

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

2.1.1 Penelitian “Penerapan Lego *Mindstorms* NXT Forklift Dan Conveyor Robot Untuk Mensortir Barang Menggunakan Sensor Warna” oleh Yudhi Gunardi dan Eko Saputro tahun 2014.

Penelitian ini membuat robot *Forklift* menggunakan Lego *Mindstorms* NXT Generasi Pertama. Komponen yang digunakan *Brick* sebagai otak dari *Mindstorms*, 1 buah sensor warna untuk membedakan warna pada bola, dan 3 buah motor servo untuk menggerakkan bola dan menampungnya. Dengan program dari aplikasi NXT-G. Kesimpulan yang diperoleh terdapat perancangan robot ini adalah robot simulasi yang dimodifikasi pada fungsi sensor warna pada robot *forklift* untuk mensortir bola berdasarkan warna dan kemudian bola digerakkan melalui *conveyor*. Prinsip kerja robot ini adalah robot Lego Mindstorm NXT yang menggunakan sistem kerja *forklift* dan *conveyor*. Untuk cara kerja robot *forklift* berfungsi mengangkat bola yang terdiri dari dua warna yaitu, merah dan biru. Kemudian dibawa ke *conveyor* robot, lalu kemudian *conveyor* robot bekerja dan mensortir dengan sensor warna untuk memisahkan bola berwarna merah dan biru ke wadahnya masing-masing yang berbentuk kotak persegi sesuai dengan warna bola tersebut.

2.1.2 Penelitian “Perancangan Aplikasi Mobile Remote Control Berbasis Android Pada Robot Lego Mindstorms NXT 2.0” oleh Dwi Maya Nursyswanti dan Widi Astuti tahun 2015.

Penelitian ini membuat perancangan robot *Mobile Control* dengan Lego *Mindstorms* NXT 2.0 dihubungkan ke *smartphone* android sebagai kontrol pergerakan robot dan pemrogramannya digunakan bahasa pemrograman Java. Robot menggunakan 1 buah *brick*, 1 buah sensor warna, dan 2 buah motor *large*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat sensor cahaya yang digunakan untuk program *Line followers* dan sensor tekan yang digunakan sebagai *bupper car*. Serta sensor dapat bekerja baik melalui kontrol dari *smarphone* dengan di program dengan bahasa

pemrograman Java. Berdasarkan pengujian pada penelitian ini, maka dapat kita simpulkan bahwa seluruh program dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perintah awal. Dari mulai sensor yang terdapat di robot hingga aplikasi yang terdapat di dalam smartphone tersebut. Tetapi perlu dicatat untuk sensor cahaya harus memiliki permukaan yang datar, kemudian untuk program *line follower* juga dapat berfungsi dengan lancar apabila kecepatan tidak melebihi 60 pwm. Pada aplikasi *smartphone* juga terlihat bahwa aplikasi tersebut cukup responsif dan akurat, dimana tidak ada terjadinya delay yang berarti ketika aplikasi dijalankan hingga robot merespon.

2.1.3 Penelitian “Control System Teaching and Experiment Using LEGO MINDSTORMS NXT Robot” oleh Jiali Ding, Zjengmin Li dan Tianhoang Pan tahun 2017.

Robot ini menggunakan 1 buah *brick*, 2 buah motor *large* dan 1 buah sensor warna. Penelitian ini membuat robot *line followers* dengan *driving base* sebagai desainnya dan menggunakan satu sensor warna sebagai kontrol PID yang dirancang menggunakan aplikasi Matlab atau Simulink. Kesimpulannya adalah kontroler PID merupakan kontroler mekanisme umpan balik yang biasanya dipakai pada sistem kontrol robot. Sebuah kontroler PID secara kontinu menghitung nilai kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dan variabel proses terukur. Kontroler mencoba untuk meminimalkan nilai kesalahan setiap waktu dengan penyetelan variabel kontrol, seperti posisi keran kontrol, damper, atau daya pada elemen pemanas, ke nilai baru yang ditentukan oleh rumus dan nilai tertentu. Dan pada robot ini nilai PID bisa dibuat melalui aplikasi matlab dan robot *line followers* berjalan dengan baik dan lancar.

Perbandingan Penelitian terdahulu dan penelitian sekarang adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang

No.	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Yudhi Gunardi dan Eko Saputro. 2014. <i>Penerapan Lego Mindstroms NXT</i>	1. Sortir barang berdasarkan warna	1. Mobile robot atau robot bergerak untuk berpindah.

