

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

##### **2.1.1 Penelitian “Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line***

***Follower*” oleh Daisy A.N Janis, David Pang, dan J.O. Wuwung**

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16 sebagai otak pengendali robot, menggunakan 4 pasang led dan *photodiode*, 2 buah motor DC, 2 buah driver relay untuk mengendalikan motor DC untuk peletakan makanan, dan modul ISD17240 untuk menghasilkan suara. Menggunakan perangkat lunak *C Code vision AVR* untuk memasukan program kedalam ATMEGA 16. Dari hasil pengujian yang dilakukan peneliti dapat diambil kesimpulan bahwa robot dengan menggunakan ATMEGA16 dengan bahasa pemrograman *C Code vision AVR* dapat dipergunakan sebagai pengontrol robot pengantar makanan *line follower*. Dengan melakukan perancangan robot yang dapat bergerak menuju 2 arah tujuan yaitu lurus untuk meja 1 dan belok kiri untuk meja 2 dengan menggunakan 2 *pushbutton* untuk masing-masing meja. Kepekaan sensor proximity dan pengatuh cahaya dari luar sangat mempengaruhi gerak robot dalam membaca garis hitam pada lintasan.

##### **2.1.2 Penelitian “Perancangan Robot Pemindah Barang Berbasis *Line Follower*” oleh Sudimanto dan Kevin**

Pada penelitian ini peneliti menggunakan Arduino UNO sebagai otak untuk mengendalikan robot, sensor LDR(*Light Dependent Resistor*) untuk sensor yang mendeteksi muatan barang, sensor *photodiode* untuk mendeteksi garis, menggunakan 1 buah motor servo untuk menaikkan dan menurunkan *fork* yang akan mengangkat barang, 2 buah motor DC. Perangkat lunak C sebagai program yang digunakan untuk memasukan program kedalam Arduino UNO. Kesimpulan yang didapat dari perancangan robot ini dapat memindahkan barang secara terus menerus tanpa henti meskipun tempat penyimpanan barang telah terisi penuh. Ketika robot melakukan pemindahan barang, terkadang putaran awal motor terlalu besar dan

mengakibatkan robot bergerak terlalu cepat, berbelok terlalu tajam yang membuat muatan pada robot menjadi tidak stabil.

### 2.1.3 Penelitian “Perancangan Robot *Line Follower* Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16” oleh Agus Wibowo, Hamdani, dan Zainal Arifin

Pada penelitian ini robot menggunakan *phototransistor* sebagai sensor pendeteksi cahaya yang dipasang pada bagian bawah, menggunakan ATMEGA 16 sebagai otak robot, 2 buah motor DC , 1 motor servo beserta baling-baling. Menggunakan perangkat lunak C *Code vision AVR* untuk memasukan program kedalam ATMEGA 16. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa robot akan bergerak mengikuti jalur garis hitam, setelah mencapai titik akhir sebuah kipas akan berputar memadamkan api lilin.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

No.	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Daisy A.N Janis, David Pang dan J.O. Wuwung. 2014. <i>Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line Follower.</i>	1) Menggunakan sensor Warna untuk mendeteksi jalur atau garis. 2) Mengikuti jalur atau garis untuk sampai ketujuan yang telah ditentukan.	1) Mikrokontroler menggunakan ATMEGA 16. 2) Robot menggunakan 4 buah sensor warna. 3) Robot hanya bergerak menuju 2 arah.

2.	Sudimanto dan Kevin. 2020. <i>Perancangan Robot Pindah Barang Berbasis Line Follower.</i>	1) Fungsi robot sebagai robot pengangkut dan mengantar. 2) Mengikuti Jalur atau garis agar sampai ketujuan yang telah ditentukan.	1) Robot Menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. 2) Robot menggunakan <i>fork</i> untuk mengangkut dan mengantar.
3.	Agus Wibowo, Hamdani, Zainal Arifin. 2014. <i>Perancangan Robot Line Follower Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16.</i>	1) Menggunakan Sensor Cahaya untuk mendeteksi Jalur atau garis. 2) Robot mengikuti jalur atau garis untuk sampai ketujuan yang telah ditentukan.	1) Mikrokontroler menggunakan ATMEGA 16. 2) Fungsi robot sebagai robot pemadam api.

## 2.2 Robot

Perkembangan zaman yang sudah sangat maju membuat robot ikut berkembang pesat, sehingga banyak industri yang menggunakan tenaga robot dibanding tenaga manusia. Dapat kita ketahui robot adalah mesin yang diprogram komputer untuk melakukan pekerjaan secara otomatis baik itu pekerjaan sederhana maupun pekerjaan yang kompleks bahkan sampai pekerjaan ekstrim sekalipun.



