

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Penelitian dan Pengembangan

Menurut Sukmadinata (2016: 164-165), penelitian dan pengembangan merupakan langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada, serta dapat dipertanggungjawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda (*hardware*) seperti buku, alat bantu pembelajaran di kelas maupun di laboratorium, tetapi dapat berupa perangkat lunak (*software*) seperti program komputer untuk pengolahan data ataupun model-model pendidikan. Produk-produk yang dikembangkan atau disempurnakan harus dapat dipertanggungjawabkan sebelum diaplikasikan pada masyarakat luas. Penelitian dan pengembangan menurut Sugiyono (2011: 297) dapat didefinisikan sebagai suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.

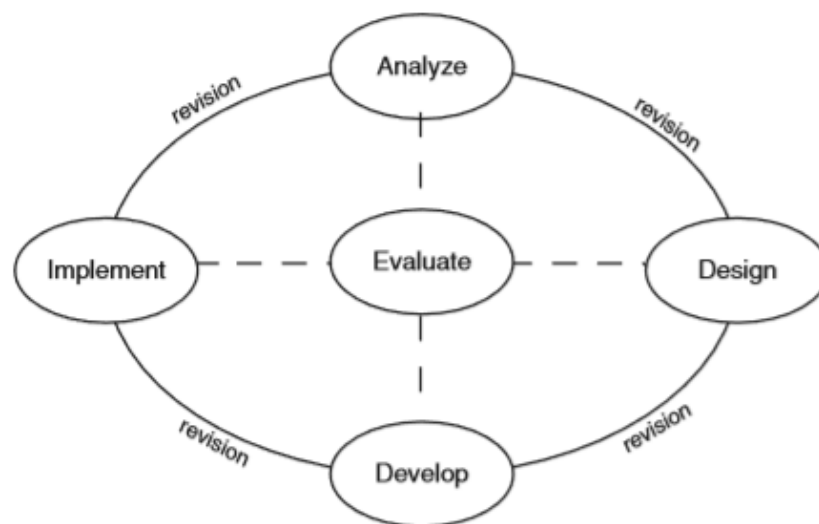
Selanjutnya menurut putra (2015, 67), penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang secara sengaja, sistematis, bertujuan untuk menemukan, merumuskan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, menguji keefektifan suatu produk agar lebih unggul, efektif, efisien, produk, dan bermakna. Sehingga diperlukan tahap-tahap penelitian dan pengembangan secara sistematis untuk menguji keefektifan suatu produk. Penelitian dan pengembangan juga diartikan sebagai suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan

suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada yang dapat dipertanggungjawabkan (Sujadi, 2003: 164). Selaras dengan hal tersebut, menurut Borg and Gall (1989: 624), *educational research and development is a process used to develop and validate educational product*. Dapat diartikan bahwa penelitian pengembangan pendidikan merupakan sebuah proses yang dapat digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Hasil dari penelitian dan pengembangan tidak hanya berupa sebuah produk baru ataupun pengembangan produk yang sudah ada melainkan juga untuk mengemukakan pengetahuan atau jawaban atas permasalahan praktis.

Penjelasan penelitian dan pengembangan menurut ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian dan pengembangan merupakan metode yang cukup ampuh untuk memperbaiki praktik. Penelitian dan pengembangan bersifat sistematis yang bertujuan untuk menciptakan maupun memperbaiki suatu produk. Dalam pelaksanaan tahapan penelitian diharapkan tercipta produk yang sesuai kebutuhan dan teruji keefektifan dari produk tersebut, serta dapat dipertanggungjawabkan. Selanjutnya produk dievaluasi dan diperbaiki sehingga tercipta produk yang sesuai dengan tujuan.

Penelitian pengembangan yang bersifat sistematis memiliki beberapa tahapan, tahapan ini bertujuan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dalam menciptakan maupun mengembangkan produk hingga tahap pengujian. Menurut Robert Maribe Branch (2009: 2), model penelitian dan pengembangan ADDIE merupakan akronim dari *Analyze* (Menganalisa), *Design* (Merancang), *Develop* (Mengembangkan), *Implement* (Menerapkan), dan *Evaluation* (Mengevaluasi).