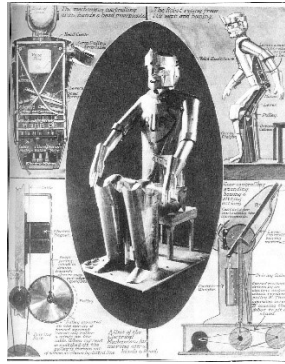
	<i>Forklift Dan Conveyor Robot Untuk Mensortir Barang Menggunakan Sensor Warna.</i>	dengan sensor warna. 2. Menggunakan <i>forklift</i> untuk mengangkat dan membawa barang.	2. Barang dibawa dan disusun ke <i>storage place</i> .
2.	Dwi Maya Nursyswanti dan Widi Astuti. 2015. <i>Perancangan Aplikasi Mobile Remote Control Berbasis Android Pada Robot Lego Mindstorms NXT 2.0.</i>	1. <i>Mobile</i> robot. 2. Menggunakan sensor warna untuk menjalankan prinsip <i>line followers</i> .	1. Robot bekerja otomatis dengan kendali sensor. 2. Produk robot Lego <i>Mindstorms</i> EV3
3.	Jiali Ding, Zjengmin Li dan Tianhoang Pan. 2017. dengan judul “ <i>Control System Teaching and Experiment Using LEGO Mindstorms NXT Robot</i> ”	1. Kontrol jalan robot dengan lintasan yang telah ditentukan. 2. <i>Mobile</i> robot	1. Desain robot dengan <i>driving tank</i> 2. Program yang digunakan adalah Lego <i>Mindstorms Education</i> EV3 <i>Student Edition</i>

2.2 Robot

Saat ini hampir tidak ada orang yang tidak mengenal robot, namun pengertian robot tidaklah dipahami secara sama oleh setiap orang. Sebagian membayangkan robot adalah suatu mesin tiruan manusia (*humanoid*), meski demikian *humanoid* bukanlah satu-satunya jenis robot. Contoh lain robot adalah robot penyedot debu, robot pengangkut barang dan robot mobil.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Robot adalah alat berupa orang-orangan dan sebagainya yang dapat bergerak (berbuat seperti manusia) yang

dikendalikan oleh mesin, sehingga membutuhkan tanggapan, aksi dan kecerdasan tersendiri yang diprogram di dalamnya untuk menyamai kelakuan makhluk hidup. Berdasarkan pengertiannya berbagai kegiatan manusia sangat erat hubungannya dengan robot karena kegunaannya sebagai pembantu pekerjaan manusia.



Gambar 2.1 Robot Pertama

Kata “ROBOT” pertama kali muncul pada tahun 1921 dalam sebuah drama berjudul *R.U.R. (Rossum’s Universal Robots)*. Karangan Karel Capek (dibaca chop’ek). Kata “ROBOT” berasal dari bahasa ceko “ROBOTA” yang berarti *Forced Labor*. Kata “ROBOTICS” juga berasal dari sebuah karya cerita pendek fiksi ilmiah karangan Issac Asimov pada tahun 1942 yang berjudul “Runaround”. Cerita pendek tersebut kemudian dimasukkan oleh Isaac Asimov ke dalam buku karangannya yang sangat terkenal, “*I, Robot*”. (Hendry, 2008).

2.3 Robot Forklift

Forklift adalah suatu pesawat pengangkat dimana fungsinya untuk mengangkat/memindahkan barang dari suatu tempat ketempat lain. Perencanaan pada forklift ini mempunyai beberapa bagian yang terpenting yaitu *Fork* (Garpu) dan *Frame* (Rangka). *Fork* (Garpu) adalah bagian dari pesawat pengangkat *forklift* yang berfungsi untuk mengambil beban dudukan dari beban yang akan diangkat (Jenniria, 2011).

Forklift adalah angkutan barang dengan menggunakan paling sedikit 2 (dua) moda angkutan yang berbeda atas dasar 1 (satu) kontrak sebagai dokumen angkutan multimoda dari satu tempat diterimanya barang oleh badan usaha angkutan multimoda

ke suatu tempat yang ditentukan untuk penyerahan barang kepada penerima barang angkutan multimoda (Imam, 2017).



Gambar 2.2 Forklift Toyota

Jenis *forklift* yang beredar dipasaran sebagai berikut:

1. *Foklift Reach Truck*

Foklift reach truck merupakan sebuah kendaran angkut yang difungsikan untuk mendistribusikan barang yang mempunyai kapasitas besar dan sekaligus mampu diangkat dalam proses penataan diatas rak-rak yang tinggi. Kapasitas maksimum yang diijinkan oleh forklift ini hingga 2 ton dengan tinggi angkat beban hingga 8,5 meter.