**Gambar 2.1** Gambar Robot Pertama di Dunia Diciptakan Oleh Al Jazira

Berasal dari kata “robota” diambil dari bahasa Ceko yang ditemukan pada salah satu nama naskah drama teater buatan Karel Čapek pada tahun 1920 yang berjudul *Rossum's Universal Robots*. Robota yang artinya pekerja atau kuli yang bekerja tanpa kenal lelah. Sedangkan dalam KBBI robot adalah alat berupa orang-orangan yang dapat bergerak (berbuat seperti manusia) yang dikendalikan oleh mesin.

### 2.3 Line Follower

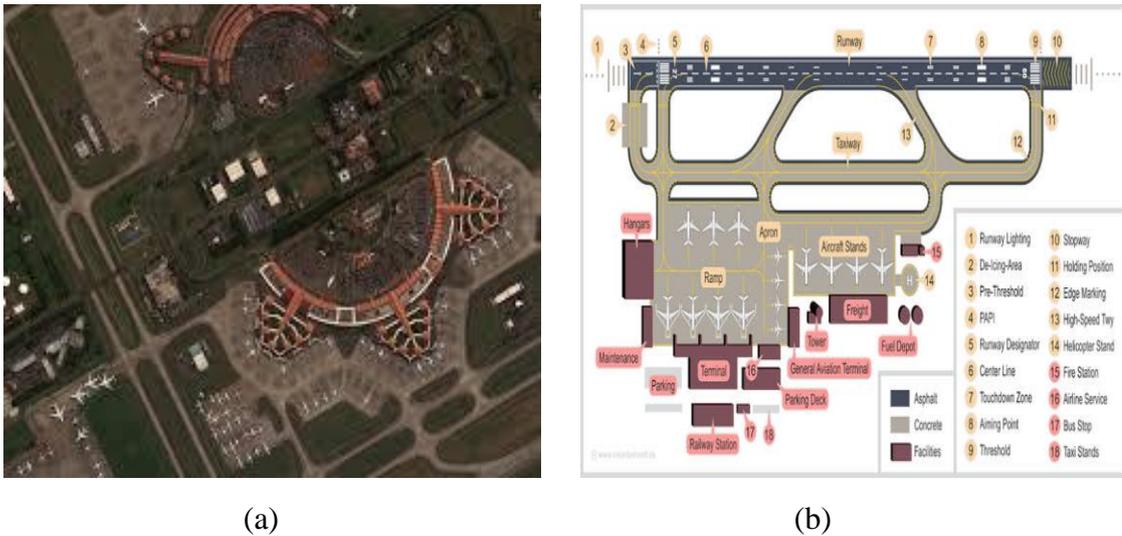
*Line follower* adalah salah satu jenis robot yang berfungsi sebagai robot yang dapat mengikuti garis atau jalur. Rangkaian elektronik robot *Line Follower* sendiri terdiri dari pengedali utama (*Main controller*), rangkaian sensor, rangkaian driver, dan juga program robot *Line follower*. Robot ini telah banyak dipakai di industri sebagai robot pengangkut barang atau pemindah barang.



**Gambar 2.2** Robot Intellicart – *Towing AGV(Automatic Guided Vehicles)*

## 2.4 Bandar Udara

Definisi bandara menurut PT(Persero) Angkasa Pura adalah “Lapangan udara termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat. Sedangkan secara yuridis, bandar udara adalah kawasan di daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkat muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. Terdapat 2 sisi pada bandara yaitu sisi udara(*Air Side*) dan sisi darat(*Land Side*), pada bagian sisi udara terdapat *Runway*, *Apron*, *Air Traffic Controller*, *Air Rescue Service*, *Fuel Service* dan pada sisi darat terdapat Terminal bandar udara, *Curb*, Parkir kendaraan.



**Gambar 2.3** (a) Bandara Internasional Soekarno-Hatta (b) Ilustrasi letak bangunan di bandara.

#### 2.4.1 Apron

*Apron* adalah suatu area di bandara yang bertujuan untuk mengakomodasi pesawat untuk menaik-turunkan penumpang, barang *cargo*, mengisi bahan bakar, parkir dan perawatan pesawat (Sartono, dkk, 2016). Parkir pesawat (*Apron*) terhubung langsung dengan bangunan terminal dan juga dihubungkan dengan jalan rayap (*taxiway*) yang menuju ke *Runway*. Kapasitas *Apron* tiap bandara dalam menampung pesawat berbeda-beda contoh nya bandara Soekarno-Hatta menyediakan 270 *Parking Stand* dan Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali menyediakan kapasitas parkir pesawat berjumlah 57 *Parking Stand*.



**Gambar 2.4** Apron Bandara Internasional Soekarno-Hatta

### 2.4.2 Runway

Landasan pacu(*Runway*) adalah area dimana pesawat melakukan lepas landas dan pendaratan. Panjang *Runway* menentukan ukura bandara dan juga mempengaruhi penentuan tipe pesawat yang dapat dilayani.Landasan pacu(*Runway*) harus cukup panjang sehingga pesawat dapat *take off* dan *landing* secara aman. *Runway* harus mengakomodasi berbagai tipe pesawat, persyaratan operasi, dan kemampuan pilot (Sartono, dkk, 2016).



