

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY KECEPATAN MOTOR DC SEBAGAI MODUL PRAKTIK ROBOTIKA

DEVELOPMENT OF FUZZY CONTROL SYSTEM SPEED DC MOTORS LEARNING MEDIA AS A ROBOTIC PRACTICE

Oleh: Ulfina Diniyanti, Herlambang Sigit Pramono, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, nadiniyanti@gmail.com, herlambangpramono@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui : 1) Unjuk kerja media sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang dikembangkan dalam penelitian, 2) tingkat kelayakan media pembelajaran oleh ahli media dan ahli materi, 3) tingkat kelayakan media menurut peserta didik Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan *Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate (ADDIE)* yang diperkenalkan oleh Maribe Branch. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika UNY. Teknik pengambilan data dilakukan dengan observasi dan angket. Pengujian instrumen menggunakan uji validitas konstruk dan teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif. Hasil penelitian yang diperoleh 1) sistem kendali fuzzy mampu membuat kecepatan motor DC menjadi stabil saat diberikan beban dengan toleransi kesalahan $\pm 0.67\%$. 2) Ahli media menyatakan bahwa media layak digunakan berdasarkan 3 aspek yaitu komunikasi visual, rekayasa perangkat, dan kemanfaatan dengan nilai 70,5 dari skor tertinggi 92, dan ahli materi menyatakan media sangat layak digunakan berdasarkan 2 aspek yaitu kualitas materi dan kemanfaatan dengan skor 65 dari skor tertinggi 76. 3) 82,35% peserta didik menyatakan media layak digunakan dengan komunikasi visual yang baik, pengoperasian mudah, kualitas materi baik dan jelas, serta bermanfaat untuk membantu pembelajaran.

Kata kunci : Media Pembelajaran, Logika Fuzzy, Motor DC

Abstract

The purpose of this research is to find out : 1) the performance development of media of fuzzy control system DC motor speed , 2) feasibility level of learning media by media expert and material expert, 3) media feasibility level according to learners in Mechatronics Engineering Education Study Program Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). This research used ADDIE development method consist of Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate introduced by Maribe Branch. The subject of this research is the students of Mechatronics Engineering Education Study Program UNY. Technique of data collecting done by observation and questionnaire. Instrument test used construct validity test and data analysis technique used descriptive analysis. Result of research obtained 1) fuzzy control system able to make DC motor speed become stable when given load with fault tolerance $\pm 0.67\%$. 2) Media experts stated that the media should be used based on 3 aspects of visual communication, device engineering, and benefit with a score of 70.5 from the highest score of 92, and material experts stated the media is very feasible to use based on 2 aspects of material quality and usefulness with a score of 65 from the highest score of 76. 3) 82.35% of learners that stated that the media is feasible to use with good visual communication, easy operation, good material quality and clear, and useful to support learning activity.

Keywords: Learning media, fuzzy logic, DC motor

PENDAHULUAN

Index daya saing Indonesia periode 2015-2016 menurun dibandingkan dengan periode tahun sebelumnya. Hal ini dibuktikan dari data *Global Competitiveness Report 2015-2016* yang dirilis oleh World Economic Forum. Laporan ini menunjukkan bahwa index daya saing Indonesia menempati urutan ke 37 dari 140 negara yang dinilai (<http://www.kemenkeu.go.id/:2015>).

Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) merupakan salah satu Program Studi (Prodi) yang berfokus dalam bidang teknologi yaitu kendali industri. Kendali industri sangat berkaitan erat dengan perkembangan teknologi yang ada di Indonesia maupun dunia. Sesuai dengan misinya menjalin kerjasama dengan berbagai lembaga dunia usaha dan dunia industri (DUDI) di dalam dan di luar negeri (<http://pendidikan-teknik-elektro.ft.uny.ac.id:2015>), maka Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika harus mampu menyeimbangkan kompetensi lulusan yang dihasilkan dengan situasi dan kondisi DUDI saat ini. Oleh karena itu, pengetahuan dan kompetensi yang diberikan haruslah dapat mendukung misi tersebut. Pengetahuan dan kompetensi yang diberikan antara lain : ilmu pengetahuan elektro dan elektronika dasar, ilmu mekanik, algoritma pemrograman mesin, sistem kendali, robotika, dan lain sebagainya. Robotika sebagai salah satu pengetahuan utama yang harus dimiliki oleh peserta didik merupakan ilmu terapan yang mempelajari seluruh hal mengenai robot mulai dari sistem rekayasa mekanis, elektronis, sistem kendali, algoritma pemrograman, dan lain – lain. Ilmu

