

# TRAINER PID CONTROLLER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIK SISTEM KENDALI

Eko Marpanaji, Bekti Wulandari, Muhammad Izzudin Mahali, Nuryake Fajaryati

Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Informatika

Email: [eko@uny.ac.id](mailto:eko@uny.ac.id), [bektiwulandari@uny.ac.id](mailto:bektiwulandari@uny.ac.id), [izzudin@uny.ac.id](mailto:izzudin@uny.ac.id), [nuryake@uny.ac.id](mailto:nuryake@uny.ac.id)

## ABSTRACT

This research aims to develop PID controller trainers and assess the feasibility of PID Controller trainers. Trainers developed using PID controller applications are dual brushless controllers. This research is a product-oriented R & D research in the form of trainer and companion module. Once the product gets validation from the experts through the alpha test and beta test then the product is evaluated on the actual implementation. Media development refers to the Lee & Owens model. This study uses a development model that includes analysis, design, implementation and evaluation, where the location of evaluation and revision lies at each stage. Evaluations are conducted by material experts, media experts and users. Data collection using a questionnaire that has a range of 1 s.d. 4. Obtaining the next questionnaire value is converted to find out the feasibility category. The result of the research shows that PID Controller feasibility value is 3.33 and belongs to Excellent category. Since the PID Controller trainer gets a very good feasibility score then this trainer can be used in classroom learning..

**Keywords:** *adaptive, cooperative learning, deductive*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan trainer PID controller dan menilai kelayakan trainer PID Controller. Trainer yang dikembangkan menggunakan aplikasi PID controller yaitu pengendali *dual brushless*. Penelitian ini merupakan penelitian R&D yang berorientasi produk berupa trainer dan modul pendamping. Setelah produk mendapat validasi dari ahli melalui uji alfa dan uji beta maka produk dievaluasi pada implementasi sesungguhnya. Pengembangan media merujuk pada model Lee & Owens. Penelitian ini menggunakan model pengembangan yang meliputi analisis, desain, implementasi dan evaluasi, dimana letak evaluasi dan revisi terletak pada tiap tahapan. Evaluasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media dan pengguna. Pengambilan data menggunakan angket yang memiliki rentang nilai 1 s.d. 4. Perolehan nilai angket selanjutnya dikonversi untuk mengetahui kategori kelayakan. Hasil penelitian menunjukkan nilai kelayakan trainer PID Controller adalah 3,33 dan termasuk kategori Sangat Baik. Karena trainer PID Controller memperoleh nilai kelayakan sangat baik maka trainer ini dapat digunakan dalam pembelajaran di kelas.

**Kata Kunci:** Pengembangan, PID Controller, dual bhrusless

## PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi merupakan pendidikan tinggi yang mempersiapkan peserta didik untuk memiliki pekerjaan dengan keahlian terapan tertentu maksimal setara dengan sarjana. Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) merupakan bentuk pendidikan vokasi yang menyiapkan terbentuknya insan individu dengan keterampilan, kecakapan, pengertian, perilaku, sikap, kebiasaan kerja, dan apresiasi terhadap pekerjaan-pekerjaan yang dibutuhkan oleh masyarakat dunia usaha/industri, diawasi oleh

masyarakat dan pemerintah atau dalam kontrak dengan lembaga serta berbasis produktif (Putu Sudira, 2011).

Pendidikan vokasi berkewajiban untuk mempersiapkan dan membantu peserta didik dalam mengenali dirinya sesuai dengan tahapan perkembangan vokasional, mulai dari mengidentifikasi, mengeksplorasi, mempersiapkan, memilih, hingga pada tahapan peserta didik menguasai sebuah keahlian tertentu pada suatu bidang pekerjaan sesuai dengan program keahlian yang ditempuhnya. Penguasaan keahlian peserta didik tersebut mencakup aspek

kognitif, afektif, dan psikomotorik yang saling terintegrasi satu sama lain membentuk sebuah keahlian yang utuh terhadap sebuah bidang pekerjaan tertentu. Dalam mendukung hal tersebut, maka pada proses pembelajarannya, pendidikan kejuruan dan vokasi lebih diarahkan pada penumbuhan pengalaman belajar melalui rangsangan visual, kesadaran afektif, penggalian informasi kognitif, dan pengembangan keterampilan psikomotorik.

Hal tersebut diperkuat oleh Putu Sudira (2011) bahwa seberapa besar dampak sebuah pendidikan/pembelajaran sangat tergantung dari seberapa banyak atau seberapa kaya peserta didik dalam mendapat pengalaman belajar. Pengamalan belajar peserta didik sangat dipengaruhi oleh penampilan guru/dosen, sarana dan prasarana belajar (learning resources equipment), suasana akademik dan lingkungan belajar, serta dukungan perangkat ICT (Putu Sudira, 2011).