**Gambar 2.5** Runway

### 2.5 Lego

*The Lego Group* bergabung dengan dunia mainan plastik pada tahun 1947, dimana itu menjadi perusahaan pertama di Denmark yang memiliki *Injection moulding machine*. Perusahaan menghabiskan 2 tahun membuat desain dan mencetak dan pada tahun 1949 merilis mainan plastik pertama mereka (Herman, 2012). Produk andalan perusahaan, Lego, terdiri dari berbagai batu bata plastik saling warna yang menyertai berbagai roda gigi, patung-patung yang disebut *minifigures*, dan berbagai bagian lainnya. Potongan lego dapat dirakit dan dihubungkan dengan banyak cara untuk membangun objek, termasuk kendaraan, bangunan, dan robot yang berfungsi. Apa pun yang dibangun dapat dipisahkan lagi, dan potongan-potongan itu digunakan kembali untuk membuat hal-hal baru. Potongan lego dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Bata Lego Klasik

## 2.6 Lego Mindstorms Ev3

Lego Mindstorms Ev3 adalah generasi ketiga dari Mindstorms, menggantikan NXT 2.0. versi ini mempunyai prosesor yang lebih pintar, sensor baru, dan banyak cinta (Karch, 2014).

Perubahan terbesar dari NXT untuk seri Ev3 adalah perbaikan teknologi *brick* yang dapat diprogram, prosesor utama dari NXT merupakan *mikrokontroler* ARM7, sedangkan Ev3 memiliki prosesor ARM9. Ev3 memiliki sebuah konektor *USB* dan *slot Micro SD*, dimana dilengkapi pemrograman perangkat lunak atau opsional *lab view* untuk Lego Mindstorms. Paket Lego Mindstorms Ev3 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Lego Mindstorms Ev3 45544

**Tabel 2.2** Perbandingan Ev3, NXT dan RCX

Generasi Produk Lego	Ev3	NXT	RCX
Tahun Keluaran	2013	2006	1998
Tampilan <i>Brick</i>	178 x 128 pixel <i>Monochrome LCD</i>	100 x 64 pixel <i>Monochrome LCD</i>	<i>Segmented</i> <i>Monochrome LCD</i>
Prosesor Utama	TI Sitara AM1808 (ARM926EJ-S <i>core</i> ) @300 MHz	AtmelAT91SAM7S256 (ARM7TDMI <i>core</i> ) @48 MHz	HitachiH8/300@16 MHz
Memori	64 MB RAM 16 MB Flash microSDHC Slot	64 KB RAM 256 KB Flash	32 KB RAM 16 KB ROM
<i>USB Host Port</i>	✓	✗	✗
<i>WiFi</i>	Dongle opsional melalui port USB	✗	✗
<i>Bluetooth</i>	✓	✓	✗
Terhubung ke perangkat <i>Apple</i>	✓	✗	✗

✓ = Ada      ✗ = Tidak Ada

Dalam paket LEGO Mindstorms EV3 45544 terdapat:

1. 1 buah *EV3 Brick*
2. 2 buah *Large Motor*
3. 1 buah *Medium Motor*
4. 2 buah *Touch Sensor*
5. 1 buah *Ultrasonic Sensor*
6. 1 buah *Color Sensor*
7. 1 buah *Gyro Sensor*
8. 7 buah Kabel konektor

9. 540+ brick yang terdiri dari *beams*, *axles*, *gears* and *connectors*

Semua paket tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.8.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

(h)

**Gambar 2.8** Isi Paket LEGO Mindstorms EV3 45544 (a) *Ev3 Brick*, (b) *Large Motor*, (c) *Medium Motor*, (d) *Touch Sensor*, (e) *Ultrasonic Sensor*, (f) *Color Sensor*, (g) *Gyro Sensor*, (h) *Kabel Konektor*

## 2.7 Komponen Lego Mindstorms Ev3

Ada beberapa jenis Lego Mindstroms Ev3 yang beredar dipasaran yaitu :

- Lego Mindstorms Ev3 *Retail Kit* (Diperuntukan untuk hobi dan perorangan).
- Lego Mindstorms *Education Ev3 Core Set* (Diperuntukan untuk kebutuhan lembaga pendidikan).

