

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LEGO Mindstroms EV3

LEGO Mindstorms EV3 adalah generasi ketiga dari LEGO. Ini merupakan penerus dari LEGO Mindstorms NXT seri 2.0 generasi kedua. The "EV3" menunjukkan berarti bahwa itu ialah 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 diprogram, 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 2.1 Robot Lego Mindstroms EV3

2.2 EV3 Brick

Brick adalah komponen 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*.

Spesifikasi teknis dari EV3 Brick pada buku pedomannya, yaitu:

1. ARM9 main microprocessor @300MHz
2. LCD *display* 178 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.

Penggunaan dua prosesor membuat Lego Mindstroms EV3 dapat menjalankan lebih dari satu *Thread* pada program. Hal ini disebabkan oleh adanya 2 prosesor yang mengerjakan fungsi yang berbeda pada saat bersamaan. *Mikrocontroller* ARM9 berfungsi sebagai master *controller* yang fungsi utamanya mengatur jalur komunikasi. Fungsi dari *mikrocontroller* (PMW) untuk mengendalikan empat motor serta *Analog to Digital Converter* (ADC) dari terminal masukan. Brick dapat menerima masukan dari empat sensor, dan menjalankan empat motor sekaligus, EV3 brick dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2 a dan Tampilan layar LCD brick dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2 b :



a

b

Gambar 2.2 Ev3 brick dan Tampilan pada layar LCD Brick

Status cahaya pada brick yang mengelilingi Buttons Brick memberitahu kita, status keadaan EV3 Brick saat ini. Cahaya pada *Buttons Brick* seperti pada Gambar 2.3 dapat menjadi hijau, orange, atau merah. Kode status cahaya *Buttons Brick* adalah sebagai berikut:

1. Merah = *Startup, Updating, Shutdown.*
2. Merah berdenyut = Sibuk.
3. Orange = *Alert, Siap*
4. Orange berdenyut = *Alert, Menjalankan.*
5. Hijau = *Siap*
6. Hijau berdenyut = *Menjalankan Program*

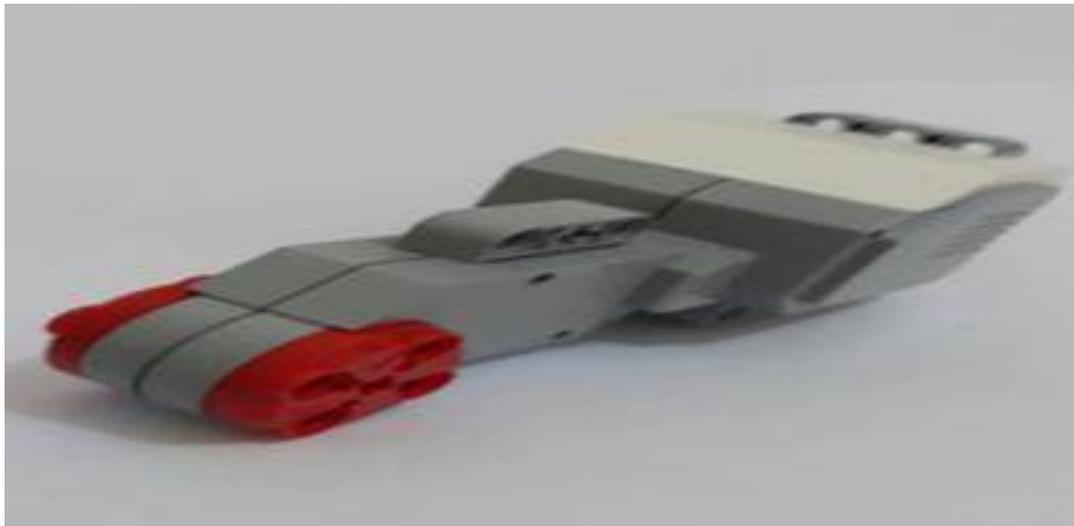


Gambar 2.3 Status Cahaya EV3 Brick

2.3 Motor

Motor pada Lego Mindstroms EV3 mencakup dua jenis motor, Motor *Large* dan Motor *Medium* yang berfungsi untuk menggerakkan bagian robot seperti memutar roda atau menjadi sendi. Satu Brick bisa dipasang hingga empat buah motor. Motor pada EV3 Mindstroms tidak menggunakan motor DC biasa. Motor DC memiliki keterbatasan dalam hal kemampuan torsi putar, karena motor DC tidak mempunyai umpan balik untuk mengadaptasi beban pada motor DC.