Mata kuliah Sistem Kendali 1 merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh mahasiswa jurusan S1 Pendidikan Teknik Elektronika dan D3 Teknik Elektronika, sedangkan PID Controller merupakan salah satu materi yang penting dalam mata kuliah Sistem Kendali 1. Untuk mendukung tercapainya pemahaman mengenai materi tersebut dan pengalaman peserta didik dibutuhkan modul praktek. Modul praktek yang dimaksud berupa trainer yang terdiri dari perangkat hardware dan pedoman praktik berupa buku teks yang secara garis besar berisi uraian materi, langkah praktik dan penugasan. Trainer tersebut dapat digunakan oleh mahasiswa untuk membuktikan teori yang dipelajari pada mata kuliah Sistem Kendali 1.

Berdasarkan hasil prasarvei atau observasi, media pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran praktikum mata kuliah Sistem kendali masih bersifat konvensional dan masih menggunakan software simulasi matlab. Hal ini tentu membuat proses pembelajaran menjadi kurang efektif, efisien, dan mengurangi pengalaman belajar peserta didik. Diperlukan waktu yang tidak sedikit dalam persiapan sebelum mereka melakukan praktikum. Maka

dari itu, perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran tersebut dalam kaitannya pengoptimalan dampak belajar yang dihasilkan. Salah satu bentuk perbaikan tersebut dengan pengembangan media pembelajaran praktikum berupa trainer beserta pedoman praktiknya. Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin mengembangkan trainer sistem kendali 1 beserta dokumen panduan praktik yang dapat membantu proses pembelajaran.

Pengembangan media pembelajaran ini menggunakan model pengembangan Lee & Owens (2004). Model Lee & Owens diadopsi menekankan fase implementasi model dengan memasukkan *white box testing* dan *black box testing*. *White box testing* sendiri merupakan sebuah metode uji program/ produk dimana desain/ struktur/ implementasi dari produk tersebut diketahui oleh penguji. Perbedaan dengan *black box testing* adalah pada metode ini, desain / struktur/ implementasi dari produk tersebut *tidak* diketahui oleh pengujinya.

Media pembelajaran menurut Rusman (2012: 160) merupakan suatu teknologi pembawa pesan yang dapat digunakan untuk keperluan pembelajaran. Menurut Kemp & Dayton (Rusman, 2009:154), kontribusi media terhadap proses pembelajaran adalah: (1) penyampaian pesan dapat lebih terstandar; (2) pembelajaran dapat lebih menarik; (3) pembelajaran menjadi lebih interaktif; (4) waktu pelaksanaan pembelajaran dapat diperpendek; (5) kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan; (6) proses pembelajaran dapat berlangsung kapan pun dan di mana pun diperlukan; (7) sikap positif peserta didik terhadap materi pembelajaran serta proses pembelajaran dapat ditingkatkan; dan (8) peran guru berubah ke arah yang positif.

Rusman (2012:162) menyebutkan rincian fungsi media pembelajaran, yaitu: (1) sebagai alat bantu yang mampu memperjelas, mempermudah, dan mempercepat penyampaian materi pembelajaran; (2) sebagai komponen dari sub sistem pembelajaran; (3) sebagai pengarah pembelajaran; (4) sebagai pembangkit motivasi dan perhatian; (5) meningkatkan hasil pembelajaran; (6) mengurangi terjadinya

verbalisme; dan (7) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, tenaga, dan daya indra. Oleh karena itu media pembelajaran mempunyai kedudukan penting sebagai salah satu komponen pembelajaran yang berfungsi untuk menyampaikan materi pembelajaran dari sumber belajar ke pembelajar sehingga materi pembelajaran menjadi lebih jelas dan lebih mudah dipahami.

*Trainer* merupakan suatu set peralatan laboratorium yang digunakan sebagai media pembelajaran yang merupakan gabungan antara model kerja dan mock-up. *Trainer* ditujukan untuk menunjang proses pembelajaran peserta didik dalam menerapkan pengetahuan/konsep yang diperolehnya pada benda nyata. Menurut Anderson (1994: 181), obyek yang sesungguhnya atau benda model yang mirip sekali dengan benda nyatanya, akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik. Penggunaan media obyek dalam proses belajar secara kognitif untuk mengajarkan pengenalan kembali dan/atau pembedaan akan rangsangan yang relevan; secara afektif dapat mengembangkan sikap positif terhadap pekerjaan sejak awal latihan; sedangkan secara psikomotorik, memberikan latihan atau untuk menguji penampilan dalam menangani alat, perlengkapan dan materi pekerjaan.

