

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

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 “Rancang Bangun Robot Pemindah Barang Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler Parallax BS2P40” oleh Aji Brahma Nugroho dan Fahmi Hafid Lantikawan

Peneliti ini menggunakan sensor pasangan LED dan photodiode untuk mengenal barang (merah, hijau, biru), perangkat sensor LED dan LDR untuk mengenal lintasan yang dilewati, motor servo untuk memutar roda dan motor servo yang lain untuk menggerakkan gripper (penjepit). Robot ini akan berjalan mengikuti garis hitam menuju tempat pengambilan barang, robot akan mengambil dan mendeteksi warna barang lalu memindahkan pada tempat yang sudah ditentukan. Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap perancangan robot ini adalah robot menunjukkan bahwa dari sepuluh kali percobaan memindahkan barang ke tempat lain melalui garis, presentase keberhasilan mencapai 100%.

2.1.3 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, komponen yang digunakan adalah NXT *Brick* sebagai otak dan sumber tenaga dari robot NXT ialah 3 buah Motor untuk menggerakkan roda dan bagian robot, 2 buah Sensor Cahaya 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 menggunakan 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.

2.1.4 Penelitian “Perancangan Robot Pencapit Untuk Penyortir Barang Berdasarkan Warna LED RGB Dengan Display LCD Berbasis Arduino Uno” oleh Fina Supegina dan Dede Sukindar

Peneliti ini membuat sebuah robot yang dapat mengenali benda berdasarkan warna dan ditampilkan pada LCD dengan menggunakan mikrokontroler berbasis arduino uno. Robot akan mengelompokkan barang (box) yang sejenis secara otomatis. Robot ini mendeteksi 6 macam warna yaitu merah muda, hijau, biru, orange, hitam dan putih. Warna-warna tersebut dideteksi dengan menggunakan sensor warna yang memiliki output frekuensi, besar frekuensi yang dihasilkan tergantung dari panjang gelombang warna objek dan intensitas cahayanya. Sedangkan sebagai pusat kendalinya menggunakan mikrokontroler berbasis arduino uno yang deprogram menggunakan bahasa C.

2.1.5 Penelitian “Rancang Bangun Sistem Robot Penyortir Benda Padat Berdasarkan Warna Berbasis Arduino” oleh Yopi Mandari dan Triyanto Pangaribowo

Peneliti ini membuat robot yang digunakan adalah robot penyortir benda berdasarkan warna dengan menggunakan sistem kontrol arduino uno, sensor warna TCS 3200 dan servo. Peratama-tama program yang penulis buat dimasukkan ke

dalam arduino uno yang telah terhubung dengan perangkat lainnya. Setelah itu secara otomatis robot tersebut dapat membaca warna benda sesuai dengan masukan data dari sensor warna TCS 3200 dan secara otomatis servo menyortir benda sesuai warna yang telah dibaca oleh sensor warna TCS 3200 dan sesuai dengan program yang telah di input kedalam arduino uno tersebut.

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terkait 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 berdasarkan warna 3) Jenis robot bergerak atau mobil robot.	1) Lini produk menggunakan robot Lego Mindstorms NXT 2.0. 2) Jenis robot ini tidak mengambil objek yang telah ditentukan.
2.	Aji Brahma Nugroho dan Fahmi Hafid Lantikawan. 2017. <i>Rancang Bangun Robot Pemindah Barang Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroller Parallax BS2P40.</i>	1) Bertujuan untuk mengambil dan mendeteksi warna barang. 2) Jenis robot bergerak atau mobil robot.	1) Lini produk menggunakan Mikrokontroller Parallax BS2P40. 2) Jenis robot ini menggunakan perangkat sensor LED dan LDR.
3.	Yudhi Gunardi dan Eko Saputro. 2014. <i>Penerapan Lego Mindstorms NXT Forklift dan Conveyor Robot</i>	1) Menggunakan beberapa sensor dan komponen yang sama	1) Lini produk menggunakan robot Lego Mindstorms NXT.

