

## **PENGEMBANGAN TRAINER VISUAL SERVOING SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH ROBOTIKA**

### ***DEVELOPMENT OF VISUAL SERVOING TRAINER AS A LEARNING MEDIA ROBOTICS COURSE***

Oleh : Linda Noviasari, Universitas Negeri Yogyakarta, Email : [lindanoviasari8@gmail.com](mailto:lindanoviasari8@gmail.com)

#### **Abstrak**

Visual servoing merupakan sebuah teknologi pergerakan robot dengan pengolahan citra digital. Trainer visual servoing perlu dikembangkan sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan pengembangan, menguji unjuk kerja, dan menguji tingkat kelayakan media pembelajaran trainer *visual servoing* pada mata kuliah Robotika. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* dengan tahapan: (1) Potensi dan masalah pembelajaran *visual servoing* masih menggunakan simulasi, (2) Pengumpulan Data, (3) Desain Produk, (4) Validasi Desain, (5) Revisi Desain, (6) Uji Coba Produk, (7) Revisi Produk, (8) Uji Coba Pemakaian, dan (9) Revisi Produk. Objek penelitian adalah media pembelajaran *visual servoing*. Subjek penelitian adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika & Informatika FT UNY. Teknik pengumpulan data meliputi pengujian, pengamatan dan kuesioner (angket). Adapun teknik analisis data dengan deskriptif kualitatif. Hasil penelitian: (1) media pembelajaran *visual servoing* berbentuk trainer *hardware* dengan satu rangkaian pengendali robot vision, *software* Arduino Ide, dan *software* aplikasi visual servoing yang dilengkapi dengan jobsheet; (2) Unjuk kerja media pembelajaran sudah berfungsi dengan stabil; (3) Tingkat kelayakan media dan materi memperoleh nilai 89,48% dan 87,50% dengan kategori sangat layak. Tingkat kelayakan pemakaian berdasarkan uji pemakaian kepada 20 mahasiswa diperoleh nilai 85,52% dengan kategori sangat layak. Sehingga media pembelajaran *visual servoing* dapat dikategorikan sangat layak digunakan pada mata kuliah Robotika di jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika.

**Kata Kunci:** *Media Pembelajaran, Mata Kuliah Robotika, Visual Servoing*

#### **Abstract**

Visual servoing is a feedback method on robot motion control using vision technology. This technology can be applied in various fields such as robotics, control techniques, industry, education, agriculture, medicine, and so forth. With so many benefits, visual servoing trainers need to be developed as a learning media especially robotics courses. This study aims to generate design, test performance, and determine the feasibility level of visual trainer servoing appropriate media course of Robotics subject. This research uses Research and Development method with stages: (1) identifying research problem (2) data collection, (3) product design, (4) design validation, (5) design revision, (6) product trial, product revisions, (8) trial usage, and (9) product revisions. The object of research is visual learning media servoing. The subjects of the study were students of Electronic Engineering and Informatics Department of FT UNY. Data collection techniques include testing, observation and questionnaire (questionnaire). The technique of data analysis with qualitative descriptive. The results showed that: (1) the visual servoing design in the form of a hardware trainer consists of a robot vision controller and a visual application servoing software equipped with the worksheet; (2) The performance of instructional media by experts has functioned steadily; (3) Media and material feasibility rate scored 89.48% and 87.50% with very feasible category. Feasibility level of usage based on usage test to 20 respondents obtained value 85.52% with very feasible category. This means the visual learning media servoing can be categorized very feasible for use in the subjects of Robotics in the Department of Electronic Engineering and Informatics Education.