2. *Forklift Electric*

Forklift electric merupakan sebuah kendaraan angkut yang difungsikan sebagai alat angkut untuk memindahkan barang yang mempunyai kapasitas besar baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan, termasuk dalam bongkar muat barang di pelabuhan, pabrik, gudang, dan lain lain. Kapasitas maksimum yang dimiliki *forklift* ini mencapai 5 ton dengan tinggi angkat beban hingga 6 meter.

3. *Forklift Diesel*

Forklift diesel merupakan sebuah kendaraan angkut modern yang telah dilengkapi sistem canggih dengan kualitas terbaik, dengan fungsinya sebagai alat angkat yang digunakan untuk memindahkan barang dengan beban maksimal hingga 10 ton dan tinggi angkat hingga 6 meter dan sangat baik digunakan diluar ruangan.

4. *Forklift Gasoline*

Forklift gasoline merupakan sebuah kendaraan yang difungsikan untuk pemindahan barang dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kapasitas beban maksimal angkut hingga 2 ton dan tinggi angkat benda hingga 2 meter.

2.4 Klasifikasi Robot Berdasarkan Bentuk

Menurut Hendry Djaya (2008) klasifikasi robot berdasarkan bentuk antara lain:

a. *Fixed Robot*

Merupakan bentuk robot yang tidak dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain secara keseluruhan. Bentuk robot ini bersifat statis dari segi posisi dan sangat sulit untuk dipindahkan. Contoh dari bentuk robot ini adalah robot di bidang industri.



Gambar 2.3 Robot Industri Mitsubishi

b. *Mobile Robot*

Merupakan bentuk robot yang dapat secara dinamis berpindah tempat dari satu titik ke titik lainnya. Memiliki alat gerak untuk berpindah seperti, roda atau kaki.



Gambar 2.4 Mobile Robot Self Driving

c. *Bug Robot (Robot with Animal Shape)*

Merupakan robot yang memiliki bentuk menyerupai binatang. Disebut *Bug Robot* karena pada awalnya bentuk robot mengambil bentuk serangga.



Gambar 2.5 Bug Robot *Animal*

d. Humanoid

Merupakan robot yang memiliki bentuk menyerupai bentuk manusia. Hal yang paling sulit dari bentuk robot ini adalah memikirkan bagaimana robot dapat berdiri tegak dan berjalan dengan seimbang.



Gambar 2.6 *Humanoid Robot by Darwin*

2.5 Klasifikasi Robot Berdasarkan Kegunaan

Menurut Hendry Djaya (2008) klasifikasi robot berdasarkan kegunaannya antara lain:

a. Industri

Robot digunakan untuk otomatisasi proses produksi, welding, perakitan, dan penge-pak-kan. Penggunaan robot untuk bidang industri dianggap lebih baik karena dapat melakukan pekerjaan berat yang tidak dapat dilakukan oleh manusia.

b. *Kedokteran*

Robot digunakan oleh paramedis dan dokter dalam merawat pasien. Sampai saat ini robot yang paling banyak dibuat adalah robot untuk bidang operasi, dengan alasan dapat membantu dokter mendapatkan ketelitian saat mengoperasi.



Gambar 2.7 Robot Untuk Operasi

c. *Serving*

Robot yang dibuat untuk tujuan melayani manusia atau mengambil alih beberapa pekerjaan yang dilakukan oleh manusia sehari-hari.

d. *Toy / Pet*

Robot dengan tujuan untuk dijadikan mainan atau peliharaan.

e. *Education*

Robot yang ditujukan untuk mempermudah orang dalam mempelajari fungsi-fungsi dasar dan mekanisme kerja dari sebuah robot. Robot seperti ini juga memotivasi orang-orang untuk lebih berperan serta dalam pengembangan robot di masa depan.



Gambar 2.8 LEGO Mindstorm NXT

2.6 *Storage Place*

storage place atau *warehouse* atau juga bisa disebut *gudang* adalah bagian dari sistem logistik perusahaan yang menyimpan berbagai jenis barang baik bahan baku, komponen atau *part* barang setengah jadi, maupun barang jadi pada dan antara titik sumber dan titik penggunaan serta menyajikan informasi kepada manajemen mengenai status, kondisi dan perpindahan dari item yang disimpan (Sahara & Arfan, 2016).