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 keakurasian. Gambar 2.4 menunjukkan Motor *Large* dan Motor *Medium* Lego Mindstroms EV3 :



Gambar 2.4 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

Move Steering atau pindahkan blok pemrograman *Tank* di Software EV3-G, Motor besar akan mengkoordinasikan tindakan secara bersamaan.



Gambar 2.5 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 kita bandingkan 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).

2.4 Sensor Warna (*Colour Sensor*)

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

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 mangakui tujuh warna hitam, biru, hijau, kuning, merah, putih, coklat-plus dan tidak berwarna. Kemampuan untuk membedakan antara warna berarti robot kita mungkin diprogram untuk mengurutkan benda berwarna atau blok, berbicara nama-nama warna seperti yang terdeteksi, atau menghentikan tindakan ketika melihat warna merah.
2. Mode Intesitas Cahaya yang dipantulkan, sensor warna mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan kembali dari lampu-memancarkan cahaya merah. Sensor menggunakan skala 0 (sangat gelap) hingga 100 (sangat ringan). Ini berarti robot kita mungkin diprogram untuk bergerak pada permukaan putih sampai garis hitam terdeteksi, atau untuk menafsirkan kartu identitas kode warna.
3. Mode Intesitas Cahaya yang ada disekitarnya, sensor warna mengukur kekuatan cahaya yang masuk dari jendela lingkungannya, seperti sinar matahari atau sinar senter. Sensor menggunakan skala 0 (sangat gelap) hingga 100 (sangat ringan). Ini berarti robot kita mungkin diprogram untuk menonaktifkan alarm ketika matahari terbit di pagi hari, atau menghentikan tindakan jika lampu mati.

Tingkat sampel Sensor warna adalah 1 kHz/detik, untuk akurasi terbaik, ketika di *Colour Mode* atau Modus Tercermin Intesitas Cahaya, sensor harus dipegang di sudut kanan, tetapi tidak menyentuh permukaan.

Dalam menggunakan deteksi warna seperti dapat dilihat pada Gambar 2.6, ada tiga fungsi utama yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Sensor warna

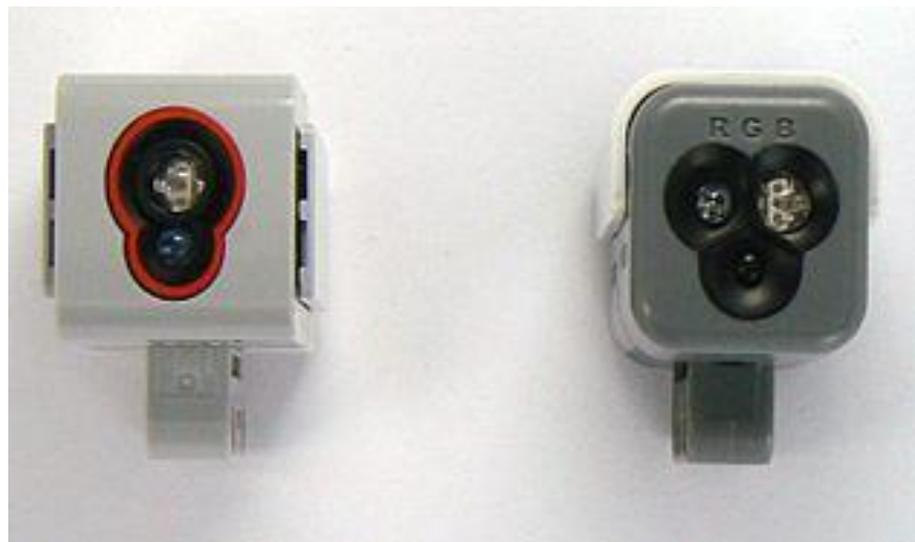
Untuk mendapatkan deteksi warna yang dioptimal, sensor harus diarahkan dalam sudut yang tepat sekitar 1 cm ke permukaan. Pembacaan warna yang salah dapat terjadi jika sensor ini diarahkan di sudut lain ke permukaan atau jika digunakan dalam cahaya terang.

