

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji Coba

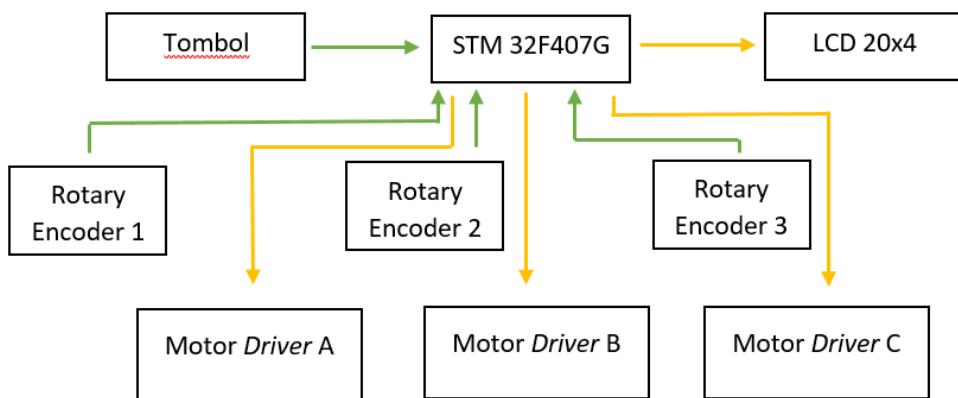
1. Hasil Proses Analisis

Proses analisis merupakan tahap awal penelitian dengan melakukan observasi langsung pada kelas mata kuliah robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro dan wawancara dengan mahasiswa yang mengikuti kelas mata kuliah robotika tersebut. Hasil observasi adalah sebagai berikut:

- a. Mahasiswa mampu memahami dan memprogram media robot yang digunakan pada pembelajaran robotika. Pada kompetensi ini pemrograman robot tidak melalui analisis kinematika robot terlebih dahulu.
- b. Perangkat sensor pada media pembelajaran robotika belum terdapat pemanfaatan dari *rotary encoder* yang digunakan untuk pemetaan koordinat.
- c. Pengembangan *mobile robot* yang terkendali dalam suatu pemetaan masih belum dikembangkan.
- d. Berdasarkan permasalahan yang didapatkan dari observasi maka media pembelajaran yang akan dikembangkan adalah metode *odometry* untuk sistem pemetaan robot dengan *three omni directional wheels*.

2. Hasil Proses Perancangan

- a. Blok diagram media pembelajaran robot *three omni-directional wheels*.



Gambar 16. Blok Diagram *Three Omni-Directional Wheels Robot*

Tabel 6. Saluran Diagram Blok

Warna	Keterangan
—	Perangkat <i>Input</i>
—	Perangkat <i>Output</i>

- b. Komponen utama yang dibutuhkan untuk pembuatan media pembelajaran metode *odometry* untuk system pemetaan robot dengan *three omni-directional wheels* adalah *rotary encoder*, motor DC, roda *omni-directional*, sistem minimum STM 32F4, LCD karakter 20x4, dan *motor driver* BTN 7970. Daftar lengkap komponen elektronik yang digunakan pada media pembelajaran robot *three omni-directional wheels* dapat dilihat pada Tabel 7.

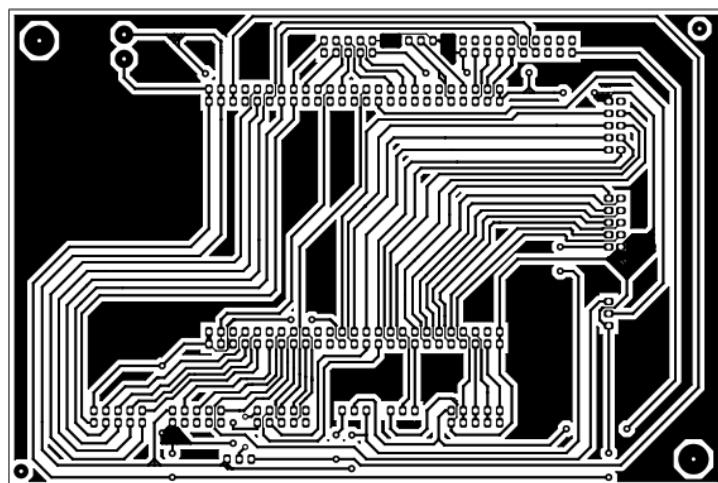
Tabel 7. Daftar Komponen Elektronik Robot

No	Nama Komponen	Jumlah	Keterangan
1.	STM 32F4	1	Mikrokontroler Master
2.	Tombol <i>Push ON</i>	7	Pengatur menu
3.	LCD Karakter	2	Penampil menu
4.	Motor DC 24 V	3	Penggerak roda
5.	<i>Motor Driver</i> BTN 7970	3	Pengendali motor
6.	<i>Rotary encoder</i>	3	Sensor pulsa
7.	<i>Omni-directional wheel</i>	3	Roda penggerak robot
8.	<i>Lipo Battery</i> 3s 850mAh	1	Catu daya sismin
9.	<i>Lipo Battery</i> 6s 1500mAh	1	Catu daya motor
10.	<i>Stepdown</i>	1	Penurun tegangan ke 5V

