

PENGEMBANGAN SISTEM NAVIGASI ROBOT DENGAN THREE OMNI-DIRECTIONAL WHEELS SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH ROBOTIKA

DEVELOPMENT OF ROBOT NAVIGATION SYSTEM WITH THREE OMNI-DIRECTIONAL WHEELS AS A LEARNING MEDIA

Oleh: Lutfi Nur Indrawan, Herlambang Sigit Pramono
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
lutfi.indrawan08@gmail.com, herlambang@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Unjuk kerja robot *three omni directional wheels* sebagai pembelajaran sistem navigasi robot pada mata kuliah robotika, (2) Tingkat kelayakan robot *three omni directional wheels* sebagai pembelajaran sistem navigasi robot pada mata kuliah robotika. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan ADDIE. Hasil penelitian diketahui bahwa: (1) Unjuk kerja robot *three omni directional wheels* secara fungsional menu dan perangkat yang digunakan didapatkan hasil 100%, dikategorikan “**sangat baik**”. Robot dapat berputar sesuai perintah dengan persentase *error* rata – rata 0,6% pada kecepatan putar 35 RPM. Robot diuji untuk bergerak menuju arah sudut yang diperintahkan tanpa merubah orientasinya (*heading*) sejauh 150cm didapatkan persentase *error* rata – rata sebesar 1,37% pada kecepatan 80 RPM. Robot bergerak menuju titik koordinat posisi yang diperintahkan dalam X, Y, *theta* (*heading*), mencapai titik terjauh 4,5 meter dengan persentase *error* rata – rata menuju sumbu X 3,89%, sumbu Y 1,69%, dan *heading* 1,5%. (2) Tingkat kelayakan ahli media diperoleh skor persentase 94,83%, termasuk kategori “**sangat tinggi**”. Tingkat kelayakan dari ahli materi yaitu diperoleh skor persentase 77,84%, termasuk dalam kategori “**sangat tinggi**”. Ditinjau dari penilaian pengguna diperoleh skor persentase 84,71%, yang berarti masuk dalam kategori “**sangat tinggi**”.

Kata kunci: media pembelajaran, *three omni directional wheels*, sistem navigasi robot

Abstract

This research aims to determine: (1) The performance of three omni directional wheels robot as a learning media of robot navigation system in robotics course, (2) The feasibility level of three omni-directional wheels robot as a learning media of robot navigation system in robotics course. This research was a Research and Development (R & D) with ADDIE development model. The results of the research are known: (1) Three omni directional wheels robot functional demonstration of menu and device used is 100% result, categorized as "excellent". The robot can rotate according to command with an average error percentage of 0.6% at a spin speed of 35 RPM. Robot tested to move towards the ordered corner without changing the orientation (heading) as far as 150cm obtained an average error percentage of 1.37% at a speed of 80 RPM. The robot moves toward the coordinate point of the position ordered in X, Y, theta (heading), reaches the furthest point of 4.5 meters with the average error percentage toward the X axis of 3.89%, Y axis of 1.69% and heading of 1, 5%. (2) Feasibility level of media expert obtained by percentage score 94.83%, including "very high" category. Feasibility level of the material experts obtained a percentage score of 77.84%, included in the category of "very high". Judging from the user rating obtained a percentage score of 84.71%, which means entry in the category of "very high".

Keywords: learning media, *three omni directional wheels*, robot navigation system

PENDAHULUAN

Mutu pendidikan pada tingkat perguruan tinggi masih dikatakan rendah. Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Menristekdikti), M. Nassir (2016) menyatakan bahwa dari 500 perguruan tinggi terbaik di dunia, hanya 2 perguruan tinggi nasional yang masuk. Hal ini menunjukkan bahwa mutu pendidikan tinggi perlu ditingkatkan agar menghasilkan lulusan yang dapat bersaing di dunia kerja.

Kualitas lulusan dari pendidikan tinggi masih rendah. Hal ini sesuai yang disampaikan Kemenaker melalui staffnya, R. Irianto Simbolon (2016) bahwa 6,5 juta penduduk di Indonesia belum memiliki pekerjaan, 10% diantaranya adalah sarjana. Salah satu penyebabnya dikarenakan lulusan tidak memiliki keahlian sesuai dengan bidangnya. Saat ini yang dibutuhkan tidak hanya pengetahuan secara teori semata, melainkan keahlian praktik. Perguruan tinggi dapat dijadikan sarana pembinaan kepada mahasiswa agar setelah lulus tidak hanya berorientasi untuk mencari pekerjaan saja dan dapat membuka lapangan kerja baru dengan berwirausaha, sesuai tujuan pendidikan tinggi yang telah diatur.

Robotika sebagai salah satu bidang teknologi yang perkembangannya sangat cepat, namun masih minim tenaga pengajar yang kompeten. Menurut Bambang Rusli (2016), penerapan teknologi robot di bidang pendidikan sudah cukup besar, namun tenaga pengajar dan infrastruktur pendidikan di Indonesia belum siap. Pemerintah diharapkan lebih memberi apresiasi dan perhatian kepada pelaku di bidang robotika supaya meningkatkan kreativitasnya. Calon tenaga pengajar perlu diberi pendidikan yang sesuai dengan perkembangan robotika saat ini agar dapat diajarkan kembali melalui instansi sekolah, perguruan tinggi, atau instruktur di sebuah perusahaan.

Universitas Negeri Yogyakarta melalui Jurusan Pendidikan Teknik Elektro menjadi salah satu instansi yang menghasilkan tenaga pengajar berkompetensi di bidang Mekatronika. Mekatronika merupakan ilmu pengetahuan bidang keteknikan yang mempelajari pengolahan sistem otomasi dan robotika. Lulusan dari Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika adalah tenaga pengajar untuk tingkat pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang meliputi bidang pengetahuan pembuatan mekanik, elektronik, dan sistem kendali untuk keperluan industri.

Salah satu mata kuliah yang mendukung dalam mempelajari teknik mekatronika yaitu robotika. Mata kuliah robotika mempelajari tentang perkembangan robot saat ini dan pembuatan robot. Jenis robot yang dipelajari meliputi robot manipulator (robot yang menyerupai pekerjaan yang dilakukan manusia) hingga robot yang berbentuk manusia (humanoid). Melalui mata kuliah ini diharapkan mahasiswa dapat mengenal dan memahami prinsip pembuatan sebuah robot. Kompetensi tersebut merupakan bekal bagi mahasiswa pendidikan teknik mekatronika yang nantinya akan diajarkan kepada peserta didik tingkat menengah ataupun sebagai instruktur di perusahaan bidang mekatronika dan otomasi. Undang-undang Guru dan Dosen Pasal 8 ayat 1 menjelaskan bahwa “Guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani, dan rohani serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan nasional”. Melalui undang-undang tersebut dijelaskan bahwa lulusan pendidikan teknik mekatronika harus memiliki hasil belajar yang baik pada mata kuliah robotika, karena mencakup materi-materi terapan dari mata kuliah semester sebelumnya. Kompetensi tenaga pengajar di bidang keteknikan tidak hanya mahir secara teori saja, akan tetapi perlu didukung dengan kecakapan praktik dalam penggunaan media pembelajaran yang tersedia.

Media pembelajaran yang digunakan pada mata kuliah robotika belum sesuai dengan kebutuhan di industri. Hasil wawancara dengan mahasiswa angkatan yang telah mengambil mata kuliah robotika, media pembelajaran yang digunakan berupa kit robot dasar dan bersifat bongkar pasang, seperti lego dan arduino. Mesriah Ria (2016) menyampaikan bahwa di industri saat ini banyak memanfaatkan *mobile robot*, yaitu robot yang mampu berpindah-pindah posisi dari tempat satu ke tempat yang lain sesuai dengan fungsinya. Oleh karena itu, perlu adanya media pembelajaran berupa *mobile robot* yang sudah jadi dan merupakan replika dari robot berstandar industri agar menambah wawasan dari peserta didik. Hal ini akan merangsang kreativitas dari peserta didik untuk lebih mengembangkan penerapan dari *mobile robot* di industri.

Mobile robot dengan memanfaatkan roda jenis *omni-directional* belum diajarkan di mata kuliah robotika. Ajang Rahmat (2014) menyatakan bahwa manfaat robot yang menggunakan roda *omni-directional* sangat banyak, antara lain adalah efisiensi gerakan, karena robot dapat bergerak ke segala arah

untuk mencapai titik posisi yang diinginkan. Hasil wawancara dengan mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah robotika menunjukkan bahwa salah satu tugas yang dijadikan penentu kelulusan adalah pembuatan *mobile robot*, yaitu robot *line follower*. *Line follower* merupakan salah satu *mobile robot* yang bergerak mengikuti garis dan masih menggunakan roda biasa (hanya memiliki 2 *Degree of Freedom*). *Mobile robot* dengan menggunakan roda 2 DOF memerlukan pergerakan yang kompleks untuk melakukan perubahan arah orientasi dan posisi dalam waktu yang bersamaan. Pengetahuan tentang *mobile robot* yang menggunakan roda *omni-directional* diperlukan agar peserta didik memiliki kreativitas dalam pengembangan navigasi robot.

Pemanfaatan *omni-directional wheel* pada pengembangan navigasi robot tidak cukup 1 atau 2 buah roda agar dihasilkan gerakan ke segala arah. Jumlah minimal *omni-directional wheel* yang digunakan adalah 3 buah dan tersusun dengan beda sudut yang sama yaitu 120° sehingga dapat disebut dengan istilah *three omni-directional wheels robot*. Hal ini sesuai dengan analisis kinematika dari susunan roda tersebut agar setiap roda dapat saling mengimbangi saat bergerak ke segala arah tanpa mengubah arah orientasi/hadapnya.

Analisis kinematika *three omni directional wheels robot* merepresentasikan setiap gaya roda dalam kecepatan dengan satuan waktu tertentu. Pengendalian kecepatan roda perlu dilakukan agar dihasilkan kecepatan roda yang stabil saat robot bergerak. Pengendalian ini menggunakan perangkat sensor sebagai penghitung putaran roda dalam satuan waktu tertentu. Rotary encoder merupakan perangkat yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan tersebut

Penerapan rotary encoder untuk pengendalian kecepatan roda belum diterapkan pada mata kuliah robotika. Penerapan yang sederhana dari rotary encoder antara lain, untuk mengukur jarak titik satu ke titik lain dan mengukur kecepatan motor. Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah robotika menyatakan bahwa kebanyakan mahasiswa memilih membuat robot *line follower* sebagai tugas akhir mata kuliah robotika karena banyak rangkaian dan program yang sudah tersedia di internet. Dalam pembuatan robot *line follower* tidak harus menggunakan rotary encoder. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penguasaan peserta didik tentang rotary encoder masih kurang. Penerapan

rotary encoder perlu dilakukan agar tugas akhir dari peserta didik dapat lebih berkembang.

Mengacu pada berbagai faktor di atas, pengembangan sistem navigasi robot dengan *three omni-directional wheels* diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru yang sesuai dengan perkembangan saat ini di bidang robotika pada mata kuliah robotika. Penelitian ini akan mengarah pada pengembangan sistem navigasi robot dengan *three omni-directional wheels* sebagai pendeteksi koordinat posisi. Diharapkan dengan media ini, pengetahuan dan kreativitas mahasiswa pada mata kuliah robotika meningkat.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)*. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa robot *three omni directional wheels* sebagai pembelajaran sistem navigasi pada mata kuliah robotika. Media pembelajaran dibangun menggunakan model pengembangan, ADDIE menurut Robert Maribe Branch.

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengembangan robot dengan *three omni directional wheels* dilakukan di salah satu laboratorium Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Uji coba dan pengambilan data dilakukan Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY dengan alokasi waktu dari bulan Februari 2018 sampai bulan April 2018.

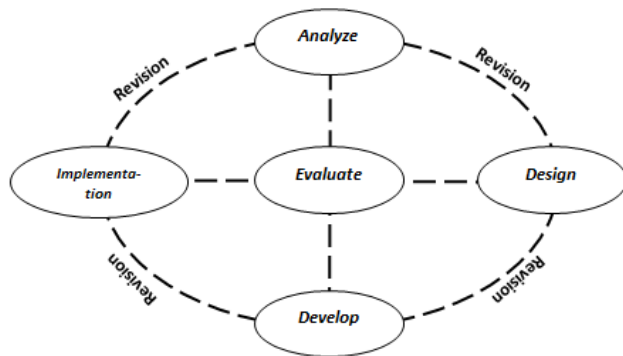
Target/Subjek Penelitian

Subyek penelitian adalah mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dengan jumlah sebanyak 16 mahasiswa.

Prosedur

Prosedur yang digunakan dalam pengembangan media pembelajaran diadaptasi dari model pengembangan ADDIE menurut Branch (2009:2). Tahap-tahap dalam model pengembangan ADDIE saling terikat satu sama lain ditunjukkan pada Gambar 1. Tahap-tahap tersebut meliputi: (1) *Analyze* (analisis), (2) *Design* (perancangan), (3) *Develop*

(pengembangan), (4) *Implementation* (implementasi), dan (5) *Evaluate* (evaluasi).



Gambar 1. Diagram Pengembangan
(Sumber: Branch: 2009, 2)

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menghasilkan data kuantitatif melalui prosedur pengumpulan data antara lain: (1) Observasi (pengamatan) langsung ke tempat dimana penelitian akan dilaksanakan, (2) Wawancara dengan mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah robotika, (3) Angket dan pengambilan data akurasi unjuk kerja, ahli materi, ahli media, dan pengguna. Instrumen yang digunakan berupa angket. Angket penilaian tingkat kelayakan oleh ahli media, materi, dan penilaian pengguna menggunakan skala *likert* 4 pilihan.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari responden diolah dan dianalisis secara statistik deskriptif kuantitatif. Analisis data dibagi menjadi dua, yaitu *blackbox testing* dan *alpha testing*. Data kuantitatif unjuk kerja dengan instrumen *blackbox testing* diubah menjadi empat kategori yaitu sangat baik, baik, kurang baik, dan tidak baik. Data kuantitatif instrumen kelayakan dan instrumen penilaian pengguna diubah menjadi empat kategori tingkat kelayakan yaitu sangat tinggi, tinggi, kurang layak, dan tidak layak. Perhitungan kriteria diadopsi dari Prof. Djamari Mardapi (2017:146) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Kelayakan

Interval Skor	Kategori
$X \geq M_i + 1. SD_i$	Sangat tinggi
$M_i + 1. SD_i > X \geq M_i$	Tinggi
$M_i > X \geq M_i - 1. SD_i$	Rendah
$X < M_i - 1. SD_i$	Sangat rendah

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Produk media pembelajaran robot *three omni-directional wheels* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Produk Media Pembelajaran *Three Omni Directional Wheels Robot*

Unjuk Kerja Media

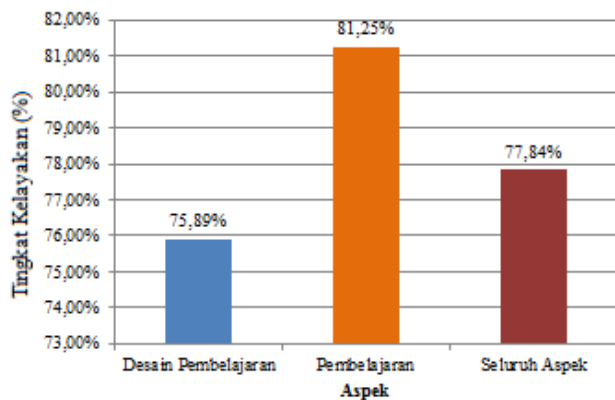
Blackbox testing dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari media pembelajaran robot *three omni directional wheels* yang telah dikembangkan. Penilaian unjuk kerja dilakukan dengan menggunakan angket sebanyak 22 butir yang diuji cobakan kepada tiga orang responden. Pengujian meliputi fungsional komponen dan pengoperasian menu. Pengujian menunjukkan 100% fungsional robot bekerja dengan baik

Ahli Materi

Kelayakan media pembelajaran (*alpha testing*) oleh ahli materi dilakukan menggunakan angket sebanyak 22 butir dengan rentang skor perbutir 1 – 4. Aspek penilaian terhadap ahli materi meliputi aspek desain pembelajaran dan pembelajaran. Hasil penilaian setiap butir angket dari ahli materi ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil tersebut direpresentasikan dalam persentase pada Gambar 3.

Tabel 2. Skor Penilaian Ahli Materi

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



Gambar 3. Kriteria Penilaian Kelayakan Ahli Materi

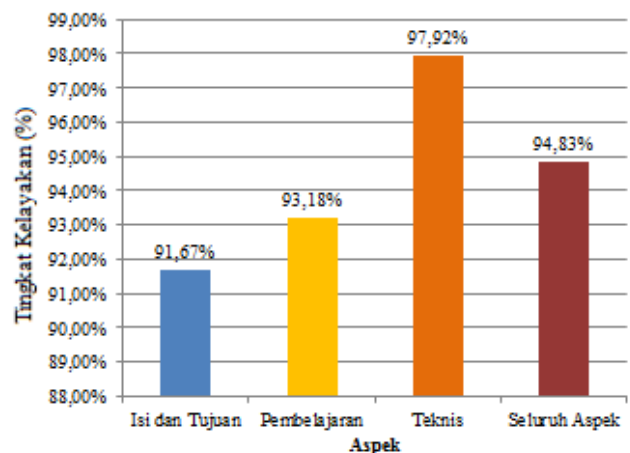
Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Gambar 3, untuk penilaian aspek desain pembelajaran dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 42,50 dari nilai skor maksimal 56 dan skor minimal 14, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 75,89%. Aspek pembelajaran dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 26 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 81,25%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli materi adalah 68,5 dari nilai maksimal 88 dan nilai minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 77,84%

Ahli Media

Kelayakan media pembelajaran oleh ahli media dilakukan dengan menggunakan angket sebanyak 29 butir dengan skala likert 4 pilihan. Aspek penilaian terhadap ahli media meliputi aspek isi dan tujuan, pembelajaran, dan teknis. Hasil penilaian dari ahli media ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor Penilaian Ahli Media

No	Aspek Penilaian	No. Butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Isi dan Tujuan	1	4	4
		2	4	4
		3	3	4
		4	4	4
		5	3	4
		6	3	4
2.	Pembelajaran	7	4	4
		8	4	4
		9	4	4
		10	4	4
		11	3	3
		12	3	4
		13	4	4
		14	3	4
		15	3	4
		16	4	4
		17	3	4
3.	Teknis	18	4	3
		19	4	4
		20	4	4
		21	4	4
		22	4	4
		23	4	4
		24	4	4
		25	4	4
		26	4	4
		27	3	4
		28	3	4
		29	4	4



Gambar 4. Kriteria Penilaian Kelayakan Ahli Media

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Gambar 4, penilaian ahli media aspek isi dan tujuan mendapatkan nilai rata-rata 22,00 dari nilai skor maksimal 24 dan skor minimal 6, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi”

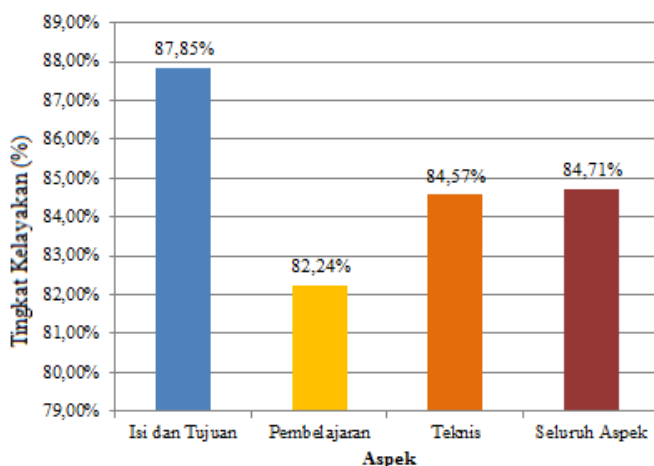
dengan persentase 91,67%. Aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 41,00 dari nilai skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 93,18%. Aspek teknis memperoleh nilai rata-rata 47,00 dari nilai skor maksimal 48 dan skor minimal 12, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 97,92%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total 110,00 dari nilai maksimal 116 dan nilai minimal 29, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 94,83%.

Penilaian Pengguna

Penilaian oleh pengguna menggunakan angket sebanyak 28 butir yang terdiri dari aspek isi dan tujuan sebanyak 9 butir, aspek pembelajaran sebanyak 11 butir, dan aspek teknis 8 butir. Hasil penilaian dari pengguna pada setiap butir ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Penilaian oleh Pengguna

No	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Min	Nilai Rerata Skor
1.	Isi dan Tujuan	36	9	31,63
2.	Pembelajaran	44	11	36,19
3.	Teknis	32	8	27,06
Total		112	28	94,88



Gambar 5. Tingkat Kelayakan Dari Penilaian Pengguna

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Gambar 5, penilaian pengguna dari aspek isi dan tujuan mendapatkan nilai rata-rata 31,63 dari nilai skor maksimal 36 dan skor minimal 9, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 87,85%. Aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 36,19 dari

nilai skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 82,24%. Aspek teknis memperoleh nilai rata-rata 27,06 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 84,57%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total 94,88 dari nilai maksimal 112 dan nilai minimal 28, yang berarti masuk dalam kategori tingkat kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 84,71%.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pertama, unjuk kerja robot *three omni directional wheels* sebagai pembelajaran sistem navigasi secara fungsional menu dan perangkat yang digunakan didapatkan hasil 100% berfungsi dengan baik. Pengujian selanjutnya robot dapat berputar sesuai perintah dengan besarnya persentase *error* rata – rata 0,6% dengan kecepatan putar 35 RPM. Robot diuji untuk bergerak menuju arah sudut yang diperintahkan tanpa merubah orientasinya (*heading*) sejauh 150cm didapatkan rata – rata persentase *error* sebesar 1,37% dengan kecepatan 80 RPM. Pengujian terakhir yaitu robot 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%.

Kedua, tingkat kelayakan ditinjau dari ahli media yaitu diperoleh skor rerata total 110 dari nilai maksimal 116 dan nilai minimal 29, yang berarti masuk dalam kategori kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 94,26%. Tingkat kelayakan ditinjau dari ahli materi yaitu diperoleh skor rerata total uji kelayakan 68,5 dari nilai maksimal 88 dan nilai minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 77,84%. Ditinjau dari penilaian pengguna diperoleh skor rerata total 94,88 dari nilai maksimal 112 dan nilai minimal 28, yang berarti masuk dalam kategori kelayakan “sangat tinggi” dengan persentase 84,71%.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka saran yang diberikan untuk penelitian berikutnya terkait dengan robot *three omni directional wheels* sebagai media pembelajaran pengembangan sistem navigasi, yaitu: (1) Perlu dilakukan pengembangan dengan penelitian eksperimen untuk mendapatkan efektivitas media pembelajaran dibandingkan media pembelajaran yang lain. (2) Perlu pengembangan mengenai sistem kendali yang digunakan pada robot untuk menghasilkan respon kecepatan motor yang lebih cepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Rusli (2016). *Perkembangan Robot Di Indonesia*. Diakses dari <http://kelasofah.ilearning.me/2016/04/10/perkembangan-robot-di-indonesia-vs-negara-maju/> pada 8 Januari 2016, jam 07.00 WIB.

Branch, Robert. (2009). *Instructional Design : The ADDIE Approach*. New York:Springer.

Irianto Simbolon (2016). *Angka Pengangguran Lulusan Perguruan Tinggi Meningkat*. Diakses dari <http://www.koransindo.com/news.php?r=5&n=74&date=2016-11-10> pada tanggal 7 Januari 2017, jam 10.00 WIB.

Mardapi, (2017). *Pengukuran Penilaian dan Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Parama Publishing

Mesriah Ria. (2016). *Jenis – Jenis Robot*. Diakses dari <http://www.matadunia.id/2016/04/jenis-jenis-atau-macam-macam-robot.html> pada 12 Januari, jam 10.00 WIB.

Mohamad Nassir. (2016). *Mutu Masih Rendah, Perguruan Tinggi Indonesia Sulit Bersaing*. Diakses dari <http://www.majalahperwira.com/berita/2016/12/01/249/mutu-masih-rendah-perguruan-tinggi-indonesia-sulit-bersaing> pada 6 Januari 2017, jam 07.00 WIB.

UU tentang Guru dan Dosen Pasal 8 ayat 1