

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Hasil Uji Coba

Quadruped robot berbasis CM-510 sebagai media pembelajaran mata kuliah praktik robotika dengan metode pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dari Robert Maribe Branch. Media pembelajaran yang telah dikembangkan selanjutnya akan melalui beberapa tahap pengujian, antara lain pengujian oleh para ahli, dan pengujian pengguna. Setiap tahap pengujian dilakukan perbaikan sesuai dengan saran yang diberikan. Berikut penjabaran hasil analisis, desain, pengembangan, dan evaluasi:

1. Hasil Analisis

Tahap analisis meliputi observasi terhadap pembelajaran mata kuliah praktik robotika. Observasi yang dilakukan pada mata kuliah ini dilakukan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika pada tahun 2018. Perkuliahan yang berlangsung selama 1 semester memberikan materi awal kepada mahasiswa berupa pengenalan dasar robot dan pengenalan robot-robot yang terdapat di laboratorium robotika JPTE FT UNY. Selanjutnya mahasiswa diberi tugas akhir berupa pembuatan proyek *line follower*, *BoE Shield* dan *LEGO Mindstorms NXT 2.0*. Mahasiswa diberi kebebasan dalam melakukan praktik untuk membuat proyek akhir mata kuliah robotika di dalam kelas atau melakukan pembelajaran di luar kelas dan jam kuliah robotika. Selain itu media pembelajaran robot *BoE Shield* dan

LEGO *Mindstorms* NXT 2.0 jumlahnya terbatas sehingga mahasiswa harus mengantri untuk menggunakannya. Hasil observasi yang diperoleh antara lain:

- a. Proses pembelajaran robotika meliputi percobaan dan pengujian dengan langkah-langkah yang benar mulai dari pengenalan komponen, merakit komponen baik elektronik maupun mekanik, dan pemrograman robot. Deskripsi mata kuliah ini sudah mengenalkan mahasiswa dengan komponen kontroler seperti CM-510. Selain itu tidak semua *software* pemrograman gerakan robot diajarkan kepada mahasiswa, seperti RoboPlus yang dapat mengakses *smart actuator* yang menggunakan *Firmware* Robotis 2.0.
- b. Media pembelajaran untuk praktik robotika belum dikembangkan ke teknologi yang lebih relevan dengan dunia industri. Selain itu belum tersedia media pembelajaran khusus untuk melakukan komunikasi antara *controller* RoboPlus dengan Arduino. Sehingga kompetensi pemrograman robot mahasiswa dalam pembelajaran praktik robotika masih kurang berkembang.
- c. Motivasi peserta didik dalam mengikuti perkuliahan robotika masih rendah, dikarenakan mahasiswa diberi pilihan untuk dapat melaksanakan pembelajaran di luar jam kuliah dengan jumlah media pembelajaran yang terbatas.
- d. Melakukan analisis kebutuhan untuk jenis media pembelajaran yang akan dikembangkan pada penelitian ini. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, maka media pembelajaran yang akan dikembangkan adalah media pembelajaran *Quadruped* robot berbasis CM-510 yang dapat dikendalikan menggunakan *stick* PS2 menggunakan *software* RoboPlus dan Arduino IDE.

2. Hasil Perancangan Media

- a. Komponen utama yang dibutuhkan untuk membangun media pembelajaran quadruped robot berbasis CM-510 adalah CM-510, Arduino nano, *Wireless Stick PS2*, Motor Servo Dynamixel MX28, dan MX64. Kebutuhan komponen elektronik selengkapnya pada Tabel 9, dan kebutuhan mekanik selengkapnya pada Tabel 10.

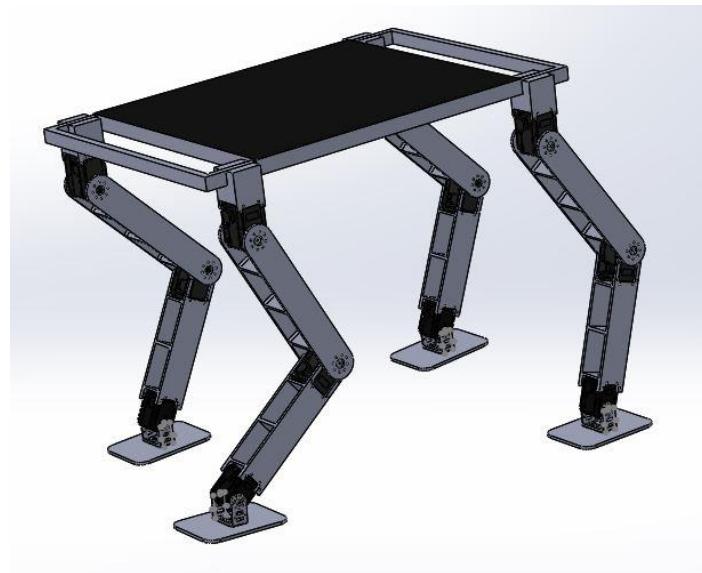
Tabel 9. Daftar Kebutuhan Komponen Elektronik

No.	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
1	CM-510	2	<i>Controller</i>
2	Arduino Nano v3	2	<i>Controller</i>
3	<i>Wireless Stick PS2</i>	1	<i>Input</i>
4	<i>Lipo battery</i>	2	Catu Daya
5	Servo Aktuator Dynamixel MX-28	5	Penggerak bagian telapak kaki
6	Servo Aktuator Dynamixel MX-64	8	Penggerak bagian kaki
7	Saklar <i>ON/OFF</i>	2	Saklar untuk menyalakan dan mematikan modul praktik
8	XT Male Female	1	Menghubungkan <i>lipo battery</i>
9	Kabel Servo 3p	14	Menghubungkan antar servo dan antara servo dengan <i>controller</i>
10	<i>RS232 to jack Stereo 2.5</i>	1	<i>Downloader</i>
11	Micro USB	1	<i>Downloader</i>

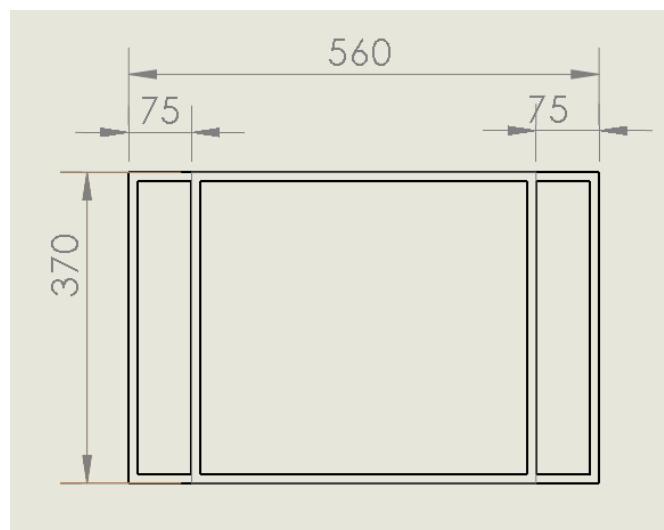
Tabel 10. Daftar Kebutuhan Komponen Mekanik