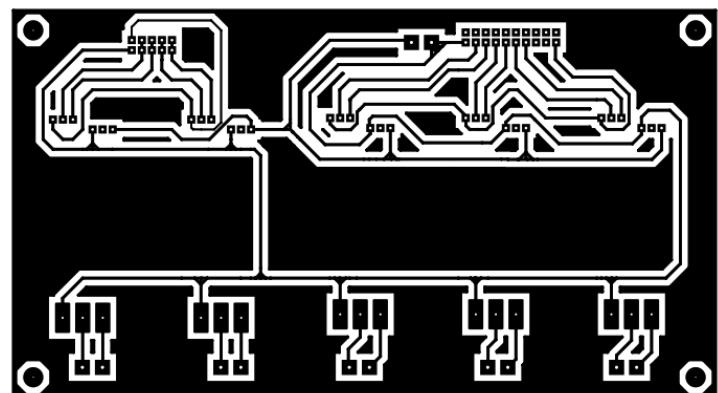
11.	<i>Switch power</i>	2	Saklar <i>ON/OFF</i> rangkaian sistem dan <i>power</i>
12.	Konektor	Secukupnya	Penghubung dengan perangkat lain

c. Desain rangkaian elektronik dan mekanik media pembelajaran robot

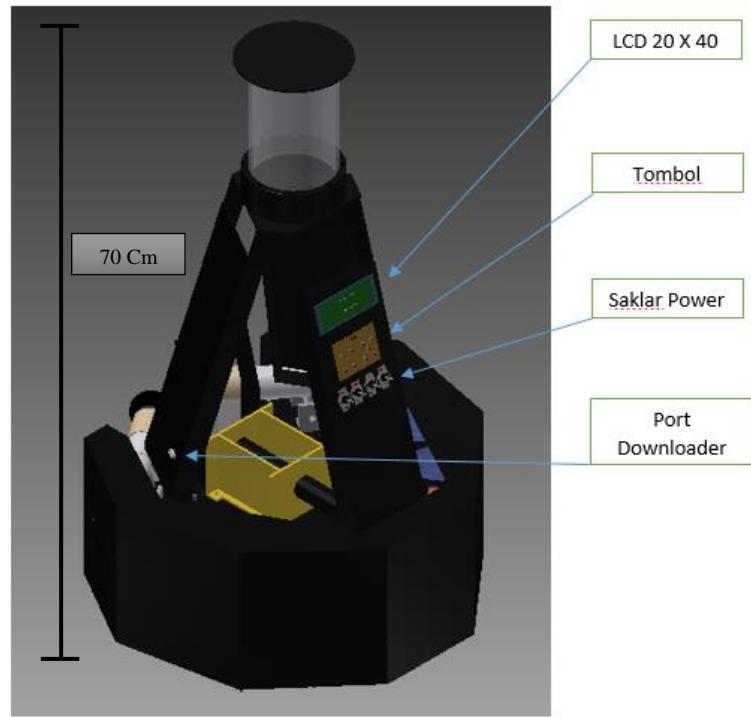
three omni-directional wheels.



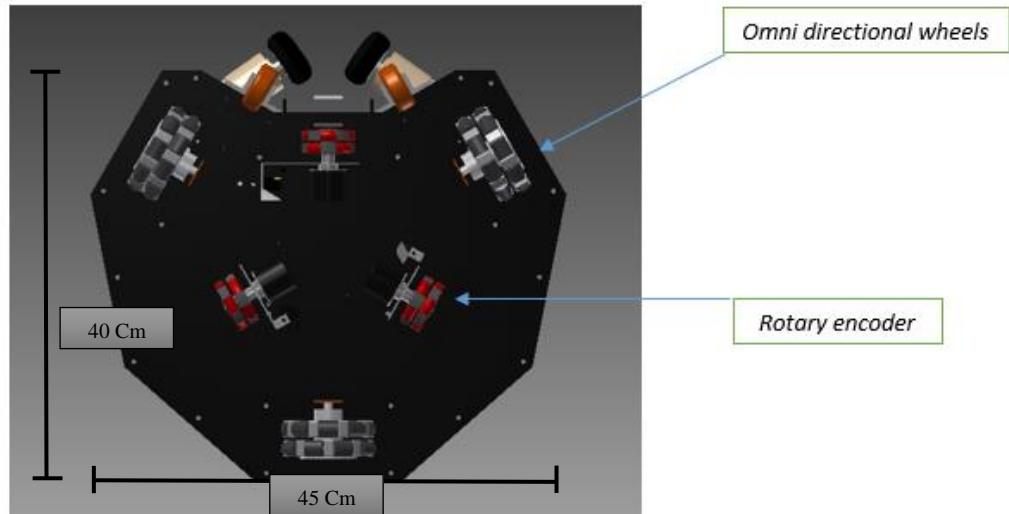
Gambar 17. Desain PCB rangkaian *sismin*



Gambar 18. Desain PCB rangkaian *motor driver*

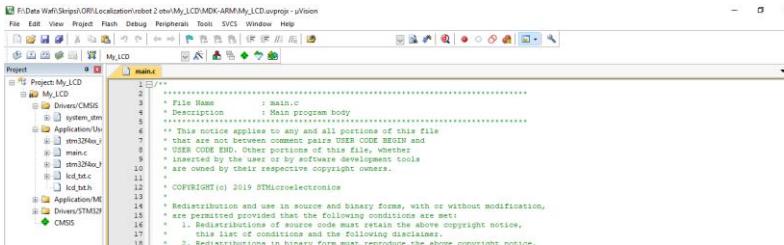


Gambar 19. Tinggi desain media *three omni-directional wheel* tampak samping



Gambar 20. Lebar dan panjang media *three omni-directional wheel* tampak bawah

- d. *Software* yang digunakan untuk pemrograman media robot *three omni-directional wheels*.