Storage place dapat memiliki aktivitas yang berbeda sesuai dengan spesifikasi produk yang disimpan. Banyak klasifikasi jenis gudang, seperti material *storage* yang berfungsi untuk menyimpan bahan baku pada suatu sistem produksi, *working in process storage* yang berfungsi menyimpan material yang masih membutuhkan proses lanjutan atau setengah jadi, dan *finishing goods storage* berfungsi untuk menyimpan barang yang sudah selesai melewati produksi hingga tahap akhir dan siap untuk distribusikan ke konsumen. Klasifikasi tersebut juga tergantung persyaratan pelanggan dan tingkat layanan yang ditawarkan. Pengklasifikasian item logistik ini bertujuan untuk membedakan item logistik yang sangat penting, penting dan tidak terlalu penting.



Gambar 2.9 Contoh *Storage Place* yang ada di industri

2.7 **Lego**

Lego merupakan mainan kreatif bersistem bongkar pasang berbentuk sederhana (*part/piece*), yaitu persegi ataupun persegi panjang. Lego dapat disusun/dipasang sesuai imajinasi dan kreativitas sehingga dapat menghasilkan bentuk akhir yang tidak terbatas jumlahnya. Selama puluhan tahun sejak 1932, mainan yang berasal dari Denmark ini terus berkembang dengan mendesain bentuk-bentuk *part* dan warna baru agar dapat lebih mengasah kreativitas dalam mengomposisikan berbagai bentuk dan warna (Jian dan Christine, 2015).



Gambar 2.10 Lego

2.8 Lego Mindstorms EV3

LEGO Mindstorms EV3 adalah perangkat robot edukasional keluaran LEGO. Seri EV3 ini resmi diliris pada 1 September 2013 sebagai penerus dari seri sebelumnya. Sejak penciptaannya, telah ada empat generasi platform Mindstorms: Sistem Penemuan Robotika asli (RCX), NXT dan EV3. (Ika, 2017)

Perubahan terbesar dari seri EV3 ini ialah perbaikan teknologi *brick* yang dapat diprogram, prosesor utama dari EV3 ini adalah ARM9, yang sebelumnya pada seri NXT mikrokontroler yang digunakan adalah ARM7. Keunggulan lainnya ialah EV3 telah memiliki sebuah konektor USB dan slot *micro* SD, dimana yang dilengkapi dengan pemrograman perangkat lunak atau opsional *lab view* untuk Lego Mindstorms.



Gambar 2.11 Lego Mindstorms EV3

2.9 Komponen Lego Mindstorms EV3

Ada beberapa jenis Lego Minstorms EV3 yang beredar dipasaran dan dapat kita jumpai serta beli yaitu :

- a. Lego Minstorms EV3 *Retail Kit* (digunakan sebagai hobi dan perorangan)
- b. Lego Mindstorms Education EV3 *Core Set* (digunakan sebagai kebutuhan lembaga pendidikan) (Ika Sunarsih 2017).

Selain kedua jenis tersebut, Lego Mindstorms EV3 juga menyediakan beberapa aksesoris yang terdapat didalamnya, seperti motor, seperangkat lego kit dan juga sensor tambahan sebagai pelengkap paket Lego Mindstorms EV3 Standard. Untuk paket standardnya sendiri pun memiliki beberapa komponen.

2.9.1 EV3 Brick

Brick merupakan otak dan komponen paling penting dari robot LEGO Mindstorms EV3. Program yang sudah dibuat akan dimasukkan dan dijalankan oleh *Brick*. Robot dapat menerima informasi seperti tekanan, suara atau intensitas cahaya sesuai sensor yang digunakan.

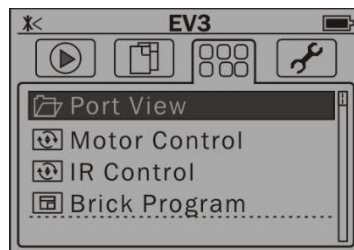


Gambar 2.12 EV3 Brick

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 konektivitas wifi
- Empat port input : port 1, port 2, port 3, port 4 yang menghubungkan hingga 4 sensor pada saat yang sama termasuk sensor NXT
- Empat port output : port A, port B, port C, 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* (ADC) dari terminal masukan. Tampilan pada layar LCD brick dapat dilihat pada layar LCD brick berikut ini.