No.	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
1	Akrilik 3mm	1x1 m	Bahan box <i>body</i>
2	Alumunium Holo 1 x 1,8 cm	2m	<i>Frame body</i>
3	Braket Dynamixel MX-64	8	Frame lengan robot
4	Braket Dynamixel MX-28	4	Memasangkan sero dengan braket
5	Bearing	8	Memasangkan servo dengan box modul praktik
6	<i>Filament</i>	2	Bahan 3D <i>print</i>

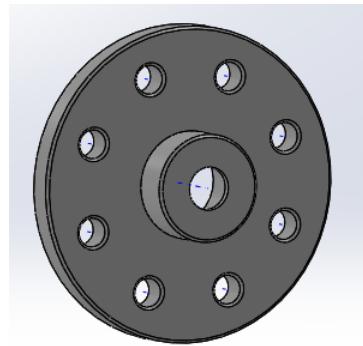
- b. Desain *quadruped* robot berbasis CM-510 yang dapat dikendalikan menggunakan *stick PS2* sebagai media pembelajaran mata kuliah praktik robotika.



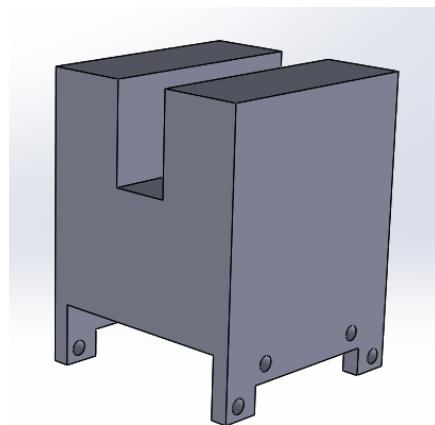
Gambar 12. Desain *Quadruped* Robot



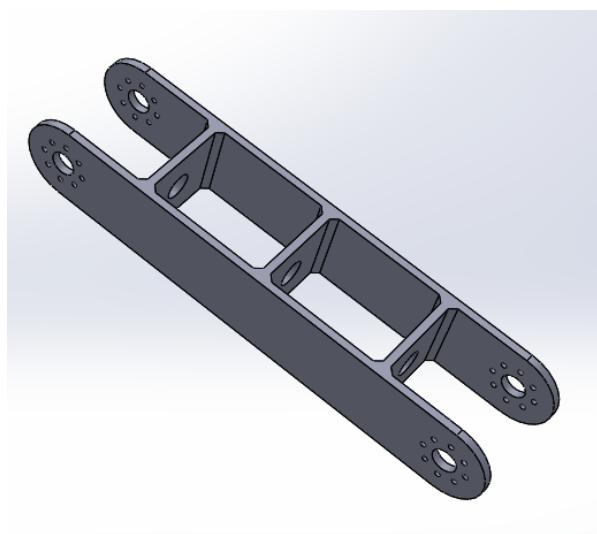
Gambar 13. Desain Ukuran *Frame Body*



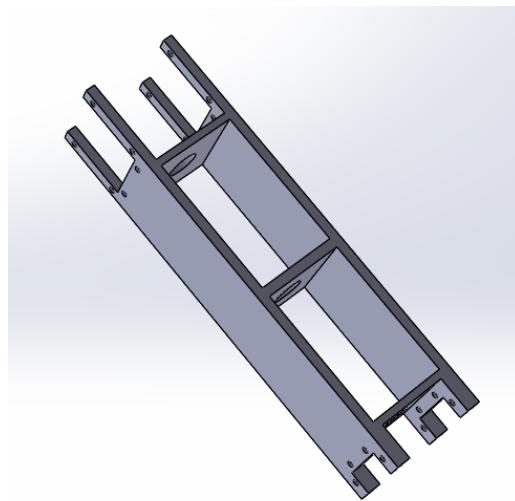
Gambar 14. Desain *Bracket Servo*



Gambar 15. Desain *Bracket Kaki Atas*

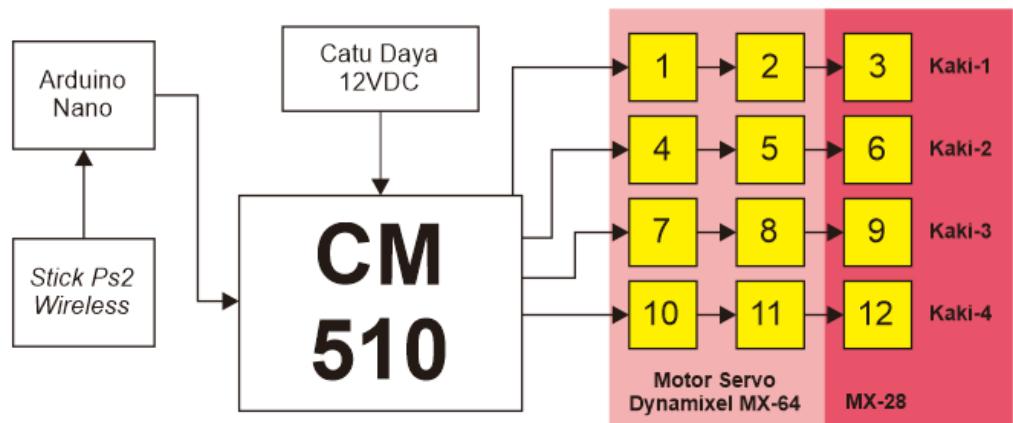


Gambar 16. Desain *Bracket Kaki Tengah*



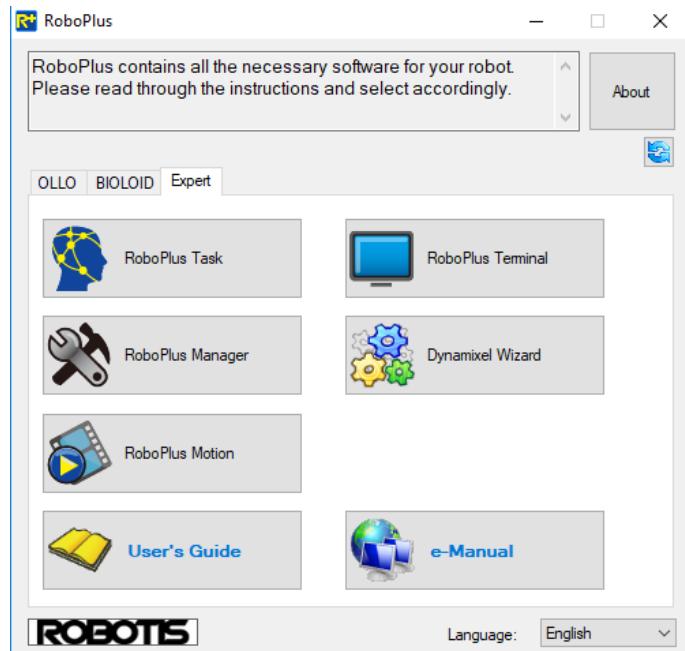
Gambar 17. Desain *Bracket* Kaki Bawah

- c. Diagram blok media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510.



