

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ROBOTIKA MENGGUNAKAN ANTENNA TRACKER PENDETEKSI KOORDINAT POSISI BERBASIS GRAPHICAL USER INTERFACE

DEVELOPMENT OF ROBOTIC LEARNING MEDIA USING ANTENNA TRACKER COORDINATE POSITION DETECTOR BASED GRAPHICAL USER INTERFACE

Oleh: Novandrianto Krisnajaya, Sigit Yatmono

Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Novan.id005@gmail.com, s161@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Hasil pengembangan *antenna tracker*, (2) Unjuk kerja *antenna tracker*, dan (3) Tingkat kelayakan *antenna tracker* sebagai media pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan ADDIE. Hasil penelitian diketahui bahwa: (1) Pengembangan *antenna tracker* terdiri atas *hardware antenna tracker*, *hardware payload*, *Graphical User Interface (GUI)*, petunjuk pengoperasian, *labsheet* dan modul materi, (2) Unjuk kerja *antenna tracker* dari segi fungsional “**berfungsi dengan baik**”, persentase error rata-rata pembacaan sensor kompas 1,57%, persentase error rata-rata pembacaan modul *Global Positioning Sistem (GPS)* 0,00003%, persentase error rata-rata pengendalian sudut putar motor DC 0,74%, jarak maksimal komunikasi data 175,2 meter, dan persentase error rata-rata pergerakan antena terhadap posisi *payload* 2,36%, (3) Tingkat kelayakan *antenna tracker* sebagai media pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika menurut ahli materi memperoleh skor rata-rata 69,5 terkategori “**Layak**”, menurut ahli media memperoleh skor rata-rata 105,5 terkategori “**Sangat Layak**”, menurut pengguna memperoleh skor rata-rata 115,75 terkategori “**Baik**”.

Kata kunci: media pembelajaran, robotika, *antenna tracker*

Abstract

This research aims to determine: (1) the result of development of antenna tracker, (2) the performance of antenna tracker, and (3) the feasibility level of antenna tracker as a learning media for Robotics Practice course. This research was a Research and Development (R & D) with ADDIE development model. The results of the research showed that: (1) development antenna tracker consisted of hardware payload, Graphical User Interface (GUI), user guide, labsheets, and a module, (2) the performance of antenna tracker due to its functions “was fine”, average percentage error of reading compass sensor was 1.57%, average error percentage of reading Global Positioning System (GPS) module was 0.00003%, average percentage error of control angle rotation of DC motor was 0.74%, maximum data communication distance was 175.2 m, and the average percentage error of antenna tracking based on payload position was 2.36%, (3) according to the material experts, feasibility level of antenna tracker as learning media for Robotics Practice course earned average score of 69.5 categorized as “Feasible”, according to the media experts earned average score of 105.5 categorized as “Very Feasible”, according to the users earned score average of 115.75 categorized as “Good”.

Keywords: learning media, robotics, *antenna tracker*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi merupakan faktor penting dalam menunjang kehidupan manusia. Setiap kegiatan dan aktivitas manusia tidak lepas dari penggunaan teknologi. Manusia dituntut untuk terus mengembangkan teknologi agar dapat memenuhi kebutuhan manusia yang semakin meningkat. Dalam perkembangannya sudah sering digunakan teknologi yang bersifat otomatisasi. Industri atau pabrik sudah banyak yang menggunakan peralatan yang bersifat otomatisasi. Agar dapat bersaing di era globalisasi, sumber daya manusia dituntut untuk menguasai dan dapat mengembangkan teknologi. Untuk itu peran pendidikan sangat penting demi mengembangkan sumberdaya manusia yang berkualitas.

Ki Hajar Dewantara dalam Abu Ahmadi dan Nur Uhbiyati (2003:69) menyatakan bahwa mendidik adalah menuntun segala kekuatan kodrat yang ada pada anak-anak agar mereka sebagai manusia dan sebagai anggota masyarakat dapat mencapai keselamatan dan kebahagiaan yang setinggi-tingginya. UU No. 12 tahun 2012 tentang pendidikan tinggi menyatakan 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. Berdasarkan uraian diatas untuk mewujudkan keberhasilan pendidikan diperlukan peran pendidik, sarana dan prasarana yang mendukung proses pendidikan. Disamping peran pendidik, sarana-prasarana yang mendukung proses pendidikan seperti kehadiran media pembelajaran yang baik juga merupakan faktor penunjang keberhasilan proses belajar mengajar. Kehadiran media pembelajaran yang baik akan membantu pendidik dalam menyampaikan materi pembelajaran dan juga membantu peserta didik dalam menerima materi pembelajaran.

