

## **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ROBOT *HOLONOMIC* DENGAN KONTROL PD SENSOR GARIS UNTUK MATA KULIAH ROBOTIKA**

### ***DEVELOPMENT OF HOLONOMIC ROBOT LEARNING MEDIA WITH PD SENSOR LINE CONTROL FOR ROBOTIC COURSES***

Oleh: Agustin Prima Putri, Herlambang Sigit Pramono, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, agustin.p.p1408@gmail.com, herlambangpramono@yahoo.com

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) unjuk kerja dari media pembelajaran robot *holonomic* dengan kontrol PD sensor garis, dan (2) tingkat kelayakan media pembelajaran robot *holonomic* dengan kontrol PD sensor garis. Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil *tuning* PD terbaik untuk robot *holonomic* dengan nilai  $K_p$  3 dan nilai  $K_d$  10000 mampu menempuh jarak 6,43 meter dalam waktu 4 detik, maka kecepatan rata-rata robot *holonomic* adalah 1,61 m/s. Tingkat kelayakan media berdasarkan keseluruhan aspek diperoleh nilai rerata total 80 dari skor maksimal 88 dan skor minimal 22, termasuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90.91%, kelayakan materi diperoleh nilai rata-rata 50 dari skor maksimal 60 sehingga termasuk dalam kategori sangat layak. Uji kelayakan oleh pengguna mendapatkan skor 80 dari nilai maksimal 88 termasuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 83.8%.

**Kata kunci:** : Media pembelajaran, *holonomic*, kontrol PD, sensor garis

#### **Abstract**

*The purpose of this research is to find out: (1) performance of holonomic robot learning media with PD line sensor control, and (2) feasibility level of learning media of holonomic robot with PD line sensor control. This research is a type of research and development using ADDIE (Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate). The results showed that the best PD tuning result for holonomic robot with  $K_p$  value is 3 and  $K_d$  value of 10000 able to cover distance of 6.43 meters in 4 seconds, hence average speed of holonomic robot is 1,61 m / s. Media based feasibility level the overall aspect obtained the total average score of 80 from a maximum score of 88 and a minimum score of 22, included in very feasible category with a percentage of 90.91%, material feasibility obtained an average score of 50 from a maximum score of 60 so included in "very feasible" category. The feasibility test by the user gets a score of 80 out of a maximum of 88 included in a very feasible category with a percentage of 83.8%.*

**Keywords:** *Learning media, holonomic, PD control, line sensor*

## PENDAHULUAN

Teknologi merupakan suatu hal yang terus dikembangkan baik di negara-negara maju maupun negara-negara berkembang. Salah satu cerminan dari perkembangan teknologi yang semakin pesat bisa dilihat dari penggunaan teknologi yang dipakai dalam industri pada sebuah negara. Negara-negara maju seperti Amerika dan Jepang, berlomba-lomba untuk menciptakan teknologi yang paling canggih yang dapat diaplikasikan dalam rangka meringankan pekerjaan dan meminimalisir kesalahan. Teknologi yang diciptakan oleh Amerika dan Jepang banyak digunakan oleh negara-negara berkembang untuk memudahkan pekerjaan, salah satunya pada bidang industri.

Kemajuan teknologi yang dipakai oleh suatu negara salah satunya dapat dilihat dari teknologi yang digunakan pada industri. Perkembangan teknologi yang semakin pesat pada era digital ini, berdampak pada teknologi yang digunakan oleh suatu industri. Banyak industri yang sudah menerapkan peralatan-peralatan canggih, sehingga semua sudah dikendalikan secara otomatis. Pekerjaan yang semula dikerjakan oleh beberapa orang dapat digantikan dengan teknologi otomatis pada suatu mesin atau bahkan robot. Selain digunakan untuk menggantikan fungsi manusia dan juga meringankan pekerjaan di industri, saat ini robot sudah banyak digunakan di rumah, rumah sakit, restoran dan juga supermarket.

Salah satu teknologi yang saat ini banyak dikembangkan adalah robot. Robot merupakan sebuah perangkat yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat melakukan kegiatan atau aksi tertentu sesuai dengan program yang ditanamkan.