**Keywords:** *Learning Media, Robotics Course, Visual Servoing*

## **PENDAHULUAN**

Manufaktur yang terhubung secara digital, seringkali disebut sebagai “Industri 4.0” mencakup berbagai jenis teknologi mulai dari 3D printing, robotik, jenis material baru, sistem produksi, super komputer, editing genetic dan perkembangan neuroteknologi. Revolusi industri 4.0 bertopang pada revolusi industri ketiga, dengan ciri transformasi yang berbeda dari revolusi sebelumnya. Revolusi industri 4.0 bahkan menjadi fokus utama perdebatan pada Pertemuan Tahunan Forum Ekonomi Dunia (World Economic Forum, WEF) pada tanggal 13 Januari 2016 di Davos, Swiss. Pada era industri generasi 4.0 ukuran besar perusahaan tidak menjadi jaminan, namun kelincahan perusahaan menjadi kunci keberhasilan meraih prestasi dengan cepat (Tjandrawinata, 2016). Fenomena Uber yang mengancam pemain-pemain besar pada industri transportasi di seluruh dunia. Tokopedia, Buka Lapak, yang memberi sumbangsih turunya omset mall dan ditutupnya banyak lapak lapak kecil dipusat pusat perbelanjaan, membuktikan bahwa yang cepat dapat memangsa yang lambat dan bukan yang besar memangsa yang kecil. Revolusi industri 4.0 menunjukkan bahwa perkembangan teknologi dalam dunia industri semakin meningkat. Hal itu perlu disadari oleh seluruh masyarakat

Indonesia agar mampu bersaing dalam dunia perindustrian.

Revolusi industri 4.0 tidak akan lepas dari peranan teknologi robotika. Sejak abad ke 19, robot telah diterapkan dalam dunia perindustrian untuk membantu manusia dalam melakukan tugasnya di industri. Seiring dengan berjalannya waktu kini teknologi robotika menjadi salah satu hal yang penting untuk dimiliki oleh sebuah industri. Robot bisa menggantikan semua bidang pekerjaan manusia yang ada di industri. Mulai dari memilih, memotong, menimbang, sampai perakitan dan pengelasan. (Pram, 2013) Tahun 1956 Georde Devil dan Joseph Engelberger membentuk perusahaan robot pertama kali tahu 1956. Devil memprediksi robot akan menjadi bagian penting di industri sebagai operator pabrik dan membantu pekerja dalam menjalankan mesin-mesin pabrik. Beberapa tahun kemudian atau tepatnya 1961, General Motor pertama kali menggunakan robot untuk pabrik otomotifnya. Robot industri kemudian berkembang dan mulai banyak digunakan tahun 1980 oleh perusahaan selain otomotif dimana perkembangan elektronik dan computer membuat robot modern lahir. (Budiharto, 2006) menurut penjelasan tersebut maka diartikan bahwa peran robot di industri saat ini sangat dibutuhkan guna

mengikuti perkembangan jaman yang semakin modern. Robot bisa menjadi peran utama dalam sebuah industri untuk mengukur seberapa maju dan berhasilnya industri tersebut mengikuti perkembangan teknologi saat ini.

Perkembangan teknologi tidak dapat maksimal jika tidak diikuti oleh Sumber daya manusia (SDM) yang tidak memadai. Sumber daya manusia (SDM) merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perusahaan atau industri guna untuk produktifitas, loyalitas, dan efektifitas perusahaan. (Marihot T.E., 2007) Oleh karena itu perlu adanya pengembangan sumber daya manusia, salah satunya melalui pendidikan. Pendidikan merupakan sarana yang efektif dalam mengembangkan sumber daya manusia.

Pendidikan merupakan kebutuhan manusia yang sangat penting karena pendidikan mempunyai tugas untuk menyiapkan SDM bagi pembangunan bangsa dan negara. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) mengakibatkan perubahan dan pertumbuhan kearah yang lebih kompleks. (UPI, 2007) Tujuan Pendidikan yaitu untuk membekali peserta didik supaya memperoleh pengalaman yang sebanyak-banyaknya. Pembelajaran yang efektif dan kaya akan pengalaman belajar

akan memberi dampak besar dan positif terhadap peserta didik. Pengalaman belajar peserta didik sangat dipengaruhi oleh penampilan guru/dosen, sarana dan prasarana (*learning resources equipment*), suasana akademik dan lingkungan belajar, serta dukungan perangkat ICT (Sudira, 2011).

