

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 Penelitian “Robot Pengantar Barang Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA16” oleh Kiki Prawioredjo dan Iriyanto 2008

Peneliti menggunakan komponen utama pembentuk rangkaian robot ini yaitu mikrokontroler AVR ATmega16, sensor infrared SHARP GP2D12, motor servo dan IC driver L293D. Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap perancangan robot ini adalah robot dirancang sebagai robot pengantar barang yang menghindari halangan berupa dinding.

2.1.2 Penelitian “Prototype Mesin Pengantar Barang Otomatis Menggunakan Load Cell Berbasis Robot Line Follower” oleh Dwi Budi dkk 2018

Peneliti ini menggunakan *komponen utama Light Emitting Diode, ATmega32 dan Foto diode*, 1 buah Driver motor H-Bridge untuk mengontrol motor DC, Load cell merupakan transduser elektronik yang dapat mengubah besaran fisik menjadi sinyal elektrik. Prinsip kerja load cell adalah mengubah gaya tekan beban menjadi nilai perubahan resistansi (R). Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap perancangan robot ini adalah Prototype mesin pengantar barang hasil penelitian ini menggunakan load cell berbasis robot line follower yang mampu bergerak dengan mode manual maupun otomatis dan dapat menghitung berat beban serta mencegah motor untuk berputar saat beban melebihi beban maksimum dan Sensor foto dioda mampu membaca garis dengan warna dasar atau lantai yang berbeda.

2.1.3 Penelitian “Drop-Robot Pengiriman Barang” oleh Fajar dkk 2015

Peneliti ini menggunakan paket robot Lego Mindstorms NXT Generasi Pertama., Komponen yang digunakan adalah NXT *Brick* sebagai otak dan sumber tenaga robot NXT, 3 buah Motor untuk menggerakkan roda dan bagian robot, 2 buah Sensor Cahaya untuk mendeteksi cahaya pada garis kanan dan garis kiri, 1 buah Sensor Warna untuk mendeteksi warna objek. Perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram NXT *Brick* adalah NXT-G atau Lego Mindstorms

Education NXT. Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap perancangan robot ini adalah Drop-BOT terbukti dapat berjalan jika bola sudah diletakkan dalam badan robot, dapat membedakan bola warna biru dan bola warna merah, dapat melewati rute pemindahan sesuai dengan warna bola, dapat berhenti ketika disentuh di lokasi pemindahan.

Penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti saat ini yaitu untuk merancang bangun robot pengantar barang dengan kemampuan memanjat tangga dan menggunakan komponen *Large Motor*, *Medium Motor*, Sensor Gyro, Sensor Warna, dan Sensor *Ultrasonic*.

2.1.4 Penelitian “Implementasi Robot *Line Follower* Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode *Proportional–Integral–Derivative Controller (PID)*” oleh Yusuf Muhammad, 2016

Metode yang digunakan untuk mengendalikan robot yaitu PID (dari singkatan bahasa *Proportional – Integral – Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu *plant*.

Prinsip kerja robot penyiram tanaman yaitu dilakukan dengan cara robot mendeteksi garis sebagai jalur pergerakan otomatisasi robot. Pencarian garis dilakukan dengan mendeteksi pancaran cahaya yang dipancarkan oleh LED dan dibaca oleh sensor *Photodiode*. Untuk mengikuti garis robot digerakkan oleh motor DC yang dikontrol menggunakan metode PID, robot bergerak secara otomatis menggunakan aplikasi dari motor DC. Robot menggunakan pembacaan sensor *photodiode* untuk melakukan penyiraman, setelah robot mendeteksi perempatan pada jalur maka robot akan berhenti dan mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman dan apabila robot sudah melakukan proses penyiraman yang sesuai dengan apa yang diperintahkan oleh program maka robot akan menuju ketempat pemberhentian yaitu dengan mendeteksi jalur pertigaan.

2.1.5 Penelitian “Robot *Line Follower* Beroda Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 Dilengkapi Kendali Nirkabel dan Penghindar Rintangan” oleh Ulfan alfianto, 2017

Penelitian ini mengembangkan sebuah purwarupa robot line follower beroda dengan 4 buah motor DC sebagai penggerak dan jalur serta dapat menghindari rintangan. Robot ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai papan kontrolernya. Bobot robot adalah 747 gram. Robot mampu diberikan perintah gerak secara manual dari tombol *joystick playstation* nirkabel 2,4 GHz. Di mode otomatis, robot dapat bergerak menghindari rintangan menggunakan sensor jarak HC- SR04. Dalam penelitian ini juga ditunjukkan hubungan antara gaya hisap dengan nilai tegangan motor DC *brushless* dan nilai throtlenya.