Selain media objek (*trainer*), terdapat modul sebagai hasil produk penelitian. Modul ini berisi prosedur pengoperasian *trainer* serta memuat materi, tugas, tes dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Modul yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan motivasi dan efektifitas penggunaannya. Modul tersebut di antaranya memiliki karakteristik: (1) *self contained*, yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu kompetensi atau subkompetensi yang dipelajari terdapat di satu modul yang utuh; dan (2) *user friendly*, yaitu setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai keinginan,

serta penggunaan bahasa sederhana dan mudah dimengerti.

Menurut Arsyad (2010: 87 – 90) modul pembelajaran memiliki beberapa hal yang perlu diperhatikan pada saat merancang, misalnya konsistensi dalam penggunaan format dari halaman ke halaman mengenai jenis dan ukuran huruf serta jarak spasi, teks yang disusun sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh dan memiliki daya tarik agar memotivasi siswa untuk terus membaca modul pembelajaran. Tujuan utama modul pembelajaran adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran baik waktu, dana, fasilitas, maupun tenaga guna mencapai tujuan secara optimal.

Sistem kendali adalah sistem yang minimal ada 2 bagian: (1) Bagian (atau SubSistem) Kendalian atau yang dikendalikan (*Plant*), yang bisa merupakan peralatan, perangkat, atau proses yang menghasilkan luaran (*output*, hasil, produk, isyarat luaran, *output signal*) karena dikendalikan oleh bagian pengendali. (2) Bagian (atau SubSistem) Pengendali (*Controller*), yang juga bisa merupakan peralatan, perangkat, atau proses yang menghasilkan isyarat kendali (*control signal*) untuk mengendalikan kendalian.

PID (dari singkatan bahasa *Proportional-Integral-Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu *Proportional*, *Integratif* dan *Derivatif*. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu *plant*.

Berdasarkan uraian di atas, untuk mencapai proses pembelajaran yang efektif, efisien, dan menambah pengalaman belajar maka perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran tersebut dalam kaitannya pengoptimalan dampak belajar yang dihasilkan. Salah satu bentuk perbaikan tersebut ialah dengan pengembangan media pembelajaran praktikum berupa *trainer* beserta pedoman praktiknya yang berupa modul untuk

mahasiswa jurusan pendidikan teknik elektronika.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian yang berorientasi pada produk sehingga menggunakan prosedur *Research and Development* (R&D). Secara umum, prosedur R&D merupakan serangkaian kegiatan pengembangan sebuah produk, dalam hal ini pengembangan media PID controller sebagai media pembelajaran. Setelah melakukan perencanaan dan desain, produk dikembangkan dan divalidasi baik secara tertutup (pada sebuah kelompok kecil) maupun para ahli atau biasa disebut dengan uji Alfa. Apabila produk tersebut telah mendapat validasi serta pengakuan dari ahli melalui uji alfa, baru kemudian uji beta dan dievaluasi pada implementasi sesungguhnya. Pengembangan media pembelajaran ini merujuk pada model yang ditawarkan oleh Lee & Owens (2004).

Pelaksanaan R&D terdiri dari dua prosedur yang digunakan yaitu penelitian dan pengembangan. Prosedur penelitian menggunakan fase asesmen/analisis, fase desain, fase implementasi dan fase evaluasi. Fase analisis pada penelitian ini dilakukan di kelas pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY dalam bentuk prasurvei terhadap perkembangan media pembelajaran sistem kendali. Prasurvei dilakukan untuk memastikan, memperkuat dan mendukung asumsi terhadap masalah yang ada. Fase analisis meliputi *need assesment* dan *Front End Analysis*. *Need assesment* akan dilakukan sebagai proses untuk menentukan hasil, mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi saat ini dengan kondisi yang diinginkan (Lee & Roadman, 1991). Untuk melakukan *need assesment* dengan baik dilakukan pengembangan instrumen *need assesment and analysis*. Prosedur *need assesment* dilakukan melalui survei ke lapangan dengan tujuan mengungkap hal-hal berikut: (1) Melihat kembali kondisi media pembelajaran saat ini, lalu mengidentifikasi pengetahuan dan *skill* untuk pemecahan masalah di lapangan; (2) Menetapkan sistem yang ideal; (3) Membuat

daftar tujuan penting; dan (4). Mengidentifikasi perbedaan melalui mencari perbedaan kondisi ideal dan kondisi aktual. *Front-end Analysis* yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan menjembatani antara kesenjangan yang ada dengan kenyataan/harapan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Ada sembilan analisis yang dapat dilakukan yaitu: (1) analisis peserta; (2) analisis teknologi; (3) analisis situasi; (4) analisis tugas; (5) analisis kejadian penting; (6) analisis tujuan; (7) analisis media; (8) analisis data yang masih ada; dan (9) analisis biaya.