robotika disampaikan kepada peserta didik melalui mata kuliah Robotika.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada proses pembelajaran robotika hasil yang didapatkan masih belum memuaskan. Motivasi peserta didik, metode pembelajaran, dan kelengkapan media pembelajaran menjadi fokus dalam pengamatan yang dilakukan. Motivasi peserta didik masih cukup rendah. Peserta didik belum memiliki kemauan dan rasa ingin tahu yang tinggi terhadap ilmu robotika yang dipelajari. Kemauan, rasa ingin tahu atau penasaran seharusnya menjadi faktor utama yang dimiliki oleh peserta didik agar dapat mengeksplorasi ilmu tentang robotika lebih dalam lagi. Hal ini dapat membuat peserta didik lebih kreatif dan tentunya akan meningkatkan kompetensi yang dimilikinya lebih tinggi lagi.

Salah satu kompetensi yang dipelajari dalam mata kuliah robotika adalah sistem kendali kecepatan motor DC. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan belum ada modul praktik untuk kompetensi tersebut. Hal ini yang menjadi dasar penulis melakukan penelitian dengan mengembangkan modul praktik pembelajaran robotika untuk mengakomodasi kompetensi sistem kendali kecepatan motor DC. Penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa modul praktik yang telah dibuat sedemikian rupa untuk mengamati bagaimana sistem kendali bekerja menstabilkan kecepatan motor DC agar sesuai antara kecepatan yang diinginkan dengan kecepatan yang dicapai oleh motor DC. Peserta didik akan diberikan program untuk membuat sistem kendali menggunakan *software* CV AVR trial untuk kemudian dimasukkan pada

mikrokontroler modul praktik. Program yang dimasukkan pada mikrokontroler akan mengendalikan kecepatan motor DC sehingga sesuai dengan masukkan yang diinginkan.

Pengembangan modul praktik ini dibuat mudah dan menarik agar minat dan motivasi peserta didik lebih tinggi untuk mengikuti mata kuliah robotika. Modul praktik yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan peserta didik mengenai sensor, aktuator, sistem kendali, dan algoritma pemrograman robotika. Selain itu, dengan praktik yang dilakukan langsung oleh peserta didik dapat menambah pengalaman belajar robotika. Hal ini dapat merangsang kreativitas dan inovasi peserta didik untuk bereksperimen lebih dalam. Tujuan utama dari pengembangan modul praktik sistem kendali kecepatan motor DC ini adalah mengetahui unjuk kerja dan kelayakan dari produk penelitian.

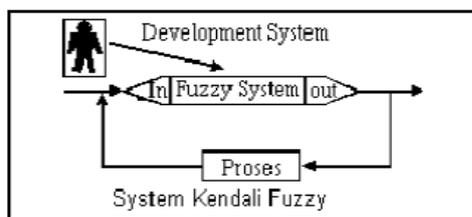
Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2010: 407). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk yang akan meningkatkan keefektifan proses pembelajaran dan memastikan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Ada beberapa metode penelitian pengembangan yang dapat digunakan, seperti metode yang diperkenalkan oleh Borg an Gall, metode penelitian ADDIE (*Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*) yang dikemukakan oleh Maribe Branch, Metode yang dikembangkan oleh Sugiyono, dan lain sebagainya. Metode penelitian yang digunakan dalam

penelitian ini merupakan jenis metode *Research and Development* (R&D) model ADDIE. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang digunakan yaitu (1) Analisis, (2) Desain atau perancangan media, (3) Pengembangan, (4) Implementasi, (5) Evaluasi (Branch,2009:2).