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta merupakan jurusan

bidang pendidikan teknik keelektroan yang unggul dan kompetitif serta bermartabat dalam pelayanan pengembangan sumberdaya manusia pendidikan dan pelatihan bidang teknik elektro yang bertaqwa, mandiri dan cendekia. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro mempunyai tiga Program Studi yaitu: (1) Pendidikan Teknik Elektro S1, (2) Pendidikan Teknik Mekatronika S1, (3) Teknik Elektro D3. Salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika adalah Praktik Robotika.

Robotika kini menjadi terobosan baru di bidang pendidikan karena pentingnya teknologi robotika untuk mengatasi masalah-masalah di masa depan (Oby Zamisyak, 2016: 101). Mata kuliah Praktik Robotika mempelajari tentang pembuatan mekanik, elektronik, dan sistem kendali robot. Setelah melalui mata kuliah ini diharapkan, mahasiswa dapat memahami proses perancangan dan prinsip kerja sebuah robot, sehingga kedepannya dapat mengembangkan sistem robot yang sudah ada menjadi lebih baik dan efisien.

Salah satu capaian pembelajaran pada mata kuliah Praktik Robotika adalah “Mahasiswa mampu memahami dan menggunakan komponen sensor yang digunakan pada system robotika”. Sensor merupakan ilmu dasar yang harus dipelajari dan dikuasai dalam robotika. Sensor bagaikan fungsi indra seperti pada manusia, sehingga menjadi komponen penting pada sebuah robot. Jenis dan macam sensor semakin berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, sehingga peralatan yang menggunakannya pun juga semakin berkembang. Untuk dapat bersaing dengan kemajuan dan perkembangan di industri, peserta didik harus dapat memahami dan menguasai prinsip kerja dari sensor serta dapat mengaplikasikannya. Pengetahuan mengenai sensor juga menjadi bekal bagi mahasiswa agar menjadi tenaga pengajar yang memiliki kualifikasi akademik dan kompetensi yang baik dibidangnya.

Berdasarkan hasil observasi berupa tanya jawab dengan dosen pengampu mata kuliah Praktik Robotika dan mahasiswa yang sedang atau

telah menempuh mata kuliah tersebut dapat diketahui bahwa pemahaman mahasiswa mengenai sensor masih kurang, mahasiswa cenderung menggunakan program yang sudah jadi pada proyek yang ditugaskan tanpa memahami prinsip dasarnya. Berdasarkan capaian pembelajaran pada Rancangan Pembelajaran Semester mata kuliah Praktik Robotika sensor-sensor yang harus dikuasai adalah sensor ultrasonik, sensor inframerah, sensor warna, sensor kompas, sensor *rotary encoder* dan GPS. Namun ketersediaan media pembelajaran yang mendukung pemahaman peserta didik mengenai sensor tersebut masih terbatas dan kurang variatif. Beberapa robot yang tersedia berbasis LEGO yang pemrogramannya sudah disederhanakan sehingga peserta didik kurang memahami bagaimana prinsip kerja dan pengolahan sensor yang digunakan pada robot tersebut. *Trainer* robot atau media pembelajaran mengenai GPS belum dikembangkan.

Berdasarkan hasil observasi tersebut peneliti menyimpulkan perlunya media pembelajaran yang mendukung pemahaman mahasiswa mengenai sensor-sensor yang digunakan pada robot. Salah satu sensor yang harus dikuasai pada mata kuliah robotika adalah GPS. Penggunaan GPS akan lebih maksimal jika digunakan pada luar ruangan, sehingga dibutuhkan komunikasi *wireless* untuk memonitoring data-data GPS. Salah satu aplikasi GPS adalah pada *antenna tracker*. *Antenna tracker* adalah sistem antena yang dapat mengikuti pergerakan objek berdasarkan acuan koordinat posisi GPS dan sensor kompas sebagai pendeteksi arah hadap (*heading*). Agar data-data GPS dapat dimonitoring dan dibaca dengan baik, dapat menggunakan *Graphical User Interface* (GUI). Dengan GUI, melakukan kontrol dan memonitoring data-data sensor akan lebih mudah.