Ada dua jenis robot, yaitu robot yang dapat dikendalikan dan juga robot otomatis. Robot yang dapat dikendalikan umumnya terdapat remot atau adanya inputan, baik berupa saklar maupun tombol yang digunakan untuk mengaktifkan robot sehingga dapat melakukan suatu perintah. Sedangkan untuk robot otomatis, terdapat sensor yang digunakan sebagai masukan, selanjutnya akan diolah dan menghasilkan gerakan otomatis sesuai dengan program didalamnya. Robot terbentuk melalui perpaduan dari unsur mekanik, elektronik dan program. Unsur mekanik meliputi desain atau kerangka bentuk dari robot, kemudian unsur elektronik robot merupakan kelistrikan dari robot, sedangkan unsur program yaitu bahasa yang digunakan untuk memproses dan memerintahkan keseluruhan robot menggunakan software tertentu.

Selain digunakan untuk menggantikan fungsi manusia dan juga meringankan pekerjaan di industri, saat ini robot sudah banyak digunakan di rumah, rumah sakit, restoran dan juga supermarket.

Penggunaan teknologi-teknologi yang sudah maju tentu berdampak pada sumber daya manusianya. Sumber daya manusia yang dibutuhkan harus dapat menyesuaikan diri dengan teknologi yang digunakan. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1, pendidikan merupakan nasional merupakan pendidikan berlandaskan Undang-Undang yang berpedoman pada nilai agama, kebudayaan dan perkembangan zaman. Kompetensi yang dibutuhkan pada era digital ini mengacu pada lulusan dari lembaga pendidikan yang membekali peserta didiknya untuk

dapat bersaing dengan peserta lainnya yang mempunyai bidang keahlian sejenis. Pendidikan merupakan sarana yang dapat digunakan untuk mendapatkan bekal sesuai dengan konsentrasi pada bidang keahlian yang dikehendaki.

Universitas Negeri Yogyakarta merupakan salah satu lembaga pendidikan yang mendukung adanya kemajuan teknologi melalui adanya Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika. Mata kuliah yang mendukung peserta didiknya agar berkompeten dengan bidang keahlian yang sejenis dan sesuai dengan perkembangan teknologi adalah robotika. Robotika merupakan ilmu yang mempelajari tentang perancangan, pembuatan dan pengendalian robot. Materi yang diajarkan dalam mata kuliah tersebut meliputi sensor, aktuator, cara mengendalikannya dan juga komponen-komponen yang mendukung cara kerja robot.

Pada pertengahan tahun 60-an menurut Endra Pitowarno (2006:2) dunia industri mulai membutuhkan otomasi, sehingga dibutuhkan pengembangan dari disiplin ilmu-ilmu dasar teknik yaitu robotik. Sebelumnya, Endra Pitowarno (2006: 3) mengemukakan robotik merupakan topik yang dalam mata kuliah dan disiplin ilmu pendukung. Seiring berjalannya waktu, ilmu robotik menjadi kurikulum baru yang berisi beberapa mata kuliah.

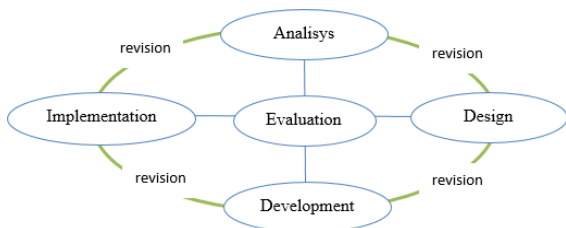
Robotika merupakan suatu mata kuliah yang mempelajari tentang pengembangan dari dasar ilmu-ilmu teknik dalam membuat mesin yang bertugas untuk meringankan pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari maupun proses di industri.

Salah satu materi yang diajarkan adalah mengendalikan motor menggunakan kontrol PID. Kontrol PID sangat penting karena dengan adanya kontrol PID maka sistem atau *plant* yang telah dibuat menjadi lebih presisi. Kontrol PID banyak digunakan dalam pengaplikasian sistem kontrol, hal tersebut dikemukakan oleh Katsuhito Ogata (2002: 681), "*the usefulness of PID controls lies in their general applicability to most control systems.*". kontrol PID merupakan algoritma pengendalian yang paling banyak digunakan dalam sistem kontrol umpan balik di dunia sistem rekayasa. Kontrol PID digunakan untuk memperkecil selisih antara keluaran dan masukan dengan menggunakan parameter ukur berupa sensor. Aplikasi pengendalian sistem kontrol yang menggunakan kontrol PID dapat menggunakan kontrol PID dasar apabila *plant* yang dibuat sederhana, dan kontrol PID modifikasi untuk desain *plant* yang rumit. Masing-masing kontrol mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Akan tetapi sampai saat ini penggunaan media untuk menunjukkan perbedaan ketiganya masih kurang. Pentingnya mengetahui perbedaan dari masing-masing kontrol ini diperlukan media pembelajaran yang lebih kreatif dan inovatif yang sesuai dengan materi kontrol PID untuk mata kuliah robotika.