Penelitian ini mengembangkan sebuah media pembelajaran yang akan digunakan mata kuliah Robotika. Media dapat diartikan sebagai perantara atau pengantar dari pemberi pesan kepada penerima pesan (Azhar Arsyad,2011:3). Haryanto *dkk* (2012:84) menyebutkan bahwa secara khusus pengertian media pembelajaran dalam proses pembelajaran cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, diagram, slide (ppt) yang berfungsi untuk menyampaikan pesan atau informasi visual atau verbal. Pemilihan media pembelajaran sangat penting dilakukan oleh pendidik. Haryanto *dkk* (2012:84) menyebutkan dosen perlu mengetahui perihal media pembelajaran yang meliputi : a) media sebagai alat komunikasi, b) fungsi media untuk mencapai tujuan pembelajaran, c) nilai dan manfaat media, d) pemilihan dan penggunaan media, e) inovasi media. Berdasarkan pemaparan yang didapatkan dari beberapa sumber, media pembelajaran dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk trainer sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC. Trainer dipilih karena dianggap sesuai dengan kebutuhan dari peserta didik dengan mempertimbangkan aspek manfaat dan cara pemilihan media pembelajaran yang sesuai.

Sistem kendali fuzzy digunakan sebagai piranti untuk menstabilkan kecepatan motor DC pada media pembelajaran yang dikembangkan.

Kecepatan motor DC diharapkan dapat stabil setelah diberikan sistem kendali fuzzy saat diberikan beban. Sistem kendali fuzzy merupakan suatu sistem lingkaran tertutup, di mana tidak terdapat operator yang menjadi bagian dari sistem lingkaran kendali (*control loop*)(Sujono,2012:13). Sistem kendali fuzzy ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem Kendali Fuzzy
(Sumber: Sujono, 2012:13)

Secara umum proses yang harus dilakukan saat pembuatan algoritma fuzzy terdiri dari empat tahapan, yaitu : (1) Pembentukan himpunan fuzzy, (2) pembentukan fungsi keanggotaan, (3) Aplikasi fungsi implikasi (aturan), (4) Komposisi aturan (inferensi), dan (5) Penegasan (defuzzifikasi)(Sri,2013:134).

Motor DC menjadi komponen yang dikendalikan menggunakan algoritma fuzzy. Motor DC yang digunakan adalah motor DC merk VEXTA dengan tipe AHXM230K. Motor ini sudah dilengkapi gearbox dengan perbandingan yang bervariasi. Motor VEXTA memiliki kecepatan maksimum 2500 rpm. Dengan internal gearnya yang 10:1 maka kecepatan maksimum pada poros keluaran adalah 250 rpm, dengan torsi rata-rata sebesar 11,2 kg-cm. Motor ini telah dilengkapi driver dan *internal rotary encoder*. Dengan demikian motor ini sangat sesuai apabila diaplikasikan sebagai actuator robot. Motor ini membutuhkan catu 24V.

Trainer Sistem Kendali Fuzzy Kecepatan Motor DC ini merupakan modul praktikum dengan menggunakan pengendali umpan balik negatif. Trainer ini menggunakan motor DC seri VEXTA. Trainer ini bertujuan untuk mengendalikan kecepatan motor DC sehingga keluaran kecepatan yang dihasilkan diharapkan sama atau sangat mendekati masukan yang diinginkan.

Trainer ini terdiri dari perangkat masukan, pengendali dan keluaran. Masukan menggunakan *keypad* angka yang akan diproses mikrontroller untuk menggerakkan motor DC. Kecepatan motor DC akan dibaca menggunakan *rotary encoder*. Trainer ini juga dilengkapi dengan LCD agar pengguna dapat melihat masukan dan keluaran kecepatan yang dihasilkan. Komunikasi serial USART pada trainer ini diubah menjadi protokol komunikasi USB sehingga mudah digunakan menggunakan teknologi komputer yang telah ada saat ini.

Sistem kendali fuzzy digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC pada trainer ini. Sistem kendali fuzzy dipilih karena algoritma logika fuzzy mudah diterapkan menggunakan pemrograman yang ditanam pada mikrokontroller. Hal ini sangat memudahkan pengguna untuk melakukan perubahan atau perbaikan algoritma untuk menjadikan sistem kendali yang diterapkan lebih maksimal.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan merupakan jenis metode *Research and Development* (R&D) model ADDIE (*Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*) yang diperkenalkan oleh

Maribe Branch. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang digunakan yaitu (1) Analisis, (2) Desain atau perancangan media, (3) Pengembangan, (4) Implementasi, (5) Evaluasi.