	<i>untuk Mensortir Barang Menggunakan Sensor Warna.</i>	2) Mensortir objek berwarna sesuai dengan warna yang telah ditentukan.	2) Menggunakan <i>forklift</i> untuk mengangkut objek dan membawa objek tersebut ke <i>conveyor</i> .
4.	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) Bertujuan untuk mengambil dan mendeteksi warna barang. 2) Mensortir objek berwarna sesuai dengan warna yang telah ditentukan.	1) Lini produk menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. 2) Jenis robot ini menggunakan perangkat sensor LCD dan menggunakan bahasa C.
5.	Yopi Mandari dan Triyanto Pangaribowo. 2016. <i>Rancang Bangun Sistem Robot Penyortir Benda Padat Berdasarkan Warna Berbasis Arduino.</i>	1) Bertujuan untuk mensortir objek berwarna dan mendeteksi warna dari objek tersebut.	1) Lini produk menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. 2) Jenis robot ini menggunakan perangkat sensor warna TCS 3200 dan servo.

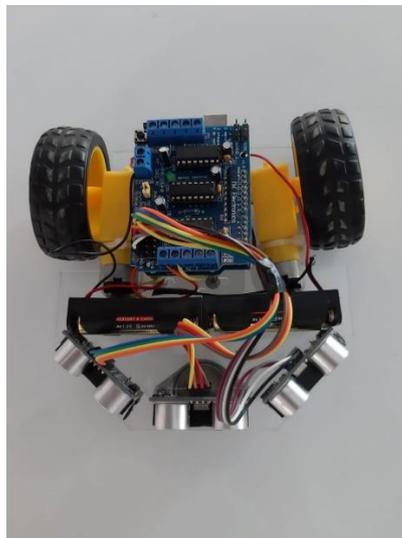
2.2 Robot Berdasarkan Bentuk dan Fungsinya

Robot adalah sistem yang menggantikan proses pekerjaan manusia mempunyai kemampuan fungsional manusia, yang mana dengan realisasi itu kemungkinan hal tersebut dapat diproduksi dengan menggunakan berbagai macam perangkat keteknikan. Meskipun terdapat berbagai definisi robot, tidak

ditemukannya definisi standar yang menjelaskan tentang sebuah robot, namun demikian terdapat empat karakteristik dasar yang harus dimiliki oleh setiap robot modern: Memiliki Sistem Kecerdasan (Kontroller), memiliki Peralatan Mekanik (Aktuator), memiliki Sumber Daya (Power), dan Sumber Energy (Emelyadi et al., 2019).

1. Robot *Avoider*

Robot *Avoider* adalah robot beroda atau berkaki yang diprogram untuk dapat menghindari jika ada halangan didepannya, misalkan dinding/tembok. Robot *avoider* minimal membutuhkan tiga buah sensor untuk mendeteksi penghalang yaitu sensor depan, sudut kanan dan sudut kiri. Dalam hal ini sensor yang dipergunakan adalah sensor ultrasonik. Robot membutuhkan sensor yang banyak untuk hasil pendeteksian penghalang yang lebih baik. Hal ini dikarenakan keterbatasan sudut pancaran sensor. Contoh Robot *avoider* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Robot *Avoider*

Sumber dari : <http://www.headlinejabar.com>

2. Robot *Manipulator* (Robot Tangan)

Robot *Manipulator* merupakan sebuah rangkaian benda kaku (rigid bodies) terbuka yang terdiri atas sendi (joint) dan terhubung dengan lengan dimana setiap posisi sendi ditentukan dengan variabel tunggal sehingga

jumlah sendi sama dengan nilai derajat kebebasan (degree of freedom). Manipulator yang sering dipakai sebagai robot industry pada dasarnya terdiri atas struktur mekanik, penggerak (aktuator), sensor dan sistem kontrol. Dasar (base) manipulator sering disebut kerangka dasar (base frame) dan ujung dari manipulator biasanya dilengkapi dengan end effector yang salah satu jenisnya adalah gripper. Untuk lengkapnya robot *manipulator* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Robot *Manipulator*