*Core set* hadir dengan beberapa potongan lego serta *Ev3 Brick* dan semua sensor dan motor. *Expansion set* hadir dengan lebih banyak potongan lego (Rollins, 2014). Paket *standard* dari robot Lego Mindstroms Ev3 memiliki beberapa komponen, antara lain:

### 2.7.1 Ev3 Brick

Perhatikan *Ev3 Brick* mempunyai label *plugs* 1-4 di satu sisi dan A-D di sisi lainnya. Disinilah tempat kabel menuju sensor dan motor (Karch, 2014). Program yang sudah dibuat dapat di *upload* ke *Ev3 Brick* untuk di *compile*. *Brick* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9** Ev3 Brick

#### Spesifikasi Ev3 Brick

- ARM main microprocessor @300 MHz (16 MB flash memory, 64 MB RAM ditambah slot ekspansi microSD hingga 32 GB).
- LCD display 172 x 128 pixel
- Bluetooth V2.1
- Satu port USB 2.0 interface memungkinkan untuk konektivitas WiFi.
- Empat port input: port 1, port 2, port 3, dan port 4 yang menghubungkan hingga 4 sensor pada saat yang sama termasuk sensor NXT.
- Empat port output : port A, port B, port C, dan port D yang menghubungkan hingga 4 motor.
- Speaker terintegrasi untuk mengeluarkan output suara.
- Tiga tombol : kembali, pusat, navigasi (kiri, kanan, atas, bawah).
- Kompatibel untuk iOS dan Android

Penggunaan dua processor membuat Lego Mindstorms Ev3 dapat menjalankan lebih dari satu Thread pada program. Hal ini disebabkan oleh adanya 2 (dua) processor yang mengerjakan fungsi yang berbeda pada saat bersamaan. Mikrokontroler ARM9 berfungsi sebagai master controller yang fungsi utamanya mengatur jalur komunikasi. Fungsi dari mikrokontroler (PMW) untuk mengendalikan empat motor, serta Analog to Digital Converter (ADC) dari terminal masukan. Tampilan pada layar LCD brick dapat dilihat pada Gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Ev3 Tampilan Layar *Brick*

*Brick Status* adalah cahaya yang mengelilingi Tombol *Brick* yang memberitahu Anda status saat ini dari Ev3 *Brick*. Cahaya ini dapat menjadi hijau, oranye, atau merah, dan dapat berkedip. Status batas kode Cahaya adalah sebagai berikut:

- *Red = Startup, Updating, Shutdown*
- *Red pulsing = Busy*
- *Orange = Alert, Ready*
- *Orange pulsing = Alert, Running*
- *Green = Ready*
- *Green pulsing = Running program*

Dapat juga memprogram status cahaya *brick* untuk menunjukkan warna yang berbeda dan pulsa ketika kondisi yang berbeda terpenuhi. Untuk bagian-bagian yang terdapat pada sisi Ev3 *brick* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.11** Ev3 *Brick* Bagian Atas

Pada bagian *port* PC terdapat mini-USB yang terletak disebelah *port* D, digunakan untuk menghubungkan *Ev3 Brick* ke Komputer. *Port* A, B, C, dan D sebagai *port output* yang digunakan untuk menghubungkan motor ke *Ev3 Brick*. *Brick* bagian atas bisa dilihat pada Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** *Ev3 Brick* Bagian Bawah

Untuk bagian bawah *Ev3 Brick* terdapat *port* 1, 2, 3 dan 4 sebagai *port input* yang digunakan untuk menghubungkan sensor dengan *Ev3 Brick*. Tampilan pada sisi *Brick* bagian bawah dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13** *Ev3 Brick* Bagian Kanan

Bagian sebelah kanan *Ev3 Brick* terdapat Speaker yang berfungsi sebagai *output* suara yang digunakan dalam pemrograman robot. Tampilan *Brick* bagian sebelah kanan dapat dilihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.14** *Ev3 Brick* Bagian Kiri

Pada bagian *port USB Host* dapat digunakan untuk menambahkan *USB Wi-Fi dongle* untuk menghubungkan ke jaringan nirkabel, atau untuk menghubungkan dua hingga empat *Ev3 Bricks* secara bersamaan. *Port SD Card* untuk meningkatkan memori yang sudah tersedia pada *Ev3 Brick* dengan *SD Card* (Maksimum 32 GB). *Brick* bagian kiri dapat dilihat pada Gambar 2.14.

*Brick* dapat kita ibaratkan seperti CPU pada komputer, yang berfungsi untuk mengolah data. *Brick* berfungsi untuk mengendalikan jalannya robot sesuai dengan program yang kita buat. Pada pembuatan program dengan *Ev3* kita dapat melakukan dengan 2 cara :

- Membuat program secara langsung pada *Ev3 Brick*.
- Membuat program melalui komputer, selanjutnya kita *upload* ke *Ev3 Brick*.

Untuk program-program yang sederhana kita dapat membuatnya secara langsung pada *Ev3 Brick*, sedangkan untuk program-program yang kompleks dan rumit kita dapat membuatnya di komputer terlebih dahulu.