Gambar 2.13 EV3 Tampilan Layar *Brick*

Brick status adalah cahaya yang mengelilingi Tombol Brick yang memebritahu anda status saat ini dari EV3 Brick. Cahaya ini dapat menjadi hijau, oranye, atau merah dan dapat berkedip. Status bata kedo cahaya adalah sebagai berikut:

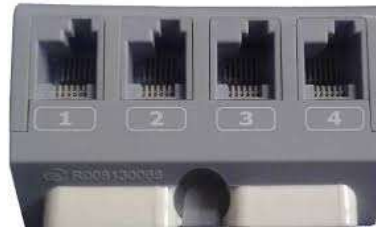
- *Red = startup, updating, shutdown*
- *Red Pulsing = busy*
- *Orange = alert, ready*
- *Orange pulsing = alert, running*
- *Green = ready*
- *Green pulsing = running program*

Serta dapat memprogram status cahaya pada brick untuk menunjukkan warna yang berbeda dan pulsa ketika kondisi yang berbeda terpenuhi. Berikut bagian dari body brick meliputi :



Gambar 2.14 EV3 Brick Bagian Atas

Gambar 2.14 menunjukkan penampakan EV3 *Brick* bagian atas. Pada bagian port PC terdapat slot untuk mini USB yang berfungsi untuk menghubungkan EV3 *Brick* ke komputer ketika *compile file* program. Sedangkan Port A, port B, Port C, serta Port D digunakan sebagai Port output guna menghubungkan motor ke EV3 *Brick*.



Gambar 2.15 EV3 Brick bagian bawah

Gambar 2.15 merupakan EV3 *Brick* bagian bawah terdapat port 1, 2, 3 dan 4 yang berfungsi sebagai port input yang digunakan sebagai penghubung sensor dengan EV3 *Brick*.



Gambar 2.16 EV3 Brick bagian kanan

Pada bagian ini terdapat *speaker*, yang memiliki fungsi sebagai *output* suara dalam pemrograman robot ini. Tampilan *brick* sisi bagian kanan dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.17 EV3 Brick bagian kiri

Pada sisi bagian kiri terdapat port USB dan port SD. Port USB memiliki fungsi sebagai penghubung dua hingga empat EV3 *Brick* secara bersamaan dan dapat

digunakan untuk menambahkan USB *Wi-Fi dongle* sebagai penghubung ke jaringan nirkabel.

Brick dapat kita ibaratkan seperti CPU pada komputer, sebagai pengolahan data. *Brick* berfungsi mengendalikan jalan dan fungsi robot sesuai dengan program yang kita buat. Pada pembuatan program dengan EV3 dapat dilakukan dengan 2 cara:

- Membuat program yang sambungkan secara langsung ke EV3 *Brick*
- Membuat program melalui komputer, selanjutnya program di upload ke EV3 *Brick* dengan kabel USB.

Cara pembuatan program pun tergantung dengan seruit dan se kompleks apa program yang dibuat dan akan dijalankan pada robot. Untuk program sederhana dapat langsung diprogram pada EV3 *Brick* namun untuk program yang cukup rumit kita akan memprogramnya terlebih dahulu di komputer.

2.9.2 Motor Servo

Motor servo berfungsi untuk menggerakkan komponen lain dalam Lego Mindstorms EV3. Seperti memutar roda atau menjadi sendi. Satu *brick* bisa dipasang hingga 4 (empat) buah motor. Pada Lego Mindstorm EV3 terdapat dua jenis motor, yaitu Motor *Large* dan Motor *Medium*. Fungsi keduanya sama yaitu sebagai penggerak bagian robot ini. Motor yang digunakan pun adalah motor DC servo yang dilengkapi dengan *encoder* sebagai umpan balik, sehingga pusat kendali dapat memberikan arus yang sesuai dengan beban pada motor. Kecepatan sudut maksimum pada motor adalah satu putaran per detik. Motor servo ini pun dapat digunakan untuk menghitung derajat rotasi putar. Akurasi nya pun kurang dari satu derajat, torsi yang besar dalam waktu yang singkat merupakan kelebihan motor servo, namun karena kurangnya akurasi sehingga memerlukan pengendali merupakan kekurangan dari motor ini.



Gambar 2.18 Motor *Large*

Motor *large* atau motor kuat adalah motor cerdas yang memiliki built-in rotasi sensor dengan resolusi 1 derajat untuk kontrol yang tepat serta dioptimalkan menjadi basis mengemudi di robot. (Ika, 2017). Dengan pemrograman *move tank* dan *move steering* pada aplikasi Lego Mindstorms EV3 *Home Edition*, motor *large* akan mengkoordinasikan tindakan secara bersamaan. Gambar 2.8 merupakan tampilan dari motor *large*.



Gambar 2.19 Motor *Medium*

Motor *medium* juga termasuk *built-in* rotasi sensor dengan resolusi 1 derajat, namun lebih kecil dan ringan dari motor besar. Motor ini mampu merespon lebih cepat dari pada motor besar, dapat diprogram untuk mengaktifkan atau menonaktifkan, mengendalikan tingkat daya atau untuk menjalankan untuk jumlah waktu tertentu atau rotasi. Gambar 2.9 merupakan tampilan motor medium.