## **METODE PENELITIAN**

Dalam rangka meningkatkan produktivitas, efisiensi dan keefektifan suatu produk pada jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*), maka menurut Robert Maribe Branch (Sugiyono: 2016, 35) untuk mengembangkan desain pembelajaran

dapat dilakukan dengan menggunakan model penelitian ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*).



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE  
(Sumber: Sugiyono, 2016: 39)

### Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan sebuah teknik yang dilakukan secara prosedural, bertujuan untuk mendapatkan data mengenai variabel penelitian. Tujuan dari suatu penelitian adalah untuk menguji hipotesis, sehingga dalam melakukan pengumpulan data, data yang didapat harus valid dan akurat.

Ada beberapa metode pengumpulan data yang dapat digunakan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah angket atau kuesioner yang akan digunakan dalam penelitian ini. Angket dalam penelitian ini akan ditujukan kepada ahli media, ahli materi dan juga untuk mahasiswa sebagai pengguna. Bentuk pertanyaan dalam kuesioner dibedakan menjadi dua macam yaitu kuesioner terbuka dan kuesioner tertutup. Kuesioner terbuka merupakan suatu kegiatan dimana memberikan kesempatan kepada responden untuk menjawab pertanyaan, biasanya bentuk pertanyaannya seperti bagaimana, mengapa, apakah, siapa, kapan. Kuesioner tertutup merupakan suatu kegiatan menjawab pertanyaan dan jawabannya telah disiapkan oleh peneliti, dan contoh kuesioner tertutup berupa pilihan ganda, *check list*, dan *rating scale*

### Teknik Analisis Data

#### Analisis Data Kelayakan

Sebelum media pembelajaran diujikan kepada pengguna, terlebih dahulu dilakukan proses uji kelayakan materi dan media yang dilakukan oleh ahli media dan materi yang berasal dari dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNY. Proses yang dilakukan yaitu dengan memberikan angket yang berisi butir-butir soal. Butir-butir soal tersebut akan dianalisis oleh peneliti sehingga mendapatkan hasil dari uji kelayakan tersebut menggunakan *Skala Likert* dengan empat pilihan jawaban, yaitu sangat tidak setuju, tidak setuju, setuju dan sangat setuju. Angket menggunakan empat skala likert agar responden memilih jawaban yang tegas, dan tidak cenderung netral.

Langkah berikutnya untuk mendapatkan hasil akhir berupa koefisien reliabilitas instrumen yaitu:

1. Mengkategorikan kriteria pemilihan jawaban, yaitu dengan menggunakan empat skala likert yaitu sangat tidak setuju/ sangat tidak layak, tidak setuju/tidak layak, setuju/layak dan sangat setuju/sangat layak.
2. Menentukan rentang skor minimum dan skor maksimum.

$$S_{\min} = 1 \times \text{jumlah butir}$$

$$S_{\max} = 4 \times \text{jumlah butir}$$

3. Menentukan mean ideal ( $\bar{X}_i$ ) dan simpangan baku ideal ( $SB_i$ ).

$$\bar{X}_i = \frac{1}{2} \times (X_{\max} + X_{\min}) \quad SB_i = \frac{1}{6} \times (X_{\max} - X_{\min})$$

4. Menentukan kelas interval dari jarak terkecil sampai jarak terbesar dengan

$$4 \text{ skala} = \frac{6SB_i}{6SB_i}$$

$$1 \text{ skala} = \frac{6SB_i}{4}$$

$$1 \text{ skala} = 1,5 SB_i$$

kurva normal dan membagi menjadi empat skala.

5. Menentukan interval untuk membuat kurva distribusi normal.

Gambar 2. Kurva distribusi normal 4 kriteria. Setelah itu kemudian menentukan aspek penilaian media pembelajaran dan materi pembelajaran dengan menyimpulkan hasil perhitungan yang didapat menggunakan tabel koefisien reliabilitas yang terdapat dalam buku Suharsimi Arikunto (2013: 287) seperti yang tersaji dalam tabel 1.