Subyek, Waktu, dan Tempat Penelitian

Subyek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta yang beralamat di Karang Malang, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini dimulai sejak bulan Maret 2016 hingga selesai.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan instrumen angket. Angket digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan dari media pembelajaran dan materi pembelajaran. Angket diberikan kepada ahli materi pembelajaran, ahli media pembelajaran dan peserta didik sebagai pengguna.

Pengujian Instrumen

Pengujian validitas setiap instrumen menggunakan uji validitas konstruk dan isi. Validitas konstruk diuji berdasarkan pendapat para ahli yang dijadikan sebagai bahan untuk revisi. Sedangkan untuk pengujian validasi isi dilakukan dengan membandingkan antara isi setiap butir dari instrumen penelitian dengan materi pembelajaran yang telah disampaikan. Menurut Sugiyono (2011: 183), setiap instrumen baik tes maupun nontes setelah pengujian dengan para ahli kemudian diujikan lebih lanjut dan dianalisis dengan analisis item.

Teknik Analisis Data

Teknik Analisis data diukur menggunakan statistik deskriptif. Untuk

mengukur tingkat kelayakan media dan materi pembelajaran pertama-tama menentukan kriteria penilaian terlebih dahulu. Pada penelitian ini kriteria yang digunakan dibagi menjadi 4 kategori. Nilai setiap kategori berbentuk interval yang dihitung berdasarkan tabel berikut (Suharsimi Arikunto, 2010: 282):

Tabel 1. Kategori Kelayakan Media

Interval	Kategori
$Mean_i + (1,5 \times SD_i) \leq x \leq Max_i$	Sangat Layak
$Mean_i \leq x < Mean_i + (1,5 \times SD_i)$	Layak
$Mean_i - (1,5 \times SD_i) \leq x < Mean_i$	Cukup Layak
$Min_i \leq x < Mean_i - (1,5 \times SD_i)$	Tidak Layak

Min_i : Nilai minimum ideal

Max_i : Nilai maksimum ideal

$Mean_i$: Rerata skor ideal

SD_i : Simpangan baku ideal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Hasil Penelitian

Pengujian produk penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Hasil dari masing-masing pengujian antara lain berupa saran dan kesimpulan menjadi dasar untuk melakukan revisi terhadap produk penelitian. Revisi tahap pertama dilakukan setelah pengujian yang dilakukan oleh para ahli, yaitu ahli media dan ahli materi. Kemudian hasil pengujian lapangan dengan kelas kecil menjadi dasar untuk melakukan revisi kedua. Kelompok kelas besar atau uji operasional menjadi subjek untuk melakukan pengujian terakhir dengan hasil yang akan dijadikan revisi terakhir.

Tahap perencanaan produk yang dibuat berupa media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC yang mencakup materi pembelajaran robotika.

Langkah-langkah pada proses perencanaan produk media pembelajaran terdiri dari:

- 1) Identifikasi komponen yang digunakan pada *trainer*.
- 2) Perancangan desain bentuk dan rangkaian elektronika pada *trainer*.
- 3) Perancangan flowchart cara kerja dari *trainer*.

Tahap pengembangan produk merupakan tahap pembuatan produk yang telah direncanakan pada tahap sebelumnya. Langkah-langkah pada proses pengembangan produk media pembelajaran terdiri dari:

- 1) Pembuatan hardware mekanik *trainer*.
- 2) Penempatan komponen elektronik dan pengkabelan.
- 3) Pembuatan program menggunakan aplikasi CVAVR yang akan diundukan pada mikrokontroler.

Uji coba produk dilakukan dengan 3 siklus pengujian. Setelah dilakukan uji coba, selanjutnya produk direvisi sesuai dengan hasil, saran, dan kesimpulan dari data uji coba setiap siklusnya. Sehingga proses revisi dilakukan 3 kali, revisi pertama dilakukan setelah mendapatkan masukan dari para ahli, revisi kedua dilakukan setelah mendapatkan hasil uji coba dari pengguna dalam lingkup kelas kecil, dan revisi terakhir dilakukan setelah mendapatkan hasil uji coba dari pengguna dalam lingkup kelas besar.