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

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



Gambar 2.6 Sensor Warna (*Colour Sensor*)

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

Tabel 2.1 EV3 sensor interface *pin-out*

Pin	Name	Function	Colour
1.	ANALOG	Analog interface, +9V Supply	White
2.	GND	Ground	Black
3.	GND	Ground	Red
4.	IPOWERA	+4.3V Supply	Green
5.	DIGIAI0	I2C Clock (SCL),RS-485 B	Yellow
6.	DIGIAI1	I2C Data (SDA), RS-485 A	Blue

2.6 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 2.7 :

**Gambar 2.7** Komponen tambahan EV3

2.7 Program EV3

Untuk menjalankan robot EV3, pertama-tama kita harus memprogram robot tersebut dengan program yang telah disediakan oleh vendor LEGO. Ada banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk memprogram EV3, salah satunya adalah EV3-G. EV3-G atau LEGO MINDSTORMS Education EV3

adalah *software* untuk memprogram EV3 Brick dari komputer yang dapat dilakukan secara grafikal. Perangkat lunak ini cukup untuk pemrograman dasar, seperti *driving* motor, membuat sensor sebagai *input*, proses perhitungan, dan mempelajari struktur program sederhana dan aliran kontrol.

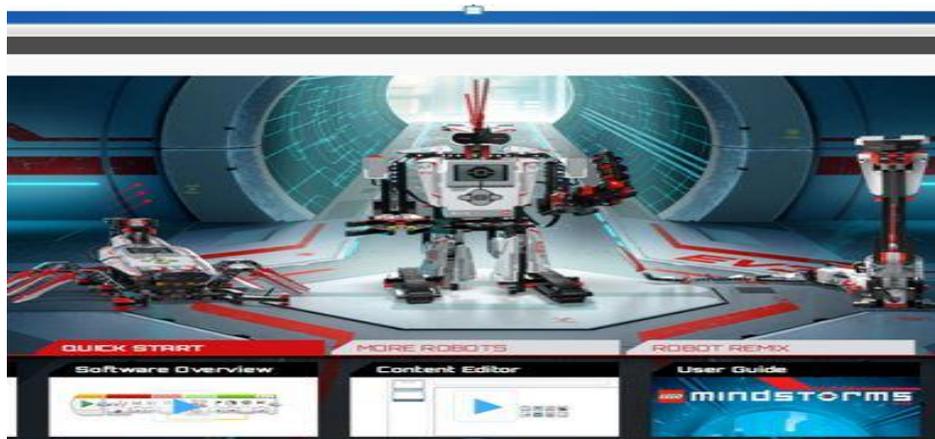
MINDSTORMS EV3 digunakan untuk menciptakan perangkat lunak yang mengendalikan tindakan dari perangkat keras robot. *Software* EV3 MINDSTORMS adalah suatu sistem instruksi assembling visual/icon. Aliran arah yang pada umumnya bergerak dari kiri ke kanan.

Dalam program EV3-G, layar ditampilkan di waktu *startup* disebut Lobby. ⁽ⁱ⁾ *Lobby* adalah menu untuk mengakses setiap fungsi dari program EV3-G, pada tampilan *lobby* terdapat pilihan berikut:

1. Lobby Tab - Tombol ini selalu mengembalikan ke tampilan Lobby.
2. Activity Overview - Di sini dapat mengakses, mengatur, dan konten pratinjau dan memulai dengan sebuah project.
 - Building instructions untuk Core Model.
 - Quick Start terdapat video pengenalan dan Panduan Pengguna EV3.
 - File management untuk memulai sebuah proyek baru atau membuka yang sudah ada.
 - Educator Robot terdapat 48 tutorial langkah demi langkah yang menjelaskan bagaimana menggunakan *Software* dan *Hardware* EV3
3. View - Tombol ini akan membawa kembali ke Umum Kegiatan.
4. Search - untuk mencari proyek dengan konten tertentu menggunakan opsi filter yang berbeda.