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

No.	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Kiki Prawiroredjo dan Iriyanto. 2008. <i>Robot Pengantar Barang Otomatis Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA16.</i>	1) Menghindari halangan agar robot bisa mengantarkan barang sampai ke tujuan	1) Lini produk menggunakan ATMEGA16 2) Halangan bagi robot adalah dinding
2.	Dwi Budi Susilo, Hari Wibawanto dan Anggraini Wulandari. 2018. <i>Prototype Mesin Pengantar Barang Otomatis Menggunakan Load Cell Berbasis Robot Line Follower.</i>	1) Bertujuan untuk mengantarkan barang	1) Lini produk menggunakan robot Non-Lego 2) Menggunakan line follower sebagai jalur robot

3.	Setiawan, Fajar dkk. 2015. <i>“Drop-BOT” Robot Pengiriman Barang.</i>	1) Menggunakan beberapa sensor-sensor yang sama 2) Bertujuan untuk mengantarkan/mengirimkan barang	1) Lini produk menggunakan LEGO NXT 2) Menggunakan wall follower sebagai jalur robot
4.	Muhammad Yusuf. 2016. Implementasi Robot <i>Line Follower</i> Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Metode <i>Proportional–Integral–Derivative Controller</i> (PID).	1) Bertujuan untuk mengantarkan barang	1) Lini produk menggunakan robot Non-Lego 2) Menggunakan line follower sebagai jalur robot
5.	Ulfan Alfianto. 2017. Robot <i>Line Follower</i> Beroda Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 Dilengkapi Kendali Nirkabel dan Penghindar Rintangan.	1) Menghindari halangan agar robot bisa mengantarkan barang sampai ke tujuan	1) Lini produk menggunakan LEGO NXT 2) Menggunakan wall follower sebagai jalur robot

2.2 Jurnal Internasional

2.2.1 Jurnal “Design and Fabrication of Line Follower Robot” oleh M.S. Islam dan M.A Rahman, 2012

Robot line follower adalah robot mobil yang dapat mengikuti suatu jalan. Jalannya bisa terlihat seperti garis hitam pada permukaan putih (atau sebaliknya). Ini adalah sebuah desain terintegrasi dari pengetahuan Mekanikal, Elektrikal dan

Teknik Komputer. Karena proyek ini adalah dasar dari proyek robotika pemula. Robot yang mampu mengikuti garis di tanah tanpa terlalu banyak keluar dari garis. Robot memiliki sensor dipasang di bawah bagian depan bodi dan dua motor DC menggerakkan roda yang bergerak maju. Sirkuit di dalam mengambil sinyal input dari sensor dan mengontrol kecepatan roda. rotasi. Kontrol dilakukan sedemikian rupa sehingga ketika sensor mendeteksi garis hitam, motor melambat atau bahkan berhenti. Kemudian perbedaan kecepatan putaran memungkinkan untuk bergiliran.

2.2.2 Jurnal “Implementation of Line Follower Robot based Microcontroller ATmega32A” oleh Abdul Latif, 2020

Konsep dasar dalam pengoperasian robot line follower bergantung pada pembacaan sistem sensor dan pengaturan gerak motor DC. Prinsip kerja pendeteksian garis dari robot ini adalah setiap permukaan memiliki kemampuan untuk memantulkan cahaya yang berbeda. Putih memiliki kemampuan untuk memantulkan lebih banyak cahaya. Di sisi lain, warna gelap memiliki kemampuan untuk memantulkan lebih sedikit cahaya. Digunakan untuk mendeteksi garis. Sensor berfungsi sebagai pembaca tentang tingkat pantulan permukaan lantai yang berjajar sebagai jalur dan bukan. Karena prinsip dari sensor yang digunakan adalah pantulan dari transmitter ke receiver, jika receiver yang menggunakan photodiode mendapat pancaran yang besar maka hambatan photodiode menjadi kecil, begitu juga sebaliknya.