Mata kuliah Robotika merupakan salah satu kuliah untuk mahasiswa Program Studi Teknik Elektronika dan Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika. Mata kuliah ini mempraktikkan dasar-dasar robotika, pemodelan, persamaan kinematik dan dinamik serta *trajectory*, mampu merancang sebuah robot dengan mempelajari sistem gerak, sensor, aktuator, kendali robot, mobil robot (beroda/berkaki), manipulator robot (*arm*), dan *flying* robot (x-coopter). (Elektronika, 2014) Salah satu materi dalam mata kuliah ini adalah merancang sebuah robot dengan mempelajari sistem gerak. Pada materi tersebut perlu diberikan kepada mahasiswa sebuah contoh trainer yang bisa digunakan mahasiswa untuk lebih mudah praktikum. *Visual servoing* dikenal sebagai vision robot berbasis kontrol dan disingkat VS adalah teknik yang menggunakan informasi umpan balik yang diekstraksi dari sensor penglihatan (*feedback visual*) untuk mengendalikan gerak robot (Hashimoto, 2010). *Visual servoing* menjadi satu materi

yang penting dalam mata kuliah Praktik Robotika. Untuk mendukung tercapainya pemahaman mengenai materi tersebut dan pengalaman peserta didik dibutuhkan media pembelajaran.

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta kemauan peserta didik sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran. (Sukiman, 2012) dari pengertian tersebut dapat diartikan bahwa media pembelajaran adalah media yang digunakan dalam proses pembelajaran, yaitu segala sesuatu yang dapat digunakan untuk membantu pengajar (dosen) dalam mengajar serta sebagai sarana pembawa pesan dari pengajar (dosen) kepada penerima pesan (mahasiswa). Sebagai penyaji dan penyalur pesan, terkadang media pembelajaran dapat mewakili pengajar (dosen) dalam menyampaikan informasi belajar kepada penerima pesan pembelajaran (mahasiswa).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika pada mata kuliah robotika, media pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran praktikum mata kuliah Robotika masih

menggunakan beberapa robot seperti *Drone*, *Freewheel*, dan Robot Omni. Namun belum ada yang berkaitan dengan *visual servoing*. Selain itu peralatan yang digunakan dalam praktikum bersifat modular (setiap sensor masih terpisah-pisah). Untuk itu perlu adanya pengembangan media pembelajaran praktikum serta *jobsheet* yang berhubungan dengan robot pengontrol berbasis penglihatan atau sering disebut *visual servoing*.

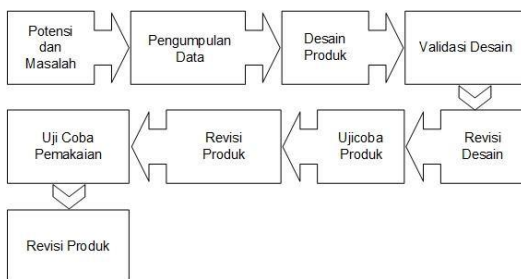
Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan trainer *Visual Servoing* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Robotika beserta *jobsheet* nya. Istilah *jobsheet* berasal dari bahasa Inggris yaitu job yang berarti pekerjaan atau kegiatan dan sheet yang berarti helai atau lembar. Jadi, *jobsheet* adalah lembar kerja atau lembar kegiatan, yang berisi informasi atau perintah dan petunjuk mengerjakannya. Peneliti bermaksud untuk mengembangkan penelitian dengan judul: "Pengembangan Trainer Visual Servoing Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Robotika". Pengembangan Trainer *Visual Servoing* diharapkan dapat membantu proses pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa elektronika dalam ilmu robotika.

## **METODE PENELITIAN**

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

metode penelitian pengembangan atau yang sering dikenal dengan *Research and Development* (R&D). Metode ini adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Metode penelitian ini berdasarkan analisis kebutuhan agar produk yang dihasilkan dapat berfungsi untuk masyarakat luas secara efektif (Sugiyono, 2015, p. 407). Sehingga dapat disimpulkan bahwa R&D merupakan mengembangkan dan menguji keefektifan produk yang nantinya akan menghasilkan produk yang lebih efektif dan efisien.

Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pembuatan media pembelajaran *Trainer Visual Servoing* yang akan digunakan pada mata kuliah Robotika. Pengembangan ini difokuskan pada robot pengontrol berbasis penglihatan atau sering disebut *visual servoing*. Jenis media yang dikembangkan berupa trainer dan disertai jobsheet praktikum pembelajaran. Adapun tahap-tahap dalam penelitian ini ada 9 langkah meliputi:



Gambar 1 Desain Penelitian

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta yang beralamat di Kampus Karangmalang, Depok, Sleman, Yogyakarta. Waktu penelitian dilaksanakan selama tiga bulan mulai dari bulan Februari sampai bulan Mei 2018.