### 2.7.2 Sensor Ultrasonic

Komponen penting ini berbentuk seperti sepasang mata, dan bekerja seperti “pengelihatan” kelelawar. Kelelawar mengirimkan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang mana reflek atau gema dari objek (Rollins, 2014). Gelombang yang dipancarkan oleh *ultrasonic* memiliki frekuensi lebih dari 20 KHz. Bentuk sensor *ultrasonic* pada Lego Mindstorms EV3 berbentuk seperti mata. Mata sebelah kanan berfungsi sebagai pemancar gelombang (*transmitter*) dan mata sebelah kiri sebagai penerima gelombang (*receiver*). Tampilan Sensor *Ultrasonic* dapat dilihat pada Gambar 2.15.



**Gambar 2.15** Sensor *Ultrasonic*

### 2.7.3 Sensor Warna (*Colour Sensor*)

Sensor warna dapat mendeteksi warna atau intensitas cahaya. Sensor warna memiliki tiga mode berbeda: warna, intensitas cahaya yang dipantulkan, dan intensitas cahaya sekitar (John, 2018). Tampilan Sensor Warna dapat dilihat pada Gambar 2.16.

- **Warna** - Dalam mode ini, sensor warna dapat membedakan hingga tujuh warna berbeda: hitam, biru, hijau, kuning, merah, putih, dan coklat. Setiap warna juga diwakili oleh nilai.
- **Intensitas cahaya yang dipantulkan** - Dalam mode ini, sensor warna memancarkan lampu merah dan mengukur jumlah yang dipantulkan kembali ke dirinya sendiri dari permukaan yang di uji. Intensitas cahaya diukur sebagai persentase dari 0 hingga 100, dengan 0 menjadi sangat gelap, dan 100 menjadi sangat terang.
- **Intansitas cahaya sekitar** - Dalam mode ini, sensor warna mengukur jumlah cahaya di lingkungannya, tanpa menghasilkan sumber cahayanya sendiri. Intensitas cahaya sekitar diukur sebagai persentase dari 0 hingga 100, dengan 0 menjadi sangat gelap, dan 100 menjadi sangat cerah.



**Gambar 2.16** Sensor Warna

**Tabel 2.3** Data Warna dan Cahaya

Data	Tipe	Range	Catatan
Warna	Numerik	0-7	Dipakai dalam mode warna : 0 = Tidak ada Warna 1 = Hitam 2 = Biru 3 = Hijau 4 = Kuning 5 = Merah 6 = Putih 7 = Coklat
Cahaya	Numerik	0-100	Digunakan dalam mode Intensitas Cahaya yang Dipantulkan dan mode Intensitas Cahaya Sekitar. Mengukur intensitas cahaya sebagai persentase, 0 = paling gelap, 100 = paling terang.

#### 2.7.4 Motor

Motor pada Lego Mindstroms Ev3 mencakup dua jenis motor, *Motor Large* dan *Motor Medium*, yang berfungsi untuk menggerakkan bagian robot, seperti memutar roda atau menjadi sendi. Satu *brick* bisa dipasang hingga 4 (empat) buah motor. Beda halnya dengan motor DC yang memiliki keterbatasan dalam hal kemampuan torsi putar, karena motor DC tidak mempunyai umpan balik untuk mengadaptasi beban pada motor DC. Yang dilengkapi dengan sebuah *encoder* yang berfungsi sebagai umpan balik, sehingga pusat pengendalian dapat memberikan arus yang sesuai dengan beban pada motor.

Pada robot Lego Mindstroms Ev3, motor yang dipakai adalah motor DC servo yang dilengkapi dengan sebuah *encoder* yang berfungsi sebagai umpan balik, sehingga pusat pengendalian dapat memberikan arus yang sesuai dengan beban pada motor. Kecepatan sudut maksimum motor adalah satu putaran perdetik. Servo juga dapat digunakan untuk menghitung derajat perputaran atau rotasi. Akurasi dari

servo motor mencapai kurang lebih satu derajat, torsi yang besar yang didapat dalam waktu singkat merupakan kelebihan motor servo. Kekurangan motor servo adalah kurangnya akurasi sehingga diperlukan suatu pengendali yang dapat meningkatkan keakurasian.



**Gambar 2.17** Motor *Large*

Motor *Large* merupakan motor kuat dan “cerdas” yang memiliki *built-in* rotasi sensor dengan resolusi 1 derajat untuk kontrol yang tepat, ini berarti *Large* motor dapat diberitahu seberapa cepat dan untuk berapa lama berputar (Rollins, 2014). Lalu, motor *large* ini dioptimalkan menjadi basis mengemudi di robot. Dengan menggunakan *Move Steering* atau memprogram *Move Tank* pada aplikasi Lego Mindstorms Ev3 *Home/Student Edition*, motor *large* akan mengkoordinasikan tindakan secara bersamaan. Tampilan motor *large* dapat dilihat pada Gambar 2.17.