2.2.3 Jurnal “Design and Methodology of Line Follower Automated Guided Vehicle-A Review” oleh Suman Kumar Das, 2016

Kendaraan berpemandu otomatis adalah kendaraan bergerak yang dapat diprogram. Kendaraan berpemandu otomatis digunakan dalam aplikasi industri untuk memindahkan material di sekitar fasilitas manufaktur. AGV mampu melakukan tugas transportasi sepenuhnya otomatis di bentangan rendah. Sistem pemrosesan pusat AGV mengeluarkan perintah kemudi dan perintah kecepatan. Untuk lingkungan manufaktur yang telah ditentukan sebelumnya, robot pengikut garis adalah pilihan yang baik untuk dipilih. Sebuah garis robot pengikut adalah robot yang mengikuti jalur yang telah ditentukan sebelumnya yang dikendalikan oleh mekanisme umpan balik. Jalurnya dapat terlihat seperti garis hitam pada

permukaan putih (atau sebaliknya) atau tidak terlihat seperti medan magnet. Merasakan garis dan membimbing robot untuk tetap tinggal pada jalurnya, sambil terus-menerus mengoreksi..

2.2.4 Jurnal “The Use of Computer Controlled Line Follower Robots in Public Transport” oleh Vienna, 2016

Perlu adanya reformasi dan inovasi teknologi dalam angkutan umum karena jumlah penumpang yang terus meningkat. Untuk meringankan masalah yang timbul dari meningkatnya jumlah penumpang, jumlah layanan dapat ditingkatkan dan waktu transit antar halte dapat dipersingkat, yang mengakibatkan kelelahan dan ngebut pengemudi yang menyebabkan kecelakaan. Untuk itu, integrasi teknologi pada angkutan umum menjadi suatu keharusan untuk mencegah terjadinya kecelakaan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui “penggunaan robot line follower yang dikendalikan komputer di angkutan umum”.

2.2.5 Jurnal “Stability of Line Follower Robots With Fuzzy Logic and Kalman Filter Methods” oleh Ali Sanjaya, 2019

Robot Line Follower adalah robot beroda yang memiliki dua roda di sisi kanan dan dua di sisi kiri yang dapat mengikuti garis secara otomatis. Robot dirancang untuk bernavigasi dan bergerak otomatis mengikuti garis yang dibuat dan robot ini harus bisa menjaga kestabilannya. Ini Robot line follower menggunakan metode logika fuzzy dengan accelerometer dan gyroscope. Untuk mendapatkan kebaikan respon akselerometer tanpa suara, filter Kalman digunakan. Filter Kalman dapat meminimalkan kesalahan kotak di kontrol sensitif kebisingan dan tingkat kebisingan di sensor sebelum memasuki kontrol sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot berhasil menyeimbangkan dirinya sendiri, meskipun diinterupsi.

2.3 Robot

Robot berasal dari kata “*robot*” yang dalam bahasa Ceko yang berarti budak, pekerja atau kuli. Pertama kali kata “*robot*” diperkenalkan oleh Karel Capek dalam sebuah pentas sandiwara pada tahun 1921 yang berjudul RUR (Rossum’s Universal Robot) (Pitowarno, 2006). Pentas ini mengisahkan mesin yang

menyerupai manusia yang dapat bekerja tanpa lelah yang kemudian memberontak dan menguasai manusia. Istilah “robot” ini kemudian mulai terkenal dan digunakan untuk menggantikan istilah yang dikenal saat itu yaitu *automation*.

Klasifikasi robot belum ada yang baku, tetapi menurut (Anggoro 2013) dapat diklasifikasikan berdasarkan penggunaan aktuator, berdasarkan kebutuhan akan operator robot, dan berdasarkan kegunaannya.

2.3.1 Klasifikasi Robot berdasarkan Penggunaan Aktuator

1. Robot *Manipulator*

Pada robot industri, manipulator merupakan sebuah rangkaian benda kaku (*rigid bodies*) terbuka yang terdiri atas sendi (*joint*) dan terhubung dengan lengan (*link*) 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 industri 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, skematik manipulator ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Robot *Manipulator*

Pada *manipulator* terdapat sendi (*joint*) yang merupakan tempat sambungan lengan untuk melakukan putaran atau gerakan. Secara umum jenis sendi yang digunakan pada manipulator adalah sendi putar (*revolute joint*). Sendi putar sering digunakan sebagai pinggang (*waist*), bahu

(*shoulder*) dan siku (*elbow*), dan pergerakan sendi putar akan menghasilkan satu derajat kebebasan.