Sumber dari : <http://www.kelasrobot.com>

3. Robot *Humanoid*

Robot *Humanoid* adalah robot yang penampilan keseluruhannya dibentuk berdasarkan tubuh manusia, yang mampu melakukan interaksi dengan peralatan maupun lingkungan yang dibuat untuk manusia. Secara umum robot humanoid juga memiliki tubuh dengan kepala, dua buah lengan dan dua buah kaki, penampilan robot humanoid pada umumnya terbatas, karena biasanya baterai dengan kapasitas terbatas adalah satu-satunya energi pengisian ulang sumber harus dilakukan selama mungkin melalui penggunaan energi yang efisien (Battacharya et al., 2020). Untuk contoh robot *humanoid* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Robot *Humanoid*

Sumber dari : <http://www.kelasrobot.com>

4. Robot *Autonomous*

Robot *Autonomous* adalah robot yang berkemampuan dapat membawa barang berat untuk pelanggan dalam jumlah besar dalam pusat perbelanjaan untuk meningkatkan pengalaman berbelanja (Jin et al., 2020). Salah satu contoh robot *autonomous* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Robot *Autonomous*

Sumber dari : <http://www.kelasrobot.com>

5. Robot Berkaki

Robot Berkaki adalah alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik. Yang menggunakan sistem control sebagai pengontrolnya maupun menggunakan program yang sudah didefinisikan dengan menggunakan kaki sebagai tumpuan penggerak utamanya. Robot ini sering digunakan untuk melintasi jalur bebatuan, yang dimana robot seperti avoider tidak bisa

bekerja secara sempurna untuk melintasi jalur bebatuan. Contoh robot *berkaki* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Robot Berkaki

Sumber dari : <http://www.kelasrobot.com>

2.3 LEGO

LEGO adalah salah satu mainan paling populer didunia, berbagai jenis bata lego dapat dirakit dengan berbagai cara untuk membangun benda-benda seperti patung, bangunan dan kendaraan. Namun, sangat sulit bagi pengguna biasa untuk merakit patung yang diinginkan tanpa intruksi (Lee et al., 2018). Terdiri dari berbagai batu bata plastik berwarna, patung-patung yang disebut *minifigures*, dan berbagai bagian lainnya. Potongan lego juga dapat dirakit dan dihubungkan dengan banyak cara untuk membangun sebuah objek, seperti kendaraan, bangunan dan robot yang berfungsi. Apa pun yang dibangun dapat dipisahkan kembali, dan potongan-potongan itu digunakan kembali untuk membuat hal-hal baru. Potongan lego bata dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Bentuk LEGO Bata

2.4 Lego Mindstorms 51515

Robot Lego Mindstorms 51515 merupakan produk yang dikeluarkan oleh perusahaan lego pada tanggal 15 Oktober 2020 yang berisi 4 buah *medium motor*, 1 buah *sensor warna* jenis 51515, 1 buah *sensor ultrasonik* jenis 51515, dan menggunakan sebuah perangkat pengendali robot yaitu otak dari robot tersebut yang dinamakan *Brick* yang dihubungkan dengan *sensor-sensor* untuk mendukung pengaplikasian robot tersebut. Serta 949 bagian yang dapat dirancang dan dibangun membentuk sebuah robot yang diperlukan.



Gambar 2.7 Lego Mindstorms 51515

Dalam paket LEGO Mindstorms 51515 terdapat:

1. 1 buah 51515 *Brick*
2. 4 buah *Medium Motor*
3. 1 buah *Color Sensor*
4. 1 buah *Ultrasonic Sensor*
5. 949 Komponen Tambahan

Berikut isi dari paket komponen set LEGO Mindstorms 51515 dapat dilihat pada Gambar 2.8



(a)



(b)



(c)