**Gambar 2.18** Motor *Medium*

Motor *Medium* juga termasuk *built-in* Rotasi sensor dengan resolusi 1 derajat, tetapi lebih kecil dan lebih ringan dari motor besar (Rollins, 2014). Itu berarti ia mampu merespon lebih cepat dari pada motor besar. Pada program Lego Mindstorms Education Ev3, motor *medium* dapat diprogram untuk mengaktifkan atau menonaktifkan, mengendalikan tingkat daya, atau untuk menjalankan untuk jumlah waktu tertentu atau rotasi. Tampilan motor *medium* dapat dilihat pada Gambar 2.18.

Dari keterangan dua motor diatas dapat kita bandingkan yakni:

- Motor *large* berjalan pada 160-170 rpm, dengan torsi berjalan dari 20 N-cm (*Newton-centimeter*) dan torsi 40 N-cm (*Newton-centimeter*).
- Motor *medium* berjalan pada 240-250 rpm, dengan torsi berjalan dari 8 N-cm (*Newton-centimeter*) dan torsi 12 N-cm (*Newton-centimeter*).

### 2.7.5 Konektor

Untuk mendapatkan motor dan sensor bekerja perlu dihubungkan dengan daya yang tepat. Untuk itu perlu menggunakan kabel konektor, dan dihubungkan seperti kabel telephone (Rollins, 2014). Sensor dihubungkan ke Ev3 *brick* menggunakan suatu *6-position modular connector* yang mengutamakan kedua antarmuka digital dan analog. Antarmuka yang analog adalah *backward-compatible* (dengan menggunakan suatu adapter) dengan *Robotics Invention System* yang lama. Selanjutnya antarmuka yang digital mampu untuk kedua komunikasi 12C dan RS-485. Tampilan Konektor dapat dilihat pada Gambar 2.19.



**Gambar 2.19** Konektor

**Tabel 2.4** Ev3 Sensor *Interface Pin-Out*

<i>Pin</i>	<i>Name</i>	<i>Function</i>	<i>Color</i>
1	<i>ANALOG</i>	<i>Analog interface, +9V Supply</i>	<i>White</i>
2	<i>GND</i>	<i>Ground</i>	<i>Black</i>
3	<i>GND</i>	<i>Ground</i>	<i>Red</i>
4	<i>IPOWERA</i>	<i>+4.3V Supply</i>	<i>Green</i>
5	<i>DIGIA10</i>	<i>I2C Clock (SCL), RS-485 B</i>	<i>Yellow</i>
6	<i>DIGIA11</i>	<i>I2C Data (SDA), RS-485 A</i>	<i>Blue</i>

### 2.7.6 Komponen Tambahan

Selain komponen utama, ada juga komponen tambahan yang berisi hampir 540 elemen bangunan, termasuk balok, gandar, roda gigi, dan konektor untuk membuat robot Lego Mindstorms Ev3 seperti GyroBoy, Penyortir Warna, Anak Anjing dan Lengan Robot H25. Komponen tambahan robot Lego Mindstorms Ev3 secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.20.

**Gambar 2.20** Komponen Tambahan

## 2.8 Lego Mindstorms Ev3 *Student Edition*

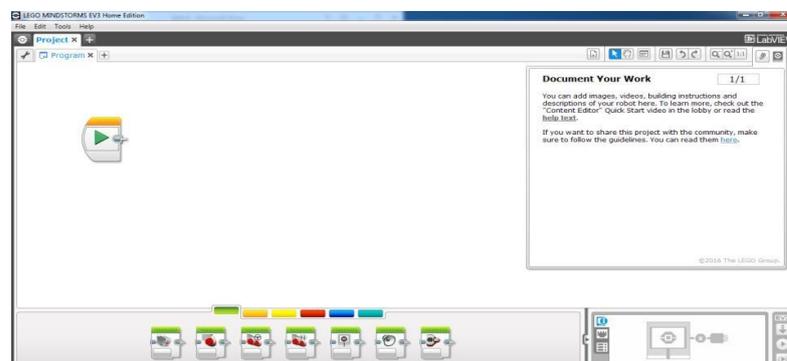
Untuk menjalankan robot Ev3, kita harus memprogram robot tersebut dengan algoritma yang kita inginkan. Ada banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk memprogram Ev3, salah satunya adalah Lego Mindstorms Ev3 *Student Edition*.

LEGO Mindstorms EV3 *Home Edition* adalah *software* untuk memprogram EV3 *Brick* dari komputer yang dapat dilakukan secara grafikal. *Software* ini menggunakan *Icon-Based* sehingga mempermudah untuk memprogram robot yang dirancang. Selain dapat memprogram melalui PC / Laptop, kita juga bisa memprogram robot LEGO Mindstorms EV3 dari ponsel / tablet. Dalam program LEGO Mindstorms EV3 *Student Edition*, layar ditampilkan di waktu *startup* disebut *Lobby* seperti pada Gambar 2.21. Isi *Lobby* adalah menu untuk mengakses setiap fungsi dari program LEGO Mindstorms EV3 *Student Edition*.