Berdasarkan penjelasan diatas penulis melakukan penelitian dengan mengembangkan media pembelajaran untuk mata kuliah Praktik Robotika menggunakan *antenna tracker* pendeteksi koordinat posisi berbasis *graphical user interface*. *Antenna tracker* pada pengembangan media pembelajaran ini

menggunakan GPS dan sensor kompas sebagai acuan dalam menentukan arah posisi suatu objek, sedangkan aktuator sebagai penggerak antena menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan sensor *rotary encoder*. Pengembangan *antenna tracker* sebagai media pembelajaran robotika nantinya diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam memahami beberapa sensor yang digunakan pada mata kuliah Praktik Robotika yaitu sensor kompas, sensor *rotary encoder*, dan GPS.

Media pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari *hardware* berupa *antenna tracker* yang dapat mengikuti arah pergerakan dari suatu objek berdasarkan acuan posisi koordinat dari data GPS, serta *software* (perangkat lunak) berbasis GUI (*Graphical user interface*) yang bekerja pada sistem operasi windows. *Antenna tracker* menggunakan berbagai macam sensor utama yaitu sensor kompas, *rotary encoder*, dan modul GPS, sedangkan aktuatornya menggunakan motor DC sebagai penggerak antena secara horizontal (*pan*). Sebagai objek yang akan diikuti (*tracking*) berupa muatan (*payload*) yang berisi mikrokontroler, modul GPS dan modul komunikasi *wireless*. *Antenna tracker* dan *payload* menggunakan mikrokontroler berbasis arduino sebagai pengendali. Mikrokontroler arduino yang digunakan pada *antenna tracker* menggunakan arduino Mega 2560 yang memiliki lebih banyak PORT I/O sehingga memenuhi kebutuhan PORT pada *antenna tracker*. Sedangkan pada *payload* menggunakan mikrokontroler Arduino UNO dengan jumlah PORT I/O yang sudah memenuhi kebutuhan pada *hardware payload*. Media pembelajaran ini juga dilengkapi dengan GUI yang digunakan untuk kontrol dan monitoring. Dengan GUI ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam memahami pengolahan tiap sensor yang digunakan melalui visualisasi data-data sensor. Dengan media pembelajaran ini mahasiswa dapat mempelajari, memprogram dan mengaplikasikan berbagai sensor yang diaplikasikan pada *antenna tracker*.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)*. Model pengembangan yang menjadi acuan dalam penelitian ini yaitu model pengembangan ADDIE menurut Robert Maribe Branch (2009).

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengembangan *antenna tracker* sebagai media pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika dilakukan di 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

Subjek penelitian ini adalah dua orang ahli materi dan dua orang ahli media yaitu dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta dan 16 mahasiswa Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang sudah atau sedang mengambil mata kuliah robotika.

Prosedur

Model pengembangan ADDIE terdiri dari lima tahap, yaitu (1) *Analyze* (Analisis) yang bertujuan untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya kesenjangan (*performance gap*) yang terjadi pada pembelajaran yang telah diterapkan.; (2) *Design* (Desain) yang bertujuan untuk menghasilkan rancangan produk yang diharapkan dan metode test yang sesuai.; (3) *Develop* (Pengembangan) yang bertujuan untuk menghasilkan dan menguji produk yang telah direncanakan pada tahap sebelumnya. (4) *Implementation* (Implementasi) menyiapkan lingkungan pembelajaran dan mengikutsertakan peserta didik. (5) *Evaluate* (Evaluasi) adalah kegiatan mengukur kualitas dari produk yang dikembangkan.

Metode dan Alat Pengumpulan Data

Pada penelitian ini instrumen yang digunakan untuk mengetahui unjuk kerja *antenna tracker* sebagai media pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika menggunakan instrumen uji *black box*. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan media menggunakan kuesioner (angket). Kuesioner yang digunakan menggunakan skala likert.. Kuesioner ditujukan untuk ahli materi, ahli media, dan pengguna. Kuesioner yang ditujukan kepada ahli materi bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk dari segi materi pembelajaran. Kuesioner yang ditujukan kepada ahli media bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk dari segi media. Kuesioner yang ditujukan kepada pengguna bertujuan untuk mengetahui respon pengguna terhadap produk yang digunakan pada proses pembelajaran.