ADDIE dalam pendidikan memiliki filosofi pendidikan yang mengarah pada pembelajaran bersifat *student centered learning*, inovatif, autentik, dan inspirasional. Model ADDIE adalah konsep pengembangan produk yang menyajikan sebuah panduan kerangka kerja untuk situasi yang kompleks sehingga model ini sangat cocok digunakan untuk mengembangkan produk pendidikan berupa media pembelajaran. Langkah-langkah ADDIE menurut Branch ditunjukkan oleh Gambar 1. Sedangkan tahapan penelitian dan pengembangan model ADDIE oleh Branch dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Model ADDIE Robert Maribe Branch
(Sumber: Branch, 2019: 2)

Tabel 1. Tahapan Penelitian dan Pengembangan Menggunakan Model ADDIE
(Branch, 2009: 3)

Concept	Analyze	Design	Develop	Implement	Evaluate
	<i>Identify the probable causes for a performance gap</i>	<i>Verify the desired performance s and appropriate testing methods</i>	<i>Generate and validate the learning resources</i>	<i>Prepare the learning environment and engage the student</i>	<i>Assess the quality of the instructional products and processes, both before and after implementation</i>
Common Procedure	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validate the performance gap 2. Determine instructional goal 3. Confirm the intended audience 4. Identify required resources 5. Determine potential delivery system (including cost estimate) 6. Compose a project management plan 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Conduct a task inventory 8. Compose performance objectives 9. Generate testing strategies 10. Calculate return investment 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Generate content 12. Select or develop supporting media 13. Develop guidance for the student 14. Develop guidance for the teacher 15. Conduct formative revisions 16. Conduct a pilot test 	<ol style="list-style-type: none"> 17. Prepare the teacher 18. Prepare the student 	<ol style="list-style-type: none"> 19. Determine evaluation criteria 20. Select evaluation tools 21. Conduct evaluations
	<i>Analysis Summary</i>	<i>Design Brief</i>	<i>Learning Resources</i>	<i>Implement Strategy</i>	<i>Evaluation Plan</i>

Berdasarkan penjelasan diatas pada penelitian ini, maka peneliti memilih model ADDIE oleh Branch sebagai cara yang paling tepat untuk menciptakan media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510. Proses pembuatan dan pengembangan media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 nantinya melalui tahap sesuai dengan metode ADDIE yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Sedangkan revisi dan evaluasi pada model ADDIE dapat dilakukan pada setiap tahapan sesuai dengan kebutuhan.

2. Pembelajaran

Susilana & Riyana (2008: 1) mendefinisikan pembelajaran adalah suatu proses kegiatan yang melibatkan peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar dalam upaya memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif. Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 (2003: 2) menyatakan bahwa pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran sebagai proses dari peserta didik dalam mengembangkan dan meningkatkan kemampuan dan pengetahuan baru pada materi pembelajaran yang diberikan oleh seorang pengajar. Dwiyoogo (2016: 14) menjelaskan bahwa, pembelajaran adalah upaya menata lingkungan agar terjadinya belajar pada peserta didik.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan proses terjalannya interaksi antara peserta didik dan pendidik untuk mengembangkan potensi peserta didik. Setelah proses pembelajaran peserta didik diharapkan memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai

positif dari pendidik. Pembelajaran memerlukan strategi pembelajaran yang tepat, agar peserta didik dapat mencapai hasil yang maksimal.

3. Media Pembelajaran

Segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima pesan merupakan definisi media pembelajaran menurut Arief Sadiman (2008: 7). Definisi lain dijelaskan Reyanda Asyar (2012: 8), Media Pembelajaran dapat dipahami sebagai segala sesuatu yang dapat menyampaikan atau menyalurkan pesan dari sumber secara terencana, sehingga terjadi lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif. Sedangkan menurut Azhar (2011), media pembelajaran adalah alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas, lebih lanjut dijelaskan bahwa media pembelajaran adalah komponen sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi instruksional di lingkungan peserta didik yang dapat merangsang peserta didik untuk belajar.

Syafrul Bahri & Azwan Zain (2010: 121), mengungkapkan bahwa media pembelajaran adalah alat bantu apa saja yang dapat dijadikan sebagai penyalur pesan agar tercapai tujuan pembelajaran. Media pembelajaran memiliki cakupan yang sangat luas, yaitu termasuk manusia, materi atau kajian yang membangun suatu kondisi yang membuat peserta didik mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Media pembelajaran mencakup semua sumber yang diperlukan untuk melakukan komunikasi dalam pembelajaran, sehingga bentuknya dapat berupa perangkat keras (*hardware*), seperti komputer, TV, *projector*, dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada perangkat keras tersebut.

Berdasarkan berbagai definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media merupakan alat bantu atau perantara yang digunakan dalam menyampaikan pesan kepada penerima dengan efektif. Sedangkan media pembelajaran merupakan alat bantu penyampaian pesan dari pendidik kepada peserta didik dalam kegiatan pembelajaran di dalam kelas maupun luar kelas yang bertujuan agar peserta didik mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif dari pendidik.

4. Fungsi dan Manfaat Media Pembelajaran

Levie & Lentz (1982) dalam Azhar Arsyad (2013) menyatakan bahwa media pembelajaran memiliki enam fungsi utama sebagai berikut:

- a. Fungsi atensi, menarik dan mengarahkan perhatian peserta didik pada pembelajaran.
- b. Fungsi afektif, menumbuhkan kenikmatan dan kesenangan siswa dalam kegiatan pembelajaran.
- c. Fungsi kognitif, memperlihatkan temuan-temuan penelitian yang dapat memperlancar pencapaian tujuan untuk memahami dan mengingat informasi yang terkandung dalam media.
- d. Fungsi kompensatori, membantu peserta didik yang lemah dalam membaca untuk mengingat dan memahami materi pembelajaran sehingga peserta didik dapat mengorganisasi informasi dan mengingatnya kembali.