### Target dan Subjek Penelitian

Subjek evaluasi dalam penelitian pengembangan ini adalah para ahli media dan materi yaitu dosen. Sedangkan subyek pengguna adalah semua mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY pada mata kuliah Robotika.

### Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan kuesioner. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data penelitian ini yaitu kepada satu ahli media, satu ahli materi, dan mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY pada mata kuliah Robotika. Observasi dan wawancara digunakan untuk mengetahui permasalahan dan kebutuhan awal dengan

responden dosen dan mahasiswa. Kuesioner digunakan dalam kegiatan validasi ahli dan uji kelayakan media pembelajaran.

### Teknik Analisis Data

Data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara terhadap dosen dan mahasiswa. Data tersebut digunakan untuk analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran dan untuk revisi produk. Data kuantitatif diperoleh dari kuesioner kelayakan media dan materi oleh ahli serta respon penilaian oleh mahasiswa. Data yang diperoleh melalui kuesioner hasil penelitian selanjutnya dianalisis dengan statistik deskriptif. Skor yang diperoleh dikonversikan menjadi nilai pada skala empat.

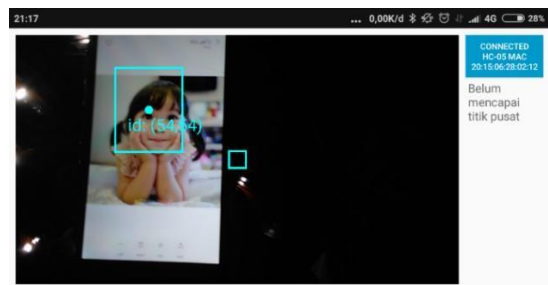
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan menghasilkan produk berupa Media Pembelajaran *visual servoing* berbentuk *trainer* dan aplikasinya yang dilengkapi dengan *jobsheet*. *Visual servoing* merupakan sebuah metode umpan balik pada kendali gerak robot menggunakan teknologi vision. *Visual servoing* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan aplikasi android sebagai kamera. Aplikasi android akan menangkap posisi wajah serta akan menggerakkan hp pada posisi wajah tersebut sampai di tengah frame kamera. Proses pergerakan kamera tersebut menggunakan

servo x dan servo y. Gambar 2, 3, dan 4 menunjukkan bentuk media pembelajaran *visual servoing* dan *Jobsheet*.



Gambar 2 Trainer *visual servoing*



Gambar 3 Aplikasi *visual servoing*



Gambar 4 Jobsheet *visual servoing*

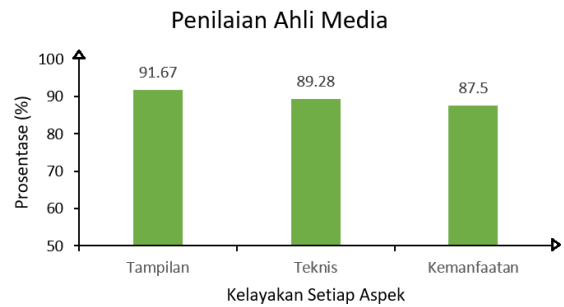
Jobsheet yang dibuat disesuaikan dengan media pembelajaran visual servoing. Jobsheet memiliki struktur sebagai berikut: tujuan pembelajaran, teori dasar, alat dan bahan, keselamatan kerja, skema rangkaian, langkah kerja, dan tugas. Gambar 4 menunjukkan bentuk fisik jobsheet.