**Gambar 2.21** LEGO Mindstorms EV3 *Student Edition* Lobby

Lembar *Project* adalah halaman yang digunakan untuk membuat program dengan menggunakan blok pemrograman, seperti pada Gambar 2.22.

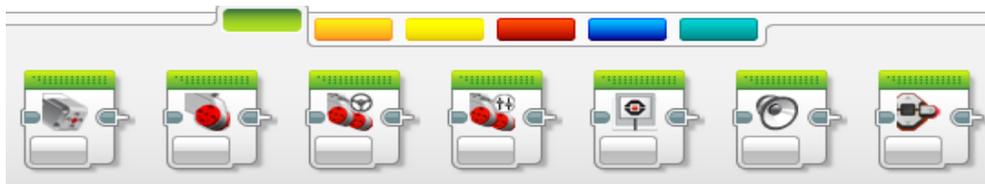


**Gambar 2.22** Lembar *Project*

### 2.8.1 *Programming Blocks and Palettes*

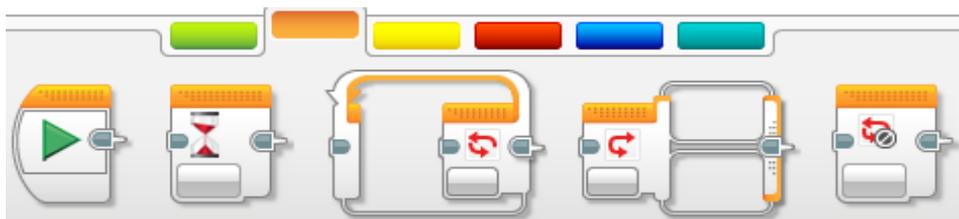
Dibawah *Programming canvas* adalah *Programming palette*, yang dikelompokkan menjadi *Programming Blocks* yang memiliki 6 kategori berbeda (Rollins, 2014). Blok Pemrograman dibagi ke dalam kategori menurut jenis dan sifat, sehingga mudah untuk menemukan blok yang Anda butuhkan.

Untuk sekilas video pemrograman, bisa dilihat dibagian *Quick Start* dari Lobby dan juga dapat menemukan informasi lebih lanjut tentang bagaimana program di teks “*help*” pada *Lego Mindstorms Ev3 Student Edition*. Pada “*Programming Palettes*” terdapat blok program sebagai berikut



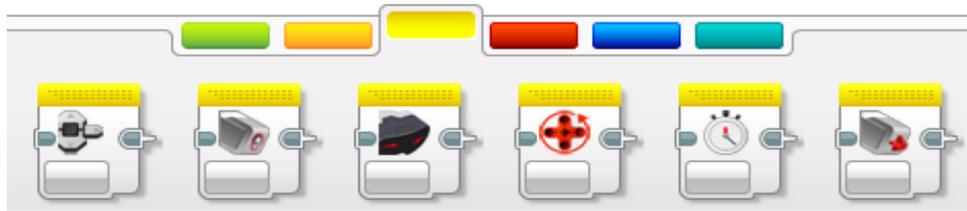
**Gambar 2.23** *Action Blocks*

Pada *Action Blocks* terdapat blok program untuk *Medium Motor*, *Large Motor*, *Move Steering*, *Move Tank*, *Display*, *Sound*, *Brick Status Light*. Seperti pada Gambar 2.23.



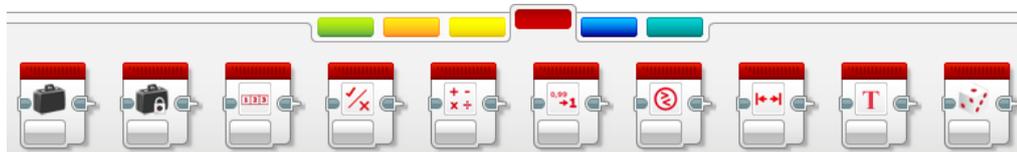
**Gambar 2.24** *Flow Control*

Pada *Flow Control Blocks* berisikan *block Start*, *Wait*, *Loop*, *Switch Loop* *Interrupt*. Blok ini biasa digunakan untuk memprogram robot. Blok-blok pada *Flow Control* dapat dilihat pada Gambar 2.24.



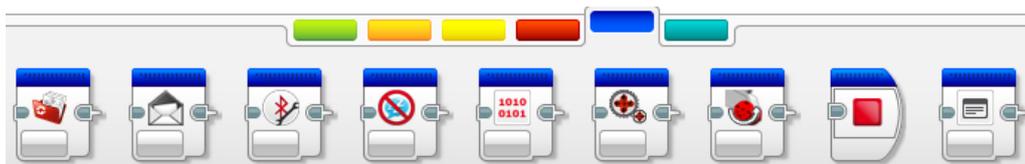
**Gambar 2.25** *Sensor Blocks*

Pada *block* Sensor terdapat *block* *Brick Buttons*, *Colour Sensor*, *Infrared Sensor*, *Motor Rotation*, *Timer* dan *Touch Sensor*. Seperti pada Gambar 2.25.