Fase desain merupakan perencanaan dari isi proyek. Desain sangat memungkinkan sebuah proyek dapat berjalan dengan baik. Fase desain dalam pengembangan media pembelajaran meliputi: 1) menyusun jadwal, 2) *project team*, 3) *Spesifikasi Media*, dan 4) *Content Structure* (Pemetaan Informasi). Sedangkan fase implementasi merupakan bagian langsung yang berkaitan dengan hal teknis. Langkah teknis yang paling sesuai dengan pembuatan media pembelajaran mengacu pada fase desain selanjutnya dibagi dalam tiga alur produksi (a) *preproduction*; (b) *production*; dan (c) *postproduction and quality review*. Fase implementasi adalah realisasi dari fase desain dan fase pengembangan. Sehingga pada fase implementasi diharapkan media pembelajaran dapat sepenuhnya selesai. Pada fase ini pula dilakukan proses uji alfa dan uji beta, jika hasil kedua uji tersebut masuk pada kategori “baik” ( $3,4 < X \leq 4,2$ ) maka implementasi dapat dilanjutkan ke fase evaluasi.

Fase evaluasi dilakukan untuk menjawab inti permasalahan, yaitu pengembangan media pembelajaran. Sehingga dalam permasalahan ini perlu diketahui tingkat akurasi, fungsi, konten materi dan petunjuk penggunaan modul dalam pelaksanaan perkuliahan. Fase evaluasi dilakukan melalui penyelenggaraan pembelajaran di kelas Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.

Pada penelitian ini, dilakukan uji alfa (uji coba terbatas dan uji coba luas) dan uji beta untuk memastikan bahwa media pembelajaran PID Controller yang dihasilkan mampu menjawab permasalahan yang telah dirumuskan.

Desain uji coba akan dilakukan dalam dua tahap yaitu: uji alfa dan uji beta. Kedua pengujian ini dilakukan karena memungkinkan ahli maupun pengguna menemukan kesalahan yang lebih rinci sekaligus sebagai rekomendasi untuk revisi produk yang telah dikembangkan.

Selain itu penelitian ini menggunakan beberapa instrumen pengumpulan data, yakni: (a) angket untuk *research and information collecting*; (b) angket untuk mengukur hasil uji alfa; dan (c) angket untuk mengukur hasil uji beta. Terdapat tiga angket evaluasi kelayakan untuk ahli materi, ahli media dan pengguna (pengguna terbatas dan uji lapangan), Serta tiga aspek penilaian yaitu aspek materi, aspek teknis dan aspek tampilan. Untuk ahli materi menilai aspek materi, ahli media menilai aspek teknis dan aspek tampilan, sedangkan pengguna menilai ketiga aspek yaitu aspek materi, aspek teknis dan aspek tampilan.

Terdapat tiga angket evaluasi kelayakan untuk ahli materi, ahli media dan pengguna (pengguna terbatas dan uji lapangan). Terdapat tiga aspek penilaian yaitu aspek materi, aspek teknis dan aspek tampilan. Untuk ahli materi menilai aspek materi, ahli media menilai aspek teknis dan aspek tampilan, sedangkan pengguna menilai ketiga aspek yaitu aspek materi, aspek teknis dan aspek tampilan.

Metode analisis yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif dilakukan untuk menentukan kelayakan media dalam fungsinya. Kuisisioner yang digunakan memberikan empat alternatif pilihan untuk memberikan tanggapan tentang media yang dikembangkan, yaitu; sangat baik dengan skor 4, baik dengan skor 3, kurang baik dengan skor 2, dan sangat kurang baik dengan skor 1. Skor yang diperoleh kemudian dikonversikan menjadi nilai, pada skala 4, dengan acuan tabel 2.