Setelah media selesai dibuat langkah selanjutnya adalah menguji unjuk kerja media pembelajaran. Pengujian visual servoing dilakukan dengan mengikuti langkah kerja sesuai pada *jobsheet*. Pertama memasang semua komponen pada rangkaian Arduino. Selanjutnya meletakkan HP di stand holder pada trainer lalu menjalankan aplikasi. Dengan model yang ada pada layar kamera adalah wajah/*face*. Penangkapan wajah akan mengarahkan titik pusat kamera untuk bergerak ke arah titik pusat wajah. Titik pusat kamera berada pada titik (x=90, y=90) dan diberikan toleransi sebesar  $\pm 5$ . Berikut ini adalah hasil pengujian *visual servoing*.

pusat kamera (x,y)	Titik awal wajah	Titik akhir wajah	Pusat/tidak (✓)
(90,90)	(82,22)	(85,95)	✓
(90,90)	(54,54)	(87,87)	✓
(90,90)	(90,145)	(90,94)	✓
(90,90)			✓
(90,90)			✓
(90,90)			✓

Hasil pengembangan media pembelajaran visual servoing setelah di uji unjuk kerjanya oleh pembimbing maka perlu juga divalidasi oleh satu ahli media dan satu ahli materi dari dosen Pendidikan Teknik Elektronika UNY.

Hasil uji validasi konstruk berupa tanggapan ahli media terhadap media pembelajaran sesuai dengan kuisisioner untuk validasi media pembelajaran, penilaian ditinjau dari tiga aspek yaitu aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan yang tersaji dalam diagram pada gambar 5 berikut.



Gambar 5 Diagram penilaian ahli media

Berdasarkan gambar 5 dapat diperoleh data kelayakan media pembelajaran visual servoing ditinjau dari aspek tampilan yang telah dilakukan oleh ahli media mendapatkan hasil sebesar 91,67%. Jika ditinjau dari aspek teknis mendapatkan hasil sebesar 89,28%. Sedangkan jika ditinjau dari kemanfaatan mendapatkan hasil sebesar 87,50%.

Dari hasil perolehan pengujian oleh ahli media ditinjau dari aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan secara

keseluruhan nilai validitas konstruk media pembelajaran visual servoing adalah **89,48%**. Berdasarkan perolehan nilai tersebut, maka media pembelajaran visual servoing dinyatakan **sangat layak** digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Robotika di prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.

Hasil uji validasi isi berupa tanggapan ahli materi pembelajaran sesuai dengan kuesioner untuk validasi materi pembelajaran, penilaian ditinjau dari dua aspek yaitu aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan yang tersaji dalam diagram pada gambar 6 berikut.

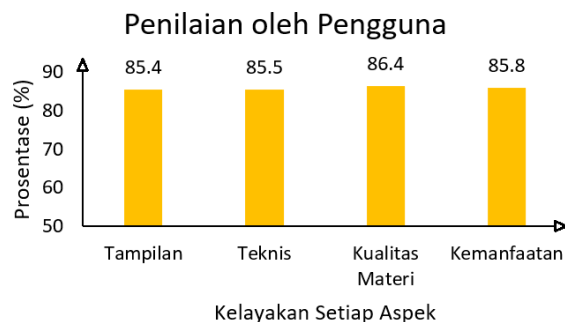


Gambar 6 Diagram penilaian ahli materi

Berdasarkan gambar 6 dapat diperoleh data kelayakan media pembelajaran visual servoing ditinjau dari aspek kualitas materi yang telah dilakukan oleh ahli materi mendapatkan hasil sebesar 87,50%. Sedangkan jika ditinjau dari aspek kemanfaatan mendapatkan hasil sebesar 87,50%.

Dari hasil perolehan pengujian oleh ahli materi ditinjau dari aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan secara keseluruhan nilai validitas isi media pembelajaran visual servoing adalah **87,50%**. Berdasarkan perolehan nilai tersebut, maka media pembelajaran visual servoing dinyatakan **sangat layak** digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Robotika di prodi Pendidikan Teknik Elektronika dan prodi Teknik Elektronika FT UNY.

Kegiatan uji pemakaian dilakukan oleh mahasiswa dengan cara mempraktikkan media pembelajaran visual servoing sesuai dengan jobsheet. Uji pemakaian dilaksanakan pada mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY yang berjumlah 20 responden. Penilaian media pembelajaran visual servoing ditinjau dari 4 aspek yaitu aspek tampilan, aspek teknis, aspek kualitas materi, dan aspek kemanfaatan yang tersaji dalam diagram pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 diagram penilaian pengguna (mahasiswa)



Berdasarkan gambar 7 diperoleh hasil prosentase uji pemakaian media pembelajaran visual servoing. Dilihat dari aspek tampilan diperoleh hasil 85,4%, aspek teknis diperoleh hasil 85,5%, aspek kualitas materi diperoleh hasil 86,4% dan aspek kemanfaatan diperoleh hasil 85,8%. Penilaian uji pemakaian siswa diperoleh hasil rata-rata 85,52%. Hal ini berarti media pembelajaran visual servoing **sangat layak** digunakan pada mata kuliah Robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY.