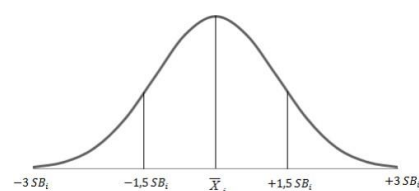
Tabel 1. Koefisien Reliabilitas Instrumen

Interval Koefisien	Tingkat Reliabilitas
0,00 - 0,199	Sangat Rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Tinggi
0,80 - 1,000	Sangat Tinggi

## HASIL PENELITIAN

### Hasil Analisis

Pada tahap ini, hal yang dilakukan adalah melakukan observasi terhadap pembelajaran mata kuliah robotika. Observasi yang dilakukan pada mata kuliah ini dilakukan dengan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika pada tahun 2017. Pada saat pembelajaran mata kuliah robotika berlangsung selama 1 semester, mahasiswa diminta untuk merakit dan membuat program robot LEGO menggunakan software *mindstorm* LEGO atau Arduino IDE. Pada akhir pembelajaran robotika, mahasiswa diminta untuk mempresentasikan kombinasi antara perakitan robot, pemrograman robot dan juga pemasangan kabel pada robot LEGO kepada dosen pengampu mata kuliah tersebut. Selain robot LEGO, mahasiswa juga dapat mempresentasikan robot lain seperti *line follower* dan lengan robot. Pembelajaran robotika dilakukan secara fleksibel, yaitu selama jam mata kuliah berlangsung baik didalam kelas atau



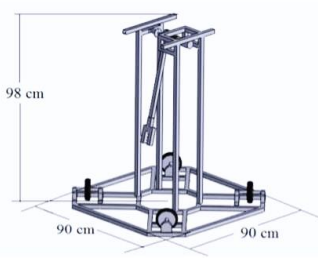
mahasiswa dapat melakukan pembelajaran diluar kelas dengan tugas yang diberikan oleh dosen pengampu mata kuliah. Hasil yang diperoleh antara lain:

- Pembelajaran robotika dengan media pembelajaran robot LEGO dapat diikuti dengan baik oleh mahasiswa. Akan tetapi media yang digunakan terbatas sehingga mengakibatkan pembelajaran kurang efektif.
- Pembelajaran dilakukan secara berkelompok serta dapat dilakuan diluar jam pelajaran. Hal tersebut mengakibatkan mahasiswa lebih memilih melakukan pembelajaran diluar jam perkuliahan sehingga pembelajaran kurang merata dan kondusif.
- Pihak universitas sudah memberikan fasilitas berupa ruangan yang memadai dilengkapi dengan komputer dan beberapa komponen untuk menunjang pembelajaran.
- Berdasarkan analisis observasi yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa mahasiswa membutuhkan media pembelajaran yang lebih kompleks sehingga dapat menambah motivasi belajar. Oleh karena itu, peneliti melakukan pengkajian teori melalui berbagai sumber untuk menemukan media yang tepat untuk dibuat.

**1. Hasil Perancangan**

Setelah melakukan pengkajian teori lebih lanjut mengenai pembelajaran robotika, maka peneliti memutuskan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa robot *holonomic* dengan kontrol PD sensor garis untuk mata kuliah robotika. Hasil perancangan media yang dibuat melalui beberapa tahapan, antara lain:

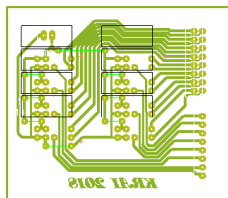
- a. Merancang desain mekanik media pembelajaran. Desain yang dibuat akan dijadikan acuan untuk mengukur bahan yang dibutuhkan. Desain mekanik robot dapat dilihat pada gambar berikut:



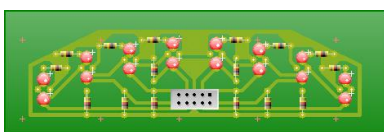
Gambar 3. Desain chasis robot

Membuat desain rangkaian elektronik yang dibutuhkan shield Arduino mega, sensor garis, konverter shield Arduino mega ke driver motor.