Tabel 1. Konversi Skor Ke Nilai pada Skala 4

Interval Skor	Kategori
---------------	----------

Tabel 2. Konversi Data Kualitatif Menjadi Data Kuantitatif (Skala 4)

Skala	Kriteria	Skor
-------	----------	------

M + 1,5 SD s.d. M + 3 SD	Sangat Baik
M + 0,0 SD s.d. M + 1,5 SD	Baik
M - 1,5 SD s.d. M + 0 SD	Kurang Baik
M - 3 SD s.d. M - 1,5 SD	Sangat Kurang Baik

dengan keterangan;

$M$  = mean ideal, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$M = \frac{1}{2} \{ \text{skor maksimal ideal} + \text{skor minimal ideal} \} \dots(2)$$

$SD$  = simpangan baku ideal, ditentukan dengan rumus :

$$SD = \frac{1}{6} \{ \text{skor maksimal ideal} - \text{skor minimal ideal} \} \dots(3)$$

Dari skala 4 tersebut di atas diketahui bahwa skor maksimal ideal adalah 4 dan skor minimal ideal adalah 1, sehingga diperoleh perhitungan  $M_i$  dan  $S_{Bi}$  sebagai berikut :

$$M = \frac{1}{2} (4+1) = 2,5$$

$$SD = \frac{1}{6} (4-1) = 0,5$$

Berdasarkan ketentuan tersebut, diperoleh hasil perhitungan skala 4 sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Untuk mencari skor rata-rata dalam memberikan penilaian terhadap produk yang telah dikembangkan, maka digunakan rumus;

$$X_i = \frac{\sum x}{\sum a \times \sum n} \dots(4)$$

keterangan :

- $X_i$  = skor rata-rata
- $\sum x$  = jumlah skor
- $\sum a$  = jumlah aspek yang diamati
- $n$  = jumlah responden

Dari skala 4 tersebut di atas diketahui bahwa skor maksimal ideal adalah 4 dan skor minimal ideal adalah 1, sehingga diperoleh perhitungan  $M_i$  dan  $S_{Bi}$  sebagai berikut :

$$M = \frac{1}{2} (4+1) = 2,5$$

$$SD = \frac{1}{6} (4-1) = 0,5$$

		Perhitungan	Hasil
4	Sangat Baik	$2,5 + (1,5 \times 0,5)$ s.d. $2,5 + (3 \times 0,5)$	3,25 s.d. 4
3	Baik	$2,5 + (0 \times 0,5)$ s.d. $2,5 + (1,5 \times 0,5)$	2,5 s.d. 3,25
2	Kurang	$2,5 - (1,5 \times 0,5)$ s.d. $2,5 + (0 \times 0,5)$	1,75 s.d. 2,5
1	Sangat Kurang	$2,5 - (3 \times 0,5)$ s.d. $2,5 - (1,5 \times 0,5)$	1 s.d. 1,75

Berdasarkan ketentuan tersebut, diperoleh hasil perhitungan skala 4 sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2.

Untuk mencari skor rata-rata dalam memberikan penilaian terhadap produk yang telah dikembangkan, maka digunakan rumus;

$$X_i = \frac{\sum x}{\sum a \times \sum n} \dots(4)$$

keterangan :

$X_i$	= skor rata-rata
$\sum x$	= jumlah skor
$\sum a$	= jumlah aspek yang diamati
$n$	= jumlah responden

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengembangan ini berupa trainer PID Controller yang mampu membantu dosen dalam pembelajaran mata kuliah Sistem Kendali. Sebelum dilakukan pengembangan media dilakukan analisis terlebih dahulu. Ada dua tahapan dalam melakukan analisis, yaitu melakukan *need assessment* dan *front end analysis*. Analisis ini digunakan untuk menjembatani antara kondisi lapangan dengan kondisi ideal. Proses NAA ini dilakukan pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2016 dan dilakukan terhadap mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektronika. Dalam tahapan ini, peneliti mendapatkan beberapa temuan diantaranya:

1. Media pembelajaran untuk praktikum sistem kendali khususnya untuk materi PID controller belum ada pembaharuan. Saat ini, praktik Sistem Kendali khususnya untuk materi PID Controller masih menggunakan software Matlab. Dari hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa pengembangan media pembelajaran dalam bentuk trainer sekaligus pedoman praktek menjadi hal yang sangat penting diupayakan tenaga pengajar.

2. Temuan yang didapatkan dari mahasiswa yang telah mendapatkan mata kuliah praktik sistem kendali adalah perlunya diberikan gambaran praktik nyata yang telah dilakukan menggunakan software Matlab. Hal ini memberikan target pencapaian hasil praktikum yang dilakukan pada saat pembelajaran praktik.
3. Media pembelajaran yang ideal untuk dikembangkan dalam mata kuliah instrumentasi berdasarkan temuan yang telah diperoleh terdiri dari beberapa kriteria. Kriteria-kriteria tersebut diantaranya: (1) perlunya pengembangan trainer sekaligus pedoman praktek yang memperhatikan perkembangan teknologi; (2) media yang dikembangkan perlu memberikan gambaran hasil praktik yang diharapkan.
4. Kondisi ideal dalam pengembangan media adalah memasukkan semua teknologi instrumentasi dan kendali yang sedang berkembang. Kondisi aktual yang akan direalisasikan dibatasi pada pengembangan media khususnya *PID Controller*.

