

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

##### **2.1.1 Penelitian “Robot Sortir Bola Berdasarkan Fitur Warna RGB**

###### **Berbasis Lego Mindstorms NXT 2.0” oleh David dan Ivan Ariessandi**

Dalam penelitiannya peneliti menggunakan paket robot Lego Mindstorms NXT 2.0. Komponen yang digunakan adalah NXT *Intelligent Brick* sebagai otak dari robot Mindstorms, 1 buah Sensor Warna untuk membedakan warna bola, dan 3 buah Servo Motor untuk menggerakkan roda dan penampung bola. Perangkat lunak yang digunakan adalah NXT-G untuk memasukkan program ke dalam *Intelligent Brick*. Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap perancangan robot ini adalah robot dirancang sebagai *prototype* mesin sortir bola untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pemilahan bola-bola berwarna dan mengelompokkan berdasarkan kesamaan warna.

##### **2.1.2 Penelitian “Penerapan Lego Mindstorms NXT *Forklift* dan *Conveyor Robot* Untuk Mensortir Barang Menggunakan Sensor Warna” oleh Yudhi Gunardi dan Eko Saputro**

Peneliti ini menggunakan paket robot Lego Mindstorms NXT Generasi Pertama. Komponen yang digunakan adalah NXT *Brick* sebagai otak dan sumber tenaga robot NXT, 3 buah Motor untuk menggerakkan roda dan bagian robot, 2 buah Sensor Cahaya untuk mendeteksi cahaya pada garis kanan dan garis kiri, 1 buah Sensor Warna untuk mendeteksi warna objek. Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram NXT *Brick* adalah NXT-G atau Lego Mindstorms Education NXT. Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap perancangan robot ini adalah sensor warna dapat mensortir bola-bola sesuai warna dengan baik dan juga motor-motor dapat dimanfaatkan sedemikian rupa hingga dapat menjalankan berbagai macam fungsi untuk kebutuhan robot *forklift* dan *conveyor* robot.

### 2.1.3 Penelitian “Perancangan Robot Pencapit untuk Penyortir Barang Berdasarkan Warna LED RGB dengan Display LCD Berbasis Arduino Uno” oleh Fina Supegina dan Dede Sukindar

Penelitian ini menggunakan Sensor Cahaya LDR untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik, LED RGB untuk memancarkan tiga cahaya berwarna merah, hijau, dan biru, mikrokontroler Arduino Uno untuk pembacaan nilai sensor *input*, pemrosesan data, dan pemrograman, 3 buah motor servo untuk membuka dan menutup capitan, menggerakkan sikut naik turun, dan menggerakkan lengan ke kiri dan ke kanan, LCD untuk menampilkan *output* pembacaan warna. Berdasarkan analisis dan evaluasi, robot ini dapat mengelompokkan atau sortir barang yang dilakukan oleh robot pencapit penyortir lebih konsisten dan relatif lebih cepat.

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

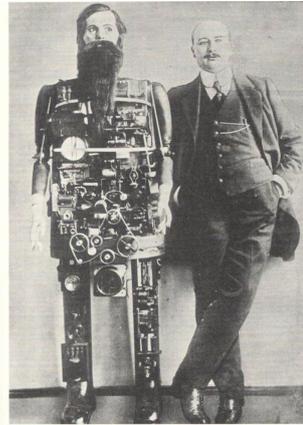
**Tabel 2.1** Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

No.	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	David dan Ivan Ariessandi. 2012. <i>Robot Sortir Bola Berdasarkan Fitur Warna RGB Berbasis Lego Mindstorms NXT 2.0.</i>	1) Menggunakan sensor Warna untuk mendeteksi warna objek. 2) Memilah objek-objek berwarna dan mengelompokkan berdasarkan kesamaan warna.	1) Lini produk menggunakan robot Lego Mindstorms NXT 2.0 (kode set 8547). 2) Jenis robot bergerak atau <i>mobile robot</i> .
2.	Yudhi Gunardi dan Eko Saputro. 2014. <i>Penerapan Lego Mindstorms NXT Forklift dan Conveyor</i>	1) Menggunakan <i>conveyor</i> untuk menggerakkan objek berwarna ke	1) Lini produk menggunakan robot Lego Mindstorms NXT