Gambar 4. Rangkaian PCB Shield Arduino Mega



Gambar 5. Rangkaian PCB *converter driver* motor

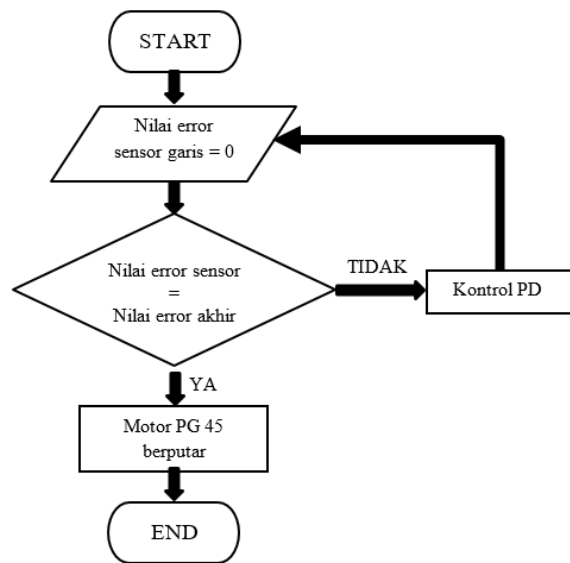


Gambar 6. Rangkaian PCB Sensor Garis

- b. Desain yang sudah dibuat, selanjutnya

dapat dikembangkan menjadi sebuah media. Diperlukan analisis kebutuhan komponen baik mekanik maupun elektronik untuk melengkapi media yang dibuat. Dari segi mekanik, perlu analisis kebutuhan yang sesuai dengan desain, misal perkiraan kebutuhan aluminium yang akan digunakan untuk membuat *chasis*. Komponen yang dibutuhkan, dipertimbangkan jumlahnya supaya efektif penggunaannya. Sedangkan untuk komponen elektronik, desain rangkaian PCB sensor garis, konverter *driver* motor dan PCB Shield Arduino Mega 2560 dapat dijadikan acuan untuk menentukan komponen yang dibutuhkan.

- c. Diagram alir *system* kerja robot

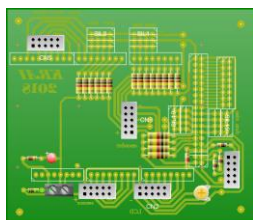


Gambar 8. Urutan kerja media robot holonomic dengan kontrol PD sensor garis

**2. Hasil Pengembangan**

- a. Hasil pengembangan yang dilakukan setelah proses perancangan, dimulai dengan pembuatan *chasis* robot yang terbuat dari aluminium holo 1,5 inci. Pembuatan *chasis* dilakukan pada bagian bawah terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan *chasi*.





- b. Proses selanjutnya adalah perakitan komponen mekanik robot, yaitu pemasangan *omnidirectional wheels* dan motor PG45. Komponen mekanik robot untuk bagian roda, dipasang membentuk huruf X. Pemasangan tersebut untuk memaksimalkan kinerja 4 motor secara merata.

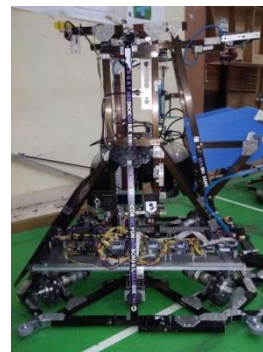


Gambar 9. Pemasangan roda omni

- c. Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan komponen elektronik dan pengkabelan pada robot. Pemasangan komponen elektronik robot berupa Arduino Mega 2560, shield Arduino Mega, LCD 20X4, Driver motor EMS 30A, PCB konverter *driver* motor, sensor garis, dan baterai.



Gambar 10. Perakitan komponen elektronik robot



Gambar 11. Pemasangan Sensor Garis

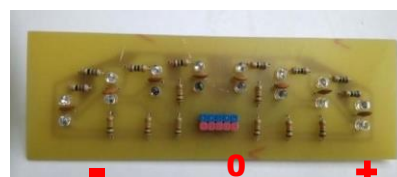
1. Tampilan media pembelajaran setelah semua komponen terpasang.

Gambar 12. Tampilan robot *holonomic*

- d. Pembuatan program menggunakan *software Codevision AVR*

## HASIL PENGUJIAN MEDIA

1. Pembacaan nilai ADC dari sensor garis untuk mengendalikan arah putar motor berdasarkan garis putih pada lintasan. Program ini digunakan untuk mengetahui nilai pembacaan dari setiap photodiode, nilai tersebut akan digunakan untuk mendeklarasikan nilai *error* pembacaan empat buah sensor garis. setelah mengetahui nilai *error* pembacaan sensor, maka dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan arah putar motor.



Gambar 13. Representasi nilai *error* sensor garis.

2 Sensor garis berjumlah empat dan terletak pada ke empat sisi robot. Setiap sensor mengirimkan nilai error yang dibaca ke dalam mikrokontroler, kemudian nilai *error* tersebut akan diolah supaya robot dapat mengikuti garis putih pada lintasan dengan mengkombinasikan gerak rotasi dan translasi *omnidirectional wheels*.



Gambar 14. Pemasangan roda dan sensor garis disesuaikan dengan program.