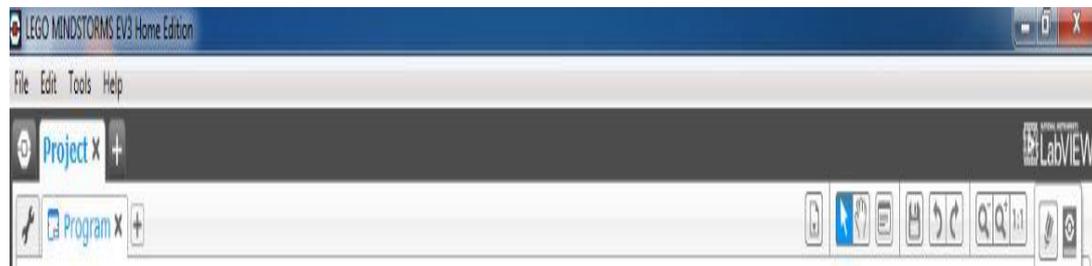
⁽ⁱ⁾ Aplikasi Lego dapat didownload pada situ web:

www.LEGOeducation.com / MINDSTORMS - link ke situs resmi LEGO Mindstorms.



Gambar 2.8 Tampilan Program EV3-G

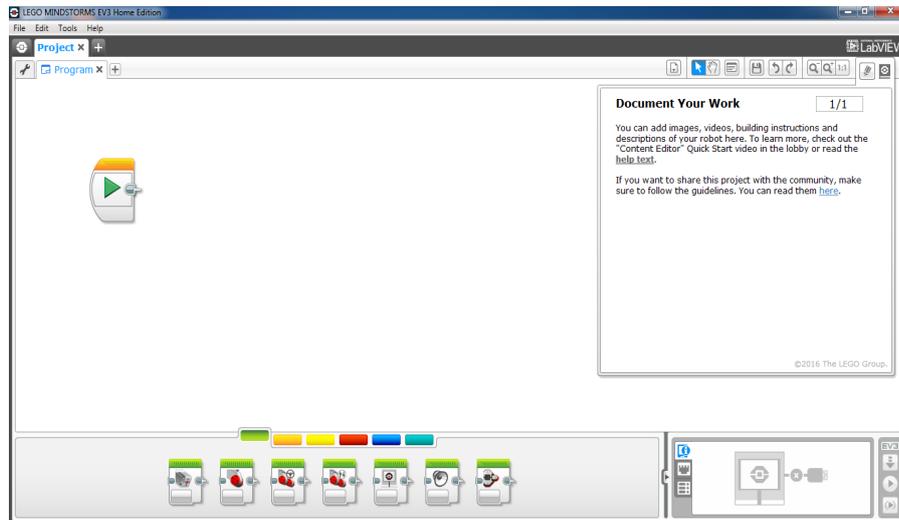
Ketika membuka program baru atau percobaan, maka secara otomatis akan membuat file folder project. Semua program, eksperimen, gambar, suara, video, instruksi, dan aset lainnya yang digunakan dalam suatu project akan secara otomatis disimpan dalam folder project ini, dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Tampilan Tabs Project, Program and Experiment

Properti Project pada Gambar 2.9 meliputi:

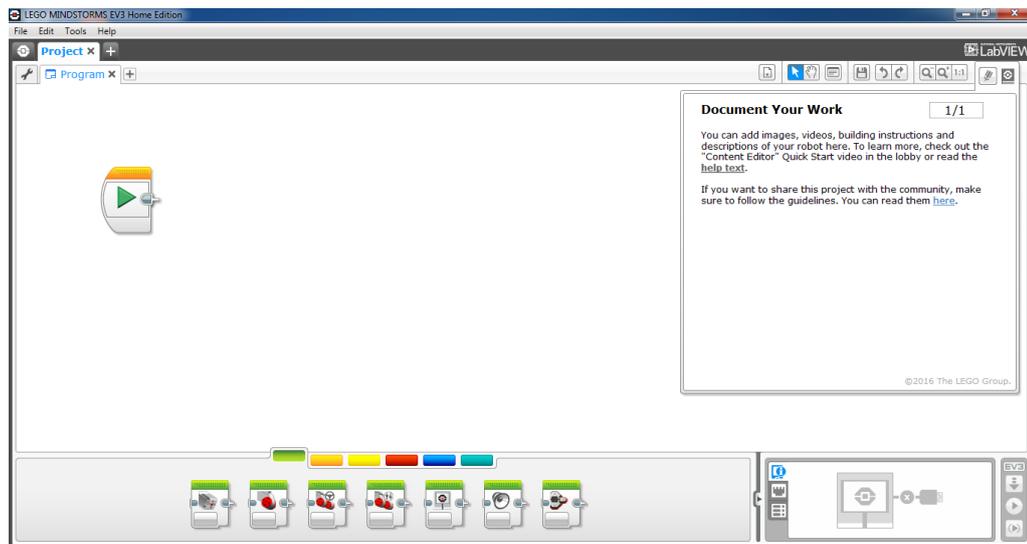
1. Project Description – Untuk memberikan judul dan menggambarkannya, lalu masukkan setiap gambar dan video yang kita ingin muncul di Lobby ketika project akan dilihat terlebih dulu.
2. Project Content Overview – Disini kita akan menemukan semua aset termasuk dalam project: misalnya, program, eksperimen, gambar, suara, dan Blok kita.
3. Daisy Chain Mode – Pada Daisy Chain Mode memungkinkan kita untuk memprogram hingga empat Bricks EV3 yang terhubung sekaligus dengan cara mencentang kotak Daisy Chain Mode.



Gambar 2.10 Halaman Tampilan Project

EV3-G seperti pada Gambar 2.11 memiliki format grafis berbasis intuitif yang mana pengguna dari 10 hingga 100 tahun dapat dengan cepat belajar dan berhasil menggunakan. Lingkungan program EV3-G terdiri dari area utama sebagai berikut:

1. *Programming Canvas* — Tampilan program *lay out*.
2. *Programming Palettes* — Terdapat bangunan blok untuk program.
4. *Page Hardware* — Untuk membangun dan mengelola komunikasi dengan EV3 Brick, melihat posisi motor dan sensor yang terhubung. *Page hardware* tempat untuk men-*download* program ke EV3 Brick.
5. *Content Editor* — Sebuah buku kerja digital yang diintegrasikan ke dalam perangkat lunak. Instruksi atau dokumen project dapat menggunakan teks, gambar, dan video.
6. *Programming Toolbar* — Terdapat dasar program dan alat bantu EV3-G.