Disamping fungsi yang telah dijelaskan di atas, terdapat manfaat dari media pembelajaran. Suprihatiningrum (2013: 321) berpendapat bahwa media pembelajaran memiliki manfaat antara lain:

- a. Memperjelas proses pembelajaran.
- b. Meningkatkan ketertarikan dan interaksi peserta didik.
- c. Meningkatkan efisiensi dalam waktu dan tenaga.
- d. Meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik.
- e. Memungkinkan proses belajar dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.
- f. Mengubah peran pendidik ke arah yang lebih positif dan produktif.
- g. Mengkonkretkan materi yang abstrak.
- h. Membantu mengatasi keterbatasan panca indra manusia.
- i. Menyajikan objek pelajaran berupa benda atau peristiwa langka dan berbahaya ke dalam kelas.
- j. Meningkatkan daya cerna peserta didik terhadap pembelajaran.

Berdasarkan paparan di atas yang telah disampaikan para ahli, dapat disimpulkan bahwa fungsi media pembelajaran ditujukan untuk meningkatkan pemahaman, ketertarikan, dan motivasi peserta didik dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Manfaat dari penggunaan media pembelajaran dapat disimpulkan yaitu: (1) meningkatkan ketertarikan peserta didik; (2) meningkatkan efisiensi pembelajaran; (3) memperjelas penyampaian materi pembelajaran; (4) memberikan gambaran sebenarnya pada peserta didik; (5) menyamakan persepsi peserta didik terhadap materi yang disampaikan.

5. Karakteristik Media Pembelajaran

Media pembelajaran memiliki karakteristik yang dapat menunjang dalam penyampaian materi pembelajaran. Dilihat dari sudut pandang fungsi, tujuan, dan manfaat media pembelajaran bahwa media pembelajaran memiliki ciri-ciri maupun

peran khusus. Gerach & Elly dalam Azhar (2013: 15) mengemukakan bahwa terdapat tiga ciri utama yang dimiliki media pembelajaran. Tiga ciri utama media pembelajaran sebagai berikut:

a. Ciri Fiksatif (*Fixative Property*)

Media pembelajaran digambarkan memiliki kemampuan merekam, menyimpan, melestarikan, dan merekonstruksi suatu peristiwa atau objek. Peristiwa atau objek dapat disusun dengan media seperti fotografi, video tape, audio tape, disket komputer, dan film. Dengan kemajuan teknologi maka pengembangan dan produksi ulang dapat dilakukan dengan mudah.

b. Ciri Manipulatif (*Manipulative Property*)

Media pembelajaran memungkinkan untuk mentransformasi suatu kejadian atau objek. Fenomena yang membutuhkan waktu lama berhari-hari bahkan berjuta-juta tahun dapat disajikan dengan media pembelajaran yang dimuat secara singkat. media pembelajaran yang memiliki karakteristik manipulatif ini dapat dikendalikan dengan mudah serta dapat diputar ulang. Perlu diperhatikan dalam pembuatan media berkarakteristik manipulatif adalah banyaknya bagian yang terpotong untuk mempersingkat sebuah peristiwa sehingga tidak menyebabkan salah pengertian.

c. Ciri Distributif (*Distributive Property*)

Media pembelajaran memungkinkan objek atau kejadian ditransportasikan melalui ruangan dan secara bersamaan disajikan kepada sejumlah besar peserta didik dengan stimulus pengalaman yang relatif sama. Informasi yang telah diciptakan dapat disebarkan secara luas untuk keperluan pembelajaran. Contoh

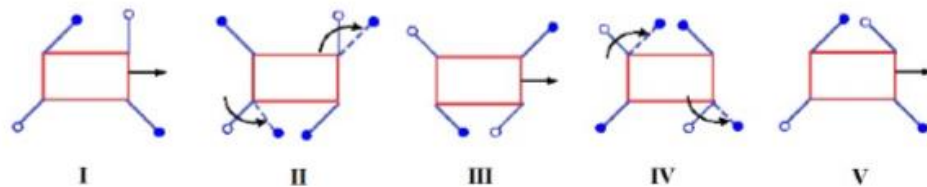
menggunakan sistem pembelajaran online sehingga penggunaan media pembelajaran dapat digunakan secara *massive* dan global.