Gambar 18. Diagram Blok *Quadruped* Robot Berbasis CM-510

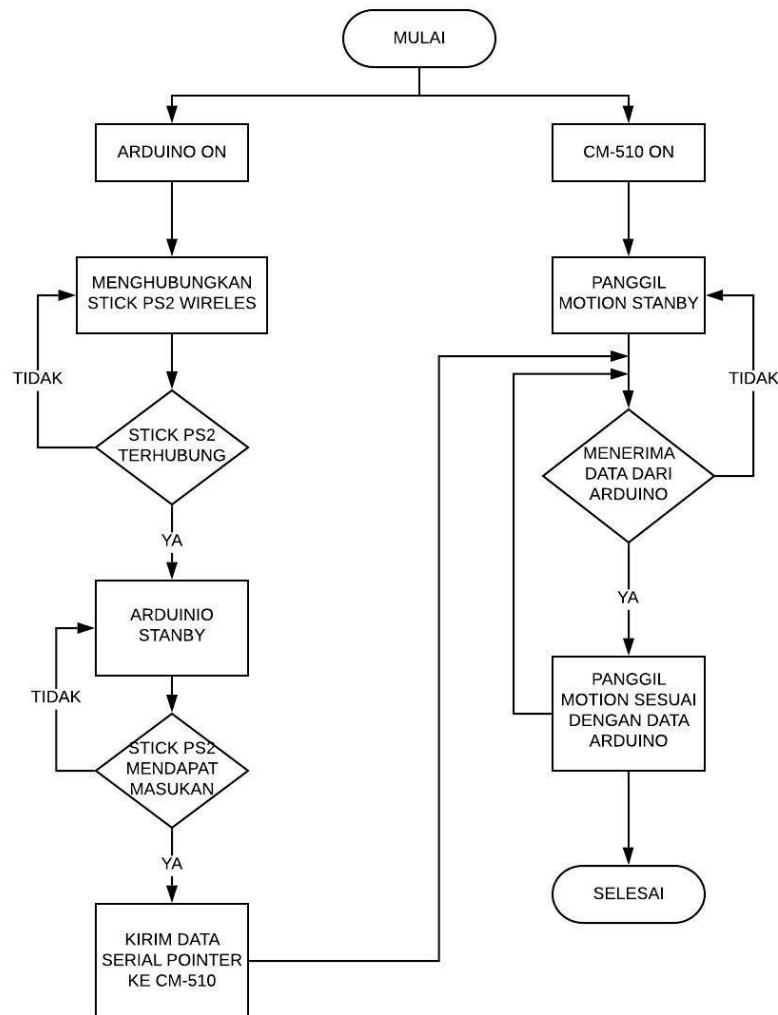
- d. *Software* yang digunakan untuk membangun media pembelajaran *quadruped* robot yaitu RoboPlus dan Arduino IDE. *Software* RoboPlus dapat digunakan untuk mengatur penomoran ID servo, memprogram perpindahan posisi sudut servo, memprogram *input/output* digital, dan melakukan pemrograman komunikasi.



Gambar 19. RoboPlus *Software*

e. *Flowchart*

Flowchart pada *quadruped* robot berbasis CM-510 menunjukkan program untuk melakukan gerakan *quadruped* robot yang dikendalikan dengan *Stick PS2 Wireless*.

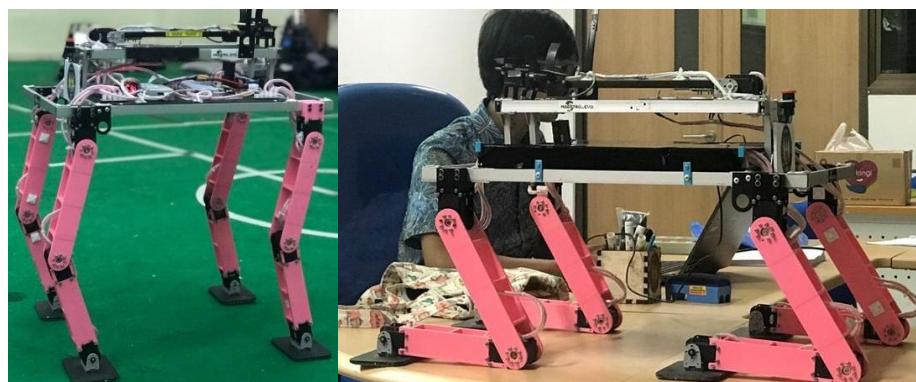


Gambar 20. *Flowchart* gerak *quadruped* robot dengan *Stick PS2*

3. Hasil Pengembangan

- Pembuatan dan perakitan media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 dimulai dengan perakitan komponen mekanik *frame* robot berbahan utama alumunium holo yang berukuran 1,8mm x 1mm. Proses perakitan mekanik dilanjutkan dengan pemasangan *bracket 3D print*. Tahap berikutnya merupakan perakitan kaki *quadruped* robot menggunakan aktuator motor servo Dynamixel MX-28, Dynamixel MX-64, braket Dynamixel MX-28, braket

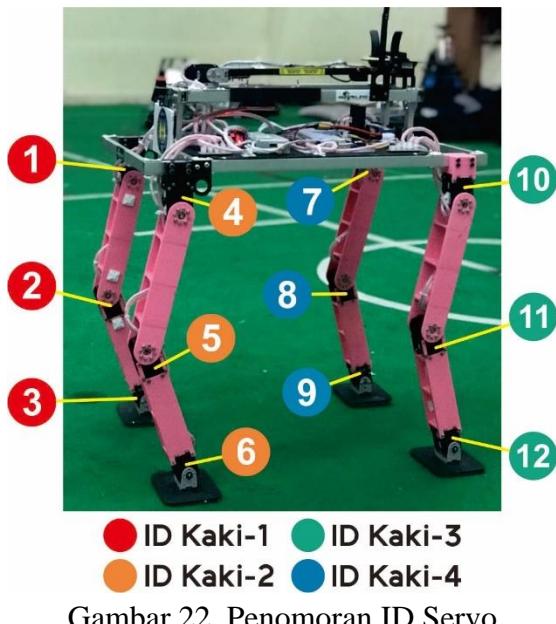
Dynamixel MX-64. Penyambungan antara aktuator motor servo MX-28 maupun MX-64 dengan masing-masing braket menggunakan baut M2.5x5mm, sedangkan penyambungan ke *frame quadruped* robot menggunakan paku rivet. Perakitan komponen elektronik meliputi pemasangan pin header pada kabel untuk penyambungan komponen seperti CM-510, Arduino, *Stick PS2*, pemasangan saklar *ON/OFF*, pemasangan DC *Jack*, Volt meter dan pengkabelan aktuator Dynamixel MX-28 maupun MX-64. Selanjutnya dilakukan pemasangan label untuk setiap bagian *quadruped* robot.