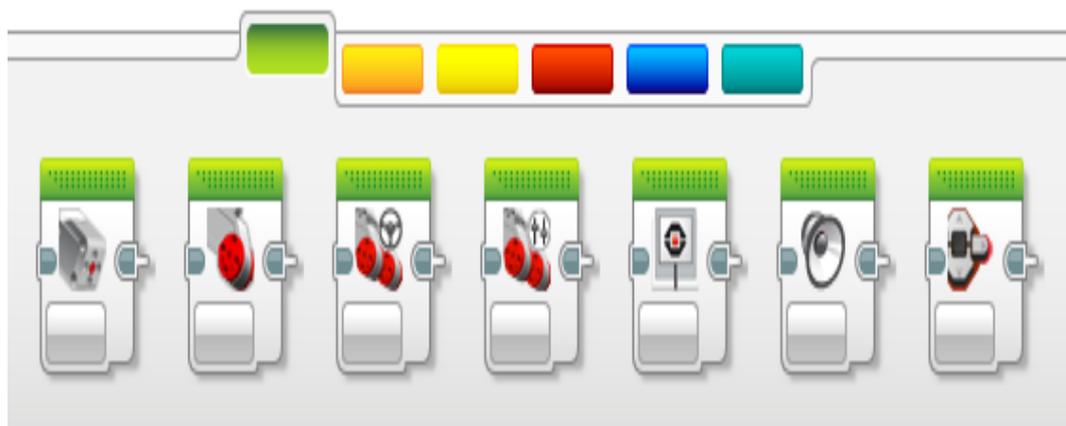


Gambar 2.11 Lingkungan Program EV3-G

2.8 Programing Blocks dan Palettes

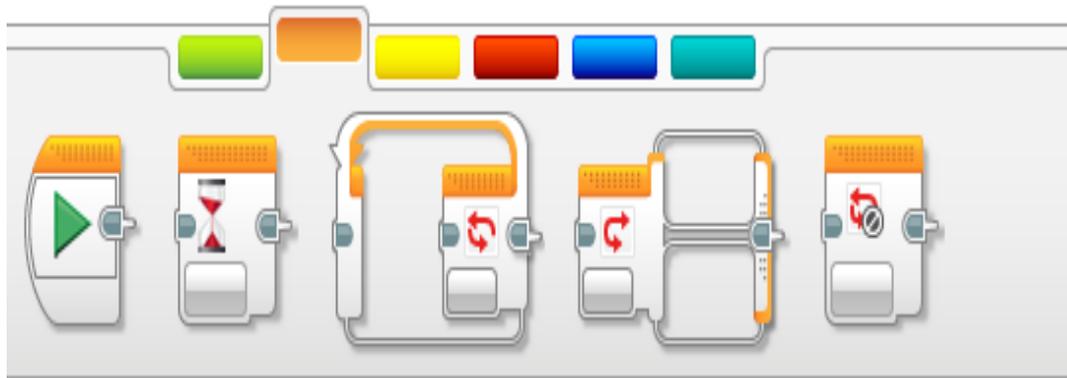
Semua blok pemrograman yang digunakan untuk mengendalikan robot berada di *Programming Palettes* pada bagian bawah *Programming Canvas*. Blok Pemrograman dibagi ke dalam kategori sesuai dengan jenis dan sifat, sehingga mudah untuk menemukan blok yang dibutuhkan.

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 EV3-G. Pada *Programming Palettes* terdapat blok program sebagai berikut:



Gambar 2.12 Action Blocks

Pada Action Blocks terdapat block program untuk Motor *Medium*, Motor *Large*, *Move Steering*, *Move Tank*, *Display*, *Sound*, *Brick Status Light*.



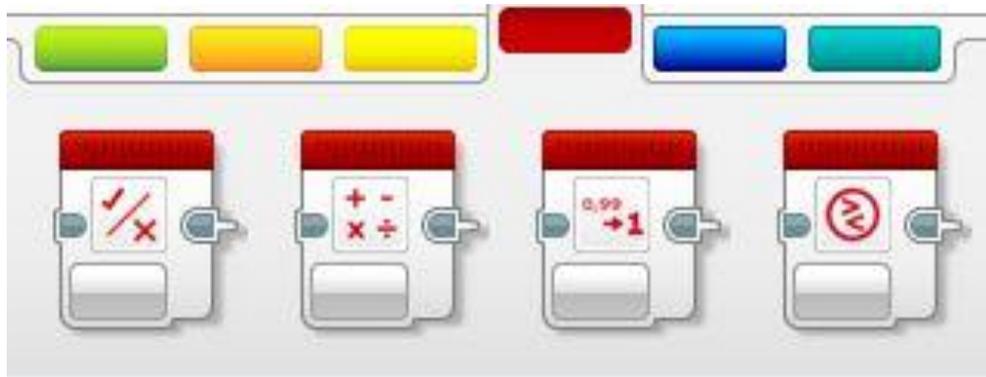
Gambar 2.13 *Flow Control*

Bagian *Flow Control* berisikan *block Start*, *Wait*, *Loop*, *Switch*, *Loop Interrupt*. *Block* ini biasa digunakan untuk memprogram robot.



Gambar 2.14 *Block Sensor*

Pada *block Sensor* terdapat *block Brick Buttons*, *Sensor Colour*, *Sensor Gyro*, *Sensor Infrared*, *Motor Rotation*, *Sensor Temperature*, *Timer*, *Sensor Touch*, *Sensor Ultrasonic*, *Energy Meter*, *Sensor Sound NXT*.