2. *Mobile robot*

Mobile robot merupakan sebuah robot yang dapat bergerak dengan leluasa karena memiliki alat gerak untuk berpindah posisi. *Locomotion* merupakan gerakan melintasi permukaan datar. Berikut adalah klasifikasi robot menurut jenis *locomotion*. Robot *locomotion* dibagi menjadi dua bagian yaitu: Robot Beroda (*wheeled car*) seperti Gambar 2.2 dan Robot Berkaki seperti Gambar 2.3



Gambar 2.2 Robot Beroda (*wheeled car*)



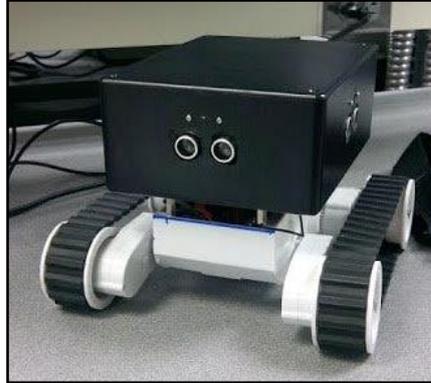
Gambar 2.3 Robot Berkaki

2.3.2 Klasifikasi Robot Berdasarkan Kebutuhan Akan Operator Robot

1. *Autonomous Robot*

Robot *Autonomous* adalah robot yang dapat melakukan tugas-tugas yang diinginkan dalam lingkungan yang tidak terstruktur tanpa bimbingan manusia

terus menerus berdasarkan logika-logika yang diberikan manusia kepada robot. Salah satu contoh *autonomous* robot dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Robot *Autonomous*

2. *Teleoperated* Robot

Robot ini dalam pengoperasian mesinnya dikendalikan dari kejauhan. Hal ini mirip dalam arti untuk frase “*remote control*” dikendalikan oleh operator (manusia) dengan menggunakan *remote control*. Pada Gambar 2.5 terlihat mobile robot dan alat pengontrolnya.



Gambar 2.5 Robot *Mobile* dan *Remote Control*

3. *Semi Autonomous*

Robot *semi autonomous* adalah robot yang pengendaliannya secara otonomi dan pengendalian jarak jauh dengan menggunakan *remote control*. Hal ini bertujuan robot dapat melewati lingkungan atau lintasan yang berbahaya bagi manusia. Pada Gambar 2.6 terlihat *semi autonomous legged robot* atau dikenal dengan “*big dog*” buatan Amerika Serikat yang didesain untuk membantu pekerjaan tentara.



Gambar 2.6 Robot *Semi Autonomous*

2.3.3 Klasifikasi Robot Berdasarkan Kegunaan

1. Robot Industri

Robot industri merupakan robot yang digunakan di dunia industri. Robot industri ini digunakan untuk otomatisasi proses produksi, misalnya untuk proses pengelasan (*welding*), perakitan dan pengepakan sesuatu barang. Robot yang berfungsi dalam pekerjaan industri dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Robot Industri

2. Robot Pelayan

Service robot merupakan robot yang digunakan untuk melayani kebutuhan manusia sehari-hari. Robot ini digunakan untuk membantu pekerjaan yang kotor, berbahaya, berulang-ulang dan termasuk pekerjaan rumah tangga. Robot yang berfungsi dalam pekerjaan rumah tangga dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Robot Pelayan

2.4 LEGO

Menurut (Sri 2008) LEGO merupakan permainan konstruktif berupa kepingan plastik yang dapat disusun dan dirangkai menjadi aneka bentuk. Bongkah-bongkah seperti Gambar 2.9 serta kepingan lain bisa disusun menjadi model apa saja. Mobil seperti Gambar 2.10, kereta api, bangunan, kota, patung, kapal, kapal terbang, pesawat luar angkasa serta robot, semuanya bisa dibuat. LEGO saat ini memiliki banyak macam produk, salah satunya LEGO Mindstorm yang dikhususkan untuk membangun sebuah robot.



Gambar 2.9 Bentuk LEGO Bata



Gambar 2.10 Bentuk Mobil

2.5 Robot *Line Follower*

Robot line follower adalah (robot pengikut garis) adalah robot yang dapat berjalan mengikuti garis pada sebuah lintasan yang sudah ditentukan dan robot ini termasuk dalam kategori robot *mobile* yang di desain untuk bekerja secara otomatis. Garis yang dimaksud adalah garis yang berwarna hitam diatas permukaan berwarna putih atau sebaliknya, ada juga lintasan berwarna lain tetapi warna garis harus kontras dari bidang lintasannya. Robot ini juga dikenal dengan sebutan *Line Tracker*, *Line Tracker Robot* dan sebagainya. Cara kerja dari sistem robot *Line Follower* secara umum ialah dimulai dari pembacaan lintasan atau garis oleh sensor warna.