Pengujian validitas instrumen dilakukan dengan menggunakan pendapat dari ahli (*experts judgement*). Pengujian reliabilitas instrumen pengguna berupa kuesioner menggunakan rumus Alpha dalam Sugiyono (2010: 365) sebagai berikut:

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

Keterangan :

r_i = reliabilitas instrumen
 k = jumlah item
 $\sum s_i^2$ = jumlah *varians* item
 s_t^2 = *varians* total

Perhitungan *varians* total dan *varians* item dapat menggunakan rumus dalam (Sugiyono, 2010: 365) sebagai berikut:

$$s_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2} \quad \text{dan} \quad s_i^2 = \frac{JK_i}{n} - \frac{JK_s}{n^2}$$

Keterangan :

s_t^2 = *varians* total
 s_i^2 = *varians* item
 X_t = skor total
 n = jumlah responden
 JK_i = jumlah kuadrat seluruh item
 JK_s = jumlah kuadrat subjek

Nilai reliabilitas instrumen yang telah diuji menentukan tingkat reliabilitas instrumen. Interpretasi nilai reliabilitas menurut Suharsimi Arikunto (2005: 264) ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Interpretasi Nilai r

Nilai r_i	Interpretasi
0,800 – 1,000	Tinggi
0,600 – 0,799	Cukup
0,400 – 0,599	Agak Rendah
0,200 – 0,399	Rendah
0,000 – 0,199	Sangat Rendah

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada data uji kelayakan adalah teknik analisa deskriptif. Kuesioner atau angket kelayakan ahli materi, ahli media, dan pengguna menggunakan skala likert empat pilihan diberikan penskoran, yaitu sangat layak (4), layak (3), kurang layak (2), dan tidak layak (1). Dari skor yang diperoleh kemudian dihitung skor rata-ratanya dengan rumus menurut Suharsimi Arikunto (2005: 264) berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

Keterangan :

- \bar{x} = skor rata-rata
- $\sum x$ = jumlah skor
- N = jumlah penilai

Setelah didapatkan skor rata-rata maka kemudian menentukan kriteria kelayakan berdasarkan tabel kategori kelayakan menurut Eko Putro Widoyoko (2009:238) yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kelayakan

Skor	Kategori
$x > \bar{x}_i + 1,8sb_i$	Sangat layak
$\bar{x}_i + 0,60sb_i < x \leq \bar{x}_i + 1,80 sb_i$	Layak
$\bar{x}_i - 0,60 sb_i x \leq \bar{x}_i + 0,60 sb_i$	Cukup Layak
$\bar{x}_i - 1,80 sb_i < x \leq \bar{x}_i - 0,60sb_i$	Tidak Layak
$x \leq \bar{x}_i - 1,80sb_i$	Sangat Tidak Layak

Keterangan :

- \bar{x}_i : rata – rata ideal
- $\bar{x}_i : \frac{1}{2}x$ (skor max ideal + skor min ideal)

sb_i : simpangan baku ideal

$$sb_i : \frac{1}{6} \times (\text{skor max ideal} - \text{skor min ideal})$$

X : skor aktual

Skor max ideal : \sum butir kriteria x skor tertinggi

Skor min ideal : \sum butir kriteria x skor terendah

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Media pembelajaran yang dibuat terdiri dari *hardware antenna tracker*, *hardware payload*, GUI, petunjuk pengoperasian, labsheet, dan modul materi. *Hardware antenna tracker* terdiri dari beberapa komponen utama yaitu mikrokontroler Arduino Mega 2560, Sensor kompas HMC5883L, modul GPS ublox Neo-6, modul komunikasi *wireless* 2,4 Ghz Xbee S2C, dan motor DC yang dilengkapi dengan sensor encoder sebagai penggerak antena secara horizontal (*pan*). *Hardware antenna tracker* ditunjukkan pada gambar 1.