Perbandingan antara motor *large* dan motor *medium*:

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

2.9.3 Sensor Warna

Sensor warna digunakan untuk mendeteksi dan mengukur intensitas cahaya atau gelap terang, serta mengukur intensitas cahaya di suatu ruangan maupun pada permukaan yang berwarna. Sensor warna memiliki tiga mode berbeda: warna, intensitas cahaya yang dipantulkan, dan intensitas cahaya sekitar. (Yudhi dan Eko, 2014) Tampilan Sensor Warna dapat dilihat pada Gambar 2.20.

- **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 2.20 Sensor Warna

Tabel 2.2 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.

2.9.4 Sensor *Infrared*

Sensor *infrared* digunakan untuk mendeteksi cahaya infrared yang terpancar dari benda padat. Hal ini juga dapat mendeteksi sinyal cahaya *infrared* yang dikirim dari *remote infrared beacon*. Sensor ini dapat digunakan dalam tiga mode yang berbeda: mode *proximity*, mode *beacon*, dan mode *remote*. Pada mode *proximity*, dimana sensor *infrared* menggunakan gelombang cahaya yang dipantulkan kembali dari objek untuk memperkirakan jarak dengan objek. Sensor dapat mendeteksi objek sampai 70 cm, tergantung pada ukuran bentuk objek. (Muhammad, 2017)

**Gambar 2.21 Sensor *Infrared***

Pada mode *beacon*, salah satu dari *remote infrared beacon* empat saluran dari *channel selector* merah. Sensor akan mendeteksi sinyal yang cocok dengan *channel* yang telah ditetapkan dalam program sampai dengan jarak 200 cm dari depan. Sensor pun dapat memprediksi arah dan jarak (*proximity*) ke *beacon*. Dengan ini terdapat nilai antara -25 dan 25, dengan 0 yang menunjukkan bahwa sinyal tersebut berada tepat di depan sensor *infrared* dengan kedekatan dengan nilai antara 0 dan 100.



Gambar 2.22 Remote Infrared Beacon

Remote infrared beacon adalah perangkat terpisah yang dapat digenggam atau dibangun ke dalam mode Lego. Remote ini membutuhkan baterai AAA. Penggunaan remote ini pun cukup praktis, tekan tombol mode beacon dibagian atas perangkat maka *remote infrared beacon* aktif. Lalu lampu Indikator LED hijau menyala, berarti perangkat aktif dan transmisi terus-menerus. Untuk mematikan *remote*, tekan lagi tombol mode *beacon* (setelah satu jam tidak aktif, sinyal secara otomatis akan mati).

Dan yang terakhir adalah mode *remote*, *remote infrared beacon* sebagai media utama *remote* kontrol untuk robot. Pada mode ini, *sensor infrared* dapat mendeteksi tombol (tombol kombinasi) pada sinyal yang ditekan. Berikut kombinasi tombol pada remote infrared beacon:

0 = tidak ada tombol (*Mode off*)

1 = tombol 1

2 = tombol 2

3 = tombol 3

4 = tombol 4

5 = balik tombol 1 dan tombol 3

6 = kedua tombol 1 dan tombol 4

7 = tombol 2 dan tombol 3

8 = tombol 2 dan tombol 4

9 = beacon mode on

10 = kedua tombol 1 dan tombol 2

11 = tombol 3 dan tombol 4

2.9.5 Konektor

Konektor adalah sebuah perangkat kabel yang menghubungkan sensor ke EV3 Brick dengan suatu *6-position modular connector* dengan mengutakan kedua natarmuka digital dan analog. Maksud antarmuka analog adalah *backward-compatible* (satu adapter) dengan *robotics invention system* yang lama. Sedangkan antarmuka digital ialah komunikasi antara 12C dan RS-485. (Ika, 2017)



Gambar 2.23 Konektor

Table 2.3 EV3 Sensor *interface pin-out*

Pin	Name	Function	Color
1	ANALOG	Analog interface, +9supply	White
2	GND	Ground	Black
3	GND	Ground	Red
4	IPOWERA	+4.3V supply	Green
5	DIGIA10	12C Data (SCL), RS-485 B	Yellow
6	DIGIA11	12C Data (SDA), RS-485 A	Blue