Robot *line follower* itu sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu robot *line follower analog* dan *digital*. Perbedaan antara robot *line follower analog* dengan robot *line follower digital* adalah tidak perlu adanya pemrograman robot secara *softwre* pada robot *line follower* jenis *analog*, sedangkan robot *line follower* jenis *digital* membutuhkan program pada bagian *mikrokontroler* sebagai *processor* atau otak dari robot *line follower* itu sendiri. Robot *line follower* jenis *analog* biasanya paling sering digunakan dalam keperluan praktek sederhana karena biaya dan

proses pembuatannya yang tidak membutuhkan biaya banyak dan tidak terlalu rumit pada proses pembuatannya (Falani dkk, 2015).

2.6 LEGO Mindstorms 51515

LEGO Mindstorms adalah produk generasi keempat dari LEGO. Ini adalah penerus dari Lego *Mindstorms* EV3 seri 3.0 generasi ketiga. “51515” menunjukkan berarti bahwa itu adalah evolusi dari seri EV3 atau 31313 sebelumnya. Robot Lego Mindstorms 51515 secara resmi diumumkan pada tanggal 12 juni 2020.

Perubahan terbesar dari EV3 untuk seri 51515 adalah perbaikan teknologi *smart hub* yang dapat 16eprogram. *Processor* utama dari EV3 adalah ARM7, sedangkan pada 51515 memiliki *processor* ARM9. 51515 memiliki sebuah konektor USB dan slot micro SD. Dimana dilengkapi pemrograman perangkat lunak atau opsional lab VIEW untuk Lego Mindstorms. Berbagai bahasa resmi ada seperti, NXC, NBC leJOS NXJ, dan Robot *Inventor*.

Dengan LEGO Mindstorms 51515 dapat dibangun dan 16eprogram, robot yang akan melakukan apa yang diinginkan user. Dengan isi pada set kita mendapatkan segala yang dibutuhkan untuk membangun dan memprogram sendiri robot LEGO cerdas, dan membuatnya melakukan banyak operasi yang berbeda. Robot dapat dipasang, misalnya dengan sensor yang mengontrol motor dan bereaksi terhadap cahaya, suara, dan lain-lain (Brothers Brick, 2020).



Gambar 2.11 Paket-Paket LEGO Mindstorms 51515

Dalam paket LEGO Mindstorms EV3 51515 terdapat:

1. 1 buah *51515 Brick/ Smart Hub*
2. 4 buah *Motor DC*

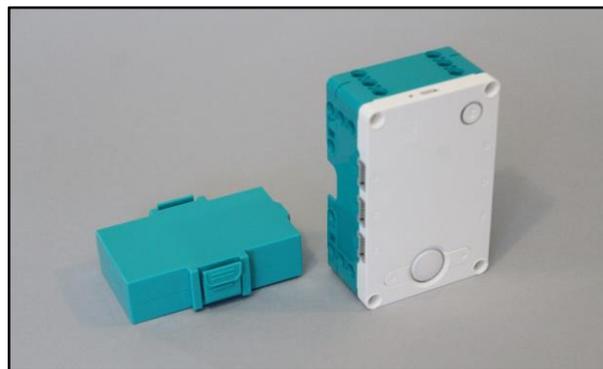
3. 1 buah *Ultrasonic Sensor*
4. 1 buah *Color Sensor*
5. 6 buah Kabel konektor
6. 6 sumbu *Gyro/ Akselerometer*

2.6.1 51515 Brick/ Smart Hub

51515 Brick/ Smart Hub adalah komponen penting dari robot Mindstorms 51515, karena berfungsi sebagai pengendali (otak dan sumber tenaga robot Mindstorms 51515). Program yang sudah dibuat dapat di-upload ke *51515 Brick* untuk di *compile*.

Spesifikasi teknis dari EV3 Brick pada buku pedomannya, yaitu:

1. ARM9 *main microprocessor* @300MHz
2. LCD display 25 x 25 pixel.
3. Bluetooth V2.1
4. Empat port *input*: port 1, port 2, port 3, port 4, port 5, dan port 6 yang menghubungkan hingga pada saat yang sama.
5. Empat port *output*: port A, port B, port C, dan port D yang menghubungkan hingga 4 motor.



Gambar 2.12 *Brick/ Smart Hub*

51515 Brick sebagai “otak” robot harus memiliki berbagai macam *input* dan *output*. Terdapat memiliki 4 *input* port, 4 *output* port, *input* USB mini PC port, *input* USB type A, *input* SD Card Port, dan *output* speaker (Friedrichs 2021).