	<i>Robot untuk Mensortir Barang Menggunakan Sensor Warna.</i>	wadah jenis yang sama warna. 2) Mensortir objek berwarna sesuai dengan jenis objek yang sama warna.	Generasi Pertama. 2) Jenis robot bergerak atau <i>mobile robot</i> . 3) Menggunakan <i>forklift</i> untuk mengangkat objek dan membawa objek tersebut ke <i>conveyor</i> .
3.	Fina Supegina dan Dede Sukindar. 2014. <i>Perancangan Robot Pencapit untuk Penyortir Barang Berdasarkan Warna LED RGB dengan Display LCD Berbasis Arduino Uno.</i>	1) Jenis robot statis. 2) Mengelompokkan atau sortir barang berwarna ke wadah sesuai dengan tempatnya atau objek yang sama warna.	1) Mikrokontroler menggunakan Arduino Uno. 2) Menggunakan LDR dan LED RGB untuk mendeteksi warna.

## 2.2 Robot

Saat ini, secara sadar atau tidak, robot memang telah hadir di dalam kehidupan manusia dalam bentuk yang bermacam-macam. Di kalangan umum pengertian robot selalu dikaitkan dengan "makhluk hidup" berbentuk manusia maupun binatang yang terbuat dari logam dan bertenaga listrik. Arti robot secara luas adalah alat yang dalam batas-batas tertentu dapat bekerja sendiri (otomatis) sesuai dengan perintah yang diberikan oleh perancangannya. Pengertian mempertegas hubungan yang erat antara robot dan otomatisasi. Hampir seluruh aktivitas kehidupan modern kini bergantung pada robot dan otomatisasi.



**Gambar 2.1** Robot Pertama di Dunia yang Diciptakan Oleh Musa Dede

Istilah “robot” bukanlah kata yang berasal dari para peneliti pada zaman dahulu. Istilah ini justru lahir dari seni drama yang berkembang di tahun 1920-an. Karel Čapek adalah orang yang pertama kali menggunakan kata robot, kata ini muncul dalam naskah drama yang berjudul *Rossum's Universal Robots* pada tahun 1921. Kata “robot” dalam bahasa Ceko berarti pekerja. Karel menggunakan kata ini dalam dramanya untuk menyebut mesin yang dapat melakukan pekerjaan manusia secara otomatis (Wisnu, 2010).

### 2.2.1 Klasifikasi Robot Industri

Departemen industri Universitas Louisiana memudahkan pengelompokan robot berdasarkan enam kategori yaitu:

1. Geometri lengan (*arm geometry*): berbentuk persegi, silinder, bola, dan persendian.
2. Derajat kebebasan (*degree of freedom*): skala angka yang menyatakan semakin tinggi nilai kebebasan menunjukkan fleksibilitas gerak semakin bebas.
3. Sumber tenaga: tenaga listrik, tenaga hidrolik, tenaga pneumatik
4. Alat dan jenis gerak: robot statis, robot beroda, robot berkaki
5. Path control: serangkaian gerak terbatas, perpindahan titik, sekuens gerak berkelanjutan, arah gerak terkontrol.
6. Skala kecerdasan: terkontrol dan otonom.

Organisasi lainnya juga mendefinisikan sistem klasifikasi untuk jenis robot yang lain. *Japanese Industrial Robot Association (JIRA)* mendefinisikan enam kelas robot industri yaitu:

1. Perangkat penanganan manual: robot ini memiliki derajat kebebasan yang tinggi, namun semua aksi yang dilakukan harus dikontrol operator.
2. Rangkaian pekerjaan tetap: robot ini bertugas melakukan aksi terbatas yang ditentukan tanpa memerlukan bantuan operator, namun aksi yang dilakukan tidak dapat dirubah.
3. Rangkaian pekerjaan terprogram: Robot ini memiliki kemiripan dengan kelas 2, kecuali aksi yang ditentukan dapat diprogram untuk tugas baru.
4. Playback robot: Robot ini pertama dilatih untuk melakukan rangkaian operasi oleh operator, selanjutnya robot dapat melakukan aksi yang sama berulang-ulang.
5. Robot kontrol numerik: Robot bekerja melalui suatu rangkaian operasi melalui data numerik yang diterimanya.
6. Robot cerdas: Robot yang dapat membaca informasi dari lingkungan, dan merespon sesuai dengan keadaan dalam rangka menunaikan tugas yang ditentukan.