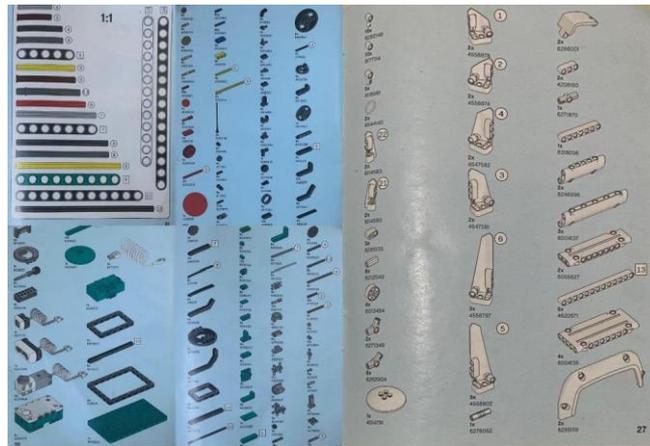
(d)



(e)

Gambar 2.8 Isi Dari Paket Komponen Set LEGO Mindstorms 51515 (a) 51515 Brick, (b) 4 Medium Motor, (c) Color Sensor, (d) Ultrasonic Sensor, (e) Komponen Tambahan

Dalam paket LEGO Mindstorms 51515 terdapat 940+ *brick* yang terdiri dari *beams*, *axles*, *gears* and *connectors*. Paket ini hanya sebagai paket tambahan untuk paket pelengkap LEGO Mindstorms 51515 tersebut. Semua paket tersebut bisa dilihat Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Isi *Brick* pada LEGO Mindstorms 51515

2.5 Komponen Lego Mindstorms 51515

Isi paket dari robot Lego Mindstorms 51515 sebagai berikut :

2.5.1 51515 Brick

Brick adalah komponen penting dari robot Mindstorms 51515, karena berfungsi sebagai pengendali (otak sekaligus sumber tenaga bagi robot Mindstorms 51515). Program yang sudah dibuat bisa di *upload* ke 51515 *Brick* melalui aplikasi LEGO Mindstorms Inventor untuk di *compile*. Tampilan *Brick* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 51515 *Brick*

Untuk melihat bagian-bagian yang terdapat pada sisi bagian 51515 *Brick* dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini.



Gambar 2.11 Bagian Kiri Dari 51515 *Brick*

Untuk bagian kiri dari 51515 *Brick* terdapat port A, port C dan port E digunakan sebagai port input/output untuk penghubung dari motor atau sensor dengan 51515 *Brick*. Untuk tampilan pada sisi *Brick* bagian kiri dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.12 Bagian Kanan Dari 51515 *Brick*

Pada bagian sebelah kanan dari 51515 *Brick* terdapat port B, port D dan port F digunakan sebagai port input/output untuk penghubung dari motor atau sensor dengan 51515 *Brick*. Untuk tampilan pada sisi *Brick* bagian kanan dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.13 Bagian Atas Dari 51515 Brick

Pada bagian atas dari 51515 Brick terdapat *Micro USB port* yang digunakan untuk sebagai pengisian baterai dan *port konektor* antara Brick dengan perangkat lain yang kompatibel. Tampilan pada sisi Brick bagian atas dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.14 Bagian Bawah Dari 51515 Brick

Pada bagian bawah 51515 Brick terdapat Speaker yang berfungsi sebagai *output* pengeluaran suara yang digunakan pada saat pemrograman robot. Tampilan pada sisi Brick bagian bawah dapat dilihat pada Gambar 2.14.

2.5.2 Motor Medium

Motor pada Lego Mindstorms 51515 merupakan *motor medium*, yang berfungsi untuk menggerakkan bagian-bagian robot, seperti untuk memutar roda atau bergerak seperti layaknya kaki robot. Satu Brick bisa juga dipasang hingga menggunakan 4 buah motor sebagai alat bantu untuk menggerakkan robot.

Pada robot Lego Mindstorms 51515, motor yang dipakai adalah motor DC servo yang dilengkapi dengan sebuah *encoder* yang berfungsi sebagai umpan balik, sehingga pusat pengendalian dapat memberikan tenaga 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 dari motor. Akurasi dari motor servo mencapai kurang lebih satu derajat, torsi yang besar yang didapat dalam waktu singkat merupakan kelebihan motor servo. Kekurangan dari motor servo adalah kurangnya akurasi dari motor tersebut sehingga diperlukan suatu pengendalian yang dapat meningkatkan keakurasian dari motor servo itu sendiri.



Gambar 2.15 Motor *Medium*

Motor *medium* juga termasuk *built-in* rotasi sensor dengan resolusi 1 derajat, tetapi lebih kecil dan lebih ringan dari motor besar. Itu berarti mampu merespon lebih cepat dari motor besar lain. Pada program *Lego Mindstorms 51515 Inventor*, motor *medium* dapat diprogram untuk mengaktifkan atau menonaktifkan dan mengendalikan tingkat daya atau untuk menjalankan dari jumlah waktu tertentu atau rotasinya. Tampilan dari motor *medium* dapat dilihat pada Gambar 2.15.

2.5.3 Sensor Warna

Sensor warna dapat mendeteksi warna atau intensitas cahaya. Sensor cahaya dapat mendeteksi dari 8 warna yang berbeda atau % cahaya yang dipantulkan. Hub menunjukkan level untuk setiap nilai RGB tetapi sepertinya tidak ada cara untuk membacanya secara terprogram melalui antarmuka (Nathan, 2020). Tampilan dari sensor warna dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 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.

2.5.4 Sensor Ultrasonic

Sensor *ultrasonic* adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat

dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sensor ultrasonic karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (Tafrikhatin et al., 2020). Tampilan dari sensor warna dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Sensor *Ultrasonik*

2.5.5 Komponen Tambahan

Selain komponen utama, ada juga komponen tambahan/komponen pelengkap yang berisi hampir 949 elemen bangunan, termasuk balok, roda gigi, dan konektor untuk membuat rancangan robot dengan menggunakan Lego Mindstorms 51515 seperti robot penyortir barang berdasarkan warna barang, robot pelempar bola dan robot pengambil barang. Komponen tambahan dari robot Lego Mindstorms 51515 dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Komponen Tambahan

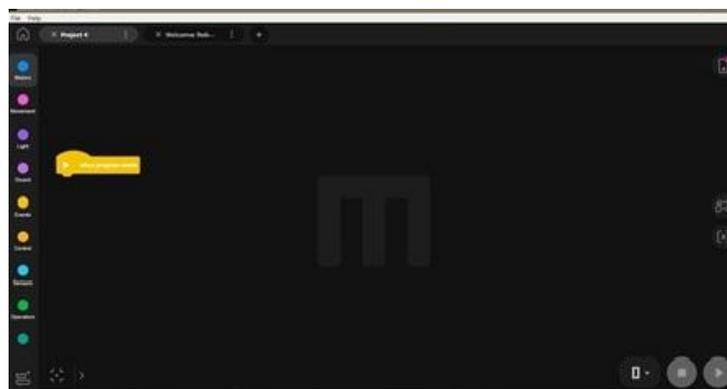
2.6. Lego Mindstorms 51515 Inventor dan *Programming Blocks*

Lego Mindstorms 51515 Inventor adalah sebuah *software* yang berguna untuk memprogram *51515 Brick* dari PC/Laptop yang dapat dilakukan secara manual. *Software* ini menggunakan *Icon-Based* sehingga mempermudah untuk memprogram robot yang dirancang. Selain dapat memprogram melalui PC/Laptop aplikasi ini juga bisa digunakan untuk memprogram robot *Lego Mindstorms 51515* dari ponsel. Dalam program *Lego Mindstorms 51515 Inventor* isi dari Home adalah menu untuk mengakses setiap fungsi dari program *Lego Mindstorms 51515 Inventor*. Tampilkan gambar Home pada aplikasi *Lego Mindstorms 51515 Inventor* pada Gambar 2.19.