Pengujian bentuk awal produk dalam penelitian ini dilakukan kepada para ahli dalam 2 bidang, yaitu ahli, media, dan materi. Pengujian materi bertujuan untuk menilai kelayakan media pembelajaran dari segi materi yang terdapat pada media tersebut. Pengujian media bertujuan untuk menilai kelayakan media pembelajaran dari segi konstruksi dan cara kerja media tersebut.

Pengujian lapangan pada penelitian ini dilakukan kepada para pengguna dalam lingkup kelas kecil setelah dilakukan revisi produk sesuai dengan saran dan masukan dari para ahli. Uji coba dilakukan terhadap 8 mahasiswa Program Studi Mekatronika UNY yang dipilih secara acak. Pengujian ini dilakukan untuk menganalisa tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC.

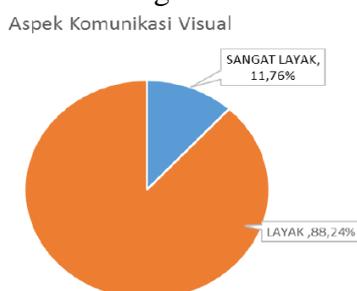
Pengujian operasional pada penelitian ini dilakukan kepada para pengguna dalam lingkup kelas besar setelah dilakukan revisi produk sesuai dengan hasil dari pengujian pada lingkup kelas kecil. Uji coba dilakukan terhadap 17 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika UNY yang mengikuti mata kuliah robotika pada tahun ajaran 2016/2017. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran oleh pengguna.

Pembahasan Hasil Penelitian

Pengujian kinerja dari *trainer* sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dilakukan dengan cara menguji setiap komponen yang terdapat pada *trainer* dan unjuk kerja rangkaian *trainer* secara utuh. Secara teknis, media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC mampu menstabilkan kecepatan motor DC sesuai dengan masukan meskipun telah diberikan beban. Adapun tingkat toleransi kesalahan dalam penggunaan algoritma fuzzy yang ditanam di dalam program sebesar $\pm 0.67\%$.

Hasil analisis data angket diberikan kepada ahli media pembelajaran, ahli materi pembelajaran, dan peserta didik sebagai pengguna. Ahli media menyatakan bahwa media layak

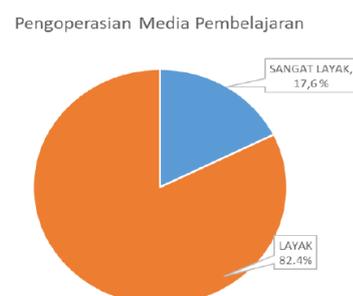
digunakan berdasarkan 3 aspek yaitu komunikasi visual, rekayasa perangkat, dan kemanfaatan dengan nilai 70,5 dari skor tertinggi 92. Ahli media menilai bahwa konstruksi dan kualitas dari *trainer* sudah baik dan kuat digunakan dengan cara pengoperasian yang mudah pula. Media dinilai dapat membantu pendidik dan peserta didik mempermudah kegiatan pembelajaran. Tampilan media perlu diperbaiki agar lebih menarik dengan tombol stop untuk mempermudah penggunaan. Ahli materi menyatakan media sangat layak digunakan berdasarkan 2 aspek yaitu kualitas materi dan kemanfaatan dengan skor 65 dari skor maksimal 76. Ahli materi menilai materi yang terdapat pada media pembelajaran telah sesuai dengan silabus dan mencakup kompetensi sistem kendali motor DC secara lengkap. Adanya *jobsheet* memperlengkap dan memudahkan penggunaan media. Media dinilai dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan kualitas belajarnya. Penambahan latihan soal dan pembahasan program terperinci pada *jobsheet* dinilai perlu ditingkatkan agar *jobsheet* lebih lengkap dan mudah digunakan.



Gambar 2. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Komunikasi Visual.