Berdasarkan diagram alir pada gambar 19, media robot *holonomic* dengan kontrol PD sensor garis telah diprogram untuk menyesuaikan garis putih pada lintasan dengan memanfaatkan pembacaan nilai *error* yang didapat pada saat robot berjalan mengikuti garis. Nilai *error* sensor didapat dengan mengkonversikan hasil pembacaan ADC terhadap lintasan dari setiap sensor. Hasil pembacaan sensor photodiode terhadap lintasan garis putih dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pembacaan ADC Sensor Depan

Sensor Depan	Nilai Pembacaan	
	Hijau	Putih
Sensor 0	124	16
Sensor 1	124	16
Sensor 2	133	16
Sensor 3	123	18
Sensor 4	112	16
Sensor 5	113	16
Sensor 6	131	16
Sensor 7	113	16

Tabel 3. Hasil Pembacaan ADC Sensor Belakang

Sensor Belakang	Nilai Pembacaan	
	Hijau	Putih
Sensor 0	135	25
Sensor 1	122	19
Sensor 2	128	16
Sensor 3	116	16
Sensor 4	115	16
Sensor 5	136	16
Sensor 6	114	16
Sensor 7	135	16

Tabel 4. Hasil Pembacaan ADC Sensor Kiri

Sensor Kiri	Nilai Pembacaan	
	Hijau	Putih
Sensor 0	134	16
Sensor 1	122	23
Sensor 2	127	16
Sensor 3	138	17
Sensor 4	128	16
Sensor 5	115	16
Sensor 6	131	22
Sensor 7	113	16



Tabel 5. Hasil Pembacaan ADC Sensor Kanan

Sensor Kanan	Nilai Pembacaan	
	Hijau	Putih
Sensor 0	132	22
Sensor 1	111	18
Sensor 2	128	16
Sensor 3	123	16
Sensor 4	127	16
Sensor 5	118	25
Sensor 6	121	16
Sensor 7	129	16

Tabel 6. Hasil Tuning PD Robot Holonomic pada zona 1

PWM	K <sub>p</sub>	K <sub>d</sub>	Waktu tempuh	Jarak tempuh	Kecepatan
50	3	1900	5 detik	3,7 meter	0,74 m/s
50	3	3500	5 detik	3,7 meter	0,74 m/s
50	3	4000	4 detik	3,7 meter	0,92 m/s
50	3	6200	4 detik	3,7 meter	0,92 m/s
50	3	8000	3 detik	3,7 meter	1,23 m/s

Tabel 7. Hasil Tuning PD Robot Holonomic pada zona 2

PWM	K <sub>p</sub>	K <sub>d</sub>	Waktu tempuh	Jarak tempuh	Kecepatan
50	3	2000	5 detik	6,43 meter	1,29 m/s
50	3	5600	6 detik	6,43 meter	1,07 m/s
50	3	6900	6 detik	6,43 meter	1,07 m/s
50	3	8500	5 detik	6,43 meter	1,29 m/s
50	3	10000	4 detik	6,43 meter	1,61 m/s

Sedangkan pada tabel 7, penyetelan PD terbaik untuk zona 2 dengan jarak tempuh 6,43 meter didapat nilai K<sub>p</sub> 3 dan nilai K<sub>d</sub> 10000, kecepatan rata-rata 1,61 m/s.

Tabel 8. Hasil Tuning PD Robot Holonomic pada zona 3

PWM	K <sub>p</sub>	K <sub>d</sub>	Waktu tempuh	Jarak tempuh	Kecepatan
50	2	1500	6 detik	7,70 meter	1,28 m/s
50	2	5700	7 detik	7,70 meter	1,10 m/s
50	2	7800	5 detik	7,70 meter	1,54 m/s
50	2	8100	6 detik	7,70 meter	1,28 m/s
50	2	10000	6 detik	7,70 meter	1,28 m/s

Tabel 8 memaparkan hasil penyetelan PD pada jarak 7,7 meter. Penyetelan PD terbaik zona 3 terdapat pada nilai K<sub>p</sub> 2 dan nilai K<sub>d</sub> 7800 dengan kecepatan rata-rata 1,54 m/s. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil *tuning* PD terbaik untuk robot holonomic dengan nilai K<sub>p</sub> 3 dan nilai K<sub>d</sub> 10000 mampu menempuh jarak 6,43 meter dalam waktu 4 detik, maka kecepatan rata-rata robot *holonomic* adalah 1,61 m/s.