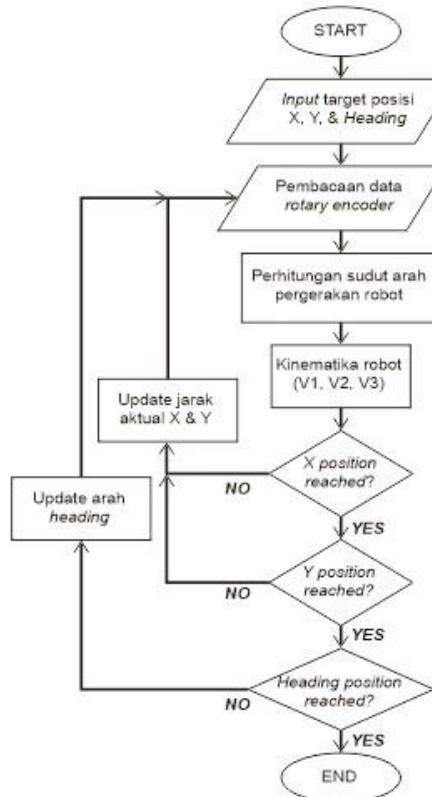


The screenshot shows the ST-Link Manager interface with the following details:

- Project:** My_LCD
- File List:** main.c, main.h, and a .gitignore file.
- Build Output:** E203 : Undefined identifier - Function 'Message'.
- Bottom Status:** ST-Link Debugger, L4457 C1, CAP_NUM_SQRL_OVR_RW.

Gambar 21. Tampilan *Software* Pemrograman Keil uVision5

- e. Urutan kerja media pembelajaran robot *three omni-directional wheels*.



Gambar 22. *Flowchart Robot Three Omni-Directional Wheels*

3. Hasil Proses Pengembangan

- a. Pembuatan dan perakitan media pembelajaran robot *three omni-directional wheels* dimulai dengan perakitan badan robot yang terbuat dari bahan plat alumunium. Kemudian dilanjutkan dengan perakitan rangkaian elektronik dan pengkabelan. Hasil perakitan dapat dilihat pada Gambar 23.

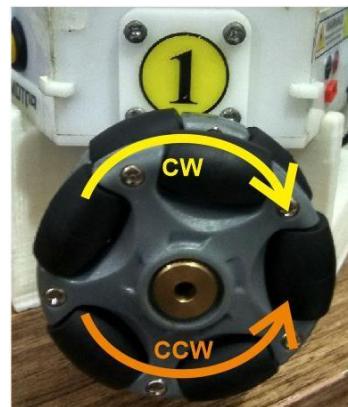


Gambar 23. Hasil Perakitan Rangkaian Elektronik Robot



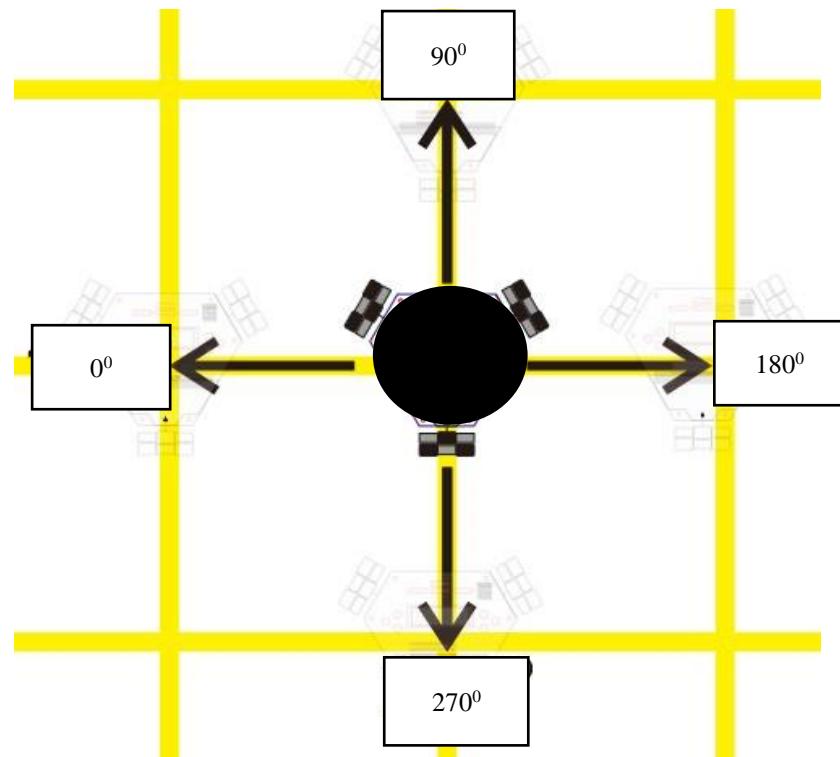
Gambar 24. Hasil Pembuatan Robot *Three Omni-Directional Wheels*

- b. Pembuatan program menggunakan *software* pemrograman Keil uVision5
- 1) Pembacaan data *rotary encoder* dan pengendalian kecepatan motor pada STM 32F4. Program ini digunakan untuk menguji besarnya resolusi dari setiap *rotary encoder* yang digunakan. Hasil program pembacaan data dan pengendalian kecepatan motor dapat dilihat pada Lampiran 3.2.



Gambar 25. Reperesentasi Arah Putaran Roda

- 2) Pemrograman navigasi robot *three omni-directional wheels* pada ATmega32 sebagai *Master*. Program ini merupakan penerapan dari hasil analisis mekanis dari robot sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan arah pergerakan robot. Arah pergerakan robot direpresentasikan oleh sudut. Hasil pemrograman navigasi robot dapat dilihat pada Lampiran 3.3.