Setelah fase analisis, selanjutnya fase desain. Fase desain dalam pengembangan media pembelajaran meliputi menyusun jadwal, penentuan project team, spesifikasi media, dan pemetaan informasi. Pada spesifikasi media, penelitian ini menerapkan prinsip kesederhanaan, tata letak, keutamaan fungsi, interaksi, *feedback*, grafik, warna dan pendukung. Agar sebuah media pembelajaran dapat bekerja sesuai yang diinginkan perlu adanya peta informasi.

Selanjutnya tahap implementasi yang terdiri dari *preproduction*, *production*, dan *postproduction quality review*. Tahapan pembuatan media PID Controller secara berurutan adalah pembuatan skema rangkaian, simulasi kerja skema, desain boks dan layout area

trainer, layout PCB dan pembuatan PCB, pemasangan komponen, pembuatan algoritma dan program, uji kinerja rangkaian, pemasangan boks, pembuatan pedoman praktik, unjuk kerja keseluruhan, validasi ahli media dan materi, uji pengguna terbatas, dan uji lapangan.

Tahapan production diupayakan dalam pengembangan keenam trainer sekaligus pedoman praktik menyesuaikan keenam trainer yang dikembangkan. Termasuk proses *packaging* untuk masing-masing fase menjadi satu kesatuan media pembelajaran yang siap digunakan. Sebagai tambahan dan penjas dibuat pula *manual book* penggunaan trainer. Secara umum pembuatan media terdiri dari membuat dua trainer, membuat pedoman praktik (dan *manual book*), unjuk kerja perangkat dan pengujian-pengujian sebagai implementasi tahapan *Postproduction and Quality Review*.

Tahapan evaluasi penelitian ini dilakukan dua uji yaitu uji alfa dan uji beta. Uji alfa dengan mengujikan media signal conditioning pada para expert judgement yaitu para ahli yang ahli materi dan ahli media. Setelah dilakukan pengujian kelayakan baik dari ahli materi dan media tersebut, maka dilakukan revisi sesuai penilaian dan masukan para ahli. Setelah dikonsultasikan kembali dan dinyatakan sesuai maka dapat dilakukan uji beta. Uji Beta dilakukan dengan

dua tahapan yaitu uji pengguna terbatas dan uji lapangan. Uji pengguna terbatas dilakukan oleh 2 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika dimana mahasisiwa tersebut sudah pernah mendapat mata kuliah tersebut. Selanjutnya uji lapangan dilakukan kepada 26 mahasiswa. Dari tahap uji alfa dan uji beta, media selalu mengalami revisi dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan media dan mengoptimalkan kebermanfaatan media.

Uji alfa media pembelajaran ini dilakukan dengan pengaturan nilai PID dan melihat hasil outputnya melalui percobaan. Uji alfa mengacu paada Alessi dan Pressman. Pengujian ini fokus pada kinerja sistem secara komprehensif, yang dilakukan berulang-ulang. Hasil uji tersaji dalam tabel 3.

Dari tabel 3 diperoleh kesimpulan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan secara umum menunjukkan unjuk kerja yang baik sehingga dapat dilakukan tahapan validasi selanjutnya. Setelah dinyatakan bahwa unjuk kerja valid maka dilanjutkan validasi ahli materi dan ahli media yang masing-masing dilakukan oleh dua orang dosen ahli. Berikut ini adalah hasil validasi ahli materi pada tabel 4.

Tabel 3. Data Hasil Test Case Media Pembelajaran

Test Case	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
Power	Tombol power ditekan	Trainer posisi standby dan siap digunakan	Sesuai harapan	Valid
pengubahan nilai potensiometer	Mengubah nilai potensiometer (searah dan berlawanan arah jarum jam)	Terjadi perubahan nilai P, I, dan D	Sesuai harapan	Valid
Pengaturan PWM	Mengatur nilai PWM dengan nilai P, I, dan D	Terbaca nilai PWM yang sesuai	Sesuai harapan	Valid
Pengaturan propoler pada PID dual brushless	Mengubah nilai P, I, dan D	Terbaca eror dan waktu yang diperlukan	Sesuai harapan	Valid
Pengaturan throttle	Mengubah nilai input throttle	Kecepatan motor sesuai dengan input knop throttle	Sesuai harapan	Valid
Uji coba tampilan LCD	Menghubungkan output trainer dengan input pengendali	Muncul nilai pada LCD yang sesuai	Sesuai harapan	Valid