### 3. Hasil Implementasi

Berdasarkan tabel 6,

#### a. Mempersiapkan pengajar

Pada tahap ini, pengajar diberi penjelasan mengenai penggunaan dan pengoperasian media robot *holonomic* dengan kontrol PD sensor garis, serta menunjukkan materi yang diperlukan untuk mengikuti langkah-langkah sesuai dengan *labsheet* agar dapat menjelaskan kepada peserta didik.

#### b. Mempersiapkan peserta didik

Pada tahap ini, peserta didik diberi penjelasan mengenai media pembelajaran yang digunakan, misal seperti penggunaan di kehidupan sehari-hari, penerapan di industri, komponen yang jarang digunakan dan sebagainya. Kemudian setelah itu, peserta didik dapat mengikuti instruksi yang ada pada *labsheet* untuk dikerjakan dan dipraktikkan.

#### 4. Hasil Evaluasi

##### a. Menentukan kriteria evaluasi

Evaluasi yang digunakan adalah evaluasi persepsi, yaitu evaluasi yang digunakan untuk mengetahui tingkat kesamaan persepsi mengenai media pembelajaran robot *holonomic* dengan kontrol PD sensor garis mampu menambah sumber belajar yang baru bagi peserta didik.

##### b. Memilih alat evaluasi

Selanjutnya setelah memilih kriteria evaluasi, maka langkah selanjutnya adalah memilih 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

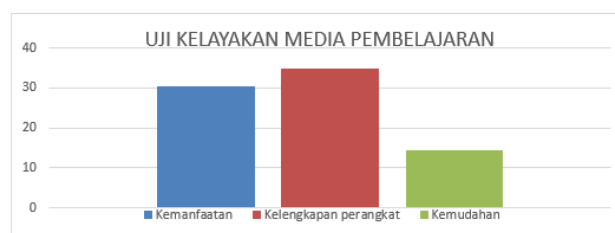
Langkah selanjutnya setelah menentukan alat evaluasi, yaitu melaksanakan evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan memberikan angket kepada dua orang ahli materi, ahli media dan juga pengguna yang berasal dari peserta didik.

#### Hasil Uji Ahli Media

Tingkat kelayakan robot *holonomic* diukur dengan instrumen berupa angket media pembelajaran, media pembelajaran dan pengguna. Instrumen angket media pembelajaran diujikan kepada ahli media yang berasal dari kalangan dosen Jurusan Pendidikan Teknik UNY. Instrumen angket media pembelajaran mencakup tiga aspek didalamnya yaitu aspek kemanfaatan, aspek kelengkapan perangkat media dan aspek kemudahan media. Data hasil uji ahli materi dapat dilihat pada tabel 37.

Tabel 9. Data Hasil Penilaian Ahli Media

No	Aspek	Skor	Kategori
1	Kemanfaatan Media	30.5	Sangat Layak
2	Kelengkapan Perangkat Media	35	Sangat Layak
3	Kemudahan Media	14.5	Sangat Layak
Total skor rata-rata		80	Sangat Layak



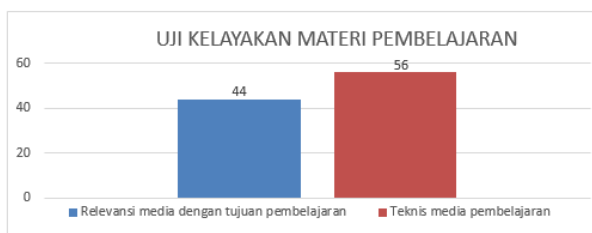
Gambar 11. Uji Kelayakan Media Pembelajaran

#### Hasil Uji Ahli Materi

Hasil analisis instrumen uji kelayakan materi, terdapat dua aspek yang diujikan, yaitu relevansi materi dengan tujuan pembelajaran mendapat skor 40 dari total 48 sehingga tergolong kategori sangat layak dan aspek teknis media pembelajaran mendapat skor 10 dari skor maksimal 12 sehingga mendapat predikat sangat layak. Total keseluruhan aspek materi pembelajaran mendapat skor 50 dari skor maksimal 60 sehingga masuk dalam kategori sangat layak. Tabel hasil uji menurut ahli materi menurut aspek relevansi materi dengan tujuan pembelajaran dan teknis media pembelajaran dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Data Hasil Penilaian Aspek Materi

No	Aspek	Skor	Kategori
1	Relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	40	Sangat Layak
2	Teknis media pembelajaran	10	Sangat Layak
Total skor rata-rata		50	Sangat Layak