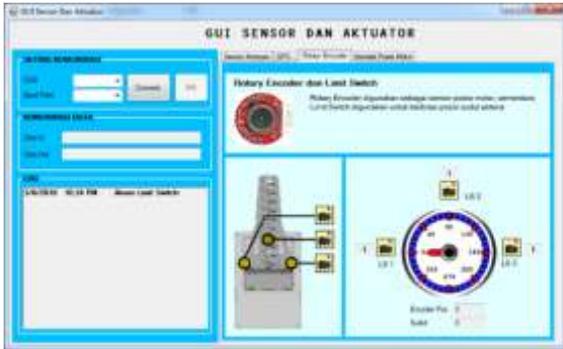
Gambar 1. *Hardware Antenna Tracker*

Hardware Payload sebagai objek *tracking* dapat mengirimkan data koordinat posisi ke *antenna tracker*. *Hardware payload* terdiri dari beberapa komponen utama yaitu mikrokontroler Arduino UNO, modul GPS ublox Neo-6, dan modul komunikasi *wireless* 2,4 Ghz Xbee S2C. *Hardware Payload* ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. *Hardware Payload*

Antenna tracker juga dilengkapi dengan GUI yang terdiri dari dua *form* utama yaitu *form* sensor dan aktuator, dan *form unjuk kerja antenna tracker*. *Form* sensor dan aktuator digunakan untuk menampilkan data-data visual sensor dan aktuator yang digunakan *antenna tracker* pada saat melakukan percobaan praktik. *Form* sensor dan aktuator ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. *Form* Sensor dan Aktuator

Konten yang terdapat pada *form* sensor dan aktuator antara lain visualisasi data sensor kompas HMC5883L, visualisasi data GPS, visualisasi data sensor *rotary encoder* dan *limitswitch*, dan visualisasi kendali sudut putar motor DC. Bagian *form unjuk kerja antenna tracker* digunakan untuk kontrol dan monitoring unjuk kerja *antenna tracker* yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. *Form* Antenna Tracker

Kelengkapan petunjuk pengoperasian digunakan sebagai acuan mengoperasikan *hardware antenna tracker*, *hardware payload*, dan GUI. Percobaan pada *labsheet* berjumlah lima kali percobaan yaitu Sensor Kompas HMC5883L, GPS, *Rotary Encoder*, Kendali Sudut Putar Motor DC, dan aplikasi dan pemrograman *antenna tracker*. Modul materi terdiri dari materi algoritma *antenna tracker*, teori sensor kompas, GPS, *Rotary encoder*, dan kendali sudut putar motor DC. Pengembangan *antenna tracker* sebagai media

pembelajaran robotika diuji melalui beberapa pengujian yaitu pengujian unjuk kerja dengan uji *black box*, pengujian kelayakan media oleh ahli materi dan ahli media, dan pengujian media pembelajaran pada pengguna.

Hasil Unjuk Kerja

Hasil unjuk kerja media pembelajaran robotika dari segi fungsional *antenna tracker*, *payload*, dan GUI berfungsi dengan baik. *Antenna tracker* dapat mengarah atau mengikuti arah pergerakan *payload* secara otomatis. GUI bagian *antenna tracker* dapat mengontrol, dan menampilkan data sensor kompas, data GPS, dan pergerakan sudut antena dan posisi *payload* dengan baik. GUI bagian *sensor* dan aktuator dapat menampilkan visualisasi data-data sensor dan aktuator dengan baik.

Tingkat akurasi sensor kompas rata-rata sebesar 5,67 derajat. Tingkat akurasi GPS pada kondisi di luar ruangan rata-rata sebesar 5,28 meter. Tingkat akurasi pengendalian sudut putar motor DC rata-rata sebesar 2,67 derajat. Jarak maksimal komunikasi data sebesar 175,2 meter pada kondisi sedikit halangan pada waktu pagi hari. Tingkat akurasi pergerakan arah posisi antena rata-rata sebesar 8,5 derajat dengan kondisi di luar ruangan dengan jarak kurang lebih 20 meter dengan *payload*.

Tingkat Kelayakan Media Pembelajaran

Berdasarkan hasil uji kelayakan media pembelajaran oleh ahli materi didapatkan hasil skor sebesar 74 menurut ahli materi 1, dan skor sebesar 65 menurut ahli materi 2, dan skor rata-rata total sebesar 69,5 yang masuk dalam kategori “Layak” dengan persentase sebesar 82,74%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kelayakan *antenna tracker* sebagai media pembelajaran robotika ditinjau dari segi materi berada pada kategori “Layak”.

Berdasarkan hasil uji kelayakan media pembelajaran oleh ahli media didapatkan rata-rata skor untuk aspek keindahan sebesar 49 berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase 87,5%, rata-rata skor untuk aspek teknis sebesar

56,5 berada pada “Sangat Layak” dengan persentase 94,17%, dan rata-rata skor keseluruhan sebesar 105,5 berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase 90,95%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kelayakan *antenna tracker* sebagai media pembelajaran robotika ditinjau dari segi media berada pada kategori “Sangat Layak”.