6. *Quadruped* Robot

Robot berasal dari kata “*robota*” yang berasal dari bahasa Ceko (*Czech*) yang berarti budak, pekerja atau kuli. Robot merupakan suatu perangkat yang mampu menjalankan pekerjaan fisik dibawah kendali dan pengawasan manusia, atau dijalankan dengan serangkaian program yang telah didefinisikan terlebih dahulu. Terdapat banyak definisi robot yang dikemukakan oleh para ahli. Gonzalez (1987) menjelaskan bahwa robot adalah manipulator yang dapat di program untuk pekerjaan memindah peralatan, material dengan berbagai program pergerakan dan juga mengendalikan serta menghubungkan peralatan dengan pekerjaannya. Sedangkan menurut Eugene (1976) robot adalah sebuah sistem mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak seperti organisme hidup atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dan fungsi *intelligent*. Menurut Eugene (1976) Industri robot dibangun dari tiga sistem dasar yaitu: (1) Struktur mekanis, merupakan sambungan-sambungan mekanis (*link*) dan pasangan-pasangan (*joint*) yang memungkinkan untuk melakukan berbagai gerakan; (2) Sistem Kendali, kendali robot yang dapat berupa kendali tetap (*fixed*) ataupun yang pengaturannya mengikuti lintasan (*path*); (3) Penggerak (aktuator), merupakan perangkat (*hardware*) seperti pneumatik, hidrolik, penggerak elektrik ataupun kombinasi dari ketiganya.

Quadruped atau robot berkaki empat. Robot *quadruped* bergerak berdasarkan kinematika gerak yang diterapkan pada setiap kaki yang disusun oleh

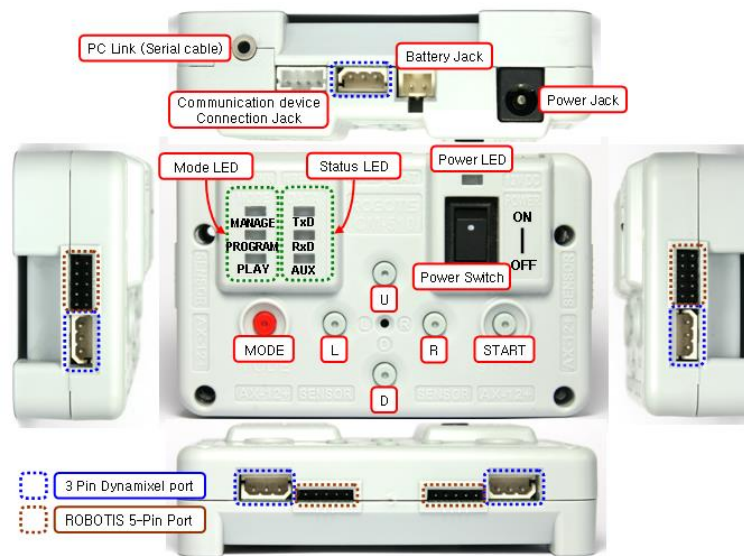
motor servo (Hidayat, 2016). Robot quadruped dapat bergerak menggunakan pola gerak berderap (*trot gait*), dimana kaki yang bergerak bersamaan adalah kaki yang bersebrangan (Potts & Cruzz, 2013).



Gambar 2. Langkah Gerak dari Pola Berderap (*trot gait*)

7. Kontroler CM-510

CM-510 merupakan kontroler keluaran perusahaan ROBOTIS. Kontroler CM-510 memiliki port yang identik dengan kontroler. Kontroler CM-510 berbasis mikrokontroler ATmega2461 sedangkan kontroler CM-530 menggunakan mikrokontroler berbasis ARM CPU (STM332F103RE). Kontroler CM-510 dibekali dengan *flash* memori sebesar 256KB dan 8KB untuk SRAM. *Supply* daya pada kontroler ini didesain mampu menerima masukan tegangan dengan rentang antara 6.5Volt hingga 15Volt. Rekomendasi tegangan masukan untuk kontroler ini adalah 11.1V atau dapat digunakan baterai Lippo 3 *Cell*. CM-510 didesain dapat beroperasi pada rentang suhu antara -5°C sampai dengan 70°C. Terdapat masukan (*input*) dan keluaran (*Output*) yang disediakan kontroler CM-510 pada Gambar 3. Masukan (*input*) dan keluaran (*Output*) pada CM-510 memiliki kegunaan masing-masing yang dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 3. Input dan Output Port CM-510
(Sumber: robotis.com)

Tabel 2. Input dan Output beserta kegunaan pada kontroler CM-510

No	Input dan Output	Kegunaan
1.	PC Link (<i>Serial Cable</i>)	Menghubungkan CM-510 dengan PC menggunakan serial port. Berguna untuk mendownload kode program atau berkomunikasi dengan PC.
2.	Communication Device Connection Jack	Komunikasi Wireless dengan ZIG-110, IR Receiver atau <i>boards</i> lain.
3.	Battry Jack	Masukan tegangan dari batrai.
4.	Power Jack	Masukan tegangan menggunakan SMPS Power Supply.
5.	Power LED	Status <i>Power</i> dari kontroler,
6.	Powe Switch	Menghidupkan dan mematikan kontroler.
7.	MODE Button	Mengubah mode operasi.
8.	START Button	Menjalankan mode yang ditentukan.
9.	U / L / D / R Button	Input yang digunakan ketika program berjalan. Tombol dapat digunakan untuk memberikan perintah pada kontroler.
10.	AX/MX Series Bus Port	Memasang Aktuator berupa AX/MX Dynamixel Servo series.
11.	Peripheral Device Connection Port	Memasang Sensor jarak, Sensor sentuh, IR Sensor dan <i>Peripheral devices</i> .
12.	Mode Display LED	Menampilkan mode operasi yang terpilih dari CM-510.