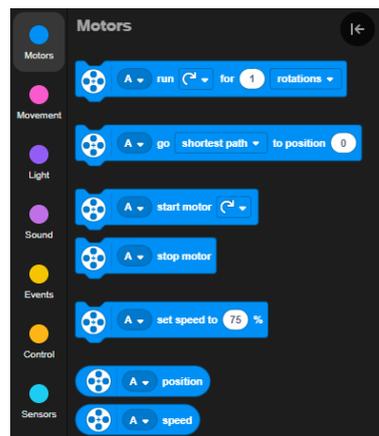
Gambar 2.19 Aplikasi *Lego Mindstorms 51515 Inventor* Home

Lembar *Project* adalah halaman yang digunakan untuk membuat program dengan menggunakan *block* pemrograman yang sudah disediakan. Seperti pada Gambar 2.20.



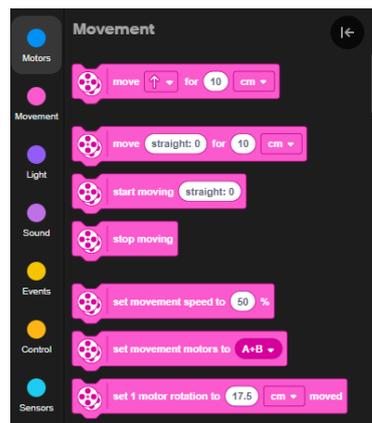
Gambar 2.20 Lembar *Project*

Semua *block* pemrograman yang digunakan untuk mengendalikan robot anda berada di *Palette Programming* di bagian bawah antarmuka Pemrograman bawah kanvas *Programming*. *Block* Pemrograman dibagi ke dalam kategori menurut jenis dan sifat, sehingga mudah untuk menemukan *block* yang Anda butuhkan. Pada “*Programming Palettes*” *Lego Mindstorms 51515* terdapat *block program* sebagai berikut:



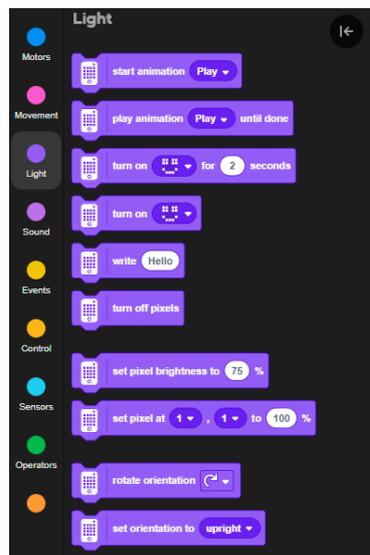
Gambar 2.21 Motor Blocks

Pada Motor *Block* terdapat *block program* untuk motor *rotations*, motor *positions*, *start* motor, *stop* motor dan *set speed* motor. Seperti pada Gambar 2.21.



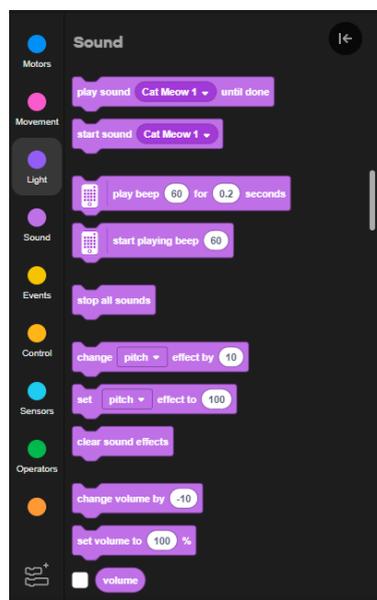
Gambar 2.22 Movement Blocks

Pada *Movement Blocks* terdapat *block program* untuk *move*, *start moving*, *stop moving*, *set movement speed*, *set movement motor* dan *set 1 motor rotation*. Seperti pada Gambar 2.22.