2.9.6 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 2.22



Gambar 2.24 komponen tambahan

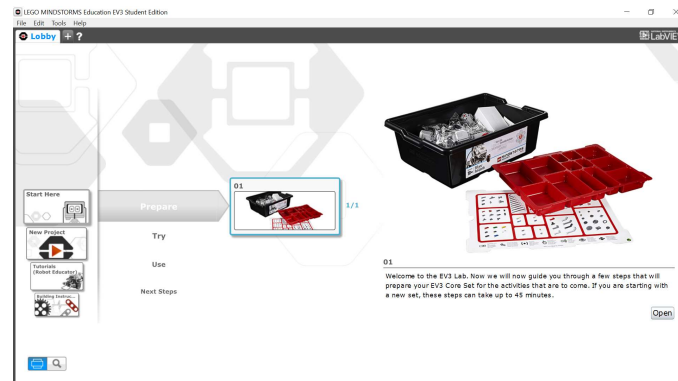
Dalam *retail* set tambahan terdapat komponen sebagai berikut:

- 541 elemen teknik, yaitu terdiri dari balok lego berwarna hitam dan merah yang berfungsi sebagai rangka dalam membuat robot serta pengunci sebagai penghubung antar balok lego.
- *Ball wheel* (roda), yaitu terdiri dari roda ban bulat, roda tank dan juga roda kecil yang biasa digunakan untuk membantu kerja motor medium.

2.10 Program untuk LEGO Mindstorms EV3

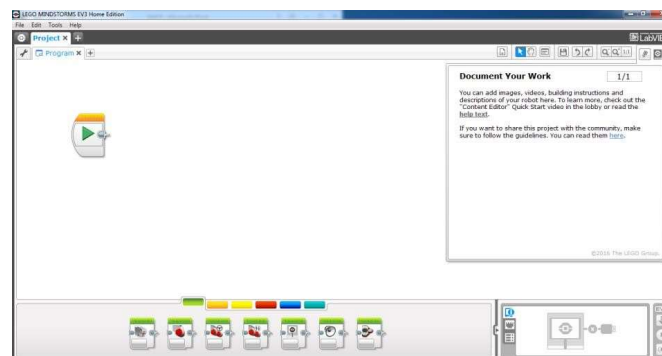
Untuk menjalankan robot, pertama-tama kita harus memprogram robot tersebut dengan program yang kita inginkan. Ada banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan, salah satunya adalah NXT-G. NXT-G atau LEGO MINDSTORMS *Education* NXT EV3 adalah *software* untuk memprogram *Brick* dari komputer yang dapat dilakukan secara grafikal. (Ika, 2017). Perangkat lunak ini dapat dilakukan secara grafikal. Perangkat lunak ini adalah cukup untuk pemrograman dasar, seperti *driving* motor, membuat sensor sebagai masukan/input, membuat kalkulasi/perhitungan, dan mempelajari struktur program sederhana dan aliran *control*. MINDSTORMS NXT digunakan untuk menciptakan perangkat lunak yang mengendalikan tindakan dari

perangkat keras robot. *Software* NXT MINDSTORMS adalah suatu sistem intruksi assembling visual/icon. Aliran arah yang pada umumnya bergerak dari kiri ke kanan. Perangkat lunak ini adalah suatu contoh dari suatu program yang di-*compile*. Program yang dibuat harus di *compile* dan di-*download* ke NXT Brick sebelum robot melaksanakan program itu.



Gambar 2.25 Lego Mindstoms Education EV3 Student Edition

Dalam program Lego *Mindstorms* EV3 *Home Edition*, layar tampilan awal atau *startup* disebut *lobby*. Berikut tampilan *lobby* pada program Lego *Minstorms* EV3 *Home Edition*.



Gambar 2.26 Lembar Project

Lembar *project* adalah halaman yang digunakan untuk membuat program dengan menggunakan blok pemrograman, seperti pada gambar 2.26

2.10.1 Programming Blocks And Palettes

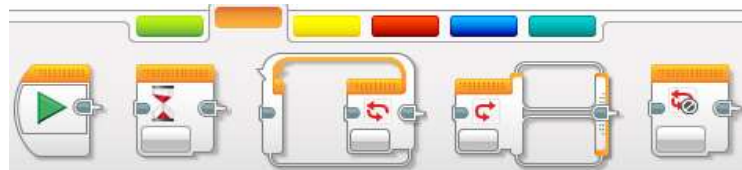
Semua blok pemrograman yang digunakan untuk mengendalikan robot anda berada di *palette programming* di bagian bawah antarmuka pemrograman bawah kanvas *programming*. Blok pemrograman dibagi ke dalam kategori menurut jenis dan sifat, sehingga mudah untuk menemukan blok yang anda butuhkan.(Ika. 2017)

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 Home Edition*. Pada “*programming palettes*” terdapat blok program sebagai berikut