Gambar 3 dan Tabel 2 ditunjukkan posisi dari setiap input dan output dari beberapa input dan output tersebut terdapat Pinout yang perlu diketahui agar dalam penggunaan kontroler tidak terjadi kesalahan. Pinout yang perlu diketahui pada kontroler CM-510 yaitu:

a. *Power*

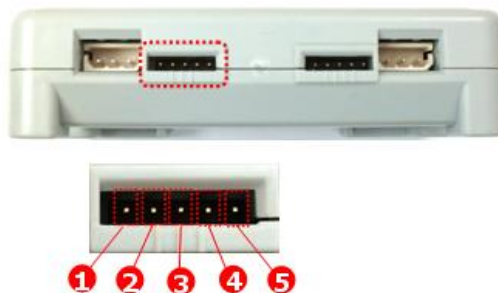
Komposisi pin pada Power ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Power Pinout*
(Sumber: robotis.com)

b. *External 5-Pin Port*

Pin ini digunakan untuk memasang *Peripheral devices*. Komposisi pin pada External 5-Pin Port ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. *External 5-Pin Port Pinout*
(Sumber: robotis.com)

Pada Gambar 5 ditunjukkan angka yang memiliki kegunaan masing-masing yaitu: (1) OUT: 5 Volt dengan arus maksimal 0.9 A, (2) VCC: 5 Volt, (3) ADC: Sinyal analog dari sensor yang akan dibaca, (4) GND, dan (5) NC: tidak terpakai.

c. *Communication Device Connection Port*

Pengiriman data pada kontroler CM-510 dapat melalui soket ini yang menggunakan pengiriman data berupa serial. Komposisi pin pada communication device connection port ditunjukkan pada Gambar 6.

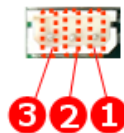


Gambar 6. *Communication Device Connection Port Pinout*
(Sumber: robotis.com)

Gambar 6 yang ditunjuk dengan nomor berwarna merah yaitu: (1) GND: Ground Level (0 Volt), (2) VCC: Supply Voltage (2.7 ~ 3.6 Volt), (3) RXD: Receive Signal Terminal, dan (4) TXD: Transmit Signal Terminal.

d. *3-Pin Connector Port*

Aktuator berupa MX ataupun AX Servo Dynamixel dihubungkan pada pin ini. Komposisi pin pada 3-Pin Connector Port ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. *3-Pin Connector Port Pinout*
(Sumber: robotis.com)

Pada setiap nomor pin memiliki fungsi yaitu: (1) GND: Ground Level (0 Volt), (2) VDD: Supply Voltage, dan (3) DATA: Pin Transmisi Data.

8. *Software* RoboPlus

Kontroler CM-510 yang diproduksi oleh ROBOTIS secara khusus memproduksi *software* RoboPlus atau biasa disebut dengan sebutan R+. RoboPlus merupakan produk *software* yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai kegunaan seperti melakukan pengaturan, mendesain, dan memprogram pada setiap produk kontroler keluaran ROBOTIS. *Software* RoboPlus dalam penggunaannya mampu dijalankan pada sistem operasi Windows dan OS X. Spesifikasi sistem operasi minimal yang diperlukan untuk menggunakan *software* RoboPlus adalah Windows XP SP2 pada sistem operasi Windows. Sedangkan sistem operasi minimal untuk OS X adalah Mac OS 10.5. RoboPlus dibagi menjadi beberapa menu yang memiliki fungsi-fungsi tertentu. Menu-menu yang terdapat dalam *software* RoboPlus ditampilkan pada Gambar 8. dan fungsinya dijelaskan pada Tabel 3.



Gambar 8. Menu RoboPlus pada Tab Expert

Tabel 3. Menu pada *Software* RoboPlus dan Fungsinya.