## SIMPULAN

### Simpulan

Setelah kegiatan penelitian pengembangan (*Research and development*) media pembelajaran *visual servoing* pada mata kuliah Robotika ini selesai dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Media pembelajaran *visual servoing* telah dapat dikembangkan dengan baik berupa trainer yang berisikan sensor kamera dengan menggunakan aplikasi android. Bagian kontroler menggunakan Arduino Uno sebagai pengontrol. Kemudian pada bagian output disini menggunakan dua buah motor servo. Keseluruhan sistem *input*, kontroler dan *output* yang digunakan disesuaikan dengan materi *visual servoing*. Media

pembelajaran ini juga dilengkapi dengan *jobsheet* sebagai petunjuk penggunaan.

2. Unjuk kerja media pembelajaran *visual servoing* telah bekerja dengan baik dan stabil pada setiap pengujian sesuai dengan analisis percobaan telah sesuai dengan *jobsheet*. Masing-masing komponen baik dari motor servo dan Bluetooth HC-05 maupun dari mikrokontroler Arduino Uno telah teruji stabil. Begitu juga dengan aplikasi MoVi Face untuk pendeteksi wajah ketika telah terkoneksi dengan Bluetooth HC-05 akan berhasil berfungsi sesuai yang diharapkan.
3. Kelayakan media pembelajaran *visual servoing* berdasarkan hasil uji validasi materi dan media serta uji pemakaian oleh mahasiswa, meliputi (1) uji validitas materi (ahli materi pembelajaran) diperoleh nilai rata-rata 87,50% (sangat layak), (2) uji validasi media (ahli media pembelajaran) diperoleh nilai rata-rata 89,48% (sangat layak), (3) uji pemakaian oleh siswa diperoleh nilai rata-rata 85,52% (sangat layak).

### Riset Lanjutan

Riset lanjutan yang dapat penulis berikan terkait dengan pengembangan media pembelajaran *visual servoing* agar menjadi lebih baik, di antaranya adalah:

1. Media pembelajaran *visual servoing* dapat dikembangkan lagi pada bagian jobsheet dengan menambahkan satu jobsheet untuk membahas bagian aplikasi android *visual servoing*.
2. Ukuran media pembelajaran *visual servoing* diperbesar dan diberi kelonggaran tempat pada project board dan board Arduino agar mahasiswa lebih leluasa ketika merangkai trainer.
3. Pembuatan trainer dalam jumlah yang banyak sehingga mahasiswa tidak perlu menunggu untuk melakukan praktikum.
4. Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan bisa menambahkan kecepatan pergerakan servo pada setiap bagiannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, A. (2014). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Budiharto, W. (2006). *Belajar Sendiri Membuat ROBOT Cerdas*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Elektronika, J. P. (2014, Agustus). *Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika*. Retrieved from <http://jpte.ft.uny.ac.id/>.
- Marihot T.E., H. (2007). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Grasindo.
- Mustoliq, I. S. (2007). *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS MULTIMEDIA PADA MATA KULIAH DASAR LISTRIK*. JPTK.
- Pram. (2013). *Just Robot sejarah, Jenis, dan Robot-Robot Fenomenal*. Bogor: Pacu Minat Baca.
- Sudira, P. (2011). *Kurikulum dan Pembelajaran Pendidikan dan Pelatihan Vokasi Menyongsong Skill Masa Depan*. Bali: Politeknik Negeri Bali.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sukiman. (2012). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: PT Pusaka Insan Madani.
- Tjandrawinata, R. (2016). *Industri 4.0: revolusi industri abad ini dan pengaruhnya pada bidang kesehatan dan bioteknologi*. Bandung: Dexa medica Group.
- UPI. (2007). *Ilmu & Aplikasi Pendidikan*. Bandung: PT. Imperial Bhakti Utama.