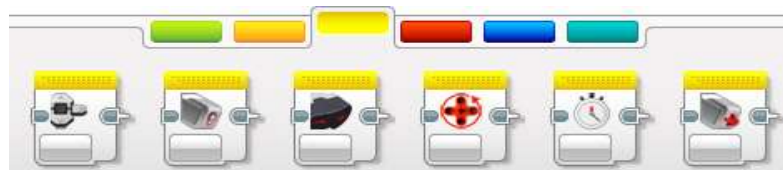
Gambar 2.27 Action Blocks

Pada *action blocks* terdapat blok program untuk *medium motor*, *large motor*, *move steering*, *move tank*, *display*, *sound*, *brick status light*. Seperti pada gambar 2.27



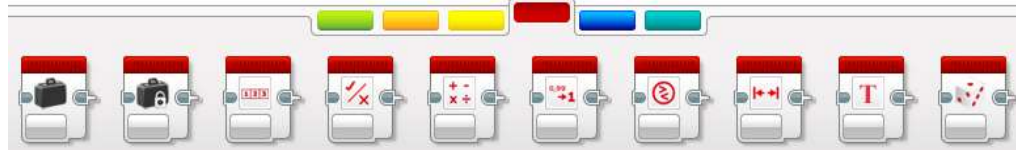
Gambar 2.28 Flow control

Selanjutnya pada *flow blocks* terdapat *block start*, *wait*, *loop*, *switch loop*, *interrupt*. Blok ini biasa digunakan untuk memprogram robot. Blok ini dapat dilihat pada gambar 2.28



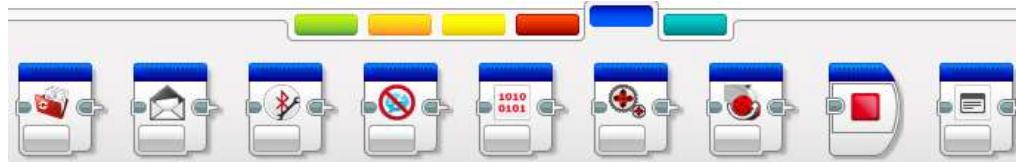
Gambar 2.29 Sensor Blocks

Pada *block sensor* terdapat *block brick buttons*, *colour sensor*, *infrared sensor*, *motor rotation*, *timer* dan *touch sensor*. Seperti pada gambar 2.29



Gambar 2.30 Data Operations

Dibagian *data operation* terdapat *block variable*, *constant*, *array operations*, *logic operations*, *math*, *round*, *compare*, *range*, *text* dan *random*. Seperti pada gambar 2.30



Gambar 2.31 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 2.31

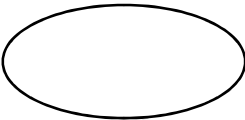
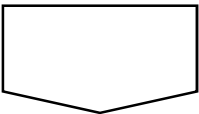
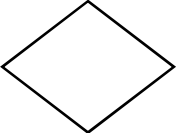
2.11 *flowchart*

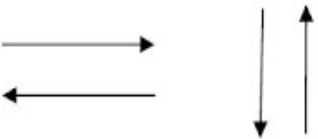
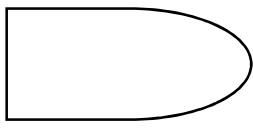
Flowchart adalah bagan - bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah - langkah penyelesaian suatu masalah. *Flowchart* merupakan cara penyajian dari suatu algoritma. (Anjani, 2017)

Simbol – simbol dalam *Flowchart* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Simbol-Simbol dalam *Flowchart*

No.	Simbol	Keterangan
1.		Symbol start atau end yang mendefinisikan awal atau akhir dari sebuah <i>flowchart</i>

2.		Simbol pemrosesan yang terjadi pada sebuah alur kerja
3.		Persiapan yang digunakan untuk memberi nilai awal suatu besaran.
4.		Simbol <i>input/ouput</i> yang mendefinsikan masukan dan keluaran proses.
5.		Menyatakan penyambung ke sumbol lain dalam satu halaman.
6.		Menyatakan penyambung ke halaman lainnya.
7.		Menyatakan pencetakan (dokumen) pada kertas.
8.		Menyatakan decision (keputusan) yang digunakan untuk penyeleksian kondisi didalam program.
9.		Menyatakan <i>input/ output</i> menggunakan disket.
12.		Menyatakan operasi yang dilakukan secara manual.
13.		Menyatakan <i>input/ output</i> dari kartu plong.

14.		Menyatakan arah aliran pekerjaan (proses).
16.		<i>Delay</i> (penundaan atau kelambatan).