No.	Nama	Fungsi
1.	RoboPlus Manager 2.0	<ul style="list-style-type: none"> - Mengelola kontroler dan servo dynamixel yang terhubung. - Memperbarui <i>firmware</i> produk ke versi yang terbaru - Mengecek <i>feedback</i> (umpan balik) dari perangkat yang terhubung pada kontroler. <i>Feedback</i> dapat berupa suhu, tegangan input, posisi servo, dll.
2.	RoboPlus Task 2.0	<ul style="list-style-type: none"> - Membuat kode program berupa perintah logika (<i>code block</i>) dan algoritma perintah menggerakkan robot. - Memanggil (<i>play</i>) gerakan (<i>motion</i>) yang telah dibuat pada RoboPlus Motion 2.0.
3.	RoboPlus Motion 2.0	Membuat dan menyimpan gerakan dari aktuator dengan cara merekam posisi sudut dan mengatur kecepatan dari masing-masing aktuator dynamixel yang terhubung pada kontroler.
4.	RoboPlus Desain	Membuat desain robot dari produk ROBOTIS.
5.	RoboPlus Scratch	Menghubungkan kontroler keluaran ROBOTIS dengan program Scratch.

Dikarenakan penelitian ini hanya sebatas pada quadruped robot berbasis CM-510, maka software yang digunakan pada penelitian ini dibatasi hanya pada penggunaan menu Roboplus Manager 2.0, RoboPlus Motion 2.0, dan RoboPlus Task 2.0.

9. Motor Servo Dynamixel MX-28 dan MX-64

Motor Servo merupakan salah satu jenis aktuator yang banyak digunakan dalam bidang industri atau robotika. Motor servo adalah perangkat aktuator yang dirancang dengan sistem kontrol *close loop* yang memiliki *feedback*. Sehingga aktuator ini dapat dikendalikan posisi sudutnya.

Dynamixel MX merupakan salah satu jenis servo produksi dari perusahaan ROBOTIS. Servo ini termasuk jenis *smart actuator*, karena servo terintegrasi penuh dengan motor DC penggerak, kontroler, *driver*, dan jaringan dalam satu modul. *Smart actuator* ini dapat memberikan *feedback* (umpan balik) berupa nilai posisi, suhu, beban, tegangan input, torsi, dan lain-lain. Komunikasi antara servo dynamixel dengan kontroler utama dalam menyampaikan data menggunakan antarmuka UART TTL *half duplex*. Sama dengan servo dynamixel lainnya, instalasi fisik antar servo menggunakan sambungan rantai *daisy*. Servo Dynamixel MX-28 ditunjukkan pada Gambar 9 dan Servo Dynamixel MX-64 ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Servo Dynamixel MX-28
(Sumber: robotis.com)

Spesifikasi dari motor servo Dynamixel MX-28 secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

Berat	: 72gram
Dimensi	: 35,6mm x 50,6mm x 35.5mm
Resolusi	: 4096 pulse/rev
Torsi Maksimal	: 2,5Nm (saat tegangan 12V, arus 1,4A)
Kecepatan tanpa beban	: 55rpm (saat tegangan 12V)
Sudut putaran	: 0° ~ 360°
Temperatur	: -5°C ~ 80°C
Tegangan	: 10,0V ~ 14,8V (rekomendasi tegangan 12,0V)
Sinyal perintah	: Paket digital
Jenis protokol	: <i>TTL Half Duplex Asynchronous Serial Communication</i> dengan 8bit, 1stop, No Parity
Sambungan fisik	: RS485 / TTL Multidrop Bus
ID	: 254 ID (0 ~ 253)
Kecepatan komunikasi	: 8000bps ~ 4,5Mbps
Umban balik	: Posisi, suhu, beban, tegangan input, dll
Bahan	: <i>Full Metal Gear</i> , Plastik



Gambar 10. Servo Dynamixel MX-64
(Sumber: robotis.com)

Sedangkan, Spesifikasi dari motor servo Dynamixel MX-64 secara rinci dijelaskan sebagai berikut.

Berat	: 165 gram
Dimensi	: 40,2mm x 61,1mm x 41mm
Resolusi	: 4096 pulse/rev
Torsi Maksimal	: 6,0Nm (saat tegangan 12V, arus 4,1A)
Sudut putaran	: 0° ~ 360°
Temperatur	: -5°C ~ 80°C
Tegangan masukan	: 10,0V ~ 14,8V (rekomendasi tegangan 12,0V)
Jenis protokol	: <i>TTL Half Duplex Asynchronous Serial Communication</i> dengan 8bit, 1stop, No Parity
Sambungan fisik	: RS485 / TTL Multidrop Bus
ID	: 254 ID (0 ~ 253)
Kecepatan komunikasi	: 8000bps ~ 4,5Mbps
Umban balik	: Posisi, suhu, beban, tegangan input, dll
Bahan	: <i>Full Metal Gear</i> , Plastik

10. Mata Kuliah Praktik Robotika

Mata Kuliah Praktik Robotika mempraktikkan dasar robotik, pemodelan, simulasi, perakitan, dan pemrograman robot (Tim, 2014: 66). Praktik Robotika merupakan salah satu mata kuliah yang terdapat di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik UNY. Mahasiswa dalam Mata Kuliah Robotika diharapkan mampu mengenal dan memahami prinsip perancangan dan pembuatan robot mulai dari perencanaan komponen dan sensor hingga pemrograman robot. Kompetensi yang diajarkan dalam Mata Kuliah Robotika menjadi bekal bagi mahasiswa yang akan menjadi pendidik di bidang mekatronika.