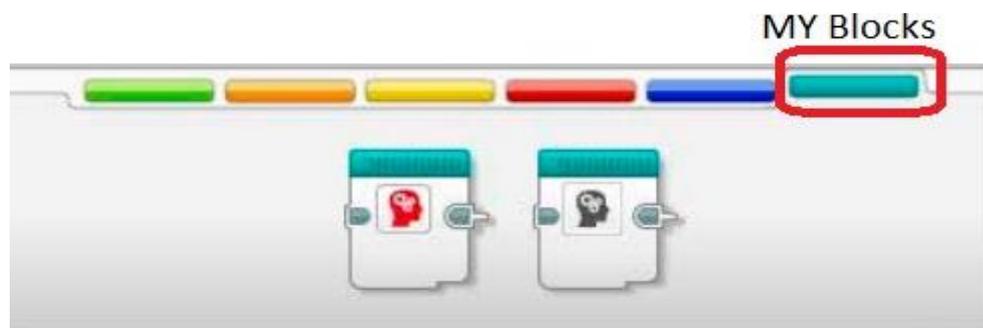
Gambar 2.15 Data Operations

Dibagian Data Operations berisikan *block Variable, Constant, Array Operations, Logic Operations, Math, Round, Compare, Range, Text, Random.*



Gambar 2.16 Advance Blocks

Pada *Advanced* terdapat block *File Access, Data Logging, Messaging, Bluetooth Connection, Keep Awake, Raw Sensor Value, Unregulated Motor, Invert Motor, Stop Program.*



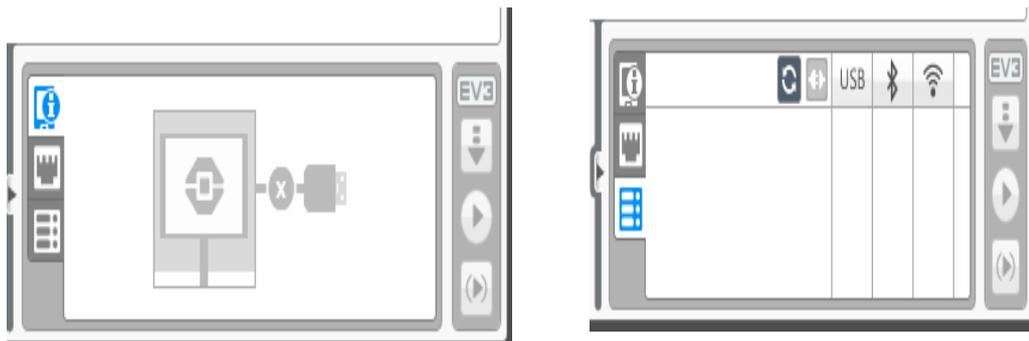
Gambar 2.17 My Blocks

My Block berfungsi ketika kita berulang kali menggunakan bagian yang sama dari sebuah program di banyak program, itu merupakan saat yang tepat untuk membuat *My Block*.

2.9 *Data Logging*

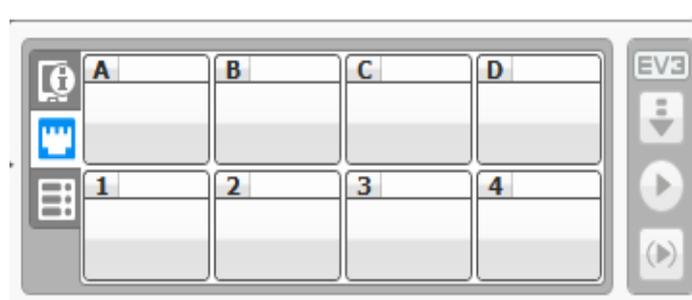
EV3-G tidak hanya merekam data, tetapi dapat membantu kita untuk mengatur dan menganalisisnya. Data Logging terdiri dari bidang utama sebagai berikut:

1. Graph Area — Untuk melihat dan menganalisa plot data.
2. Configuration Panel — Disini kita menyiapkan eksperimen, mengelola dataset, dan mendapatkan akses ke Dataset Perhitungan dan Grafik Programming, fungsi data logging khusus.



a. *Graph Area*

b. *Config Panel*



c. *Hardware Page*

Gambar 2.18 *Configurasi Panel*

Pada gambar **20.18 a** di sini kita mempersiapkan sebuah eksperimen dengan memilih durasi sampel, menilai dan memilih sensor apa yang digunakan untuk mengumpulkan data. Untuk setiap sensor, kita juga harus memilih mode sensor, karena sebagian besar sensor dapat memberikan berbagai jenis data.