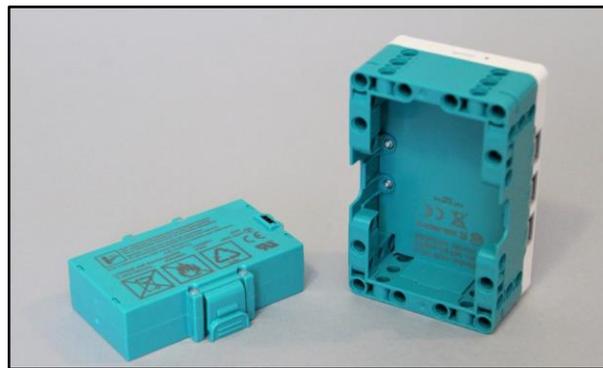
Untuk lebih jelasnya sebagai berikut:

1. *Input* port yang terdiri dari port, berfungsi untuk menyambung 51515 Brick dengan sensor-sensor seperti sensor *color*, dan sensor *ultrasonic*.
2. *Output* port yang terdiri dari port, berfungsi untuk menyambungkan 51515 Brick dengan motor *DC*.
3. Mini USB PC port, berfungsi untuk menyambungkan 51515 Brick dengan komputer.
4. USB Type A port, berfungsi untuk menyambungkan USB Dongle wireless seperti Bluetooth.



Gambar 2.13 *Input dan Output 51515 Brick*

Rechargeable Battery yaitu baterai yang bisa di isi ulang menggunakan charger khusus dari LEGO, untuk instalasi menggunakan EV3 Rechargeable dilihat pada Gambar 2.14 (Brick, 2020)



Gambar 2.14 *Instalasi 51515 Rechargeable Battery*

2.6.2 Motor *DC*

Motor pada LEGO Mindstroms 51515 berfungsi untuk menggerakkan bagian robot seperti memutar roda atau menjadi sendi. Motor pada 51515 Mindstorms

menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan sebuah encoder yang berfungsi sebagai umpan balik, sehingga pusat pengendalian dapat memberikan arus yang sesuai dengan beban pada motor. Motor hanya tersedia dalam satu ukuran di LEGO 51515 *Mindstorms* Set. Dengan torsi 3,5 Ncm dan kecepatan rotasi hingga 135 rpm, versi kecil dari motor ini mungkin cukup untuk model yang dimaksudkan. Khususnya dengan motor generasi baru: Posisi motor absolut dipindahkan dari motor ke *Smart Hub* dan dapat diproses oleh perangkat lunak.

Motor atau mesin adalah perangkat mesin pertama yang mengkonversi besaran listrik menjadi besaran mekanik. Putaran dan torsi pada *motor DC* yang dihasilkan dari gaya Lorentz-menarik dan gaya dorong yang dihasilkan oleh medan magnetik pada *motor DC* tersebut. Berdasarkan pada gambar, *Motor DC* terdiri dari 6 bagian utama antara lain : Axis atau poros *motor DC*, bagian yang berputar yang disebut rotor, bagian yang tetap disebut *stator*, komutator, *Field magnets*, dan *brushes* (Bricks, 2020).



Gambar 2.15 Motor *DC* Mindstorms 51515

2.6.3 Sensor Warna

Sensor warna adalah sensor digital yang dapat mendeteksi warna atau intensitas cahaya. Sensor warna 51515 mampu mendeteksi objek dengan tujuh macam warna dan objek yang tidak berwarna. Hal ini dapat membedakan antara warna atau hitam-putih atau antara biru, hijau, kuning, merah, putih, coklat. Sensor ini dapat digunakan dalam tiga mode berbeda (Bricks, 2020).



Gambar 2.16 Sensor Warna Mindstorms 51515

1. Mode color, sensor warna yang mengakui ketujuh warna, 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. Metode intensitas cahaya yang dipantulkan, sensor color 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 intensitas cahaya yang ada di sekitarnya, sensor color 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 dipagi hari, atau menghentikan tindakan jika lampu mati (Friedrichs 2021).

2.6.4 *Sensor Ultrasonic*

Sensor *ultrasonic* mendeteksi benda yang ada di depan robot dengan cara memantulkan gelombang ultrasonic kemudian diterima kembali oleh robot.



Gambar 2.17 Sensor *Ultrasonic* Mindstorms 51515

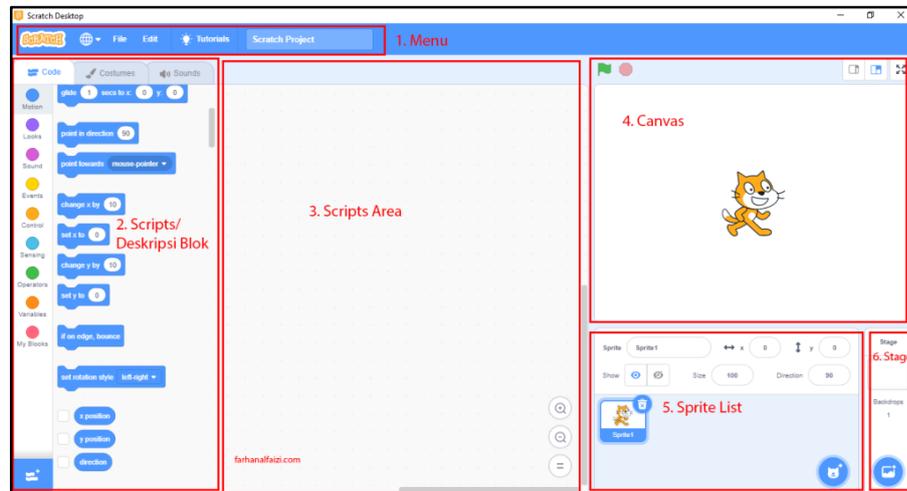
2.6.5 Kabel Konektor

Sensor dihubungkan ke 51515 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 (Friedrichs, 2021).

2.7 Lego Mindstorms 51515 Scratch Inventor

Lego Mindstorms 51515 *Scratch Inventor* adalah *software* untuk memprogram 51515 *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, kita juga bisa memprogram robot Lego Mindstorms 51515 dari ponsel / tablet.

Dalam program Lego Mindstorms Ev3 *Scratch Inventor*, layar ditampilkan di waktu *startup* disebut *Lobby* seperti pada Gambar 2.18. Isi *Lobby* adalah menu untuk mengakses setiap fungsi dari program Lego Mindstorms 51515 *Scratch Inventor* (Alfaizi, 2020).



Gambar 2.18 Lego Mindstorms 51515 *Scratch Inventor Lobby*

Keterangan:

1. Menu

Anda bisa membuat proyek baru, membuka proyek yang sudah anda simpan, menyimpan proyek yang anda buat, mengganti bahasa atau mencari tutorials.

2. Scripts/Deskripsi blok

Pada bagian kiri, anda akan melihat kode (*scripts*) yaitu sekumpulan blok blok perintah yang akan digunakan untuk memprogram. Setiap blok pada kode (*scripts*) memiliki fungsi- fungsi yang berbeda, misalnya saja, perintah *Motion*, *Looks*, *Sound*, *Events*, *Control*, *Sensing*, *Operators*, *Variables*, *My Blocks*.

- **Motion (Gerakan)**, di gunakan untuk menggerakkan sprite, misalnya perintah “move 10 step” untuk menggerakkan sprite sebanyak 10 langkah.



Gambar 2.19 *Script Montion*

- **Looks (Tampilan)**, digunakan pada segala sesuatu yang berhubungan dengan tampilan pada program. misalnya mengganti kostum pada *sprite* atau mengganti *background*.



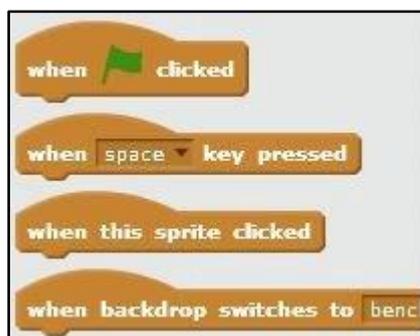
Gambar 2.20 Script Look

- **Sound (Suara)**, digunakan untuk memberikan suara pada *sprite* ataupun *stage* seperti memberikan suara pada kucing dan memberi *background* pada program.



Gambar 2.21 Script Sound

- **Events (Kejadian)**, digunakan untuk mengatur *script* atau kode pada *sprite* untuk berjalan. Misalnya saja, ketika bendera (warna hijau) di klik, maka semua *script* atau kode akan berjalan.



Gambar 2.22 Script Events

- **Control (Kontrol)**, berfungsi untuk mengontrol kode agar berjalan. Contohnya “*repeat 10*” yang artinya ulangi *script* di dalam *repeat* sebanyak 10 kali.