Proses perkuliahan pada mata kuliah robotika belum dikembangkan ke teknologi yang lebih maju. Perkuliahan robotika masih terbatas pada robot-robot berbasis roda, seperti *line follower* dan *BoE Shield*. Kompetensi yang diajarkan belum memadukan berbagai macam kontroler pada pembuatan robot. Selain itu kontroler dan aktuator yang digunakan dalam praktik robotika kurang beragam, sedangkan saat ini sudah banyak industri yang menggunakan aktuator cerdas. Sehingga media pembelajaran praktik robotika yang dikembangkan harus mempertimbangkan pemrograman robot yang lebih kompleks. Dengan media pembelajaran praktik robotika yang beragam diharapkan mampu menambah pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam bidang robotika. Maka dari itu, pengembangan media pembelajaran praktik robotika diperlukan untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa.

B. Penelitian Yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Vando Gusti Al Hakim pada tahun 2018 dengan judul Pengembangan *Trainer Kit* Lengan Robot Berbasis OpenCM 9.04 Menggunakan Sensor Jarak Inframerah Sharp GP2Y0A41SK0F sebagai Media Pembelajaran Praktik Robotika. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan, mengetahui unjuk kerja, dan mengetahui tingkat kelayakan *trainer kit* lengan robot berbasis OpenCM 9.04 menggunakan sensor jarak inframerah Sharp GP2Y0A41SK0F sebagai media pembelajaran praktik robotika. Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model ADDIE menurut Branch. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) aspek kelayakan media mendapatkan skor rata-rata 82 dengan persentase 93,2% yang masuk dalam kategori sangat layak; (2) aspek kelayakan materi mendapatkan skor rata-rata 74,5 dengan persentase 84,7% yang termasuk dalam kategori layak; (3) uji pengguna mendapatkan skor rata-rata 74,7 dengan persentase 84,8% yang termasuk dalam kategori layak.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Lutfi Nur Indrawan pada tahun 2018 dengan judul Pengembangan Sistem Navigasi Robot dengan *Three Omni-Directional Wheels* sebagai Media Pembelajaran Robotika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dan kelayakan media pembelajaran robotika. Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model ADDIE menurut Branch. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) aspek pengguna dari nilai skor minimal 9 dan skor maksimal 36 mendapatkan nilai rata-rata 31,63 dengan persentase 87,85% yang termasuk dalam kategori sangat layak; (2) Aspek