Pada gambar **20.18 b** dapat memanipulasi *dataset* dan grafik dengan melakukan berbagai perhitungan dengan menggunakan angka, fungsi, dan dataset lainnya. Hasil *output* akan ditampilkan berupa sebuah grafik dan nilai-nilai dataset.

Pada gambar **20.18 c** membagi bidang grafik kita dalam zona yang berbeda, kita dapat mengaktifkan *input* sensor untuk memicu atau mengaktifkan *output*: misalnya, motor atau suara dari EV3 Brick ketika nilai-nilai sensor mencapai tingkat atau ambang tertentu.

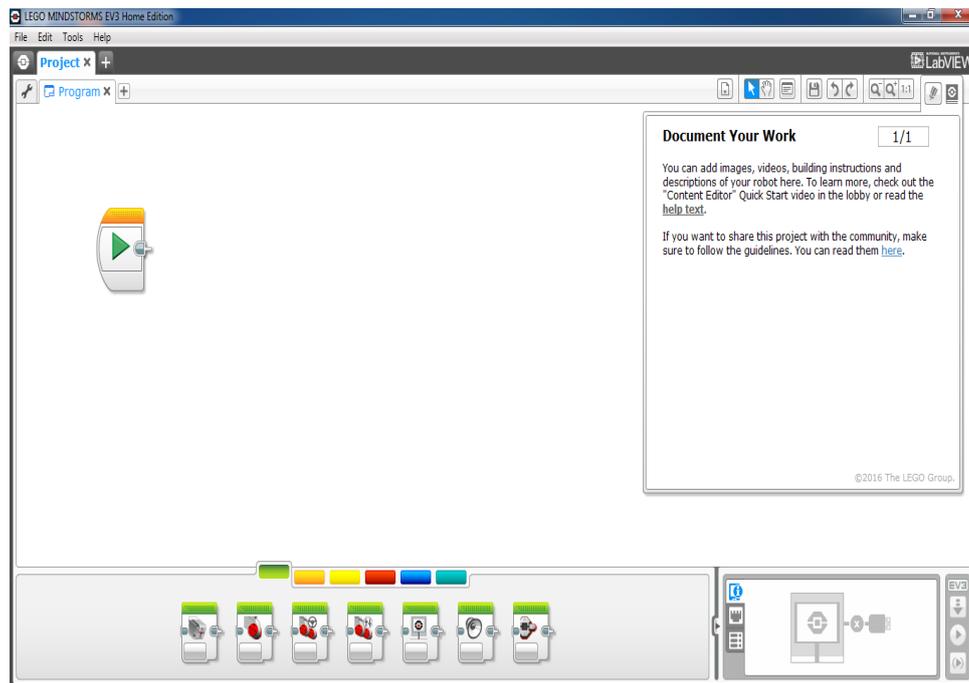
3. *Hardware Page* — Untuk membangun dan mengelola komunikasi dengan EV3 Brick, melihat posisi motor dan sensor yang terhubung. *Page hardware* tempat untuk men-*download* program ke EV3 Brick. Tombol pada pengendali *Hardware Page* memiliki fungsi sebagai berikut:

- *Download* – Untuk mendownload program ke EV3 Brick.
- *Download and Run* – Mendownload program EV3 Brick dan segera menjalankan program.
- *Download and Run Selected* - Mendownload hanya blok yang disorot ke EV3 Brick dan segera menjalankan program.
- *Upload* – Meng-*Upload* dataset yang dikumpulkan dari EV3 Brick ke Percobaan.

Teks EV3 dalam jendela kecil di atas akan berubah menjadi merah ketika EV3 Brick terhubung ke komputer.

4. *Content Editor* — Sebuah buku kerja digital yang diintegrasikan ke dalam perangkat lunak. Instruksi atau dokumen project dapat menggunakan teks, gambar, dan video.

5. *Data Logging Toolbar* — Mencari alat dasar grafik dan bereksperimen.



Gambar 2.19 Data Logging