Tabel 4. Hasil uji Alfa (validasi ahli materi)

No	Aspek yang Dinilai	Ahli Materi 1	Ahli Materi 2	Jumlah	Rata-rata
1	Media pembelajaran <i>PID Controller</i> sesuai dengan RPS	4	3	7	3.5
2	Media pembelajaran <i>PID Controller</i> sesuai digunakan untuk mata kuliah Sistem Kendali I	3	4	7	3.5
3	Media pembelajaran ini dapat membantu pencapaian kompetensi	4	4	8	4
4	Isi materi pada media pembelajaran ini sesuai dengan tujuan yang akan dicapai	3	3	6	3
5	Media pembelajaran ini berisi peralatan lengkap dan jobsheet yang mendukung kegiatan praktikum	3	4	7	3.5
6	Kegiatan praktikum diuraikan secara lengkap	3	3	6	3
7	Media pembelajaran ini dapat digunakan sebagai sumber belajar	4	3	7	3.5
8	Materi yang disajikan pada media pembelajaran diuraikan secara lengkap	3	4	7	3.5
9	Media pembelajaran ini dapat meningkatkan pemahaman konsep	4	4	8	4
10	Media pembelajaran ini dapat meningkatkan kreatifitas mahasiswa dalam memecahkan permasalahan	3	3	6	3
11	Media pembelajaran ini dapat mendorong mahasiswa bereksperimen dalam kegiatan praktikum	4	4	8	4
12	Media pembelajaran ini dapat memberikan kesempatan belajar mandiri bagi mahasiswa	3	4	7	3.5
13	Mahasiswa dapat terbantu belajar dengan media pembelajaran ini	3	4	7	3.5
14	Pembelajaran yang disajikan pada media pembelajaran ini sesuai dengan daya pikir mahasiswa	3	3	6	3
15	Materi yang disampaikan sesuai dengan perkembangan industri saat ini.	4	3	7	3.5
Total		51	53	104	52
Rerata		3.4	3.5	6.9	3.5

Aspek content dalam uji alfa ini menilai aspek materi yang di dalamnya ada 5 indikator. Uji alfa aspek ini fokus pada kesesuaian, kelengkapan, meningkatkan pemahaman, memberikan kesempatan belajar, dan kesesuaian dengan daya pikir. Dari data di atas dapat diketahui bahwa dari 15 butir pernyataan terdapat 11 butir pernyataan yang diinterpretasikan sangat baik karena bernilai di atas 3,25. Sedangkan yang bernilai di atas 2,75 dan di bawah 3,25 terdapat 4 butir pernyataan yang masuk dalam kategori baik. Meskipun demikian secara umum dari sisi materi dengan skor rerata sebesar 3,5 maka dapat diinterpretasikan Sangat Baik (diatas 3,25). Dengan interpretasi Sangat Baik tersebut maka

perangkat dapat dilakukan pengujian tahap selanjutnya..

Hasil uji alfa berikutnya adalah validasi ahli media yang di dalamnya terdapat dua aspek penilaian yaitu teknis dan estetika. Hal yang diuji pada aspek teknis adalah kualitas alat, fleksibel, keamanan dan kemanfaatan. Sedangkan indikator pada aspek estetika adalah bentuk yang estetik, keserasian, keterbacaan, dan kerapian. Total pernyataan pada validasi ahli media ini adalah 18 butir pernyataan, dimana 10 butir pernyataan untuk aspek teknis dan 8 butir pernyataan untuk aspek estetika. Berikut ini adalah hasil validasi ahli media pada tabel 5

Tabel 5. Hasil Uji Alfa (ahli media)