Gambar 26. Sudut Pergerakan Robot

c. Pembuatan materi dan *labsheet*

Materi bahan ajar berisi materi yang dapat mendukung praktik di dalam *labsheet*. Pada bagian *labsheet* berisi langkah-langkah percobaan, dimulai dari pembacaan data *rotary encoder*, navigasi robot dan pemetaan robot. Materi dan *labsheet* dapat dilihat pada Lampiran 9.

d. Unjuk kerja dengan *Black box testing*

Uji *black box* dilakukan pada robot untuk mengetahui unjuk kerja pengoperasian robot untuk menjalankan perintah dalam menu yang tersedia pada robot. Hasil dari uji coba ini adalah kualitas fungsional dari setiap masukan robot. Hasil uji *black-box* dapat dilihat pada Lampiran 3.1.

Tabel 8. Skor Penilaian Unjuk Kerja dalam *Black Box Testing*

No	Aspek Penilaian	No. Butir	Resp 1 (%)	Resp 2 (%)	Resp 3 (%)
1.	Perangkat <i>Input</i>	1	100	100	100
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
2.	Perangkat <i>Output</i>	10	100	100	100
		11			
		12			
		13			
3.	<i>Port Downloader</i>	14	100	100	100
4.	Program Menu	15	100	100	100
		16			
		17			
		18			

e. Uji Kelayakan Media dan Materi

Pengujian ini dibagi menjadi dua yaitu media dan materi yang dilakukan oleh masing-masing dua orang ahli (*expert judgment*). Ahli tersebut akan memberikan nilai pada media dan materi pembelajaran yang telah dibuat. Hasil penilaian dari ahli media dapat dilihat pada Tabel 9, dan ahli materi pada Tabel 10.

Tabel 9. Penilaian Media

No	Aspek penilaian	No. Butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Isi dan Tujuan	1	4	4
		2	4	4
		3	3	4
		4	3	4
		5	4	4
		6	4	4
		7	4	4
		8	4	4

2.	Pembelajaran	9	4	4
		10	3	4
		11	4	4
		12	4	4
		13	4	3
		14	4	4
		15	4	3
		16	4	4
		17	4	3
3.	Teknis	18	3	3
		19	4	4
		20	3	3
		21	3	3
		22	3	3
		23	4	4
		24	4	3
		25	3	4
		26	4	4
		27	4	3
		28	4	4
		29	4	4

Penilaian media pembelajaran dari segi media dibagi menjadi tiga aspek yaitu aspek isi dan tujuan, aspek pembelajaran, dan aspek teknis. Ketiga aspek penilaian tersebut berjumlah 29 butir indikator yang dinilai oleh dua ahli media menggunakan skala *likert* 4 pilihan yaitu skor 1 untuk penilaian sangat tidak setuju, skor 2 untuk penilaian kurang setuju, skor 3 untuk penilaian setuju, dan skor 4 untuk penilaian sangat setuju. Hasil penilaian para ahli kemudian akan diproses pada analisis data.

Tabel 10. Penilaian Materi

No	Aspek Penilaian	No. Butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Desain Pembelajaran	1	4	4
		2	3	4
		3	4	4
		4	4	3
		5	4	3

		6	3	4
		7	3	4
		8	3	3
		9	4	4
		10	4	4
		11	4	4
		12	3	4
		13	3	3
		14	3	3
2. Pembelajaran		15	4	4
		16	4	4
		17	3	4
		18	4	4
		19	4	4
		20	3	4
		21	3	3
		22	3	3

Penilaian media pembelajaran dari segi materi dibagi menjadi dua aspek yaitu aspek desain pembelajaran dan aspek pembelajaran. Kedua aspek penilaian tersebut berjumlah 22 butir indikator yang dinilai oleh dua ahli media menggunakan skala *likert* 4 pilihan yaitu skor 1 untuk penilaian sangat tidak setuju, skor 2 untuk penilaian kurang setuju, skor 3 untuk penilaian setuju, dan skor 4 untuk penilaian sangat setuju. Hasil penilaian para ahli kemudian akan diproses pada analisis data.

f. Melakukan Perbaikan

Saran perbaikan diberikan oleh ahli media dan ahli materi saat uji kelayakan media dan materi. Perbaikan bisa saja tidak dilakukan, jika para ahli memutuskan media pembelajaran layak digunakan tanpa perbaikan. Hasil dari uji kelayakan media dan materi oleh para ahli menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran

yang telah diberikan. Saran perbaikan media dapat dilihat pada Tabel 11, sedangkan saran perbaikan materi pada table 12.

Tabel 11. Saran dan Perbaikan Media Pembelajaran

No.	Validator	Saran dan Perbaikan
1.	Amelia Fauzia Husna, S.Pd., M.Pd.	<ul style="list-style-type: none"> - Langkah pada labsheet diperinci agar mempermudah pengguna - Berikan contoh pada perhitungan
2.	Ilmawan Mustaqim, S.Pd., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Sebaiknya <i>port</i> pada masukan <i>board</i> disesuaikan dengan standar pada umumnya - Sebaiknya ditambahkan mode <i>test</i> yang meliputi beberapa pengujian sekaligus

Tabel 12. Saran dan Perbaikan Materi Pembelajaran

No.	Validator	Saran dan Perbaikan
1.	Sigit Yatmono, MT.	<ul style="list-style-type: none"> - Materi praktikum dilengkapi langkah kerja praktikum / labsheet
2.	Ariadie Chandra Nugraha, ST.,MT.	<ul style="list-style-type: none"> - Kode program perlu diberi komentar lebih banyak supaya lebih mudah dipahami - Langkah-langkah labsheet lebih detail untuk memudahkan mahasiswa

4. Hasil Proses Implementasi

a. Menyiapkan Pengajar

Menyiapkan pengajar meliputi pemberian pemahaman tentang materi dan penggunaan media pembelajaran robot *three omni-directional wheels*.

b. Menyiapkan Peserta Didik

Menyiapkan peserta didik meliputi pemberian informasi kepada peserta didik untuk membawa peralatan yang mendukung proses implementasi. Setelah itu diberikan materi pemahaman tentang materi dan penggunaan media pembelajaran robot *three omni-directional wheels* yang terdapat pada *labsheet*. Setelah menyiapkan semua yang diperlukan, masuklah pada implementasi robot *three omni-directional wheels* sebagai media pembelajaran pemetaan robot. Hasil proses implementasi pembacaan data *rotary encoder* dan respon pengendalian kecepatan motor berjalan dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan data pada Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13. Pembacaan Data *Rotary Encoder*

No	Rotary encoder	Data 1 putaran penuh roda	
		CW	CCW
1	M1	233	-234
2	M2	231	-232
3	M3	233	-235
Rata – rata		232,33	-233,667

Hasil pengujian pembacaan data *rotary encoder* menunjukkan selisih nilai rata-rata sebesar 2 *tick*. Perbedaan ini menunjukkan toleransi dari *rotary encoder* yang digunakan tidak lebih dari 2,05 derajat. *Error* yang didapat dapat diakibatkan oleh ketelitian dalam melakukan putaran roda secara manual dengan tangan.

Tabel 14. Data Pengujian Navigasi Robot

PERCOBAAN	KECEPATAN (RPM)	SELISIH PENCAPAIAN SUDUT				Rata - rata selisih	Error (%)	Akumulasi
		30	140	220	330			
1	200	12	5	12	6	8,75	2,43	2,41
2		12	10	7	4	8,25	2,29	
3		15	7	10	4	9	2,50	
4	100	2	12	3	3	5	1,39	1,37
5		2	11	3	5	5,25	1,46	
6		4	9	4	1	4,5	1,25	
7	150	2	14	11	1	7	1,94	1,57
8		1	5	9	4	4,75	1,32	
9		2	8	7	4	5,25	1,46	

Tabel 14 dapat diketahui bahwa hasil pengujian navigasi robot berdasarkan sudut arah menghasilkan data kecepatan paling akurat dalam melakukan kecepatan navigasi robot. Nilai *error* terbesar terjadi saat menggunakan kecepatan 200 RPM yaitu dengan persentase *error* 2,5%. Rata-rata *error* terbesar menggunakan kecepatan 200 RPM dengan akumulasi persentase *error* sebesar 2,41%. Menggunakan kecepatan 150 RPM menghasilkan akumulasi persentase *error* sebesar 1,57%. Kecepatan 100 RPM menunjukkan nilai akumulasi persentase *error* 1,37%, sehingga dapat dijadikan kecepatan paling presisi untuk proses navigasi robot.

Hasil pengujian navigasi pemetaan robot berdasarkan masukkan koordinat tujuan X, Y, dan *theta* menghasilkan akumulasi data *error* dalam mencapai jarak terjauh yaitu 4,5 meter. Nilai *error* terbesar terjadi dalam pencapaian koordinat sumbu X sebesar 3,89%. Akumulasi nilai *error* robot dalam mencapai sumbu Y sebesar 1,69%. Akumulasi nilai *error* robot dalam mencapai orientasi yang dituju (*heading*) sebesar 1,5%. Data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 14 berikut.

Tabel 15. Data Pengujian Pemetaan Robot

PERCOBAAN	KOORDINAT TUJUAN			SELISIH TERHADAP TUJUAN			ERROR (%)		
	X (cm)	Y (cm)	Derajat (...°)	X (cm)	Y (cm)	Derajat (...°)	X	Y	Derajat (...°)
1	60	450	0	2	2	5	3,33	0,44	1,39
2	60	450	0	2	5	2	3,33	1,11	0,56
3	60	450	0	2	10	3	3,33	2,22	0,83
4	-60	450	90	2	8	3	3,33	1,78	0,83
5	-60	450	90	3	8	3	5,00	1,78	0,83
6	-60	450	90	3	8	4	5,00	1,78	1,11
7	-60	-450	180	4	5	4	6,67	1,11	1,11
8	-60	-450	180	2	10	5	3,33	2,22	1,39
9	-60	-450	180	2	10	1	3,33	2,22	0,28
10	60	-450	270	2	10	10	3,33	2,22	2,78
11	60	-450	270	2	5	15	3,33	1,11	4,17
12	60	-450	270	2	10	10	3,33	2,22	2,78
AKUMULASI							3,89	1,69	1,50

5. Hasil Proses Evaluasi

a. Revisi Tahap Pertama

Pada tahap pertama, revisi media pembelajaran berdasarkan kritik dan saran dari ahli media maupun ahli materi. Revisi ini digunakan untuk perbaikan media sebelum masuk pada tahap uji coba pada pengguna. Hasil revisi tahap pertama dapat dilihat pada Gambar 30. Berikut kritik dan saran dari para ahli :

- 1) Aspek Media
 - a) Menambahkan mode *test* yang meliputi pengujian beberapa fitur



Gambar 27. Revisi Pemberian fitur

2) Aspek Materi

- Berikan contoh perhitungan pada persamaan kecepatan roda
- Langkah-langkah pada labsheet dibuat lebih detail

$$V_1 = \frac{-1}{3} \cdot \cos 60 + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin 60 + \frac{L}{3} \cdot V_\theta$$

$$V_2 = \frac{-1}{3} \cdot \cos 60 - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin 60 + \frac{L}{3} \cdot V_\theta$$

$$V_3 = \frac{2}{3} \cdot \cos 60 + \frac{L}{3} \cdot V_\theta$$

b. Revisi Tahap Kedua

Revisi tahap ini berdasarkan saran dari hasil uji coba pada pengguna. Pengujian menggunakan 16 responden dari mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro. Mahasiswa memberikan saran terutama dari segi media, seperti

mengembangkan analisis kinematika pada robot yang menggunakan 4 roda *omni-directional*, bahan pembuatan robot dibuat lebih bagus.

B. Analisis Data

Data yang dianalisis merupakan data yang berasal dari penilaian ahli media, ahli materi, dan penilaian pengguna.

1. Analisis Data Unjuk Kerja (*Black Box Testing*) Media Pembelajaran

Skor penilaian unjuk kerja dengan *blackbox testing* seperti yang ditampilkan dalam Tabel 5 dikonversikan menjadi kategori penilaian. Hasil penilaian dalam *blackbox testing* termasuk dalam kategori sangat baik pada seluruh aspek. Secara lengkap, konversi skor penilaian dalam *blackbox testing* menjadi kategori penilaian dapat dilihat pada Lampiran 6.1.

2. Analisis Data Kelayakan Media Pembelajaran

a. Ahli Media

Penilaian kelayakan media diberikan oleh dua ahli media dari Jurusan Penididikan Teknik Elektro UNY. Masing-masing ahli memberikan nilai berdasarkan beberapa aspek yaitu aspek isi dan tujuan, aspek pembelajaran, dan aspek teknis. Nilai yang diberikan oleh ahli media akan diakumulasi kemudian dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan media. Kategori penilaian kelayakan media dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Kategori Penilaian Kelayakan Media

Kategori Penilaian	Interval Aspek Isi dan Tujuan	Interval Aspek Pembelajaran	Interval Aspek Teknis	Keseluruhan
Sangat Layak	$24,00 \geq X \geq 18,00$	$44,00 \geq X \geq 33,00$	$48,00 \geq X \geq 36,00$	$116,00 \geq X \geq 87,00$
Layak	$18,00 > X \geq 15,00$	$33,00 > X \geq 27,50$	$36,00 > X \geq 30,00$	$87,00 > X \geq 72,50$
Cukup Layak	$15,00 > X \geq 12,00$	$27,50 > X \geq 22,00$	$30,00 > X \geq 24,00$	$72,50 > X \geq 58,00$
Tidak Layak	$6,00 \geq X < 12,00$	$11,00 \geq X < 22,00$	$12,00 \geq X < 24,00$	$29,00 \geq X < 58,00$

Masing-masing aspek memiliki nilai interval yang berbeda-beda pada setiap kategori penilaian. Nilai interval tersebut akan menjadi acuan untuk penentuan kategori penilaian terhadap data yang telah didapat. Kategori penilaian sangat layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $116,00 \geq X \geq 87,00$, penilaian layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $87,00 > X \geq 72,50$, penilaian cukup layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $72,50 > X \geq 58,00$, dan penilaian tidak layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $29,00 \geq X < 58,00$. Data yang didapat dari penilaian ahli media dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Data Hasil Penilaian Media

No	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Min	Nilai Rerata Skor	Persentase Tiap Aspek	Kategori
1.	Isi dan Tujuan	24	6	23	95,83%	Sangat Layak
2.	Pembelajaran	44	11	42	95,45%	Sangat Layak
3.	Teknis	48	12	42,50	88,54%	Sangat Layak
Total		116	29	107,50	92,67%	Sangat Layak

Berdasarkan data yang diperoleh, untuk penilaian aspek isi dan tujuan dari dua ahli media mendapatkan nilai rata-rata 23 dari nilai skor maksimal 24 dan skor minimal 6, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan

persentase 95,83%. Aspek pembelajaran dari dua ahli media mendapatkan nilai rata-rata 42 dari nilai skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 95,45%. Aspek teknis memperoleh nilai rata-rata 42,50 dari nilai skor maksimal 48 dan skor minimal 12, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 88,54%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli media adalah 107,50 dari nilai maksimal 116 dan nilai minimal 29, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 92,67%.

b. Ahli Materi

Penilaian kelayakan media diberikan oleh dua ahli materi dari Jurusan Penididikan Teknik Elektro UNY. Masing-masing ahli memberikan nilai berdasarkan beberapa aspek yaitu aspek desain pembelajaran dan aspek pembelajaran. Nilai yang diberikan oleh ahli materi akan diakumulasi kemudian dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan materi. Kategori penilaian kelayakan materi dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Kategori Penilaian Kelayakan Materi

Kategori Penilaian	Interval Aspek Desain Pembelajaran	Interval Aspek Pembelajaran	Keseluruhan
Sangat Layak	$56,00 \geq X \geq 42,00$	$32,00 \geq X \geq 24,00$	$88,00 \geq X \geq 66,00$
Layak	$42,00 > X \geq 35,00$	$24,00 > X \geq 20,00$	$66,00 > X \geq 55,00$
Cukup Layak	$35,00 > X \geq 28,00$	$20,00 > X \geq 16,00$	$55,00 > X \geq 44,00$
Tidak Layak	$14,00 \geq X < 28,00$	$8,00 \geq X < 16,00$	$22,00 \geq X < 44,00$

Masing-masing aspek memiliki nilai interval yang berbeda-beda pada setiap kategori penilaian. Nilai interval tersebut akan menjadi acuan untuk penentuan kategori penilaian terhadap data yang telah didapat. Kategori penilaian

sangat layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $88,00 \geq X \geq 66,00$, penilaian layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $66,00 > X \geq 55,00$, penilaian cukup layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $55,00 > X \geq 44,00$, dan penilaian tidak layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $22,00 \geq X < 44,00$. Data yang didapat dari penilaian ahli media dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Data Hasil Penilaian Materi

No	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Min	Nilai Rerata Skor	Persentase Tiap Aspek	Kategori
1.	Desain Pembelajaran	56	14	50	89,28%	Sangat Layak
2.	Pembelajaran	32	8	29	90,62%	Sangat Layak
Total		88	22	79	89,77%	Sangat Layak

Berdasarkan data yang diperoleh, untuk penilaian aspek desain pembelajaran dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 50 dari nilai skor maksimal 56 dan skor minimal 14, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 89,28%. Aspek pembelajaran dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 29 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90,26%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli materi adalah 79 dari nilai maksimal 88 dan nilai minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 89,77%.

3. Analisis Data Uji Pengguna

Pengujian ini dilakukan kepada 16 mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang telah mengikuti mata kuliah robotika. Dari nilai yang diberikan, nantinya akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian pengguna. Kategori penilaian pengguna dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Kategori Penilaian Pengguna

Kategori Penilaian	Interval Aspek Isi dan	Interval Aspek Pembelajaran	Interval Aspek Teknis	Keseluruhan
Sangat Layak	$36,00 \geq X \geq 27,00$	$44,00 \geq X \geq 33,00$	$32,00 \geq X \geq 24,00$	$112,00 \geq X \geq 84,00$
Layak	$27,00 > X \geq 22,50$	$33,00 > X \geq 27,50$	$24,00 > X \geq 20,00$	$84,00 > X \geq 70,00$
Cukup Layak	$22,50 > X \geq 18,00$	$27,50 > X \geq 22,00$	$20,00 > X \geq 16,00$	$70,00 > X \geq 58,00$
Tidak Layak	$9,00 \geq X < 18,00$	$11,00 \geq X < 22,00$	$8,00 \geq X < 16,00$	$28,00 \geq X < 58,00$

Masing-masing aspek memiliki nilai interval yang berbeda-beda pada setiap kategori penilaian. Nilai interval tersebut akan menjadi acuan untuk penentuan kategori penilaian terhadap data yang telah didapat. Kategori penilaian sangat layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $112,00 \geq X \geq 84,00$, penilaian layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $84,00 > X \geq 70,00$, penilaian cukup layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $70,00 > X \geq 58,00$, dan penilaian tidak layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval nilai $28,00 \geq X < 58,00$. Data yang didapat dari penilaian pengguna dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Data Hasil Penilaian Pengguna

No	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Min	Nilai Rerata Skor	Persentase Tiap Aspek	Kategori
1.	Isi dan Tujuan	36	9	32	90,79%	Sangat Layak
2.	Pembelajaran	44	11	39	88,06%	Sangat Layak
3.	Teknis	32	8	30	92,18%	Sangat Layak
Total		112	28	101	90,12%	Sangat Layak

Berdasarkan data yang diperoleh, untuk penilaian pengguna aspek isi dan tujuan mendapatkan nilai rata-rata 32 dari nilai skor maksimal 36 dan skor minimal 9, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90,79%. Aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 39 dari nilai skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 88,06%. Aspek teknis memperoleh nilai rata-rata 30 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 92,18%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total 101 dari nilai maksimal 112 dan nilai minimal 28, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90,12%.

4. Uji Reliabilitas

Instrumen yang telah divalidasi oleh validator akan diuji reliabilitasnya. Uji reliabilitas ini digunakan pada instrumen pengguna. Pengujian ini menggunakan metode alpha dengan bantuan *software* SPSS. Berdasarkan hasil uji reliabilitas, instrumen yang digunakan mendapatkan hasil sebesar 0,89 sehingga masuk dalam kategori reliabilitas tinggi. Hasil analisis menggunakan *software* SPSS selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.5.

C. Kajian Produk

Pengembangan metode *odometry* untuk sistem pemetaan robot dengan *three omni-directional wheels* menggunakan penelitian model ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Media pembelajaran ini tersusun dari beberapa komponen utama, yaitu *rotary encoder*, motor DC, roda *omni-directional*, sistem minimum STM 32F4, LCD karakter 20x4, dan BTN 7970. Robot *three omni-directional wheels* sebagai pembelajaran sistem pemetaan robot melewati beberapa tahap pengujian, yaitu uji *black box*, uji validasi oleh ahli media dan ahli materi, serta uji pengguna. Hasil dari uji *black box* yaitu setiap fungsi dari *robot three omni-directional wheels* sebagai pembelajaran sistem pemetaan robot dapat bekerja dengan baik.

Pengujian uji *black box* dimulai dengan pengujian perangkat *input* pada robot. Setiap tombol berfungsi untuk memilih menu yang akan digunakan. Pada menu 1 digunakan untuk melihat data pembacaan *rotary encoder*, sehingga saat roda diputar secara manual menggunakan tangan data akan berubah sesuai arah putarannya. Menu 2 digunakan untuk menguji robot berputar dengan tujuan sudut dan kecepatan yang ditentukan, jika ditekan tombol “OK” robot akan bergerak sesuai perintah sudut putarnya. Tombol “MENU” digunakan untuk kembali ke menu terakhir dan memilih menu yang lain. Menu 3 digunakan untuk uji coba navigasi robot bergerak menuju arah yang direpresentasikan oleh sudut, jika ditekan tombol “OK” robot akan bergerak menuju sudut yang diperintahkan. Menu 4 digunakan untuk menguji robot menuju titik koordinat posisi yang diperintahkan. Terdapat masukkan koordinat X, Y, *theta* (orientasi robot), dan

kecepatan robot. Saat tombol “OK” ditekan robot akan bergerak menuju posisi yang diperintahkan.

Saat uji validasi media pembelajaran oleh ahli media dan ahli materi terdapat beberapa masukan untuk perbaikan, yaitu: (1) roda perlu diberi tanda untuk memudahkan pengambilan data *rotary encoder* 1 putaran, (2) *labsheet* harus diperdetail setiap langkah kerjanya, dan (3) Petunjuk pengoperasian dibuat lebih jelas dalam proses menjalankan robot, tidak hanya keterangan fungsi saja.

Setelah uji validasi oleh ahli media dan ahli materi, dilakukan pengujian pada pengguna. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan masukan dari sisi pengguna. Hasil dari pengujian ini yaitu pengguna memberi saran dari segi media yaitu untuk menambahkan materi kinematika robot dengan 4 roda *omni-directional wheels*. Robot *three omni-directional wheels* sebagai pembelajaran sistem pemetaan robot masih terbatas tingkat akurasinya pada jarak tertentu, semakin panjang jarak semakin besar *error* yang akan didapatkan.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja dan tingkat kelayakan robot *three omni-directional wheels* sebagai pembelajaran sistem navigasi robot. Penilaian unjuk kerja robot *three omni-directional wheels* sebagai pembelajaran sistem pemetaan robot menggunakan uji *black box*. Penilaian tingkat kelayakan media pembelajaran menggunakan instrumen angket, yang diujikan kepada ahli media, ahli materi, dan pengguna. Instrumen untuk ahli media terdiri dari aspek isi dan tujuan, aspek pembelajaran, dan aspek teknis.

Instrumen untuk ahli materi terdiri dari aspek desain pembelajaran, dan aspek pembelajaran. Instrumen untuk uji pengguna terdiri dari aspek kualitas isi dan tujuan, aspek pembelajaran dan aspek teknis.

Unjuk kerja robot *three omni-directional wheels* sebagai pembelajaran sistem pemetaan robot yaitu robot dapat bergerak sesuai dengan arah pergerakan yang diperintahkan melalui menu pada LCD karakter dan dapat menuju koordinat posisi dengan jarak terjauh paling akurat 5 meter. Setalah saklar *power ON* robot akan menampilkan menu 1 yaitu untuk menguji nilai pembacaan data *rotary encoder* setiap roda. Tombol “MENU” digunakan untuk berpindah ke menu berikutnya, yaitu menu 2. Selanjutnya pada menu 2 robot diuji untuk bergerak menuju arah sudut yang diperintahkan tanpa merubah orientasi *headingnya* sejauh 150cm. Pengujian ini robot berhasil menuju arah sudut yang diperintahkan dengan rata – rata persentase *error* sebesar 1,37% dengan kecepatan 100 RPM. Pada menu pengujian terakhir yaitu robot dapat bergerak menuju titik koordinat posisi yang diperintahkan dalam X, Y, *theta (heading)*. Robot berhasil mencapai titik terjauh 4,5 meter dengan rata-rata persentase *error* menuju sumbu X sebesar 3,89%, sumbu Y sebesar 1,69%, dan *heading* sebesar 1,5%. Sedangkan hasil dari unjuk kerja robot *three omni- directional wheels* dengan *black box testing* yang diuji cobakan kepada tiga orang responden dapat dikategorikan “**sangat baik**”, karena masing-masing aspek berfungsi sesuai skenario yang diharapkan dengan persentase total sebesar 100%.

Berdasarkan analisis data, tingkat kelayakan ditinjau dari ahli media yaitu penilaian aspek isi dan tujuan dari dua ahli media mendapatkan nilai rata-rata 23

dari nilai skor maksimal 24 dan skor minimal 6, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 95,83%. Aspek pembelajaran dari dua ahli media mendapatkan nilai rata-rata 42 dari nilai skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 95,45%. Aspek teknis memperoleh nilai rata-rata 42,5 dari nilai skor maksimal 48 dan skor minimal 12, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 88,54%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli media adalah 107,5 dari nilai maksimal 116 dan nilai minimal 29, yang berarti masuk dalam kategori **“sangat layak”** dengan persentase 92,67%.

Ditinjau dari ahli materi, untuk penilaian aspek desain pembelajaran dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 50 dari nilai skor maksimal 56 dan skor minimal 14, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 89,28%. Aspek pembelajaran dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 29 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90,62%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli materi adalah 79 dari nilai maksimal 88 dan nilai minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori **“sangat layak”** dengan persentase 89,77%.

Ditinjau dari segi pengguna, penilaian aspek isi dan tujuan mendapatkan nilai rata-rata 32,68 dari nilai skor maksimal 36 dan skor minimal 9, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90,77%. Aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 38,75 dari nilai skor maksimal 44 dan

skor minimal 11, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 88,06%. Aspek teknis memperoleh nilai rata-rata 29,5 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 92,18%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total 101 dari nilai maksimal 112 dan nilai minimal 28, yang berarti masuk dalam kategori **“sangat layak”** dengan persentase 90,17%.