**Gambar 2.26** *Data Operations*

Dibagian *Data Operations* berisikan *block* *Variable*, *Constant*, *Array Operations*, *Logic Operations*, *Math*, *Round*, *Compare*, *Range*, *Text* dan *Random*. Seperti pada Gambar 2.26.



**Gambar 2.27** *Advance*

Pada *Advanced* terdapat *block* *File Access*, *Messaging*, *Bluetooth Connection*, *Keep Awake*, *Raw Sensor Value*, *Unregulated Motor*, *Invert Motor* dan *Stop Program*. Seperti pada Gambar 2.27.

## 2.9 *Flowchart*

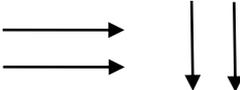
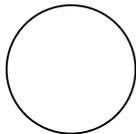
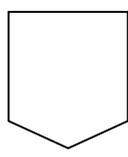
*Flowchart* merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan

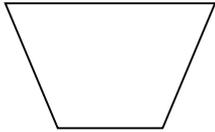
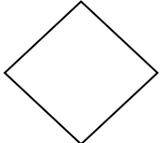
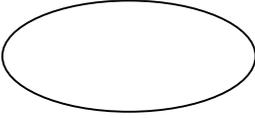
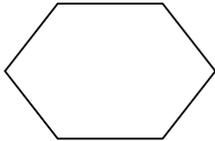
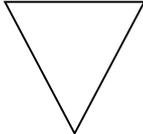
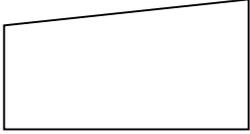
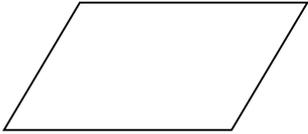
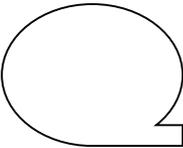
simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu sedangkan hubungan antara proses digambarkan dengan garis penghubung. Terdapat 2 macam *flowchart* yang menggambarkan proses dengan komputer, yaitu *system flowchart* dan *program flowchart*.

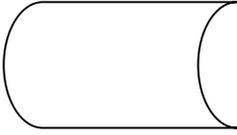
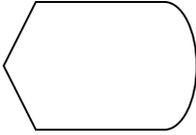
*System flowchart* adalah bagan yang memperlihatkan urutan prosedur dan proses dari beberapa file di dalam media tertentu. Melalui *flowchart* ini, dapat terlihat jenis media penyimpanan yang dipakai dalam pengolahan data. Selain itu juga menggambarkan file yang dipakai sebagai *input* maupun *output*.

*Program flowchart* adalah bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan proses dalam suatu program. *Flowchart* ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya *program flowchart* maka urutan proses di program menjadi lebih jelas. Jika ada penambahan proses, maka dapat dilakukan lebih mudah (Rijanto, 1994).

**Tabel 2.5** Simbol Diagram *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus/flow (Simbol penghubung antar prosedur/proses)
2		Simbol <i>connector</i> (Simbol untuk keluar/masuk prosedur atau proses dalam lembar/halaman yang sama)
3		Simbol <i>off-line connector</i> (Simbol untuk keluar/masuk prosedur atau proses dalam lembar/halaman yang lain)
4		Simbol <i>process</i> (Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer)

5		Simbol <i>manual operation</i> (Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer)
6		Simbol <i>decision</i> (Simbol untuk kondisi yang akan menghasilkan beberapa kemungkinan jawaban/aksi)
7		Simbol <i>terminal</i> (Simbol untuk permulaan atau akhir dari suatu program)
8		Simbol <i>predefined process</i> (Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam <i>storage</i> )
9		Simbol <i>keying operation</i> (Simbol operasi dengan menggunakan mesin yang mempunyai <i>keyboard</i> )
10		Simbol <i>off-line storage</i> (Simbol yang menunjukkan bahwa data di dalam simbol ini akan disimpan)
11		Simbol <i>manual input</i> (Simbol untuk pemasukan data secara <i>manual on-line keyboard</i> )
12		Simbol <i>input-output</i> (Simbol yang menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya)
13		Simbol <i>magnetic-tape unit</i> (Simbol yang menyatakan <i>input</i> berasal dari

		pita magnetik atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetik)
14		Simbol <i>disk and on-line storage</i> (Simbol untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari disk atau <i>output</i> disimpan ke disk)
15		Simbol <i>document</i> (Simbol yang menyatakan <i>input</i> berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau <i>output</i> dicetak ke kertas)
16		Simbol <i>punched card</i> (Simbol yang menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu)
17		Simbol <i>display</i> (Simbol yang menyatakan peralatan <i>output</i> yang digunakan yaitu layar, <i>plotter</i> , printer, dan sebagainya)