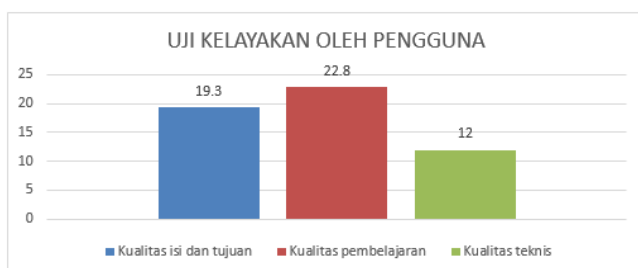
Gambar 12. Uji Kelayakan Materi Pembelajaran

### Hasil Uji Oleh Pengguna

Hasil analisis instrumen uji kelayakan oleh pengguna, terdapat tiga aspek yaitu kualitas isi dan tujuan mendapat skor 19.3 dari total 24 sehingga tergolong kategori layak, aspek kualitas pembelajaran mendapat skor 22.8 dari total 25 sehingga masuk dalam kategori layak dan aspek teknis media pembelajaran mendapat skor 12 dari skor maksimal 16 sehingga mendapat predikat layak. Total keseluruhan aspek uji kelayakan pengguna mendapat skor 54.1 dari skor maksimal 68 sehingga masuk dalam kategori layak.

Tabel 11. Uji Kelayakan Oleh Pengguna

No	Aspek	Skor	Kategori
1	Kualitas isi dan tujuan	19.3	Layak
2	Kualitas pembelajaran	22.8	Layak
3	Kualitas teknis	12	Layak
Total skor rata-rata		54.1	Layak



Gambar 13. Uji Kelayakan Oleh Pengguna

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran menggunakan robot *holonomic*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Pengembangan media pembelajaran robot *holonomic* dengan kontrol PD sensor garis menggunakan komponen berupa: Arduino Mega2560 sebagai kontroler utama untuk mengendalikan motor PG-45 konstanta P dan D; LCD 20x4 sebagai penampil informasi program, PCB sensor garis sebagai rangkaian sensor pendeteksi garis, *Driver Motor EMS 30A* untuk mengendalikan motor PG-45, motor PG-45 untuk mengendalikan *omni-wheels* dan *omnidirectional wheels* sebagai mekanika gerak robot. *Chasis* robot terbuat dari aluminium holo 2.3 x 2.3cm<sup>2</sup>.
2. Kelayakan media pembelajaran robot *holonomic* memiliki tiga aspek yaitu: aspek kemanfaatan media dengan skor rata-rata 30.5 dari skor minimal 8 dan skor maksimal 32 sehingga masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 95.31%, aspek kelengkapan perangkat media dengan skor rata-rata 35 dari skor minimal 10 dan skor maksimal 40 sehingga masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 87.5%, dan aspek kemudahan media dengan skor rata-rata 14.5 dari skor minimal 16 dan skor maksimal 32 sehingga masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90.62%. dari data tersebut maka diperoleh nilai rerata total 80 dari skor maksimal 8 dan skor minimal 22, oleh karena itu

masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90.91%.

3. Kelayakan materi pembelajaran robot *holonomic* memiliki dua aspek yaitu relevansi materi dengan tujuan pembelajaran mendapat skor 40 dari total 48 sehingga tergolong kategori sangat layak dengan persentase 83.33% dan aspek teknis media pembelajaran mendapat skor 10 dari skor maksimal 12 sehingga masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 83.33%. Total keseluruhan aspek materi pembelajaran mendapat skor 50 dari skor maksimal 60 sehingga masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 83.33%.
4. Kelayakan media pembelajaran robot *holonomic* dari segi pengguna memiliki tiga aspek yaitu kualitas isi dan tujuan mendapat skor 19.3 dari total 24 sehingga tergolong kategori layak dengan persentase 80.21%, aspek kualitas pembelajaran mendapat skor 22.8 dari total 25 sehingga masuk dalam kategori layak dengan persentase 81.43% dan aspek teknis media pembelajaran mendapat skor 12 dari skor maksimal 16 masuk dalam kategori layak dengan persentase 75%. Total keseluruhan aspek uji kelayakan pengguna mendapat skor 54.1 dari skor maksimal 68 sehingga masuk dalam kategori layak dengan persentase 79.49%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Depdikbud. (2003). *Undang-undang RI No 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- Endra Pitowarno. (2006). *ROBOTIKA : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Katsuhiko, Ogata. (2002). *Modern Control Engineering (4<sup>th</sup> ed)*. New Jersey: Prentice Hall Internastional Inc.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. (2013). *Prosedur Penelitian; Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.