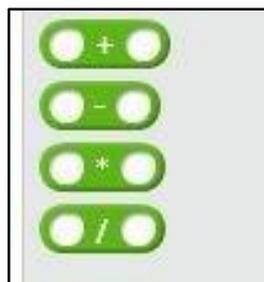
Gambar 2.23 Script Control

- **Sensing (Sensor)**, berfungsi untuk memberikan sensor pada perintah yang digunakan. contohnya perintah “*touching color brown*” jika digabungkan dengan blok *if* maka perintah tersebut akan menjadi : “**jika menyentuh warna coklat, maka lakukan perintah di bawah ini** (Perintah di dalam blok *if*)”



Gambar 2.24 Script Sensing

- **Operators (Operator)**, berfungsi untuk operasi matematika.



Gambar 2.25 Script Opertators

- **Variabels (Variabel)**, berfungsi untuk mengatur variabel.



Gambar 2.26 *Script Variabels*

3. *Script Area*

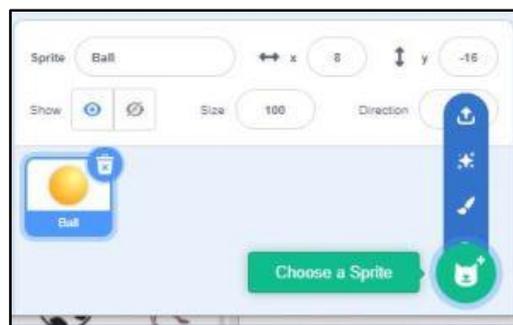
Ini adalah tempat di mana Anda dapat menerapkan *script* atau kode terhadap *Sprite* yang Anda tampilkan.

4. *Canvas*

Blok blok kode yang sudah kalian rancang akan berjalan atau tampil di *canvas* ini (bisa juga disebut *window*). Di dalam *canvas* terdapat logo bendera hijau dan lingkaran merah yang berfungsi untuk menjalankan dan memberhentikan program.

5. *Sprite List*

Tempat di mana Anda bisa mengatur dan mengganti tampilan *sprite*. *sprite* ini akan berisikan blok-blok perintah yang dirancang agar menjadi *interaktif*, seperti bergerak, memiliki suara, dan lain-lain.

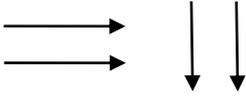
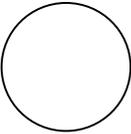
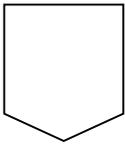


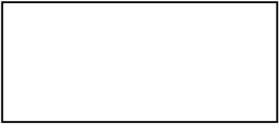
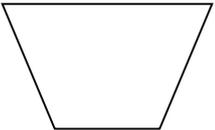
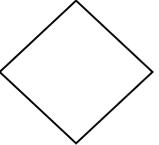
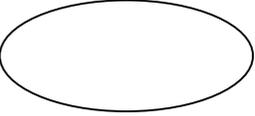
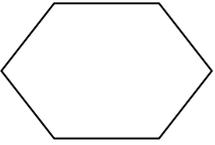
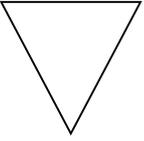
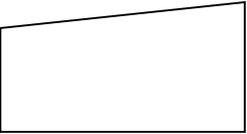
Gambar 2.27 *Sprite List*

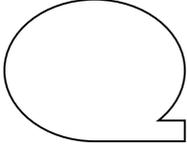
2.8 Flowchart

Flowchart merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu sedangkan hubungan antara proses digambarkan dengan garis penghubung. Terdapat 2 macam flowchart yang menggambarkan proses dengan komputer, yaitu system flowchart dan program flowchart. System flowchart adalah bagan yang memperlihatkan urutan prosedur dan proses dari beberapa file di dalam media tertentu. Melalui flowchart ini, dapat terlihat jenis media penyimpanan yang dipakai dalam pengolahan data. Selain itu juga menggambarkan file yang dipakai sebagai input maupun output. Program flowchart adalah bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan proses dalam suatu program. Flowchart ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya program flowchart maka urutan proses di program menjadi lebih jelas. Jika ada penambahan proses, maka dapat dilakukan lebih mudah. (Rijanto, 1994).

Tabel 2.2. 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>terminal</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		Simbol <i>keying operation</i> , berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i>
10		Simbol <i>offline-storage</i> , berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu
11		Simbol <i>manual input</i> , berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>

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