Gambar 21. Hasil Perancangan *Quadruped* Robot

- b. Proses *pairing stick PS2* antara *receiver* pada arduino dengan *stick*. Proses ini merupakan proses untuk menghubungkan *stick PS2* dengan *receiver* sebagai pengendali *quadruped* robot. Proses ini dilakukan dengan menghidupkan *quadruped* robot lalu menghidupkan *stick PS2* hingga led pada *receiver* berhenti berkedip.
 - c. Pembuatan program menggunakan RoboPlus, Arduino IDE dan pengujian.
- 1) Pengaturan nomor ID Servo menggunakan software RoboPlus Manager.

Penomoran ID dilakukan pada masing-masing ID servo dengan urutan penomoran sesuai pada Gambar 22. Penomoran ID Servo dilakukan USB2Dynamixel yang dihubungkan pada servo aktuator satu per satu.



Gambar 22. Penomoran ID Servo

2) Pengujian konektivitas *Stick PS2 Wireless*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji jarak maksimal antara *quadruped* robot dengan *stick PS2 wireless* dapat terhubung. Konektivitas antara *stick PS2 wireless* dengan *wireless receiver* pada *quadruped* robot diuji dengan *stick PS2* dengan jarak tertentu dengan interval 1 meter. Jarak minimal pengujian yang dilakukan yaitu 1 meter dan jarak maksimal pengujian yang dilakukan yaitu hingga *wireless stick* terputus dari *quadruped* robot. Hasil pengujian selengkapnya disajikan pada Tabel 11. Hasil pengujian tersebut menunjukkan jarak maksimal *stick PS2 wireless* dapat terkoneksi yaitu sebesar 6m. Hal ini menunjukkan perbedaan antara pengujian dengan data yang diperoleh dari pembelian *stick PS2 wireless* yang menyatakan bahwa jarak konektivitas sejauh ± 5 m.

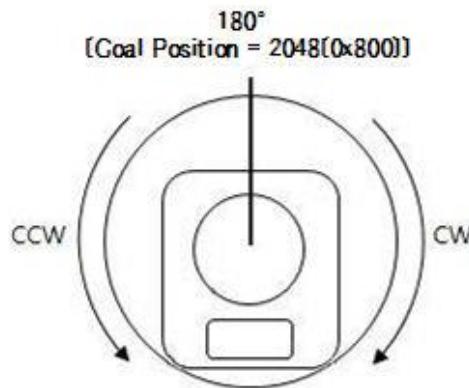
Tabel 11. Pengujian Uji Konektivitas Bluetooth

No.	Jarak <i>Quadruped Robot</i> dengan <i>Stick PS2</i>	Lampu Indikator <i>Wireless Receiver Stick</i>	Kondisi Konektivitas
1	1 m	Nyala	terhubung
2	2 m	Nyala	terhubung
3	3 m	Nyala	terhubung
4	4 m	Nyala	terhubung
5	5 m	Nyala	terhubung
6	6 m	Nyala	terhubung
7	7 m	Berkedip	tidak terhubung

3) Pengujian gerak pada aktuator servo *quadruped* robot

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah aktuator pada *quadruped* robot dapat melakukan gerak sesuai dengan nilai yang ditentukan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software RoboPlus Manager. Pengujian gerak pada aktuator servo *quadruped* robot dilakukan menggunakan perlakuan dengan cara mengatur posisi sudut salah satu servo pada setiap kaki robot. Pengujian media *quadruped* robot berbasis CM-510 dilakukan pada perpindahan posisi sudut servo dalam satuan derajat (°).

Uji perpindahan posisi aktuator motor servo Dynamixel MX-28 dan MX-64 pada penelitian ini dengan mencari terlebih dahulu sudut servo menggunakan perhitungan perbandingan posisi servo yang memiliki rentang 0 hingga 4096. Rentang data tersebut memiliki perbandingan dengan sudut yaitu 0° hingga 360°. Posisi *default* atau posisi tengah servo berada pada posisi 2048 atau pada sudut 180°. Selanjutnya akan dilihat kesamaan perpindahan posisi servo-servo tersebut dan dicari persentase kesalahannya. Pengujian posisi dilakukan sebanyak 5 kali dengan sudut yang sama.



Gambar 23. Posisi Sudut Servo Dynamixel MX
(sumber: Robotis)

Pengujian pertama yaitu pengujian gerak servo dengan ID 2 yang terdapat pada kaki nomor 1. Pengujian servo ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Sudut yang digunakan dalam pengujian yakni 90° searah jarum jam dari posisi *default* sehingga posisi sudut yang dikehendaki yakni 270° . Posisi sudut 270° apabila dihitung dengan perbandingan menghasilkan data posisi servo 3072. Hasil pengujian posisi servo ID 2 selengkapnya pada Tabel 12. Tabel 12 menjelaskan bahwa *error* terbesar yang dialami servo nomor ID 2 pada *quadruped* robot yaitu 2° atau 2,22%, sedangkan *error* terkecil yaitu 1° atau 1,11%. Kesalahan rata-rata aktuator servo pada *quadruped* robot sebesar 1° atau 1,11%.

Tabel 12. Pengujian Gerak Servo Nomor ID 2

Percoba -an Ke	Perhitungan		Pengukuran(°)	Error (°)	Persentase (%)
	Sudut	Posisi			
1	90°CCW	3072	88	2	2,22
2	90°CCW	3072	89	1	1,11
3	90°CCW	3072	90	0	0,00
4	90°CCW	3072	90	0	0,00
5	90°CCW	3072	88	2	2,22
Rata-rata		89	1	1,11	

Keterangan: CCW= *Counter Clock Wise*

Pengujian kedua merupakan uji gerak servo dengan ID 5 yang terdapat pada kaki nomor 2. Sudut yang dikehendaki yakni 45° searah jarum jam dari posisi default atau posisi sudut servo 225° . Perhitungan posisi servo berada pada posisi 2560. Data yang didapatkan dari hasil pengujian ini menunjukkan kesalahan terbesar dari servo ID 5 pada kaki nomor 2 adalah 2° atau 4,44 % sedangkan kesalahan terkecil sebesar 1° atau 2,22%. Rata-rata kesalahan servo aktuator ini pada *quadruped* robot yakni $1,2^\circ$ atau 2,67%. Hasil pengujian selengkapnya tersaji pada Tabel 13.

Tabel 13. Pengujian Gerak Servo Nomor ID 5

Percoba -an Ke	Perhitungan		Pengukuran($^\circ$)	Error ($^\circ$)	Percentase (%)
	Sudut	Posisi			
1	45° CW	1536	44	1	2,22
2	45° CW	1536	44	1	2,22
3	45° CW	1536	47	2	4,44
4	45° CW	1536	43	2	4,44
5	45° CW	1536	45	0	0,00
Rata-rata			44,6	1,2	2,67

Keterangan : CW= *Clock Wise*

Pengujian ketiga merupakan uji gerak servo dengan ID 8 yang terdapat pada kaki nomor 3. Sudut yang dikehendaki yaitu 45° berlawanan arah jarum jam atau posisi sudut servo pada 135° pada posisi 1536. Data yang didapatkan dari hasil pengujian ini menunjukkan kesalahan terbesar dari servo ID 8 pada kaki nomor 3 adalah 2° atau 4,44 % sedangkan kesalahan terkecil sebesar 1° atau 2,22%. Rata-rata kesalahan servo aktuator ini pada *quadruped* robot yakni $0,6^\circ$ atau 1,33%. Hasil pengujian selengkapnya tersaji pada Tabel 14.

Tabel 14. Pengujian Gerak Servo Nomor ID 8

Percoba -an Ke	Perhitungan		Pengukuran(°)	Error (°)	Percentase (%)
	Sudut	Posisi			
1	45°CCW	2560	45	0	0,00
2	45°CCW	2560	45	0	0,00
3	45°CCW	2560	43	2	4,44
4	45°CCW	2560	45	0	0,00
5	45°CCW	2560	46	1	2,22
Rata-rata			44,8	0,6	1,33

Keterangan: CCW= *Counter Clock Wise*

Pengujian keempat merupakan uji gerak servo dengan ID 11 yang terdapat pada kaki nomor 4. Sudut yang dikehendaki yaitu 90° berlawanan arah jarum jam atau posisi sudut servo pada 90° pada posisi 1024. Data yang didapatkan dari hasil pengujian ini menunjukkan kesalahan terbesar dari servo ID 11 pada kaki nomor 4 adalah 3° atau 3,33 % sedangkan kesalahan terkecil sebesar 1° atau 2,22%. Rata-rata kesalahan servo aktuator ini pada *quadruped* robot yakni 1,4° atau 1,56%. Hasil pengujian selengkapnya tersaji pada Tabel 16.

Tabel 15. Pengujian Gerak Servo Nomor ID 11

Percoba -an Ke	Perhitungan		Pengukuran(°)	Error (°)	Percentase (%)
	Sudut	Posisi			
1	90°CW	1024	91	1	1,11
2	90°CW	1024	90	0	0,00
3	90°CW	1024	87	3	3,33
4	90°CW	1024	89	1	1,11
5	90°CW	1024	92	2	2,22
Rata-rata			90	1,4	1,56

Keterangan: CW= *Clock Wise*

Rata-rata persentasi kesalahan dari pengujian keempat aktuator pada media pembelajaran *quadruped* robot yaitu 1,78%.

d. Pembuatan Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran terdiri dari 2 buah buku. Buku pertama berisi paduan pengoperasian dan buku kedua berisi *labsheet*. Panduan pengoperasian berisi

pengenalan, langkah-langkah pengoperasian, dan panduan pengoperasian media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510. Panduan pengoperasian merupakan materi tentang komponen-komponen *quadruped* robot dan cara melakukan pemrograman menggunakan RoboPlus maupun Arduino IDE. *Labsheet* pertama merupakan inisialisasi ID pada setiap servo aktuator *quadruped* robot dan pembuatan *motion*, kedua berisikan pemrograman *quadruped* robot dengan RoboPlus dan lembar kerja ketiga memuat materi pemrograman *quadruped* robot yang dikendalikan dengan *stick PS2* menggunakan *software* RoboPlus dan Arduino IDE.

4. Hasil Implementasi Media

a. Menyiapkan Pengajar

Proses menyiapkan pengajar meliputi pemberian materi pembelajaran serta pengoperasian media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510. Proses ini dilakukan sendiri oleh peneliti.

b. Menyiapkan Peserta Didik

Proses menyiapkan peserta didik meliputi pemberian informasi kepada peserta didik untuk membawa peralatan guna mendukung implementasi. Selanjutnya peserta didik diberikan panduan pengoperasian dan *labsheet* yang berisikan materi pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510.

5. Hasil Evaluasi Media

a. Menentukan kriteria evaluasi

Evaluasi yang dilakukan merupakan evaluasi persepsi, yaitu evaluasi yang digunakan untuk mengetahui tingkat kesamaan persepsi mengenai media

pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 mampu menambah sumber belajar baru bagi peserta didik.

b. Memilih alat evaluasi

Selanjutnya dilakukan pemilihan alat evaluasi. Alat evaluasi yang digunakan adalah angket dengan empat skala likert, yaitu Sangat Tidak Setuju, Tidak Setuju, Setuju, dan Sangat Setuju.

c. Melaksanakan evaluasi

Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah menentukan alat evaluasi yaitu melaksanakan evaluasi. Pelaksanaan evaluasi dilakukan dengan memberikan angket kepada ahli materi, ahli media, dan pengguna.

1) Uji Kelayakan Media oleh Ahli Media

Uji kelayakan media dilakukan oleh dua orang ahli materi. Setiap ahli merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Hasil penilaian dari ahli media disajikan pada Tabel 16. Hasil penilaian tersebut kemudian diolah menggunakan persamaan untuk mencari tingkat kelayakan media seperti yang telah dipaparkan di bab III bagian teknik analisis data.

Penilaian media berdasarkan tiga aspek yang diukur dengan jumlah butir yang beragam. Aspek tersebut antara lain aspek kemanfaatan media 8 butir, aspek kelengkapan perangkat media sebanyak 10 butir, dan aspek kemudahan media sebanyak 4 butir. Total butir penilaian media yakni sejumlah 22 butir.

Saran dan masukan diberikan oleh para ahli media saat melakukan uji kelayakan. Hasil uji kelayakan media menyatakan bahwa media pembelajaran yang

dikembangkan layak digunakan dengan revisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh para ahli. Saran dari para ahli media ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 16. Hasil Penilaian Ahli Media

No	Aspek Penilaian	No. Butir	Ahli 1	Ahli 2
1	Kemanfaatan Media	1	4	4
		2	4	4
		3	4	4
		4	4	4
		5	4	4
		6	4	4
		7	4	3
		8	4	3
		9	4	4
		10	4	3
2	Kelengkapan Perangkat Media	11	3	4
		12	3	3
		13	3	4
		14	3	3
		15	4	4
		16	4	4
3	Kemudahan Penggunaan Media	17	4	3
		18	4	3
		19	4	3
		20	4	4
		21	4	4
		22	4	4

Tabel 17. Saran Perbaikan Media Pembelajaran *Quadruped* Robot

No	Validator	Saran
1	Ir. Moh. Khairudin, M.T., Ph.D.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cek dengan RPS kekesuainan kompetensi utama/pendukung 2) Modul dilayout agar lebih menarik
2	Amelia Fauzia Husna, M.Pd.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pada <i>labsheet</i>, langkah kerja pada awal lebih diperinci 2) Perbaiki sesuai arahan/petunjuk pada <i>labsheet</i> dan modul

2) Uji Kelayakan Materi Oleh Ahli Materi

Uji kelayakan materi dilakukan oleh dua orang ahli materi. Setiap ahli merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Hasil penilaian dari ahli materi disajikan pada Tabel 18. Aspek penilaian materi yaitu aspek relevansi materi dengan tujuan pembelajaran sebanyak 5 butir, penyajian sebanyak 13 butir, dan bahasa sebanyak 4 butir. Total penilaian materi yakni 22 butir.

Tabel 18. Penilaian Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	No. Butir	Ahli 1	Ahli 2
1	Relevansi Materi dengan Tujuan Pembelajaran	1	4	4
		2	4	4
		3	3	4
		4	4	4
		5	4	4
2	Penyajian	6	4	4
		7	3	4
		8	3	4
		9	4	4
		10	3	4
		11	4	4
		12	4	4
		13	3	3
		14	4	4
		15	3	4
		16	4	4
		17	3	4
		18	4	4
3	Bahasa	19	4	3
		20	3	3
		21	4	3
		22	4	3

Para ahli materi memberikan saran dan masukan saat melakukan uji kelayakan. Hasil uji kelayakan materi menyatakan bahwa materi pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan dengan revisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh para ahli. Saran dari para ahli materi ditunjukkan pada Tabel 19.

Para ahli memberikan saran yang sejenis diantaranya perbaikan pada tata tulis, perbaikan gambar yang kurang jelas, dan penambahan beberapa teori pendukung yaitu penambahan contoh menggerakkan servo pada sudut tertentu dan mengoperasikan *gripper*.

Tabel 19. Saran Perbaikan Materi Pembelajaran *Quadruped* Robot

No	Validator	Saran
1	Sigit Yatmono, M.T.	<p>Panduan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ada beberapa langkah dalam <i>labsheet</i> yang belum didukung gambar sehingga kurang jelas. <i>Labsheet</i> no 1, Langkah 1, 9 2) List kode atau bagian dari job 2.mtn perlu ditampilkan dalam <i>labsheet</i> 3) Gambar tampilan antar muka RoboPlus Motion di <i>Labsheet</i> 1 langkah no 10 tidak jelas dan <i>valui</i>-nya sehingga susah untuk proses cek hasil uji.
2	Ariadie Chandra Nugraha, M.T.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Penulisan istolah dibuat konsisten dan sesuai penulisan baku 2) Kode program diupayakan ditulis tidak sampai ganti baris 3) Langkah-langkah diperdetil

4) Uji Kelayakan Pengguna

Setelah melakukan uji kelayakan media dan kelayakan materi melalui masing-masing 2 ahli, selanjutnya dilakukan uji kegunaan media pembelajaran melalui peserta didik. Peserta didik mengisi angket setelah melakukan proses pembelajaran menggunakan media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510. Data hasil uji pengguna disajikan pada Tabel 20. Aspek yang digunakan dalam pengujian pengguna meliputi 3 aspek diantaranya, aspek kualitas isi dan tujuan sebanyak 7 butir, aspek kualitas pembelajaran sebanyak 11 butir, dan aspek penggunaan sebanyak 4 butir

Tabel 20. Data Hasil Uji Pengguna

Respon-den	Kualitas Isi dan Tujuan								Kualitas Pembelajaran												Penggunaan			
	1	2	3	4	5	6	8	7	1 3	1 4	1 5	1 6	1 7	1 8	1 9	2 0	2 1	2 2	9	1 0	1 1	1 2		
mhs1	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
mhs2	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
mhs3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3
mhs4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4
mhs5	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
mhs6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
mhs7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
mhs8	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4
mhs9	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
mhs10	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4
mhs11	4	3	3	4	4	3	2	4	4	3	3	4	4	4	2	3	2	4	3	3	4	3	3	4
mhs12	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4
mhs13	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
mhs14	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4
mhs15	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4
mhs16	3	2	4	3	3	2	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
mhs17	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2	3	2	3	3	3	2	2
mhs18	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	2	4	3	3	3	3	3	2	4	4	3	4	3	4
mhs19	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4
mhs20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4

B. Analisis Data

1. Analisis Data Kelayakan Media Pembelajaran

Penilaian media dilakukan oleh dua ahli media berdasarkan beberapa aspek.

Nilai yang diberikan nantinya akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kriteria penilaian kelayakan media. Kriteria penilaian kelayakan media ditunjukkan oleh Tabel 21.

Tabel 21. Kriteria Penilaian Kelayakan Media

Kriteria Penilaian	Interval Kemanfaatan Media	Interval Kelengkapan Perangkat Media	Interval Kemudahan Media	Keseluruhan
Sangat Layak	$X > 34$	$X > 20,4$	$X > 20,4$	$X > 74,8$
Layak	$28 < X \leq 34$	$16,8 < X \leq 20,4$	$16,8 < X \leq 20,4$	$61,6 < X \leq 74,8$
Cukup Layak	$22 < X \leq 28$	$13,2 < X \leq 16,8$	$13,2 < X \leq 16,8$	$48,4 < X \leq 61,6$
Kurang Layak	$16 < X \leq 22$	$9,6 < X \leq 13,2$	$9,6 < X \leq 13,2$	$35,2 < X \leq 48,4$
Tidak Layak	$X \leq 16$	$X \leq 9,6$	$X \leq 9,6$	$X \leq 35,2$

Nilai interval yang telah ditentukan tersebut akan menjadi acuan untuk menentukan kelayakan dari media pembelajaran. Acuan perhitungan untuk menentukan interval kelayakan tiap aspek terdiri dari skor maksimal, skor minimal, rerata ideal dan simpangan baku selengkapnya disajikan pada lampiran 5.1. Data yang didapat dari penilaian ahli media disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22. Data Hasil Penilaian Oleh Para Ahli Media

Data Hasil Penilaian Media				
	Aspek Kemanfaatan	Aspek Kelengkapan Perangkat	Aspek Kemudahan	Total
Skor Maks	40	24	24	88
Skor Min	10	6	6	22
Skor Ahli 1	40	20	24	84
Skor Ahli 2	37	22	21	80
Rerata Skor Ahli	38,5	21	22,5	82
Persentase	96,25%	87,5%	93,75	93,18%

Berdasarkan data yang diperoleh, penilaian media pembelajaran oleh dua ahli media dari segi aspek kemanfaatan memperoleh skor 38,5 dari skor maksimal 40 dan skor minimal 10, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak 96,25%. Aspek kelengkapan perangkat dari dua ahli memperoleh skor 21 dari skor maksimal 24 dan skor minimal 6, sehingga masuk ke kategori sangat layak dengan persentase 87,5%. Penilaian dari dua ahli media dalam aspek kemudahan memperoleh skor

22,5 dari skor maksimal 24 dan skor minimal 6, sehingga masuk ke kategori sangat layak 93,75%. Hasil skor tersebut diperoleh skor rata-rata total uji kelayakan ahli media adalah 82 dari skor maksimal 88 dan skor minimal 22 yang berarti masuk ke kategori sangat layak dengan persentase 93,18%.

2. Analisis Data Kelayakan Materi Pembelajaran

Penilaian materi dilakukan oleh dua ahli materi berdasarkan beberapa aspek. Nilai yang diberikan nantinya akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kriteria penilaian kelayakan materi. Kriteria penilaian kelayakan materi terdapat dalam Tabel 23.

Tabel 23. Kriteria Penilaian Kelayakan Materi

Kriteria Penilaian	Aspek Relevansi	Aspek Penyajian	Aspek Bahasa	Keseluruhan
Sangat Layak	$X > 17$	$X > 44,2$	$X > 13,6$	$X > 74,8$
Layak	$14 < X \leq 17$	$36,4 < X \leq 44,2$	$11,2 < X \leq 13,6$	$61,6 < X \leq 74,8$
Cukup Layak	$11 < X \leq 14$	$28,6 < X \leq 36,4$	$8,8 < X \leq 11,2$	$48,4 < X \leq 61,6$
Kurang Layak	$8 < X \leq 11$	$20,8 < X \leq 28,6$	$6,4 < X \leq 8,8$	$35,2 < X \leq 48,4$
Tidak Layak	$X \leq 8$	$X \leq 20,8$	$X \leq 6,4$	$X \leq 35,2$

Masing-masing aspek yang dikemukakan memiliki nilai interval yang berbeda di setiap kategori penilaian. Acuan perhitungan untuk menentukan interval kelayakan tiap aspek terdiri dari skor maksimal, skor minimal, rerata ideal dan simpangan baku selengkapnya disajikan pada lampiran 5.2. Nilai interval yang telah ditentukan tersebut akan menjadi acuan untuk menentukan kategori kelayakan meateri pembelajaran. Data yang diperoleh dari penilaian ahli materi tersaji dalam Tabel 24.

Tabel 24. Data Hasil Penilaian Ahli Materi

Data Hasil Penilaian Materi				
	Aspek Relevansi	Aspek Penyajian	Aspek Bahasa	Total
Skor Maks	20	52	16	88
Skor Min	5	13	4	22
Skor Ahli 1	19	46	15	80
Skor Ahli 2	20	51	12	83
Rerata Skor Ahli	19,5	48,5	13,5	81,5
Persentase	97,5%	93,27%	84,38%	92,61%

Berdasarkan data yang diperoleh, penilaian materi dari aspek relevansi dari dua ahli memperoleh skor 19,5 dari skor maksimal 20 dan skor minimal 5, sehingga masuk kriteria sangat layak dengan presentasi 97,5%. Penilaian materi dari aspek penyajian memperoleh skor 48,5 dari skor maksimal 52 dan skor minimal 13, sehingga masuk dalam kriteria sangat layak dengan persentase 93,27%. Sedangkan penilaian materi dari aspek bahasa memperoleh skor 13,5 dari skor maksimal 16 dan skor minimal 4, sehingga masuk dalam kriteria layak dengan persentase 84,38%. Perolehan skor rata-rata total uji kelayakan materi sebesar 81,5 dari skor maksimal 88 dan skor minimal 22, sehingga masuk ke kriteria sangat layak dengan persentase 92,61%.

3. Analisis Data Pengguna

Pengujian ini dilakukan kepada mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mekatronika yang telah atau sedang mengikuti mata kuliah praktik robotika. Nilai yang diberikan akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kriteria penilaian pengguna. Acuan perhitungan untuk menentukan interval kelayakan tiap aspek terdiri dari skor maksimal, skor minimal, rerata ideal dan simpangan baku selengkapnya disajikan pada lampiran 5.3. Kriteria penilaian pengguna disajikan dalam Tabel 25.

Tabel 25. Kriteria Penilaian Pengguna

Kriteria Penilaian	Interval Kualitas Isi dan Tujuan	Interval Kualitas Pembelajaran	Interval Penggunaan	Keseluruhan
Sangat Layak	$X > 23,8$	$X > 34$	$X > 13,6$	$X > 74,8$
Layak	$19,6 < X \leq 23,8$	$28 < X \leq 34$	$11,2 < X \leq 24,6$	$61,6 < X \leq 74,8$
Cukup Layak	$15,4 < X \leq 19,6$	$22 < X \leq 28$	$8,8 < X \leq 11,2$	$48,4 < X \leq 61,6$
Kurang Layak	$11,2 < X \leq 15,4$	$16 < X \leq 22$	$6,4 < X \leq 8,8$	$35,2 < X \leq 48,4$
Tidak Layak	$X \leq 11,2$	$X \leq 16$	$X \leq 6,4$	$X \leq 35,2$

Interval pada masing-masing aspek memiliki nilai yang berbeda di setiap kriteria penilaian. Nilai interval tersebut akan dijadikan acuan dalam menentukan kriteria kelayakan. Data yang diperoleh dari penilaian pengguna tersaji di dalam Tabel 26.

Tabel 26. Data Hasil Penilaian Pengguna

Data Hasil Penilaian Pengguna				
	Aspek Kualitas Isi dan Tujuan	Aspek Pembelajaran	Aspek Penggunaan	Total
Skor Maks	28	44	16	88
Skor Min	7	11	4	22
Rerata Skor	25,25	39,2	13,7	78,15
Persentase	90,18%	89,09%	85,63%	88,81%

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengguna, penilaian aspek kualitas isi dan tujuan memperoleh skor 25,25 dari skor maksimal 28 dan skor minimal 7, sehingga masuk dalam kriteria sangat layak dengan persentase 90,18%. Aspek pembelajaran memperoleh skor pengguna sebesar 39,2 dari skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti masuk kriteria sangat layak dengan persentase 89,09%. Sedangkan aspek penggunaan memperoleh skor 13,7 dari skor maksimal 16 dan skor minimal 4, sehingga masuk ke kriteria layak dengan persentase 85,63%. Skor rerata total dari semua aspek memperoleh skor 78,15 dari skor maksimal 88

dan skor minimal 22, sehingga masuk dalam kriteria sangat layak dengan persentase 88,81%.

4. Analisis Reliabilitas Instrumen

Instrumen yang digunakan untuk uji reliabilitas adalah instrumen uji pengguna. Instrumen tersebut digunakan untuk mengukur hasil pembelajaran yang telah dilakukan menggunakan media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 pada mata kuliah praktik robotika. Analisis reliabilitas instrumen menggunakan *software* IBM SPSS Statistic Viewer dengan rumus *Alpha Cronbach*. Berdasarkan perhitungan *software*, didapatkan hasil koefisien reliabilitas sebesar 0,807 sehingga masuk dalam kriteria koefisien yang “TINGGI”.

C. Kajian Produk

Media pembelajaran media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 dikembangkan menggunakan model pengembangan ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Media pembelajaran ini disusun menggunakan beberapa komponen utama, yaitu CM-150 sebagai kontroler utama, Arduino nano sebagai kontroler tambahan, *Stick PS2 Wireless*, motor servo Dynamixel MX-28, motor servo Dynamixel MX-64, *software* RoboPlus dan *software* Arduino IDE untuk membuat motion dan program.

Media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 melewati beberapa pengujian diantaranya, uji validasi media, uji validasi materi, dan uji pengguna. Serangkaian pengujian tersebut memperoleh masukan dan saran untuk memperbaiki media pembelajaran agar lebih baik lagi. Perbaikan yang dilakukan pada media pembelajaran berupa merapikan kabel-kabel yang terdapat pada media

pembelajaran. Perbaikan yang dilakukan pada materi pembelajaran berupa perbaikan tata tulis, gambar, dan menambahkan teori pendukung tambahan berupa menghubungkan *Stick PS2 Wireless* dengan Arduino.

Kelemahan pada media pembelajaran ini yaitu *quadruped* robot memiliki dimensi yang cukup besar, sehingga dalam pembuatan gerakan dan pemrograman cukup memakan waktu. Dimensi yang besar menyebabkan cukup susah melakukan percobaan pada meja kerja.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Tujuan penilitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja dan tingkat kelayakan dari media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 pada mata kuliah praktik robotika. Media pembelajaran ini terdiri dari pembuatan dan pengembangan produk sebagai media, dan pembuatan materi pembelajaran yang terdiri dari panduan pengoperasian dan *labsheet* untuk memudahkan peserta didik menggunakan media tersebut. Produk media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 dibangun menjadi sebuah robot memiliki dimensi berukuran 58cm x 48cm x 50cm.

Unjuk kerja media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 yaitu media praktik *quadruped* robot berbasis CM-510 dapat bergerak sesuai ke inginan pengguna dengan ataupun tanpa *Stick PS2*. Uji unjuk kerja media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 menghasilkan data konektivitas *Stick PS2 Wireless* dengan jarak maksimal 7 meter.

Gerak servo dengan nomor ID 2 pada kaki *quadruped* robot nomor 1 diuji dengan sudut 90° berlawanan arah jarum jam dari posisi *default*, data yang

diperoleh servo dapat menuju posisi tersebut dengan persentase kesalahan 1,11%. Gerak servo dengan nomor ID 5 pada kaki *quadruped* robot nomor 2 diuji pada sudut 45° searah arah jarum jam dari posisi *default*. Data pengujian yang dihasilkan yaitu servo *quadruped* robot dapat bergerak menuju posisi yang ditentukan dengan persentase kesalahan sebesar 3,11%. Pengujian gerak servo dengan nomor ID 8 pada kaki *quadruped* robot nomor 3 dengan menggerakkan servo pada sudut 45° berlawanan arah jarum jam dengan hasil persentase kesalahan posisi gerak servo *quadruped* robot sebesar 3,11%. Pengujian gerak servo terakhir dengan nomor ID 12 pada kaki *quadruped* robot nomor 4 diuji pada sudut 90° berlawanan arah jarum jam dari posisi *default*. Data pengujian yang dihasilkan yaitu servo *quadruped* dapat bergerak menuju posisi yang ditentukan dengan persentase kesalahan sebesar 1,46%.

Tingkat kelayakan media pembelajaran *quadruped* robot berbasis CM-510 diukur menggunakan angket media pembelajaran, materi pembelajaran dan pengguna. Instrumen angket media pembelajaran diujikan kepada ahli media yang merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY.

Berdasarkan data yang diperoleh, penilaian media pembelajaran oleh dua ahli media dari segi aspek kemanfaatan memperoleh skor 38,5 dari skor maksimal 40 dan skor minimal 10, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak 96,25%. Aspek kelengkapan perangkat dari dua ahli memperoleh skor 21 dari skor maksimal 24 dan skor minimal 6, sehingga masuk ke kategori sangat layak dengan persentase 87,5%. Penilaian dari dua ahli media dalam aspek kemudahan memperoleh skor 22,5 dari skor maksimal 24 dan skor minimal 6, sehingga masuk ke kategori sangat

layak dengan persentase 93,75%. Hasil skor tersebut diperoleh skor rata-rata total uji kelayakan ahli media adalah 82 dari skor maksimal 88 dan skor minimal 22 yang berarti masuk ke kategori sangat layak dengan persentase 93,18%.

Berdasarkan data yang diperoleh, penilaian materi dari aspek relevansi dari dua ahli memperoleh skor 19,5 dari skor maksimal 20 dan skor minimal 5, sehingga masuk kriteria sangat layak dengan persentase 97,5%. Penilaian materi dari asek penyajian memperoleh skor 48,5 dari skor maksimal 52 dan skor minimal 13, sehingga masuk dalam kriteria sangat layak dengan persentase 93,27%. Sedangkan penilaian materi dari aspek bahasa memperoleh skor 13,5 dari skor maksimal 16 dan skor minimal 4, sehingga masuk dalam kriteria layak dengan persentase 84,38%. Perolehan skor rata-rata total uji kelayakan materi sebesar 81,25 dari skor maksimal 88 dan skor minimal 22, sehingga masuk ke kriteria sangat layak dengan persentase 92,61%.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengguna, penilaian aspek kualitas isi dan tujuan memperoleh skor 25,25 dari skor maksimal 28 dan skor minimal 7, sehingga masuk dalam kriteria sangat layak dengan persentase 90,18%. Aspek pembelajaran memperoleh skor pengguna sebesar 39,2 dari skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti masuk kriteria sangat layak dengan persentase 89,09%. Sedangkan aspek penggunaan memperoleh skor 13,7 dari skor maksimal 16 dan skor minimal 4, sehingga masuk ke kriteria layak dengan persentase 85,63%. Skor rerata total dari semua aspek memperoleh skor 78,15 dari skor maksimal 88 dan skor maksimal 22, sehingga masuk dalam kriteria sangat layak dengan persentase 88,81%.