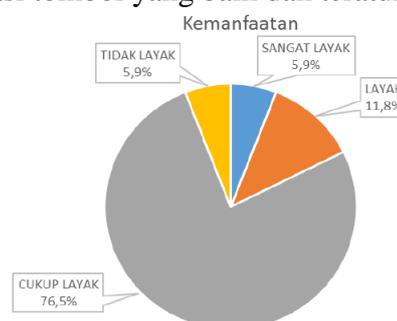
Hasil analisis data instrumen aspek komunikasi visual sejumlah 11,76% peserta didik menyatakan bahwa media sangat layak untuk digunakan dan sebanyak 88,24% peserta didik

menyatakan media pembelajaran layak untuk digunakan. Peserta didik menilai bahwa media layak digunakan dari segi penggunaan perangkat keras dan tata letak bagian media yang mudah dipahami, namun tampilan perlu dibuat lebih menarik.



Gambar 3. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Pengoperasian Media.

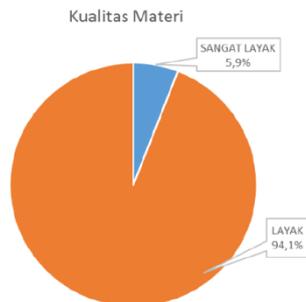
Hasil analisis data instrumen aspek pengoperasian media sejumlah 17,6% peserta didik menyatakan bahwa media sangat layak untuk digunakan dan sebanyak 82,4% peserta didik menyatakan media pembelajaran layak untuk digunakan. Peserta didik menilai bahwa media layak digunakan dengan pengoperasian media yang mudah. Langkah-langkah yang tersaji mudah dipahami dan diingat, letak komponen dan notasi tombol yang baik dan teratur.



Gambar 4. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Kemanfaatan.

Hasil analisis untuk aspek kemanfaatan menunjukkan bahwa sejumlah 5,9% peserta didik menyatakan media pembelajaran untuk digunakan sangat layak, 11,8% peserta didik menilai

layak untuk digunakan, 76,5% peserta didik menilai cukup layak, dan sisanya 5,9% menyatakan tidak layak untuk digunakan. Media dianggap cukup bermanfaat untuk mempermudah peserta didik dalam kegiatan pembelajaran, namun media dianggap masih kurang dalam membuat peserta didik belajar dengan lebih mandiri.



Gambar 5. Diagram Distribusi Kelayakan Aspek Kualitas Materi.

Analisis terakhir yaitu aspek kualitas materi, sebanyak 94,1% peserta didik menyatakan bahwa kualitas materi dari media pembelajaran layak untuk digunakan. Sedangkan sisanya sebesar 5,9% menyatakan sangat layak. Peserta didik menilai media pembelajaran telah mencakup materi yang terkandung pada kompetensi sistem kendali kecepatan motor DC dengan baik. Jobsheet yang ada telah dianggap lengkap dengan tata bahasa dan runtutan yang baik. Penambahan latihan soal dan kejelasan uraian program perlu dibuat lebih baik lagi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari pengembangan dan penggunaan media pembelajaran *robot manipulator* penyeleksi benda, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu Media pembelajaran berupa trainer sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dapat digunakan untuk menstabilkan kecepatan motor DC dengan masukan sesuai dengan

yang diinginkan pengguna. Penggunaan logika fuzzy sebagai algoritma sistem kendali mampu menstabilkan motor DC setelah diberikan beban. Penggunaan sistem kendali fuzzy mampu membuat kecepatan motor DC lebih stabil dengan toleransi error $\pm 0,67\%$. Tingkat kelayakan media pembelajaran sistem kendali fuzzy kecepatan motor DC dinyatakan sangat layak dengan rata-rata persentase sebesar 82,35%.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar Arsyad. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Branch, M. Robert. (2009). *Instructional Design : The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Haryanto & Moh Khairudin. (2012). *Pengembangan Model Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan Supervised Learning Sebagai Media Pembelajaran*. Yogyakarta: JPTK UNY. Vol.21. No.1.
- Sri Kusuma Dewi & Hari Purnomo. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujono. (2012). *Fuzzy Logic*. Jakarta: Universitas Budi Luhur.
- Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.