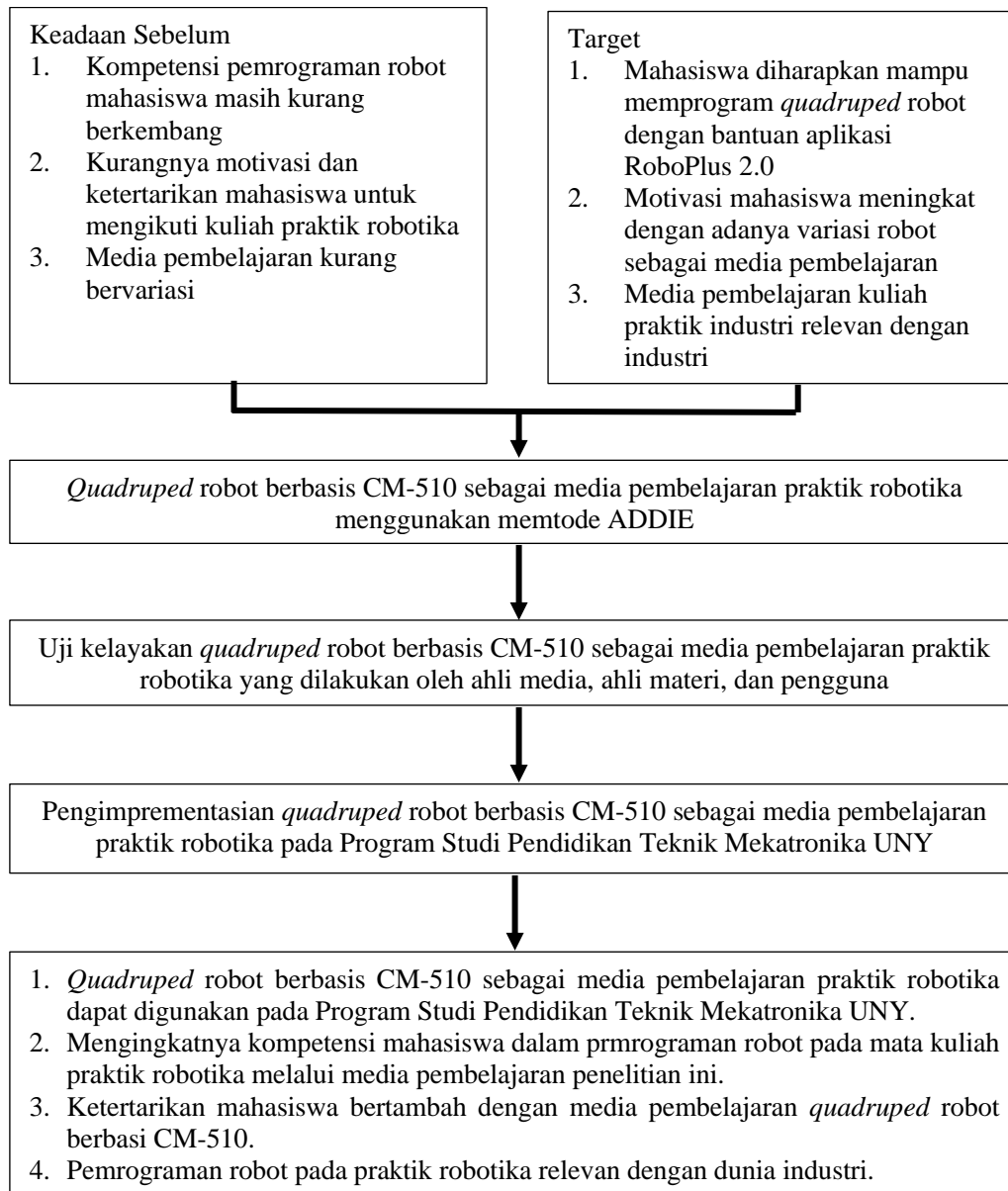
pembelajaran dari skor minimal 11 dan skor maksimal 44 mendapatkan nilai rata-rata 36,19 dengan persentase 82,24% yang termasuk dalam kategori sangat layak; (3) Aspek teknis dari nilai skor minimal 8 dan skor maksimal 32 mendapatkan nilai rata-rata 27,06 dengan persentase 84,57% yang termasuk dalam kategori sangat layak.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Herlambang Sigit Pramono pada tahun 2011 Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dengan judul Pembacaan Posisi Koordinat dengan GPS sebagai Pengendali Palang Pintu Rel Kereta Api Secara Otomatis untuk Penambahan Aplikasi Modul Praktik Mikrokontroler. Penelitian ini bertujuan untuk menambahkan aplikasi GPS pada modul praktik mikrokontroler untuk membuka palang pintu kereta api secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen rancang bangun, dengan melakukan rancang bangun alat pengendali palang pintu rel kereta api berdasarkan koordinat GPS untuk menambah aplikasi pada modul praktik mikrokontroler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GPS dapat memberikan informasi posisi koordinat baik lintang maupun bujur, sepanjang sinyal satelit yang diterima memenuhi syarat. Hasil pembacaan data koordinat lintang dan bujur dengan alat yang dibuat jika dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan alat yang ada di pasaran mempunyai tingkat kesalahan rata-rata sebesar $0,82^{\circ}$ untuk koordinat lintang, sedangkan kesalahan koordinat bujur sebesar $101,4^{\circ}$.

C. Kerangka Berpikir

Praktik robotika merupakan Mata Kuliah yang terdapat pada Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Mata Kuliah ini meliputi perencanaan dan perakitan mekanik, elektronik, dan pemrograman sebuah robot. Media pembelajaran pada mata kuliah ini masih terbatas pada robot berbasis roda yang sudah banyak ditinggalkan karena kurang relevan dengan keadaan kerja di industri. Disisi lain kurangnya keberagaman media pembelajaran praktik robotika membuat mahasiswa memiliki motivasi yang rendah dalam mengikuti kegiatan pembelajaran.

Menyikapi hal tersebut, maka dibuatlah media pembelajaran mata kuliah robotika yang berupa *quadruped* robot berbasis CM-510. Media pembelajaran ini diharapkan dapat memberikan pengalaman secara langsung kepada mahasiswa untuk memprogram seperti halnya robot pada dunia industri yang menggunakan aplikasi khusus untuk merekam posisi dari seluruh aktuator. Cara pemrograman dengan bantuan aplikasi tersebut diperlukan untuk menambah wawasan dan keterampilan mahasiswa dalam bidang mekatronika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dan kelayakan dari *quadruped* robot berbasis CM-510 sebagai media pembelajaran mata kuliah praktik robotika. Kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana pengembangan *Quadruped* Robot berbasis CM-510 sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Robotika?
2. Bagaimana unjuk kerja *Quadruped* Robot berbasis CM-510 sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Robotika?
3. Bagaimana tingkat kelayakan *Quadruped* Robot berbasis CM-510 sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Robotika oleh ahli media?
4. Bagaimana tingkat kelayakan *Quadruped* Robot berbasis CM-510 sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Robotika oleh ahli materi?
5. Bagaimana tingkat kelayakan *Quadruped* Robot berbasis CM-510 sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Robotika oleh pengguna?