**Gambar 2.2** Robot Pabrik Milik Changying Precision Technology Company di Tiongkok

### 2.2.2 Klasifikasi Robot Berdasarkan Kemampuan Gerak

Berdasarkan kemampuan geraknya robot dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas yaitu robot statis dan robot bergerak. Penjelasan mengenai kedua kelas tersebut adalah sebagai berikut.

#### 1. Robot Statis

Robot jenis ini letaknya menetap dan tidak dapat berpindah ke suatu lokasi tertentu, tanpa bantuan manusia. Umumnya robot ini digunakan untuk keperluan pabrik dan industri, seperti industri otomotif dan industri makanan. Robot ini mencakup:

- a. Robot *Arm* : robot berbentuk lengan.



**Gambar 2.3** Robot *Arm* Milik KUKA

- b. *Numerical Control Machine Tools* : robot berbentuk komputer yang dioperasikan menggunakan perintah yang diprogram dan berfungsi untuk mengontrol pergerakan mesin tertentu secara otomatis.



**Gambar 2.4** Mesin CNC Milik TOYODA Machine Works LTD.

## 2. Robot Bergerak

Disebut juga sebagai *mobile robot*, dan seringkali dilengkapi dengan kemampuan untuk bergerak otonom. Robot ini memiliki kemampuan untuk berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain, perpindahan tersebut direncanakan berdasarkan *motion planning* yang ditentukan berdasarkan pertimbangan objektif tertentu misalnya menghindari rintangan atau mencari jarak terdekat. Karena keperluannya untuk bergerak, robot bergerak umumnya dilengkapi sensor untuk mendeteksi halangan, sensor dukungan gerak seperti *accelerometer*, sensor deteksi keseimbangan seperti *gyroscope*. Selain itu, robot juga harus memiliki kemampuan melacak posisi saat ini dan posisi yang dituju sehingga tidak jarang dilengkapi dengan GPS. Sebagai kawatan, robot bergerak memerlukan mekanisme komunikasi sesamanya sehingga memerlukan pemasangan *wireless sensor network*.



**Gambar 2.5** Robot Humanoid yang dibuat oleh Honda yang dinamakan ASIMO

### 2.3 Lego

Lego adalah lini mainan konstruksi plastik yang diproduksi oleh *The Lego Group*, sebuah perusahaan swasta yang berbasis di Billund, Denmark. Produk andalan perusahaan Lego terdiri dari berbagai bata plastik berwarna 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

#### **2.4 Lego Mindstorms Ev3**

Lego Mindstorms Ev3 merupakan penerus generasi kedua Lego Mindstorms NXT 2.0. Penunjukkan nama “Ev” mengacu pada kata “evolusi” dari lini produk Mindstorms, dan “3” mengacu pada fakta bahwa robot ini merupakan generasi ketiga dari modul robot sebelumnya yang pertama adalah RCX dan yang kedua adalah NXT.

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*, yang 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	x	x
<i>Bluetooth</i>	✓	✓	x
Terhubung ke perangkat <i>Apple</i>	✓	x	x

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

## 2.5 Komponen Lego Mindstorms Ev3

Ada beberapa jenis Lego Mindstorms Ev3 yang beredar dipasaran yaitu :

- Lego Mindstorms Ev3 *Education* (Diperuntukan untuk hobi dan perorangan).
- Lego Mindstorms Ev3 *Home* (Diperuntukan untuk kebutuhan lembaga pendidikan).

Selain kedua jenis Lego Mindstorms Ev3 diatas, Lego Mindstorms Ev3 juga menyediakan komponen lainnya yang didalamnya terdapat komponen *lego technic, intelligent brick, large motor, medium motor* dan sensor-sensor seperti sensor warna, sensor sentuh, sensor *gyro*, dan sensor *ultrasonic* sebagai pelengkap paket Lego Mindstorms Ev3. Paket dari robot Lego Mindstorms Ev3 antara lain:

### 2.5.1 Ev3 Brick

*Brick* adalah komponen paling penting dari robot Ev3 , karena berfungsi sebagai pengendali (otak dan sumber tenaga robot Ev3). 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* (Tony, 2013).

- Empat *port output* : *port A, port B, port C, dan port D* yang menghubungkan hingga 4 motor.

- Empat *port input*: *port 1*, *port 2*, *port 3*, dan *port 4* yang menghubungkan hingga 4 sensor pada saat yang bersamaan.
- Satu *port USB 2.0 interface* memungkinkan untuk konektivitas *WiFi*.
- *Bluetooth V2.1*.
- *LCD display 172 x 128 pixel*
- *ARM main microprocessor @300 MHz (16 MB flash memory, 64 MB RAM ditambah slot ekspansi microSD hingga 32 GB)*.
- Tiga tombol : kembali, pusat, navigasi (kiri, kanan, atas, bawah).
- *Speaker* terintegrasi untuk mengeluarkan *output* suara.
- 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 status saat ini dari Ev3 *Brick*. Cahaya ini dapat menjadi hijau, oranye, atau merah, dan dapat berkedip. Status batas kode Cahaya adalah sebagai berikut: (LEGO, 2015).

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

Pada *brick* juga dapat 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.

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 2.11.



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

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 2.12.



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

Pada 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 2.13.



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

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.



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

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

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

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

### 2.5.2 Sensor Sentuh (*Touch Sensor*)

Sensor sentuh memberikan sentuhan pada robot. Sensor sentuh mendeteksi ketika ditekan atau dilepaskan. Sensor ini bahkan dapat diprogram untuk menunggu sampai ditekan dan dilepaskan (John, 2018). Tampilan Sensor Sentuh dapat dilihat pada Gambar 2.15.



**Gambar 2.15** Sensor Sentuh

### 2.5.3 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.

#### 2.5.4 Motor

Motor pada Lego Mindstorms 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 Mindstorms 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.

Motor *Large* merupakan motor kuat dan “cerdas” yang memiliki *built-in* rotasi sensor dengan resolusi 1 derajat untuk kontrol yang tepat. 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 2.17** Motor *Large*

Motor *Medium* juga termasuk *built-in* Rotasi sensor dengan resolusi 1 derajat, tetapi lebih kecil dan lebih ringan dari motor besar. 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.



**Gambar 2.18** Motor *Medium*

Dari keterangan dua motor di atas dapat di bandingkan yakni: (LEGO, 2015).

- 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*).

### 2.5.5 Konektor

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>

### 2.5.6 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

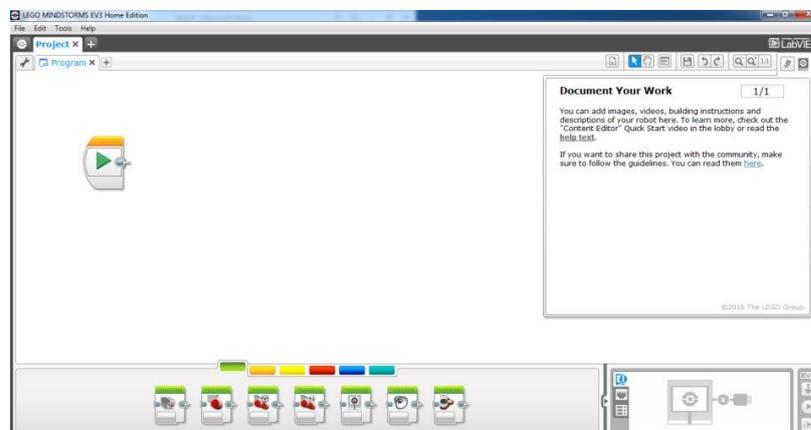
## 2.6 Lego Mindstorms Ev3 Student Edition

Lego Mindstorms *Education Ev3 Student 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, 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*

### 2.6.1 *Programming Blocks and Palettes*

Semua blok pemrograman yang digunakan untuk mengendalikan robot Anda berada di *Palette Programming* di bagian bawah antarmuka Pemrograman bawah kanvas *Programming*. 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.

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.



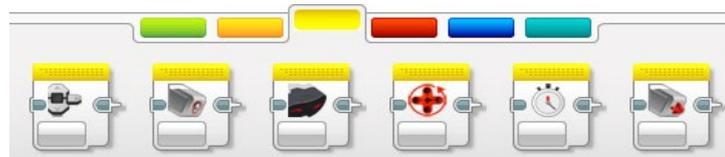
**Gambar 2.23** *Action Blocks*

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.



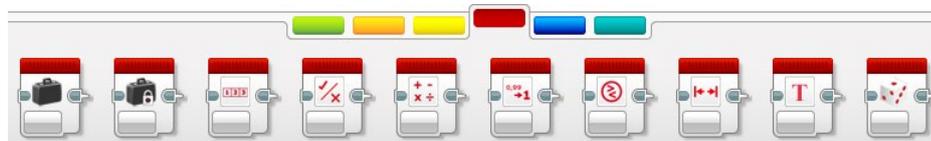
**Gambar 2.24** *Flow Control*

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



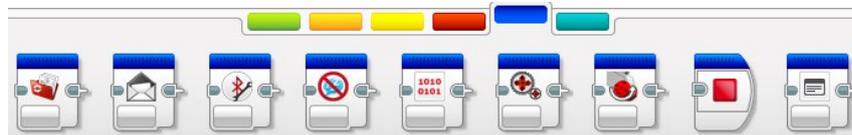
**Gambar 2.25** *Sensor Blocks*

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



**Gambar 2.26** *Data Operations*

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



**Gambar 2.27** *Advance*

## 2.7 Warna

Sebuah raut yang ada dalam ruang dapat dibedakan dari sekelilingnya oleh warnanya. Warna adalah kesan yang ditimbulkan oleh cahaya pada mata, bila tidak ada cahaya maka mata kita hanya dapat melihat kegelapan (Abdul, 2006). Pada penggunaan robot sortir barang berdasarkan warna, barang yang digunakan untuk membedakan sebuah warna adalah barang berbasis Lego Mindstorms Ev3 yang dapat dilihat pada Gambar 2.28.



**Gambar 2.28** Barang yang Digunakan untuk Sortir Barang Berwarna Menggunakan Bahan Berbasis Lego Mindstorms Ev3

## 2.8 *Flowchart*

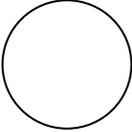
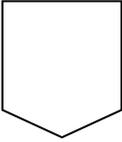
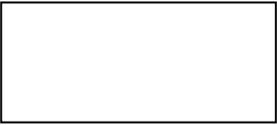
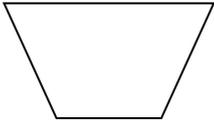
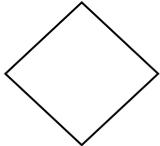
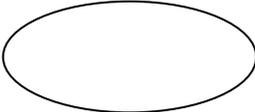
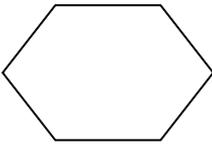
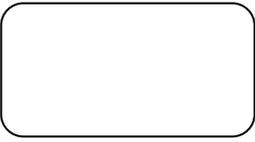
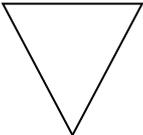
*Flowchart* merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu sedangkan hubungan antara proses digambarkan dengan garis penghubung. Terdapat 2 macam *flowchart* yang menggambarkan proses dengan komputer, yaitu *system flowchart* dan *program flowchart*.

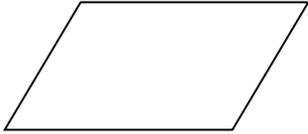
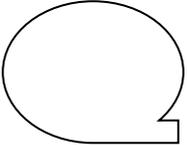
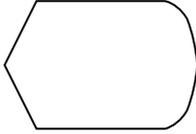
*System flowchart* adalah bagan yang memperlihatkan urutan prosedur dan proses dari beberapa file di dalam media tertentu. Melalui *flowchart* ini, dapat terlihat jenis media penyimpanan yang dipakai dalam pengolahan data. Selain itu juga menggambarkan file yang dipakai sebagai *input* maupun *output*.

*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 (TOSIN, 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)