simbol <i>magnetic tape</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetis |

| | | |
|----|---|--|
| 14 |  | Simbol <i>disk storage</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i> |
| 15 |  | Simbol <i>document</i> , berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui <i>printer</i>) |
| 16 |  | Simbol <i>punched card</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu |