

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini didapat dari hasil penelitian-penelitian yang pernah dilakukan terdahulu untuk menjadi acuan dan mendapatkan bahan perbandingan dengan penelitian yang akan dilakukan. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian mengenai robot *line follower*. Berikut penelitian terdahulu yang menjadi acuan dari beberapa jurnal terkait mengenai penelitian yang dilakukan oleh penulis

1. **Muhamad Arief yang berjudul (2017) “Robot Belanja Menggunakan Metode *Line Follower*”.**

Penelitian ini berbasis IoT (internet of things) yang dapat diakses dengan internet, robot ini menggunakan arduino sebagai mikrokontroler, esp8266 sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan networking, TCRT5000 yang merupakan komponen yang terintegrasi produksi Vishay Instrument yang memuat *emitter* (pemancar) dan *receiver* (penerima) sinar infra merah dalam satu komponen simulasi robot belanja menggunakan metode *line follower* telah berhasil direalisasikan dengan 5 buah jenis barang/produk yang masing-masing jenis berjumlah maksimal 3 buah. Robot ini terbagi ke dalam 3 bagian yaitu bagian robot belanja, bagian halaman web dan bagian mekanik barang.

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa:

1. Robot yang dirancang ini dapat mengambil barang-barang belanjaan yang telah dipesan secara otomatis dengan menggunakan metode *line follower*.
2. Kendali yang digunakan untuk pergerakan robot belanja agar dapat tetap bergerak di garis lintasan adalah sistem kendali *Proporsional Integral Derivative* (PID). Pemesanan barang belanja yang dilakukan oleh pembeli menggunakan konsep IoT (*Internet of Things*) dengan halaman web sebagai interface.

2. Achmad Zakki Falani dan Setyawan Budi (2015) yang berjudul “Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Dengan Menampilkan Status Gerak Pada LCD”.

Rangkaian robot *line follower* berbasis mikrokontroler ATMEGA 16 dengan menampilkan status gerak pada LCD ini dapat dimodifikasi komponen-komponennya sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan baik itu mikrokontrolernya maupun IC nya.

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rangkaian robot *line follower* berbasis mikrokontroler ATMEGA 16 dengan menampilkan status gerak pada LCD ini terdiri dari beberapa blok diagram. Blok-blok diagram tersebut terdiri dari blok sensor, blok driver motor, dan blok penampil. Blok sensor adalah blok yang berisi rangkaian sensor yang berfungsi untuk mendeteksi adanya cahaya atau dalam keadaan riil mendeteksi adanya garis hitam sebagai jalurnya untuk kemudian mengirimkan data ke mikrokontroler untuk diproses apakah robot ini akan bergerak maju atau berbelok. Blok driver motor dan penampil ini adalah sebagai blok output dari rangkaian robot *line follower*.
2. Rangkaian robot *line follower* berbasis mikrokontroler ATMEGA 16 dengan menampilkan status gerak pada LCD ini dapat dimodifikasi komponen-komponennya sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan baik itu mikrokontrolernya maupun IC nya, yang tentunya juga akan merubah beberapa bagian dari programnya apabila mikrokontrolernya tidak menggunakan ATMEGA 16 karena harus menyesuaikan dengan keadaan port dari masing-masing mikrokontroler yang berbeda satu sama lainnya.

3. Diah Aryani, Aris Martono dan Mochamad Adi Saputra (2013) yang berjudul “Sistem Pengendalian Secara Otomatis Pada Robot Line Follower Menggunakan Mikrokontroler AT89S51”.

Perangkat-perangkat yang digunakan antara lain sensor LED dan Photodiode sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek, AT89S51

sebagai mikrokontroler sebagai pengendali robot agar dapat berjalan pada lintasan berbentuk garis yang berwarna hitam dan latar belakang berwarna putih, rangkaian IC L293D sebagai driver motor untuk mengontrol 2 motor pada robot *line follower*. Robot ini menggunakan bahasa assembler untuk pemrogramannya.

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa:

1. Robot dengan sistem pengendalian secara otomatis ini berjalan pada sebuah lintasan berbentuk garis yang berwarna hitam dan latar belakang berwarna putih. Kemudian, robot berhenti tepat di depan halte selama 3 detik dan bergerak meninggalkan halte.
2. Robot dengan sistem pengendalian secara otomatis dirancang dengan sensor LED dan Photodiode dan Mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali robot supaya dapat berjalan pada lintasan berbentuk garis yang berwarna hitam dan latar belakang berwarna putih.
3. Robot sistem pengendalian secara otomatis ini menggunakan bahasa Assembler untuk pemrogramannya, namun tidak menutup kemungkinan untuk robot diprogram menggunakan bahasa C.

No	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Muhamad Arief. 2017. <i>Robot Belanja Menggunakan Metode Line Follower</i>	1) Menggunakan <i>Line Follower</i>	2) Menggunakan Arduino sebagai Mikrokontroler 3) esp8266 web server sebagai komponen chip terintegrasi untuk keperluan networking
2	Achmad Zakki Falani dan Setyawan Budi. 2015. <i>Robot Line Follower Berbasis</i>	1) Menggunakan <i>Line Follower</i>	1) Menggunakan Atmega 16 sebagai mikrokontroler

	<i>Mikrokontroler Atmega 16 Dengan Menampilkan Status Gerak Pada LCD</i>		2) LCD 2X16 sebagai penampil status 3) Menggunakan sensor photodiode
3	Diah Aryani, Aris Martono dan Mochamad Adi Saputra. 2013. <i>Sistem Pengendalian Secara Otomatis Pada Robot Line Follower Menggunakan Mikrokontroler AT89S51</i>	1) Menggunakan <i>Line Follower</i>	1) Mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali robot 2) LED Inframerah sebagai pendeteksi ada atau tidaknya garis

2.2 Pengertian Sampah

Secara terbatas yang dimaksud dengan sampah adalah tumpukan bahan bekas dan sisa tanaman (daun, sisa sayuran, sisa buangan lain), atau sisa kotoran hewan atau benda-benda lain yang dibuang. Dalam pengertian yang luas, sampah diartikan sebagai benda yang dibuang, baik yang berasal dari alam ataupun dari hasil proses teknologi (Reksosoebroto, 1990).

Menurut Wasito (1970) sampah ialah segala zat padat atau semi padat yang terbuang atau yang sudah tidak berguna, baik yang dapat membusuk atau yang tidak dapat membusuk kecuali zat-zat buangan atau kotoran yang keluar dari tubuh manusia (kotoran atau najis manusia). Sudarso (1985) menyatakan, bahwa yang dimaksud dengan sampah ialah bahan buangan sebagai akibat aktivitas manusia dan binatang, yang merupakan bahan yang sudah tidak penting lagi sehingga dibuang sebagai barang yang sudah tidak berguna lagi. Sedangkan menurut Murtadho (1988), sampah organik meliputi sampah semi basah berupa bahan-bahan organik yang umumnya berasal dari sektor pertanian dan makanan misalnya sisa dapur, sisa makanan, sampah sayuran dan kulit buah yang kesemuanya mudah membusuk.

Menurut Reksosoebroto (1990), bahwa penanganan sampah yang baik akan memberikan manfaat yang besar bagi kehidupan manusia dan lingkungan. Manfaat lain penanganan sampah yang baik adalah menurunkan 90% angka kehidupan lalat menurunkan 90% angka kehidupan tikus menurunkan 30% angka kehidupan nyamuk, menurunkan 70% angka kerusakan jembatan dan menurunkan 90% angka kerusakan pipa bangunan. Keuntungan pembuangan sampah yang dapat diperoleh dari pengelolaan sampah yang baik dapat dilihat dari beberapa segi yaitu:

1. Dari segi sanitasi, menjamin tempat kerja yang bersih, mencegah tempat berkembang biaknya vektor hama penyakit dan mencegah pencemaran lingkungan termasuk timbulnya pengotoran sumber air.
2. Dari segi ekonomi, mengurangi biaya perawatan dan pengobatan sebagai akibat yang ditimbulkan sampah. Tempat kerja yang bersih akan meningkatkan gairah kerja dan akan menambah produktivitas serta efisiensi pekerja, menarik banyak tamu atau pengunjung, mengurangi kerusakan sehingga mengurangi biaya perbaikan.
3. Dari segi estetika, menghilangkan pemandangan tidak sedap dipandang mata, menghilangkan timbulnya bau-bauan yang tidak enak, mencegah keadaan lingkungan yang kotor dan tercemar. Penanganan sampah yang baik akan memberikan manfaat yang besar bagi kehidupan manusia dan lingkungan.

Wasito (1970) mengemukakan bahwa pelaksanaan pengelolaan sampah meliputi beberapa *phase* penyelenggaraan, dan pada *phase* pembuangan akhir terdiri dari beberapa macam metode, yaitu:

1. *Phase* penyediaan atau phase penampungan
2. *Phase* pengumpulan dan pengangkutan
3. *Phase* pembuangan

Sementara macam-macam metode pembuangan akhir sampah memiliki lima macam metode yaitu:

1. Pembuangan sampah terbuka
2. Pembuangan sampah dalam badan air

3. Pembuangan sampah di rumah-rumah bersama air kotor masuk ke instalasi pembuangan air kotor dengan didahului pemotongan sampah
4. Pembuangan sampah dengan cara diolah menjadi kompos
5. Pembuangan sampah melalui instalasi pembakaran



Gambar 2.1 Jenis-Jenis kotak Sampah

Sumber: mmc.kalteng.go.id

2.3 Penggolongan Sampah

2.3.1 Penggolongan Sampah Berdasarkan Sumber, Komposisi dan Bentuknya

Penghasil sampah adalah setiap orang dan/atau akibat proses alam yang menghasilkan timbunan sampah (Undang-undang Republik Indonesia Nomor: 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah pasal 1). Menurut Hadiwiyoto (1983) sumber sampah adalah:

1. Rumah tangga termasuk asrama, rumah sakit, hotel dan kantor.
2. Pertanian meliputi perkebunan perikanan, peternakan, yang sering juga disebut limbah hasil pertanian.
3. Hasil kegiatan perdagangan, seperti pasar dan pertokoan.
4. Hasil kegiatan industri dan pabrik.
5. Hasil kegiatan pembangunan.
6. Sampah jalan raya.

Komposisi sampah juga dibedakan menjadi dua macam berdasarkan sumbernya diantaranya::

1. Sampah yang seragam, bersumber dari industri dan perkantoran
2. Sampah yang tidak seragam/ campuran bersumber dari pasar/tempat-tempat umum, rumah tangga pertanian dan lainnya.

Menurut Reksosoebroto (1990). Berdasarkan bentuknya sampah ada tiga macam, yaitu:

1. Sampah padat (*solid*) misalnya daun, kertas, karton, sisa bangunan, plastik, dan ban bekas.
2. Sampah berbentuk cair.
3. Sampah berbentuk gas

2.3.2 Penggolongan Sampah Berdasarkan Lokasi, Sifat Proses Terjadinya dan Jenisnya

Berdasarkan lokasinya sampah juga dapat ditemukan di tempat yang berbeda diantaranya:

1. Sampah kota (urban) yaitu sampah yang terkumpul di kota-kota besar; dan
2. Sampah daerah sampah yang terkumpul dari luar kota seperti pedesaan, permukiman dan pantai.

Terdapat juga dua macam sampah berdasarkan sifat-sifatnya, yaitu:

1. Sampah organik adalah sampah yang tersusun dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Merupakan sampah yang dapat terdegradasi oleh mikroba;
2. Sampah Anorganik, merupakan bahan yang tersusun dari senyawa organik yang sulit terdegradasi oleh mikroba (Soemirat, 2000).

Menurut Murtadho (1988), sampah organik meliputi sampah semi basah berupa bahan-bahan organik yang umumnya berasal dari sektor pertanian dan makanan misalnya sisa dapur sisa makanan, sampah sayuran dan kulit buah, yang kesemuanya mudah membusuk. Sampah Anorganik meliputi sampah yang tidak

dapat membusuk, yang berasal dari produk industri seperti plastik, karet, kaca dan lain sejenisnya.

Menurut Hadiwiyoto (1983) Sampah terdiri dari 9 jenis, yaitu:

1. sampah makanan
2. sampah kebun/ pekarangan
3. sampah kertas
4. sampah plastik
5. sampah karet dan kulit
6. sampah kain
7. sampah kayu
8. sampah logam
9. sampah gelas dan keramik, serta sampah berupa abu dan debu

Menurut Soemirat (2000) Sampah dapat dibedakan atas dasar sifat biologis dan kimianya yaitu:

1. Sampah yang dapat membusuk (*garbage*, sampah organik) seperti sisa makanan daun, sampah kebun, pertanian, dan lainnya. Pembusukan sampah ini menghasilkan gas metana gas H₂S (bersifat racun bagi tubuh dan sangat bau sehingga mengganggu estetika);
2. Sampah yang tidak dapat membusuk/sulit membusuk (sampah Anorganik), yang dapat didaur ulang dan atau dibakar
3. Sampah yang berupa debu/abu hasil pembakaran. Ukurannya relatif kecil < 10 mikron, dapat memasuki saluran pernapasan sehingga dapat menimbulkan penyakit *Pneumoconiosis*;
4. Sampah yang berbahaya terhadap kesehatan, seperti sampah industri. Karena jumlah, konsentrasi, sifat kimia, fisika dan mikrobiologinya dapat meningkatkan mortalitas dan morbiditas menyebabkan penyakit yang *reversible* dan *anreversible* dan berpotensi menimbulkan bahaya saat ini serta jangka panjang. Dalam pengelolaannya tidak dapat disatukan dengan sampah perkotaan

2.4 Pengaruh Sampah Terhadap Kesehatan

Soemirat (2000) mengemukakan, bahwa pengaruh sampah terhadap kesehatan dapat dikelompokkan menjadi efek yang langsung dan efek tidak langsung. Yang dimaksud efek langsung adalah efek yang disebabkan karena kontak langsung dengan sampah tersebut. Misalnya sampah yang korosif terhadap tubuh yang karsinogenik dan lainnya. Sampah rumah tangga yang cepat membusuk dapat mengandung kuman patogen yang dapat menimbulkan penyakit. Sedangkan efek yang tidak langsung adalah pengaruh tidak langsung dirasakan masyarakat akibat proses pembusukan pembakaran, dan pembuangan sampah. Efek tidak langsung lainnya dapat berupa penyakit bawaan vektor yang berkembang biak di dalam sampah.

2.5 Pengertian Dasar, Sejarah Perkembangan dan Sistem Robotika

2.5.1 Definisi Robot

Menurut Pitowarno (2006) Kata robot berasal dari bahasa Czech, yaitu “robot” yang berarti pekerja, mulai menjadi populer ketika seorang penulis berbangsa Czech (Ceko), Karl Capek, membuat pertunjukan dari lakon komedi yang ditulisnya pada tahun 1921 yang berjudul RUR (Rossum’s Universal Robot).

Robot dapat diartikan sebagai sebuah mesin yang dapat bekerja secara terus menerus baik secara otomatis maupun terkendali. Robot yang digunakan untuk membantu tugas-tugas manusia mengerjakan hal yang sulit atau dilakukan manusia secara langsung. Misalnya menangani material radioaktif, merakit mobil dalam industri perakitan mobil, menjelajah planet mars, sebagai media pertahanan atau perang, dan sebagainya. Pada dasarnya dilihat dari struktur dan fungsi fisiknya (pendekatan visual) robot terdiri dari dua bagian, yaitu *non-mobile* robot dan *mobile* robot. Kombinasi keduanya menghasilkan kelompok konvensional (*mobile* dan *non-mobile*) contohnya *mobile* manipulator, *walking* robot, dan non konvensional (*humanoid*, *animaloid*, *extraordinary*). Saat ini robot selain untuk membantu pekerjaan manusia juga digunakan sebagai hiburan.

2.5.2 Sejarah Perkembang Robot

Menurut Taufik Septian Suyadhi (2010) Perkembangan robotika pada awalnya bukan dari disiplin elektronika melainkan berasal dari ilmuwan biologi dan pengarang cerita novel maupun pertunjukan drama pada sekitar abad XVIII. Para ilmuwan biologi pada saat itu ingin menciptakan makhluk yang mempunyai karakteristik seperti yang mereka inginkan dan menuruti segala apa apa yang mereka perintahkan, dan sampai sekarang makhluk yang mereka ciptakan tersebut tidak pernah terwujud menjadi nyata, tapi hanya menjadi bahan pada novel-novel maupun naskah sandiwara panggung maupun film. Baru sekitar abad XIX robot mulai dikembangkan oleh insinyur teknik, pada saat itu berbekal keahlian mekanika untuk membuat jam mekanik mereka membuat boneka tiruan manusia yang bisa bergerak pada bagian tubuhnya.

Pada tahun 1920 robot mulai berkembang dari disiplin ilmu elektronika, lebih spesifiknya pada cabang kajian disiplin ilmu elektronika yaitu teknik kontrol otomatis, tetapi pada masa-masa itu komputer yang merupakan komponen utama pada sebuah robot yang digunakan untuk pengolahan data masukan dari sensor dan kendali aktuator belum memiliki kemampuan komputasi yang cepat selain ukuran fisik komputer pada masa itu masih cukup besar. Robot-robot cerdas mulai berkembang pesat seiring berkembangnya komputer pada sekitar tahun 1950-an. Dengan semakin pesatnya kemampuan komputasi komputer dan semakin kecilnya ukuran fisiknya, maka robot-robot yang dibuat semakin memiliki kecerdasan yang cukup baik untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan yang biasa dilakukan oleh manusia. Pada awal diciptakannya, komputer sebagai alat hitung saja, perkembangan algoritma pemrograman menjadikan komputer sebagai instrumentasi yang memiliki kemampuan seperti otak manusia. *Artificial intelligence* atau kecerdasan buatan adalah algoritma pemrograman yang membuat komputer memiliki kecerdasan seperti manusia yang mampu menalar, mengambil kesimpulan dan keputusan berdasarkan pengalaman yang dimiliki.

2.5.3 Robot Pengikut Garis (*Line Follower*)

Line follower adalah robot yang bisa bergerak mengikuti jalur panduan garis. Garis pandu yang digunakan dalam hal ini adalah garis putih yang ditempatkan pada permukaan berwarna gelap, ataupun sebaliknya, garis hitam yang ditempatkan pada permukaan berwarna putih. (Riwaldi 2005)

Sedangkan untuk elektronik robot yaitu sebuah robot yang meliputi adanya rangkaian pengendali utama (*main controller*), rangkaian sensor, dan rangkaian driver. Sistem yang penting dalam pembuatan robot *line follower* yaitu bahasa pemrograman (*software*).

Ada dua macam robot *line follower* yaitu *line follower* biasa tanpa menggunakan program dan *line follower* dengan program. Hanya saja yang menggunakan program lebih kompleks dan lebih sempurna jika dibanding *line follower* yang tanpa menggunakan program. Pembahasan perbedaan *line follower* yang menggunakan program dengan tanpa menggunakan program

2.6 LEGO Mindstorm EV3

Menurut Mf Nugraha (2017) Lego Mindstorms EV3 adalah generasi ketiga dari LEGO. Ini merupakan penerus dari Lego Mindstorms NXT seri 2.0 generasi kedua. The "EV3" penunjukan berarti bahwa itu adalah evolusi dari seri NXT sebelumnya. Robot Lego Mindstorms EV3 Secara resmi diumumkan pada tanggal 4 Januari 2013. 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, serta dilengkapi pemrograman perangkat lunak atau opsional lab *VIEW* untuk LEGO MINDSTORMS. Berbagai bahasa resmi ada, seperti NXC, NBC leJOS NXJ, dan Robot C. LEGO Mindstorms EV3 dapat dibangun dan di program, robot tersebut bisa melakukan apa yang diinginkan *user*. Satu set perlengkapan pada LEGO EV3 dapat digunakan untuk membangun dan memprogram robot LEGO cerdas, dan membuatnya melakukan banyak operasi yang berbeda. Robot seperti pada Gambar 2.1 dapat dirakit misalnya dengan sensor

yang mengontrol motor dan bereaksi terhadap cahaya, sentuhan, suara, dan lain-lain.



Gambar 2.2 Robot Lego Mindstorms EV3

Tabel 2.1 Perbandingan EV3 , NXT dan RCX

	EV3	NXT	RCX
<i>Release Date</i>	<i>September 2013</i>	<i>July 2006</i>	1998
<i>Display</i>	178 x 128 pixel Monochrome LCD	100 x 64 pixel Monochrome LCD	Segmented Monochrome LCD
<i>Main Processor</i>	TI Sitara AM1808 (ARM926EJ-S core) @300 MHz	AtmelAT91SAM7S 256 (ARM7TDMI core) @48 MHz	HitachiH8/300 @16 MHz
<i>Main Processor</i>	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>Yes</i>	<i>No</i>	<i>No</i>
<i>WiFi</i>	<i>Optional dongle via USB port</i>	<i>No</i>	<i>No</i>
<i>Bluetooth</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>
<i>Connects to Apple devices</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>No</i>

2.7 Komponen LEGO Mindstorms EV3

Menurut Ika Sunarsih (2017) Ada beberapa jenis Lego Mindstroms EV3 yang beredar dipasaran yaitu :

1. Lego Mindstorms EV3 *Retail Kit* (Diperuntukan untuk hobi dan perorangan).
2. Lego Mindstorms Education EV3 *Core Set* (Diperuntukan untuk kebutuhan lembaga pendidikan).

Selain kedua jenis Lego Mindstorms EV3 diatas, Lego Mindstorms EV3 juga menyediakan paket aksesoris yang didalamnya terdapat motor, part part, dan sensor tambahan sebagai pelengkap paket Lego Mindstorms EV3 standar. Paket standard dari robot Lego Mindstorms EV3 memiliki beberapa komponen, antara lain :

2.7.1 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 2.3.



Gambar 2.3 E3 *Brick*

Spesifikasi EV3 *Brick* :

1. ARM main *microprocessor* @300 MHz (16 MB flash memory, 64 MB RAM ditambah slot ekspansi microSD hingga 32 GB).
2. LCD *display* 172 x 128 pixel
3. *Bluetooth* V2.1

4. Satu port USB 2.0 *interface* memungkinkan untuk konektivitas *WiFi*.
5. Empat *port input*: port 1, port 2, port 3, dan port 4 yang menghubungkan hingga 4 sensor pada saat yang sama termasuk sensor NXT.
6. Empat *port output* : port A, port B, port C, dan port D yang menghubungkan hingga 4 motor.
7. *Speaker* terintegrasi untuk mengeluarkan *output* suara.
8. Tiga tombol : kembali, pusat, navigasi (kiri, kanan, atas , bawah).
9. Kompatibel untuk iOS dan Android 7

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* (PWM) untuk mengendalikan empat motor, serta *Analog to Digital Converter* (ADC) dari terminal masukan. Tampilan pada layar LCD *Brick* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 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 bata kode Cahaya adalah sebagai berikut:

1. *Red* = *Startup, Updating, Shutdown*
2. *Red pulsing* = *Busy*
3. *Orange* = *Alert, Ready*
4. *Orange pulsing* = *Alert, Running*
5. *Green* = *Ready*

6. *Green pulsing = Running program*

Dapat memprogram status cahaya *Brick* untuk menunjukkan warna yang berbeda dan pulsa ketika kondisi yang berbeda terpenuhi. Untuk bagian-bagian yang terdapat pada sisi atas EV3 *Brick* bisa dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 *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 2.5.



Gambar 2.6 *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 2.6.



Gambar 2.7 EV3 *Brick* Bagian Kanan

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 2.7.



Gambar 2.8 EV3 Brick Bagian Kiri

Pada bagian port USB Host dapat digunakan untuk menambahkan USB *WiFi* 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 2.8

Brick dapat diibaratkan seperti CPU pada komputer, yang berfungsi untuk mengolah data. Brick berfungsi untuk mengendalikan jalannya robot sesuai dengan program yang dibuat. Pada pembuatan program dengan EV3 dapat dilakukan dengan 2 cara :

1. Membuat program secara langsung pada EV3 Brick.
2. Membuat program melalui komputer, selanjutnya upload ke EV3 Brick.

Untuk program-program yang sederhana dapat dibuat secara langsung pada EV3 Brick, sedangkan untuk program-program yang kompleks dan rumit dapat dibuat melalui komputer terlebih dahulu.

2.7.2 Motor

Menurut Mf Nugraha (2017) 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 empat buah motor. Motor pada EV3 Mindstorms 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.

Pada robot Lego, 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 per detik. Servo juga dapat digunakan untuk menghitung derajat perputaran atau rotasi. Akurasi dari servo motor mencapai kurang 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 keakuratan. Gambar 2.9 menunjukkan Motor *Large* dan Gambar 2.10 menunjukkan Motor *Medium* Lego Mindstorms EV3 :



Gambar 2.9 Motor *Large*

Motor *Large* merupakan motor kuat dan “cerdas” yang memiliki *built-in* Rotasi Sensor dengan resolusi 1 derajat untuk kontrol yang tepat. Motor *Large* dioptimalkan untuk menjadi basis mengemudi pada robot. Dengan menggunakan 7 *Move Steering* atau pindahkan blok pemrograman *Tank* di *Software EV3-G*, Motor besar akan mengkoordinasikan tindakan secara bersamaan.



Gambar 2.10 Motor *Medium*

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. Dari keterangan dua motor diatas dapat dibandingkan perbedaannya yakni:

1. Motor *Large* berjalan pada 160-170 rpm, dengan torsi berjalan dari 20 Ncm dan torsi 40Ncm (lambat, tapi kuat).
2. Motor *Medium* berjalan pada 240-250 rpm, dengan torsi berjalan dari 8 Ncm dan torsi 12 Ncm (lebih cepat, tapi kurang kuat).

2.7.3 Sensor Warna (*Colour Sensor*)

Menurut Mf Nugraha (2017) Sensor warna adalah sensor digital yang dapat mendeteksi warna atau intensitas cahaya. Sensor warna EV3 mampu mendeteksi objek dengan tujuh macam warna dan objek yg tidak berwarna. Hal ini dapat membedakan antara 8 warna atau hitam-putih atau antara biru, hijau, kuning, merah, putih, dan coklat. Sensor ini dapat digunakan dalam tiga mode yang berbeda:

1. Mode *Colour*, sensor warna yang mengakui tujuh warna hitam, biru, hijau, kuning, merah, putih, coklat-plus dan tidak berwarna. Kemampuan untuk membedakan antara warna berarti robot mungkin diprogram untuk mengurutkan benda berwarna atau blok, berbicara nama-nama warna seperti yang terdeteksi, atau menghentikan tindakan ketika melihat warna merah.
2. Mode Intensitas 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 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 mungkin diprogram untuk

menonaktifkan alarm ketika matahari terbit di pagi hari, atau menghentikan tindakan jika lampu mati.

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 seperti dapat dilihat pada Gambar 2.11, ada tiga fungsi utama yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Sensor warna

Untuk mendapatkan deteksi warna yang optimal, sensor harus diarahkan dalam sudut yang tepat sekitar 1 cm 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 ketika warna 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

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



Gambar 2.11 Sensor Warna (*Colour Sensor*)

2.7.4 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. Antarmuka yang digital mampu untuk kedua komunikasi I2C dan RS-485



Gambar 2.12 Konektor

Tabel 2.2 EV3 Sensor *Interface Pin-Out*

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

2.7.5 Komponen Tambahan

Selain komponen utama, ada juga komponen tambahan untuk membuat robot lego mindstorms EV3. Komponen-komponen yang terdapat di robot lego mindstorms EV3 secara lengkap, dapat dilihat pada Gambar 2.13



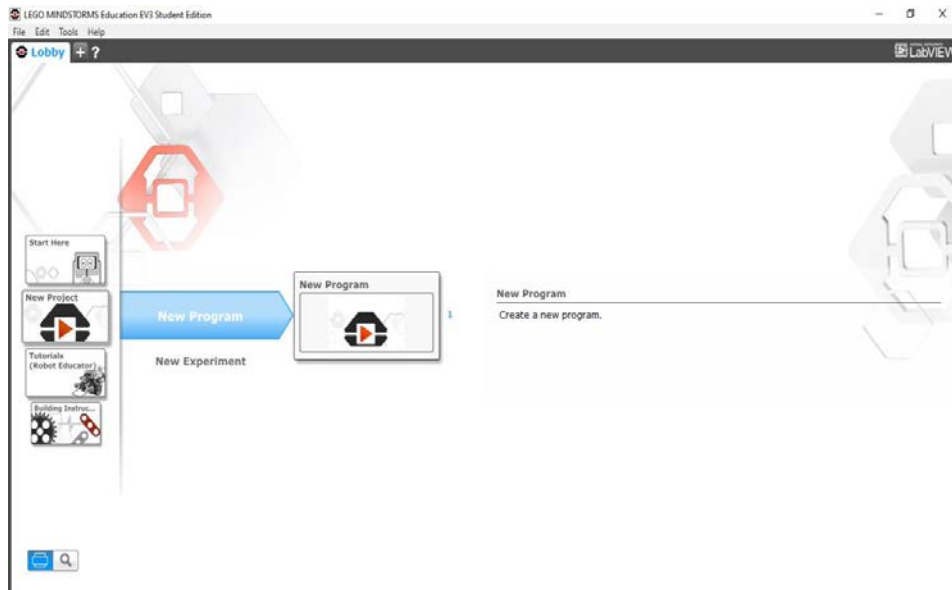
Gambar 2.13 Komponen Tambahan EV3

2.8 LEGO Mindstorm *Education* EV3

Menurut Ika Sunarsih (2017) Untuk menjalankan robot EV3, harus diprogram terlebih dahulu robot tersebut dengan algoritma yang diinginkan. Ada banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk memprogram EV3, salah satunya adalah Lego Mindstorms *Education* EV3.

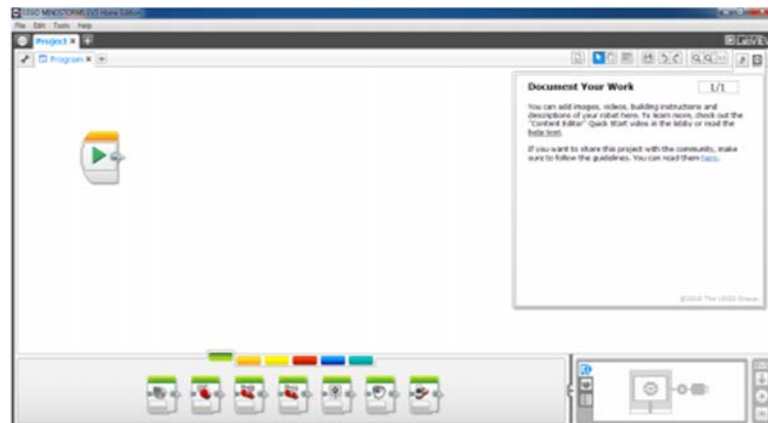
Lego Mindstorms *Education* EV3 adalah *Software* untuk memprogram EV3 *Brick* dari komputer yang dapat dilakukan secara grafikal. *Software* ini menggunakan *Icon-Based* sehingga mempermudah untuk memprogram robot yang dirancang. Selain dapat memprogram melalui PC / Laptop, juga bisa memprogram robot Lego Mindstorms EV3 dari ponsel / tablet.

Dalam program Lego Mindstorms *Education* EV3, layar ditampilkan di waktu *startup* disebut Lobby seperti pada Gambar 2.14. Isi *Lobby* adalah menu untuk mengakses setiap fungsi dari program Lego Mindstorms *Education* EV3.



Gambar 2.14 Lego Mindstorms Education EV3 Lobby

Lembar Project adalah halaman yang digunakan untuk membuat program dengan menggunakan blok pemrograman, seperti pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Lembar Project

2.9 Programming Blocks and Palettes

Menurut Ika Sunarsih (2017) 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 di bagian *Quick Start* dari Lobby dan juga dapat menemukan informasi lebih lanjut tentang bagaimana program di teks “*help*” pada Lego Mindstorms *Education EV3*. Pada “*Programming Palettes*” terdapat blok program sebagai berikut



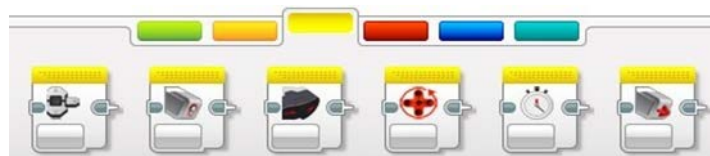
Gambar 2.16 *Action Blocks*

Pada *Action Blocks* terdapat blok program untuk *Medium Motor*, *Large Motor*, *Move Steering*, *Move Tank*, *Display*, *Sound*, *Brick Status Light*. Seperti pada Gambar 2.16.



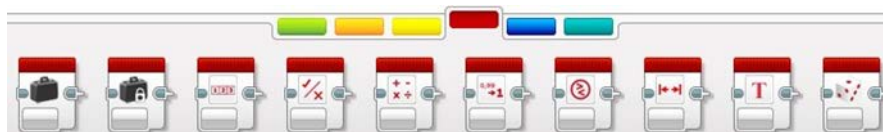
Gambar 2.17 *Flow Control*

Pada Flow Control Blocks berisikan block Start, Wait, Loop, Switch Loop Interrupt. Block ini biasa digunakan untuk memprogram robot. Blok-blok pada Flow Control dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.18 *Sensor Blocks*

Pada block Sensor terdapat block *Brick Buttons*, *Colour Sensor*, *Infrared Sensor*, *Motor Rotation*, *Timer* dan *Touch Sensor*. Seperti pada Gambar 2.18.



Gambar 2.19 *Data Operations*

Dibagian *Data Operations* berisikan *block Variable, Constant, Array Operations, Logic Operations, Math, Round, Compare, Range, Text* dan *Random*. Seperti pada Gambar 2.19.



Gambar 2.20 *Advance*


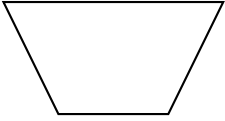
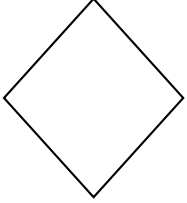
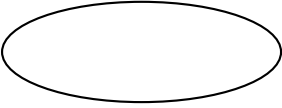


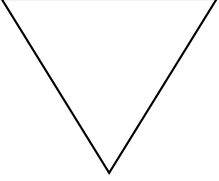
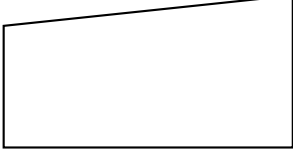
Pada *Advanced* terdapat *block File Access, Messaging, Bluetooth Connection, Keep Awake, Raw Sensor Value, Unregulated Motor, Invert Motor* dan *Stop Program*. Seperti pada Gambar 2.20.

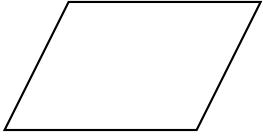
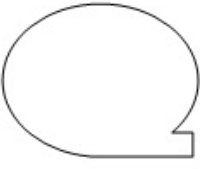



2.10 Flowchart

Menurut Ika Sunarsih (2017) Simbol-simbol flowchart yang biasanya dipakai adalah simbol-simbol flowchart standar yang dikeluarkan oleh ANSI dan ISO. Simbol-simbol ini dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Simbol-simbol *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus / <i>flow</i> , yaitu menyatakan jalannya arus suatu proses
2		Simbol <i>connector</i> , menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
3		Simbol <i>offline connector</i> , menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda

4		Simbol proses, yaitu menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh <i>computer</i>
5		Simbol <i>manual</i> , menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh computer
6		Simbol <i>decision</i> , yaitu menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya / tidak
7		Simbol <i>terminal</i> , yaitu menyatakan permulaan atau akhir suatu program
8		Simbol <i>predefined process</i> , menyatakan persediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
9		Simbol <i>keying operation</i> , menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i>
10		Simbol <i>offline-storage</i> , menunjukkan bahwa data dalam <i>symbol</i> ini akan disimpan ke dalam suatu media tertentu
11		Simbol <i>manual input</i> , menyatakan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>

12		Simbol <i>input / output</i> , menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya
13		Simbol <i>magnetic tape</i> , menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> tersimpan ke dalam pita magnetis
14		Simbol <i>disk storage</i> , menyatakan input berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> tersimpan kedalam disk
15		Simbol <i>document</i> , mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (memulai <i>printer</i>)
16		Simbol <i>punched card</i> , menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu