

## **PENGEMBANGAN *AUTONOMOUS MOBILE ROBOT* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN SENSOR GAS DAN LOGAM UNTUK MATA KULIAH PRAKTIK SENSOR DAN TRANSDUSER**

### **DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS MOBILE ROBOT FOR A LEARNING MEDIA OF GAS AND METAL SENSORS FOR COURSES OF SENSORS AND TRANSDUCERS PRACTICE**

Oleh: Angga Restu Reffanda, Herlambang Sigit Pramono, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, [anggarestu777@gmail.com](mailto:anggarestu777@gmail.com), [herlambangpramono@yahoo.com](mailto:herlambangpramono@yahoo.com)

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengembangan, unjuk dan tingkat kelayakan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser. Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate*) menurut Robert Maribe Branch. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Hasil dari penelitian diperoleh: (1) unjuk kerja *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas logam yaitu nilai data sensor gas pada saat kondisi udara normal < 25 ppm, terdapat kandungan gas tertentu di atas 25 ppm dengan jarak deteksi maksimal 12 cm. Jarak deteksi oleh sensor logam yaitu besi maksimal 13 mm, *stainless* maksimal 20 mm, aluminium maksimal 10 mm, tembaga maksimal 5 mm, dan kuningan maksimal 7 mm. Jarak komunikasi GUI dan robot maksimal 145 m. (2) tingkat kelayakan dari segi media termasuk dalam kategori sangat layak dengan skor rerata adalah 81, sedangkan dari segi materi masuk dalam kategori sangat layak dengan skor rerata adalah 65.5. Dari segi pengguna termasuk dalam kategori sangat layak dengan skor rerata 59,6.

**Kata kunci:** media pembelajaran, *autonomous mobile robot*, sensor gas, sensor logam.

#### **Abstract**

*The purpose of this study to find out the development, performance, and the feasibility level of autonomous mobile robot for a learning media of gas and metal sensors for courses of sensors and transducers practice. This study uses metode of ADDIE (Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate) model according to Robert Maribe Branch. The subjects are students of Mechatronics Engineering Education, Faculty of Engineering, Yogyakarta State University. The results of this study are: (1) performance of autonomous mobile robot for a learning media of gas and metal sensor which gas sensor data value at normal air condition is smaller than 25 ppm, whereas if there is a certain gas content above 25 ppm which detected by the maximum sensor at a distance of 12 cm. The maximum detection distance of iron by metal sensor is 13 mm, stainless at 20 mm, aluminum at 10 mm, copper at 5 mm, and brass at 7 mm. Distance of GUI communication and robot maximum at 145 m. (2) The feasibility level learning media by media expert in the category of very feasible with the averages score of 81, while by material expert in the category of very feasible with the averages score of 65.5. From the user assesment can be obtained with the averages score of 59.6 which means entering in very feasible category.*

**Keywords:** *learning media, autonomous mobile robot, gas sensor, metal sensor.*

## PENDAHULUAN

Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi menyebutkan bahwa, pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Proses pembelajaran yang efektif dapat meningkatkan tingkat pemahaman peserta didik mengenai suatu mata pelajaran yang ditempuh.

Perkembangan teknologi saat ini sangat pesat, berbagai ide kreativitas muncul demi menciptakan sesuatu hal yang dapat bernilai lebih. Hampir semua aspek dalam kehidupan saat ini menggunakan teknologi, salah satu adalah pendidikan. Pendidikan dan teknologi memiliki hubungan yang sangat erat. Teknologi mempunyai peran penting dalam meningkatkan proses kegiatan pembelajaran yang lebih modern dan interaktif. Penggunaan teknologi di bidang pendidikan salah satunya dapat diterapkan di perguruan tinggi. UU No. 12 Tahun 2012 pasal 59 ayat 1 tentang Pendidikan Tinggi, menyatakan bahwa perguruan tinggi dapat berbentuk akademi, politeknik, sekolah tinggi, institut atau universitas. Masing-masing bentuk perguruan tinggi tersebut memiliki tujuan yang sama yaitu menciptakan lulusan yang unggul dan dapat bersaing untuk memperoleh kesuksesan.

Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) merupakan perguruan tinggi berbentuk universitas yang memiliki 7 fakultas terdiri dari berbagai macam

jurusan dan prodi yang mencetak lulusan tenaga kerja kependidikan maupun nonkependidikan. Pendidikan Teknik Mekatronika merupakan salah satu program studi yang ada di UNY khususnya fakultas teknik. Mekatronika mengarah pada teknologi kendali numerik yaitu teknologi mengendalikan mekanisme menggunakan aktuator untuk mencapai tujuan tertentu dengan memonitor informasi kondisi gerak mesin menggunakan sensor, dan memadukan informasi tersebut ke dalam mikroprosesor (Lusiana, 2011). Mekatronika sendiri merupakan ilmu pengetahuan bidang keteknikan yang mempelajari teknik pengolahan sistem otomasi dan robotika. Lulusan dari program studi ini adalah menjadi tenaga pengajar bidang mekatronika ataupun bekerja di industri yang terkait.

Salah satu mata kuliah yang dipelajari prodi pendidikan Teknik Mekatronika adalah sensor dan transduser. Mata kuliah ini mempelajari dasar-dasar definisi sensor dan transduser, macam-macam sensor, dan cara kerja sensor. Penggunaan sensor dalam bidang mekatronika sangatlah bermacam-macam tergantung tujuan yang ingin dicapai pada suatu alat otomasi. Oleh karena itu mata kuliah sensor dan transduser ini dapat sebagai bekal bagi mahasiswa mekatronika untuk memulai berinovasi dalam hal otomasi. Berdasarkan pengalaman serta wawancara yang dilakukan, media pembelajaran mata kuliah sensor dan transduser masih perlu untuk ditingkatkan, bahkan ada trainer sensor yang beberapa sensor yang terpasang tidak bisa digunakan. Mahasiswa menggunakan media pembelajaran sensor dan transduser yang sudah ada, cenderung mudah jenuh, padahal mata kuliah ini merupakan dasar

pengetahuan di bidang mekatronika yang harus dikuasai. Oleh karena itu, media pembelajaran sensor dan transduser perlu dikembangkan menjadi lebih menarik agar mahasiswa yang menggunakan lebih tertarik dan mudah menguasai materi.

Media pembelajaran sensor dan transduser bertujuan untuk membantu peserta didik memahami konsep tentang sensor yang digunakan. Beberapa media pembelajaran sensor yang belum tersedia adalah media sensor gas dan logam, sedangkan untuk saat ini teknologi sensor gas dan logam banyak ditemui di kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh penggunaan sensor gas di gedung modern bertingkat untuk mendeteksi asap bertujuan meminimalisir dampak kebakaran maupun sensor logam yang sering ditemui adalah metal detector. Perlunya pengembangan media sensor gas dan logam berbasis *Graphic User Interface* (GUI) untuk membuat tampilan media pembelajaran lebih menarik dan memudahkan pengguna untuk memahami penggunaan sensor. GUI sendiri berfungsi sebagai jembatan bagi pengguna untuk berinteraksi dan memperoleh informasi yang terkait.

Menanggapi permasalahan tersebut peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian mengenai pengembangan media pembelajaran yang dikemas lebih menarik dan sebagai pengembangan dari pengaplikasian sensor, yaitu pengembangan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser.

Rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah (1) bagaimana pengembangan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik

sensor dan transduser? (2) bagaimana unjuk kerja *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser? (3) bagaimana tingkat kelayakan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser ditinjau dari ahli media, ahli materi, dan pengguna?. Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengetahui pengembangan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser, (2) mengetahui unjuk kerja *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser, (3) mengetahui tingkat kelayakan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser ditinjau dari ahli media, ahli materi, dan pengguna.

Arsyad (2011: 2-6), menyatakan bahwa media pembelajaran adalah bagian yang tidak terpisahkan dari proses belajar mengajar yang digunakan untuk menyampaikan pesan informasi pembelajaran demi tercapainya tujuan pembelajaran yang memiliki ciri fisik atau dikenal sebagai perangkat keras (*hardware*).

Sensor gas adalah salah satu jenis sensor yang dapat mendeteksi macam-macam gas sesuai dengan spesifikasinya. Menurut Liu dkk (2012), aplikasi sensor gas banyak digunakan sebagai sistem cerdas baik di industri maupun akademisi. Contoh aplikasi sensor gas di berbagai bidang: (1) produksi industri (deteksi metana di tambang), (2) industri otomotif (deteksi gas yang mencemari kendaraan),

(3) aplikasi medis (hidung elektronik yang mensimulasikan sistem penciuman manusia), (4) pengawasan kualitas udara dalam ruangan (deteksi karbon monoksida), (5) studi lingkungan (Pemantauan gas rumah kaca). Prinsip sensor gas dalam mendeteksi macam-macam gas di udara sekitar pun dapat diklarifikasi berdasarkan variasi sifat listiknya.

Sensor logam merupakan salah satu sensor yang dapat mendeteksi keberadaan logam dengan sistem kerja seperti switch yang disebabkan oleh arus magnetik dari objek logam atau disebut juga induktansi. Induktansi merupakan suatu keadaan dimana terjadi suatu fluktuasi arus listrik yang mengalir pada sebuah bahan magnetik menginduksi *electromotiveforce* (emf) dari sebuah objek/ target berupa metal/logam. Sensor *Proximity* Induktif terdiri dari sebuah osilator, inti ferit dengan koil, rangkaian detektor, rangkaian keluaran, housing, dan kabel atau konektor (Naik, 2016).

Nurmaini & Zurkasih (2009) menyatakan, agar dapat bernavigasi secara *autonomous*, sebuah *mobile robot* tentunya harus mampu mengenali keadaan lingkungan di mana robot tersebut beroperasi. Salah satunya kemampuan untuk mendeteksi beberapa objek-objek statis maupun dinamis. Untuk itu *mobile robot* dapat dilengkapi dengan sensor-sensor pendukung. *Autonomous mobile robot* dapat berpindah posisi yang dikendalikan oleh sistem navigasi jarak jauh. *Graphical User Interface* (GUI) dapat mempermudah pengoperasian navigasi sebuah *mobile robot*.

Mata kuliah praktik sensor dan transduser merupakan salah satu mata kuliah praktik yang ada di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika. Tujuan

utama dari mata kuliah ini adalah mahasiswa diharapkan mampu memahami dan menggunakan beberapa jenis sensor. Pengembangan media pembelajaran yang lebih aplikatif tentunya akan mempermudah dalam pemahaman materi sensor dan transduser. Oleh karena itu dibuatlah *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam yang terintegrasi dengan GUI. Pengembangan media pembelajaran yang ada diharapkan mampu memberikan pengetahuan serta pengalaman nyata kepada mahasiswa. Sehingga mereka akan mendapatkan bekal yang cukup mengenai materi sensor dan transduser sebagai dasar pengetahuan mekatronika yang dapat dikembangkan menjadi teknologi robotika kedepannya, maka dari itu diperlukanlah pengembangan media baik yang sudah ada maupun belum, supaya kompetensi yang diharapkan dapat tercapai.

## MODEL PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Pengembangan ini nantinya membangun sebuah *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam yang dilengkapi *jobsheet* untuk menunjang proses pembelajaran.

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan mulai pada bulan Desember 2017.

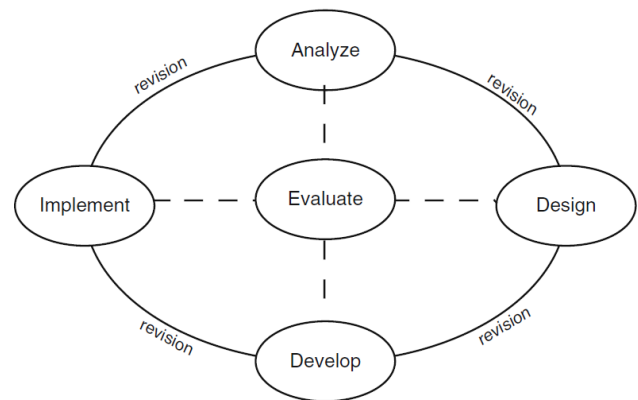
Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, serta

dosen sebagai ahli materi dan ahli media. Uji pengguna dilakukan pada 20 mahasiswa yang mengikuti mata kuliah sensor dan transduser. Ahli materi dan ahli media diambil dari dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, UNY yang menguasai bidang sensor dan transduser.

### Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi langkah-langkah penelitian dan pengembangan ADDIE oleh Robert Maribe Branch dengan berbagai penyesuaian. Adapun tahapan model pengembangan ADDIE yaitu: *analyze, design, develop, implement, dan evaluate*. Secara singkat berikut merupakan penjabaran tahapan-tahapan tersebut. Tahap *analyze* yaitu mengumpulkan informasi dengan melakukan observasi langsung dengan mengikuti pembelajaran sensor dan transduser di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan jenis media yang akan dikembangkan apakah sesuai atau tidak. Tahap *design* yaitu ((1) mengidentifikasi komponen elektronik yang digunakan dalam pembuatan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam, (2) merancang desain *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam, (3) merancang diagram blok *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam, (4) merancang kebutuhan software yang nantinya akan digunakan pada pembuatan *autonomous mobile robot* sebagai media sensor gas dan logam, (5) merancang urutan kerja *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam. Tahap *develop* yaitu, (1) membuat dan merakit

*autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam untuk mendukung pembelajaran praktik sensor dan transduser, (2) membuat program untuk *main controller* (Arduino Mega), (3) membuat program untuk GUI, (4) pengujian *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam, (5) membuat materi dan tugas-tugas dalam *jobsheet* yang dapat membuat peserta didik mencapai tujuan pembelajaran, (6) melakukan uji *blackbox*, melakukan uji kelayakan media dan materi kepada ahli media dan ahli materi, (7) melakukan perbaikan. Tahap *implement* yaitu, (1) menyiapkan pengajar, dan (2) menyiapkan peserta didik. Tahap *evaluate* yaitu melakukan evaluasi setelah melakukan tahapan uji validasi oleh ahli media dan materi, uji terbatas, dan uji pengguna.



Gambar 1. Model Pengembangan Media

### Instrumen Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini instrumen penelitian yang digunakan untuk melihat tingkat kelayakan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam yaitu instrumen non tes berupa kuesioner. Kuesioner ini menggunakan skala pengukuran *Likert* dengan empat pilihan jawaban: sangat

setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju.

Instrumen yang diberikan kepada ahli media meliputi aspek-aspek yang sesuai dengan elemen media yaitu: kemanfaatan media, perangkat media, kemudahan penggunaan. Instrumen yang diberikan kepada ahli materi meliputi aspek-aspek yang sesuai dengan elemen materi yaitu relevansi materi dengan tujuan pembelajaran, penyajian, dan bahasa. Instrumen untuk uji pengguna meliputi aspek kualitas isi dan tujuan, kualitas pembelajaran, dan penggunaan.

### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif. Data yang diperoleh dari kuesioner berupa data kuantitatif yang ditafsirkan menjadi nilai kualitatif.

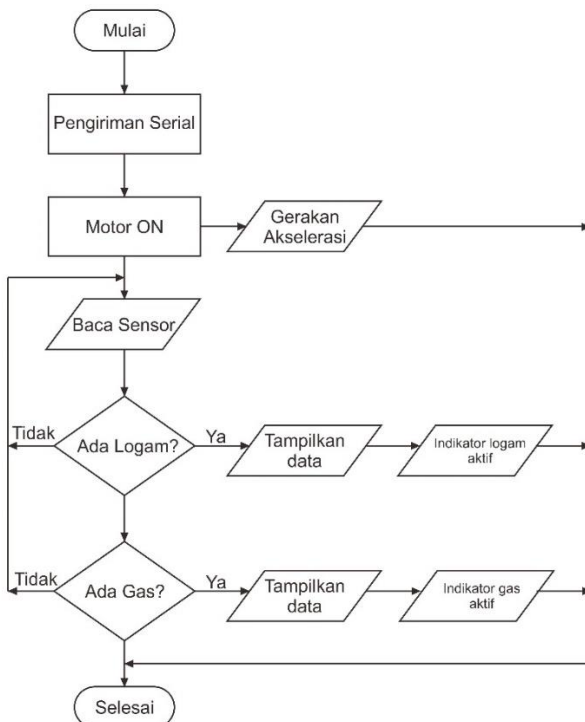
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Prosedur pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi langkah-langkah penelitian dan pengembangan ADDIE oleh Robert Maribe Branch dengan berbagai penyesuaian. Hasil dari proses analisis media pembelajaran yang ada belum dikembangkan ke teknologi yang lebih modern. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan jenis media yang akan dikembangkan apakah sesuai atau tidak. Hasil dari analisis yaitu media pembelajaran sensor gas dan logam. Hasil dari proses perancangan yaitu menentukan komponen yang digunakan dan membuat desain alat. Komponen yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. *Flowchart autonomous mobile robot* sebagai media

pembelajaran sensor gas dan logam pada Gambar 2.

Tabel 1. Komponen Media

No.	Nama Komponen	Jumlah	Keterangan
1.	<i>MQ-136 Gas Sensor</i>	1	Sensor gas
2.	<i>Inductive Proximity</i>	1	Sensor logam
3.	Arduino Mega	1	<i>Controller</i>
4.	Motor DC	2	Penggerak
5.	<i>Lipo Batery 3S 12 VDC</i>	1	Catudaya
6.	<i>Powerbank 11000 Mah 5VDC</i>	1	Catudaya.
7.	<i>Stepdown</i>	1	Penurun tegangan ke 7.2 VDC
8.	<i>XBEE</i>	2	Komunikasi Serial
9.	<i>Motor Driver</i>	1	Pengatur gerak motor DC
10.	Konektor	Sesuai kebutuhan	
11.	<i>Switch power</i>	2	Saklar ON/OFF 5V dan 12 VDC



Gambar 2. Flowchart *Autonomous mobile robot* sebagai Media Pembelajaran

Hasil dari proses pengembangan yaitu pembuatan dan perakitan media pembelajaran, pembuatan program arduino dengan menggunakan bantuan software Arduino IDE, pembuatan tampilan GUI menggunakan Visual Studio 2015 dengan bahasa pemrograman C# sebagai pusat kendali *autonomous mobile robot*, pengujian digunakan untuk mengetahui kinerja media pembelajaran telah sesuai dengan rancangan yang telah dibuat atau belum, pembuatan materi bahan ajar dan *jobsheet*, dan uji *blackbox*. Pengujian *blackbox* dilakukan sebelum uji validasi oleh *expert judgment*. Hasil dari uji *blackbox*, semua fungsi dapat bekerja sesuai dengan fungsi masing-masing. Hasil uji *blackbox* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Blackbox*.

No.	Keterangan	Fungsi	
		Ya	Tidak
1	Komunikasi port serial	√	
2	Pengiriman data serial sensor gas	√	
3	Pengiriman data serial sensor logam	√	
4	<i>Combo box</i> pemilih port serial	√	
5	Tombol <i>Connect</i> serial	√	
6	Tombol <i>Start</i>	√	
7	Tombol <i>Pause</i>	√	
8	Tombol <i>Reset</i>	√	
9	Data serial sensor gas	√	
10	Data serial sensor logam	√	
11	ADC pada sensor gas	√	
12	<i>Digital port</i> pada Arduino Mega	√	
13	<i>Analog port</i> pada Arduino Mega	√	
14	Kabel <i>serial usb port/Xbee</i>	√	
15	Deteksi gas	√	
16	Grafik sensor gas	√	
17	Deteksi objek logam	√	
18	Indikator sensor logam	√	
19	Tombol Navigasi robot	√	

Sebelum masuk tahap penerapan, terlebih dahulu dilakukan uji validasi media dan materi oleh 2 orang *expert judgment*. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah media pembelajaran yang dikembangkan layak atau tidak. Tahapan selanjutnya yaitu proses penerapan. Pada proses ini *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam diuji pada pengguna yaitu mahasiswa yang mengikuti perkuliahan sensor dan transduser. Mahasiswa mencoba media pembelajaran yang telah dikembangkan dan pada akhir perkuliahan mahasiswa diminta untuk mengisi kuesioner terkait dengan

*autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam.

Tabel 3. Jarak Komunikasi

No	Jarak(m)	Pengiriman Data	Respon berupa gerakan motor
1	10	ResponLancar	Motor berputar ketika tombol ditekan
2	20	ResponLancar	Motor berputar ketika tombol ditekan
3	40	ResponLancar	Motor berputar ketika tombol ditekan
4	80	ResponLancar	Motor berputar ketika tombol ditekan
5	90	ResponLancar	Motor berputar ketika tombol ditekan
6	100	ResponLancar	Motor berputar ketika tombol ditekan
7	130	ResponTerlambat	Motor berputar selang 2s ketika tombol ditekan
8	135	ResponTerlambat	Motor berputar selang 2.2s ketika tombol ditekan
9	140	ResponTerlambat	Motor berputar selang 3s ketika tombol ditekan
10	145	ResponTerlambat	Motor berputar selang 6s ketika tombol ditekan
11	150	TidakAda Respon	Motor tidak berputar, koneksi gagal

Tabel 4. Data Implementasi Sensor Gas

No	Jarak (cm)	Nilai (ppm)	Keterangan
1	2	84	Terdapat kandungan gas
2	4	73	Terdapat kandungan gas
3	6	70	Terdapat kandungan gas
4	8	44	Terdapat kandungan gas
5	10	34	Terdapat kandungan gas
6	12	27	Terdapat kandungan gas
7	14	25	Normal
8	16	25	Normal
9	18	25	Normal
10	20	25	Normal

Tabel 5. Data Implementasi Sensor Logam dengan Besi

No	Jarak Deteksi	Hasil
1	2 mm	Terdeteksi
2	4 mm	Terdeteksi
3	8 mm	Terdeteksi
4	10 mm	Terdeteksi
5	13 mm	Terdeteksi
6	14 mm	Tidak Terdeteksi

Tabel 6. Data Implementasi Sensor Logam dengan *Stainless*

No	Jarak Deteksi	Hasil
1	3 mm	Terdeteksi
2	6 mm	Terdeteksi
3	12 mm	Terdeteksi
4	17 mm	Terdeteksi
5	20 mm	Terdeteksi
6	21 mm	Tidak Terdeteksi

Tabel 7. Data Implementasi Sensor Logam dengan Aluminium

No	Jarak Deteksi	Hasil
1	2 mm	Terdeteksi
2	4 mm	Terdeteksi
3	6 mm	Terdeteksi
4	8 mm	Terdeteksi
5	10 mm	Terdeteksi
6	11 mm	Tidak Terdeteksi



Tabel 8. Data Implementasi Sensor Logam dengan Tembaga

No	Jarak Deteksi	Hasil
1	1 mm	Terdeteksi
2	2 mm	Terdeteksi
3	3 mm	Terdeteksi
4	4 mm	Terdeteksi
5	5 mm	Terdeteksi
6	6 mm	Tidak Terdeteksi

Tabel 9. Data Implementasi Sensor Logam dengan Kuningan

No	Jarak Deteksi	Hasil
1	3 mm	Terdeteksi
2	4 mm	Terdeteksi
3	5 mm	Terdeteksi
4	6 mm	Terdeteksi
5	7 mm	Terdeteksi
6	8 mm	Tidak Terdeteksi

Tabel 10. Data Kecepatan Robot

No	Jarak (m)	Waktu Tempuh (s)
1	2	9.3
2	4	17.3
3	6	25.3
4	8	33.7
5	10	41.9
6	12	50.3
7	14	58.4
8	16	1.07.0
9	18	1.14.7
10	20	1.22.9
11	22	1.31.2
12	24	1.39.3
13	26	1.47.2
14	28	1.55.4
15	30	2.03.6
16	32	2.11.9
17	34	2.20.0
18	36	2.28.5
19	38	2.36.5
20	40	2.45.0

Evaluasi dilakukan setelah melalui tahap uji ahli media, ahli materi, uji terbatas, serta uji pengguna. Hasil dari evaluasi dari segi desain yaitu pembacaan sensor gas perlu ditambahkan dengan

grafik. Dari segi materi, perlu penambahan *wiring diagram* dari sensor ke Arduino.

### Hasil Validasi Ahli Media

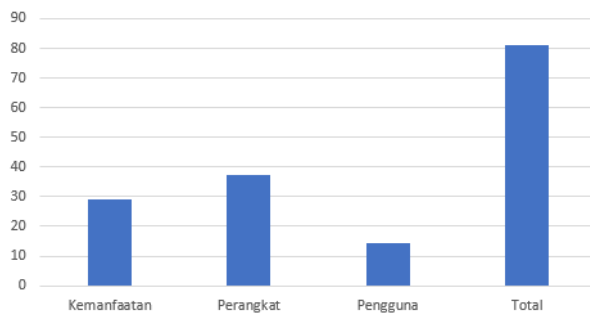
Pada validasi media ini, ahli media menilai media *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam berdasarkan 3 aspek: kemanfaatan, perangkat, dan penggunaan. Validator merupakan dosen Jurusan Pendidikan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta yang menguasai bidang media pembelajaran sensor dan transduser. Data hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Data Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	Rerata	Persentase
1	Kemanfaatan	29	91%
2	Perangkat	37,5	94%
3	Penggunaan	14,5	91%
<b>Rata-rata Total</b>		<b>81</b>	<b>92%</b>
<b>Kategori</b>		<b>Sangat Layak</b>	

Berdasarkan data yang diperoleh, untuk penilaian aspek kemanfaatan dari dua ahli media mendapatkan nilai rata-rata 29 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 91%. Aspek perangkat dari dua ahli media mendapatkan nilai rata-rata 37,5 dari nilai skor maksimal 40 dan skor minimal 10, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 94%. Aspek penggunaan memperoleh nilai rata-rata 14,5 dari nilai skor maksimal 16 dan skor minimal 4, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 91%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli media adalah 81 dari nilai maksimal 88 dan nilai minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase

92%. Grafik analisis data ahli media pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik Analisis Data Ahli Media

### Hasil Validasi Ahli Materi

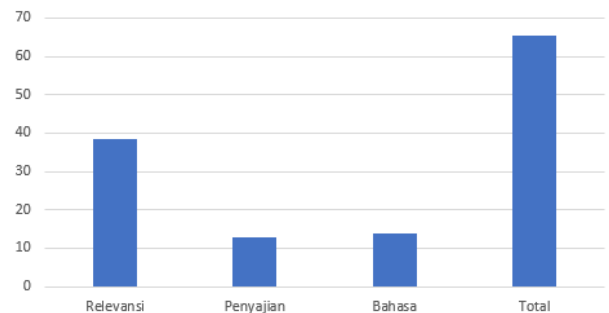
Pada validasi materi ini, ahli materi menilai materi tentang *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam berdasarkan 3 aspek: relevansi, penyajian, dan bahasa. Validator merupakan dosen Jurusan Pendidikan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta yang menguasai materi tentang sensor dan transduser. Data hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Analisis Data Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Rerata	Persentase
1	Relevansi	38,5	80%
2	Penyajian	13	81%
3	Bahasa	14	88%
<b>Rata-rata Total</b>		<b>65,5</b>	<b>82%</b>
<b>Kategori</b>		<b>Sangat Layak</b>	

Berdasarkan data yang diperoleh, untuk penilaian aspek relevansi dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 38,5 dari nilai skor maksimal 48 dan skor minimal 12, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 80%. Aspek penyajian dari dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 13 dari nilai skor maksimal 16 dan skor minimal 4, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 81%. Aspek bahasa memperoleh nilai rata-rata 14 dari

nilai skor maksimal 16 dan skor minimal 4, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 88%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli materi adalah 65.5 dari nilai maksimal 80 dan nilai minimal 20, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 82%. Grafik analisis data ahli materi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Analisis Data Ahli Materi

### Hasil Uji Pengguna

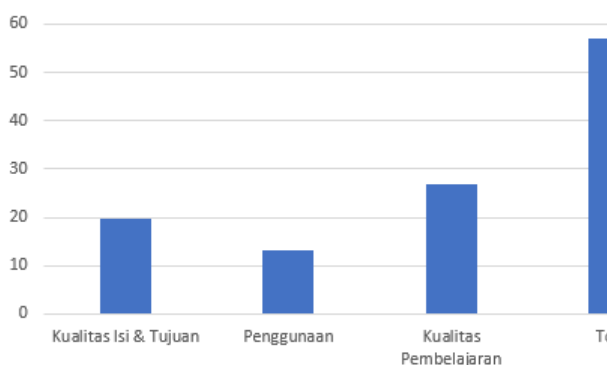
Uji pengguna dilakukan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam yang dikembangkan. Instrumen yang digunakan memiliki beberapa aspek penilaian antara lain: aspek kualitas isi dan tujuan, aspek penggunaan, dan aspek kualitas pembelajaran. Data hasil uji pengguna dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Analisis Data Uji Pengguna

No	Aspek	Rerata	Persentase
1	Kualitas isi dan tujuan	19.7	82%
2	Penggunaan	13.1	82%
3	Kualitas Pembelajaran	26,9	84%
<b>Rerata total</b>		<b>59.6</b>	<b>83%</b>
<b>Kategori</b>		<b>Layak</b>	

Berdasarkan data yang diperoleh, untuk penilaian aspek kualitas isi dan

tujuan mendapatkan nilai rata-rata 19,7 dari nilai skor maksimal 24 dan skor minimal 6, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 82%. Aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 26,9 dari nilai skor maksimal 32 dan skor minimal 8, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 84%. Aspek penggunaan memperoleh nilai rata-rata 13,1 dari nilai skor maksimal 16 dan skor minimal 4, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 82%. Dari hasil tersebut dapat diperoleh skor rerata total uji pengguna adalah 59,6 dari nilai maksimal 72 dan nilai minimal 18, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 83%. Grafik analisis data ahli materi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Analisis Data Uji Pengguna

## KESIMPULAN

Proses pengembangan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam, yaitu: (a) mengidentifikasi permasalahan, yaitu media pembelajaran yang digunakan belum dikembangkan ke teknologi yang lebih maju, (b) mengidentifikasi komponen *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam yaitu MQ-136 sebagai sensor gas, *inductive proximity* sebagai sensor logam, Arduino

Mega sebagai *main controller*, dan motor DC sebagai motor penggerak robot, (c) merancang desain robot, (d) merakit *autonomous mobile robot*, membuat program, membuat materi dan *jobsheet*, melakukan uji *blackbox*, dan melakukan uji kelayakan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas dan logam.

Unjuk kerja *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor gas logam yaitu robot dapat dikendalikan dengan GUI yang dapat menampilkan data sensor gas maupun data sensor logam yang dikirim melalui komunikasi serial dengan jarak maksimal 145 m. Nilai data sensor gas pada saat kondisi udara normal  $\leq 25$  ppm, sedangkan jika terdapat kandungan gas tertentu di atas 25 ppm. Contoh gas didekatkan di sekitar sensor gas menggunakan gas korek api dan data sensor gas pada GUI akan mencapai nilai maksimal 88 ppm. Kandungan gas yang dapat dideteksi oleh sensor maksimal pada jarak 12 cm. Begitu pula dengan sensor logam, data sensor logam akan berubah dan indikator deteksi logam akan berubah warna jika sensor didekatkan dengan objek logam. Pada GUI, data sensor logam akan menampilkan nilai 1 jika terdapat objek logam sedangkan nilai 0 jika tidak ada objek logam yang terdeteksi. Jarak maksimal deteksi oleh sensor logam tergantung dengan jenis logam. Jarak deteksi oleh logam besi maksimal 13 mm, *stainless* maksimal 20 mm, aluminium maksimal 10 mm, tembaga maksimal 5 mm, dan kuningan maksimal 7 mm. Akselerasi robot berupa gerakan maju, mundur, belok kanan, belok kiri, dikendalikan dari tombol navigasi robot yang ada pada GUI.

Tingkat kelayakan *autonomous mobile robot* sebagai media pembelajaran sensor

gas logam termasuk dalam kategori sangat layak dari segi media dengan skor rerata adalah 81 dari nilai maksimal 88 dan nilai minimal 22 dengan persentase 92%, sedangkan dari segi materi masuk dalam kategori sangat layak dengan skor rerata adalah 65.5 dari nilai maksimal 80 dan nilai minimal 20 dengan persentase 82%. Dari pengguna dapat diperoleh skor rerata total uji pengguna adalah 59,6 dari nilai maksimal 72 dan nilai minimal 18, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 83%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, A. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design of ADDIE*. New York: Springer.
- Liu, X., Cheng, S., Liu, Hong., et al. (2012). A Survey on Gas Sensing Technology. *Sensors*, 12, 9635-9665.
- Naik, A.A., Naik, D.A., Naik, S.S., et al. (2016). Inductive Proximity Sensor Interfaced with Arduino. *International Journal of Science Technology & Engineering*, 2, 245-250.
- Savasgard, E. (2014). *Arduino: 101 Beginners Guide*. USA: Committee of Publishers.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012.