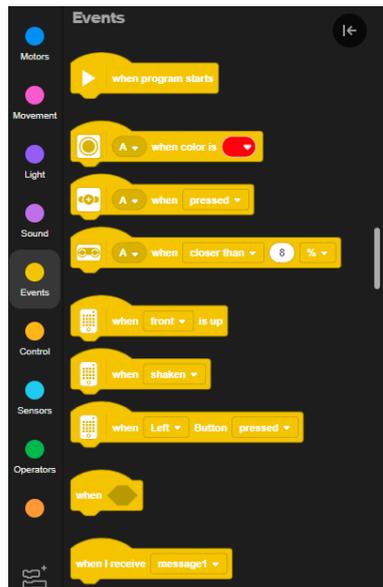
Gambar 2.23 *Light Blocks*

Pada *Light Blocks* terdapat *block program* untuk *start animation*, *turn on*, *write*, *turn off pixels*, *set pixels brightness*, *set pixels*, *rotate orientation*, dan *set orientation*. Seperti pada Gambar 2.23.



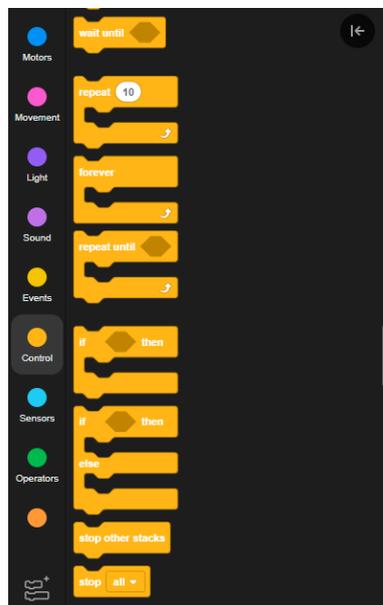
Gambar 2.24 *Sound Blocks*

Dibagian *Sound Blocks* berisikan *block program* *start sound*, *start playing beep*, *stop all sounds*, *change sounds*, *set sounds*, *clear sounds effects*, *change volume* dan *set volume*. Seperti pada Gambar 2.24.



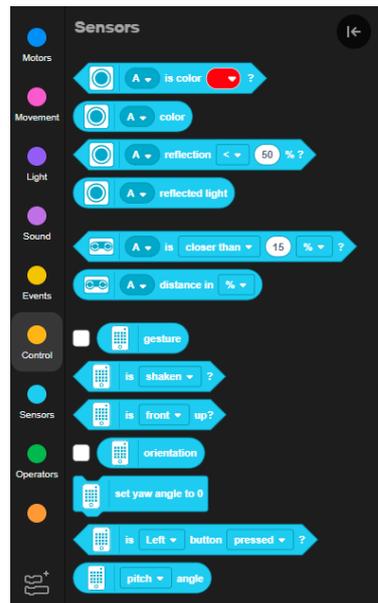
Gambar 2.25 *Events Blocks*

Pada *Events Blocks* terdapat *block when program starts, when color is, when pressed, when closer then, when front is up, when shaken, when left button pressed, when dan when I receive message1*. Seperti pada Gambar 2.25.



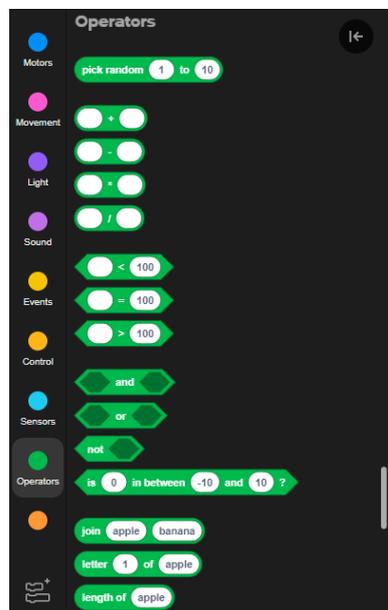
Gambar 2.26 *Control Blocks*

Pada *Events* terdapat *block wait until, repeat, forever, repeat until, if then, if then else, stop other slacks dan stop all*. Seperti pada Gambar 2.26.



Gambar 2.27 *Sensors Blocks*

Pada *Sensors Blocks* terdapat block *is color*, *color*, *reflection*, *reflected light*, *is closer than*, *distance in*, *gesture*, *is shaken*, *is front up*, *orientation*, *set yaw angle to 0*, *is left button pressed* dan *pitch angle*. Seperti pada Gambar 2.27.