Berdasarkan hasil uji coba media pembelajaran dengan pengguna didapatkan rata-rata skor untuk aspek edukatif sebesar 50,44 berada pada kategori “Baik” dengan persentase 84,06%, rata-rata skor untuk aspek keindahan sebesar 24,88 berada pada kategori “Baik” dengan persentase 77,73%, rata-rata skor untuk aspek teknis sebesar 40,44 berada pada kategori “Baik” dengan persentase 84,24%, dan rata-rata perolehan skor keseluruhan sebesar 115,75 berada pada kategori “Baik” dengan persentase 82,68%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kelayakan *antenna tracker* sebagai media pembelajaran robotika menurut pengguna berada pada kategori “Baik”.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil pengembangan media pembelajaran yaitu *antenna tracker* pendeteksi koordinat posisi berbasis *graphical user interface* yang terdiri atas *hardware antenna tracker* yang dapat berputar mengikuti pergerakan suatu objek (*tracking*) secara horizontal (*pan*), *hardware payload* sebagai objek *tracking*, GUI sebagai kontrol dan monitoring sensor/aktuator *antenna tracker*, petunjuk pengoperasian, *labsheet*, dan modul materi.

Hasil unjuk kerja media pembelajaran robotika dari segi fungsional semua aspek berfungsi dengan baik. *Antenna tracker* dapat mengarah atau mengikuti arah pergerakan *payload* secara otomatis dan dapat dimonitoring dengan GUI. Tingkat error pembacaan sensor kompas rata-rata sebesar $5,67^0$ dengan persentase 1,57%. Tingkat error pembacaan data posisi GPS pada kondisi di luar ruangan rata-rata sebesar 3,92 meter dengan persentase 0,00003%. Tingkat error

pengendalian sudut putar motor DC rata-rata sebesar $2,67^0$ dengan persentase 0,74%. Jarak maksimal komunikasi data sebesar 175,2 meter pada kondisi sedikit halangan pada waktu pagi hari. Tingkat error pergerakan antena terhadap arah posisi *payload* rata-rata sebesar $8,5^0$ dengan persentase 2,36% pada kondisi di luar ruangan dengan jarak kurang lebih 20 meter dengan *payload*.

Tingkat kelayakan media pembelajaran robotika menurut ahli materi memperoleh rata-rata skor keseluruhan sebesar 69,5 yang dikategorikan “Layak” dengan persentase 82,74%. Tingkat kelayakan media pembelajaran robotika menurut ahli media memperoleh rata-rata skor keseluruhan sebesar 105,5 yang dikategorikan “Sangat Layak” dengan persentase 90,95%. Tingkat kelayakan media pembelajaran robotika menurut pengguna memperoleh rata-rata skor keseluruhan sebesar 115,75 yang dikategorikan “Baik” dengan persentase 82,68%.

Saran

Saran bagi pengembangan media pembelajaran robotika menggunakan *antenna tracker* pendeteksi koordinat posisi berbasis *graphical user interface* ini selanjutnya, yaitu penambahan pergerakan antena secara vertikal. Objek yang diikuti (*tracking*) dapat dikendalikan dari jauh. Desain antena dibuat lebih baik lagi sehingga dapat menjangkau jarak yang jauh, serta menggunakan modul komunikasi *wireless* dengan spesifikasi yang bagus. Desain mekanik antena diperbaiki agar tidak terganggu oleh kabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Ahmad dan Nur Uhbiyati. (2003). *Ilmu Pendidikan*. Jakarta: PT RINEKA CIPTA
- Eko Putro Widoyoko. (2009). *Evaluasi Program Pembelajaran (Panduan Praktis Bagi Pendidik dan Calon Pendidik)*. Yogyakarta: Pustaka Belajar
- Oby Zamisyak. et al. (2016). *Educational Multifunction Robot (INDOBOT) Sebagai Robot Edukasi*. PELITA, Vol 11, No 1, April 2016. Diambil dari: <http://journal.uny.ac.id/index.php/pelita/article/view/8873>. (16 Januari 2017)
- Robert Maribe Branch. *Intructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer
- Sugiyono. (2010). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. (2005). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- UU No. 12 tahun 2012