Gambar 2.28 *Operators Blocks*

Pada *Operators Blocks* terdapat block *pick random*, *and*, *or*, *not*, *in between*, *join*, *letter*, dan *length of*. Seperti pada Gambar 2.28.

2.7 Warna

Warna adalah estetika yang penting, karena melalui warna itulah kita dapat membedakan secara jelas keindahan suatu objek. Warna dapat didefinisikan secara subjektif/psikologis yang merupakan pemahaman langsung oleh pengalaman indera penglihatan kita dan secara objektif/fisik sebagai sifat cahaya yang dipancarkan (Meilani et al., 2013). Pada penggunaan robot pengambil dan pengangkut bola mini berdasarkan warna, barang yang digunakan untuk diambil dan diangkut adalah bola mini berwarna yang dapat dilihat pada Gambar 2.29.

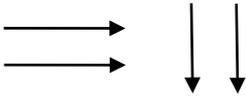
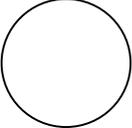
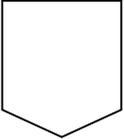
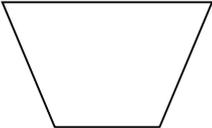
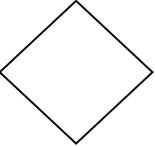
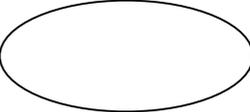
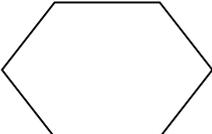


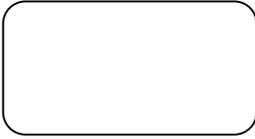
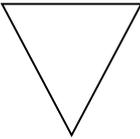
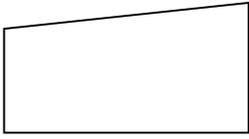
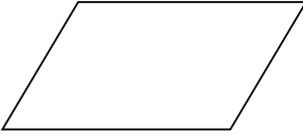
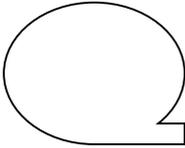
Gambar 2.29 Bola Mini Berwarna yang digunakan untuk Robot Pengambil dan Pengangkut Bola Mini Berdasarkan Warna.

2.8 Flowchart

Flowchart merupakan diagram simbol yang menunjukkan arus data dan tahapan operasi dalam sebuah sistem yang digunakan baik oleh editor maupun oleh personal sistem. Ada berbagai jenis *flowchart* secara teori, namun *flowchart* yang akan digunakan dalam memecahkan permasalahan distribusi dokumen sistem informasi keuangan penerimaan dan pengeluaran kas pada penulisan ini, adalah gabungan antara *flowchart* analitik, *flowchart* dokumen dan diagram distribusi formulir. Mengingat pemisahan dan pembagian tugas merupakan elemen pengendalian internal membutuhkan teknik untuk membagi tugas pengolahan data antar personel dan departemen/bagian (Ratumurun, 2015).

Tabel 2.3 Simbol Diagram *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus/ <i>flow</i> , berfungsi untuk menyatakan jalannya arus suatu proses
2		Simbol <i>connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
3		Simbol <i>offline connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda
4		Simbol <i>process</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer
5		Simbol <i>manual</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer
6		Simbol <i>decision</i> , berfungsi untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya/tidak
7		Simbol <i>teminal</i> , berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program
8		Simbol <i>predefined process</i> , berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal

9		<p>Simbol <i>keying operation</i>, berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i></p>
10		<p>Simbol <i>offline-storage</i>, berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu</p>
11		<p>Simbol <i>manual input</i>, berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i></p>
12		<p>Simbol <i>input/output</i>, berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya</p>
13		<p>Simbol <i>magnetic tape</i>, berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetis</p>
14		<p>Simbol <i>disk storage</i>, berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i></p>
15		<p>Simbol <i>document</i>, berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui <i>printer</i>)</p>
16		<p>Simbol <i>punched card</i>, berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu</p>