No	Aspek yang Dinilai	Ahli Media 1	Ahli Media 2	Jumlah	Rata-rata
Teknis					
1	Kualitas rancangan media pembelajaran <i>PID Controller</i> sudah baik	3	4	7	3.5
2	Kualitas bahan dan komponen pada media pembelajaran <i>PID Controller</i> sudah baik	4	3	7	3.5
3	Ketahanan sistem pada media pembelajaran secara keseluruhan sudah baik	4	4	8	4
4	Media pembelajaran <i>PID Controller</i> dapat digunakan dengan baik	3	4	7	3.5
5	Pengaturan tata letak komponen pada media pembelajaran <i>PID Controller</i> teratur	3	3	6	3
6	Desain media pembelajaran ini sudah mendukung kegiatan praktikum pada mata kuliah sistem kendali	4	3	7	3.5
7	Media pembelajaran ini menggunakan power supply yang terpisah sehingga aman apabila terjadi kerusakan pada power supply	3	3	6	3
8	Media pembelajaran <i>PID Controller</i> dilengkapi dengan petunjuk keamanan dan keselamatan kerja yang jelas dan lengkap	3	4	7	3.5
9	Media pembelajaran ini dapat menambahkan pemahaman konsep pada mahasiswa	3	4	7	3.5
10	Media pembelajaran ini dapat menumbuhkan motivasi mahasiswa dalam pembelajaran	4	3	7	3.5
11	Media pembelajaran ini dapat mempermudah dosen untuk menyampaikan materi	4	3	7	3.5
Estetika					
12	Secara keseluruhan daya tarik bentuk tampilan media pembelajaran <i>PID Controllers</i> sudah baik	4	4	8	4
13	Ukuran media pembelajaran <i>PID Controller</i> sesuai dengan cara kerja dan kebutuhannya	3	4	7	3.5
14	Warna pada tulisan keterangan dengan warna background serasi	3	3	6	3
15	Teks/tulisan pada media pembelajaran mudah dibaca	3	4	7	3.5
16	Ilustrasi (Grafik, gambar, tabel) jelas	3	3	6	3
17	Jalur PCB pada rangkaian di media pembelajaran tersusun rapi	3	4	7	3.5
18	Desain tampilan pada media pembelajaran menarik	4	3	7	3.5
Total		61	63	124	62
Rerata		3.4	3.5	6.9	3.4

Tabel 6. Hasil Uji Beta terbatas

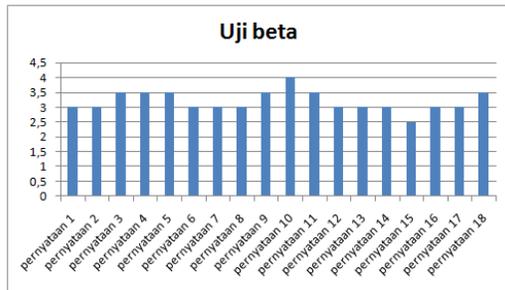
No	Aspek yang Dinilai	Respon den 1	respon den 2	Jumlah	Rata- rata
1	Materi yang disajikan dalam media pembelajaran ini sesuai untuk mempelajari konsep dasar <i>PID Controller</i>	3	3	6	3
2	Materi yang disajikan pada modul praktikum diuraikan secara lengkap	4	2	6	3
3	Trainer kit berisi peralatan lengkap yang mendukung kegiatan praktikum	4	3	7	3.5
4	Penggunaan media pembelajaran ini memberikan kesempatan belajar mandiri bagi Anda	3	4	7	3.5
5	Anda merasa terbantu saat belajar dengan menggunakan media pembelajaran ini	3	4	7	3.5
6	Media pembelajaran ini mudah dioperasikan	3	3	6	3
7	Pemasangan jumper pada media pembelajaran sangat mudah	4	2	6	3
8	Adanya buku panduan menjadikan media pembelajaran ini aman saat Anda gunakan dalam pembelajaran	3	3	6	3
9	Media pembelajaran ini dapat meningkatkan kreatifitas Anda dalam memecahkan permasalahan	4	3	7	3.5
10	Media pembelajaran ini dapat mendorong Anda bereksperimen dalam kegiatan praktikum	4	4	8	4
11	Media pembelajaran ini dapat membantu pemahaman konsep	4	3	7	3.5
12	Pengaturan tata letak komponen pada media pembelajaran teratur	3	3	6	3
13	Secara keseluruhan media pembelajaran ini memiliki daya tarik	3	3	6	3
14	Tulisan/text pada modul praktikum mudah untuk di baca	3	3	6	3
15	Susunan kata/kalimat pada modul praktikum pembelajaran ini dapat Anda pahami dengan mudah	3	2	5	2.5
16	Ilustrasi (Grafik, gambar, tabel) jelas	3	3	6	3
17	Desain tampilan pada media pembelajaran menarik	3	3	6	3
18	Secara keseluruhan media pembelajaran ini sudah tersusun dengan rapi	4	3	7	3.5
Total		61	54	115	57.5
Rerata		3.39	3.00	6.39	3.19

Berdasar tabel tabel 5, secara umum dari sisi media dengan skor rerata sebesar 3,4 maka dapat diinterpretasikan Sangat Baik (diatas 3,25). Dengan intepetasi Sangat Baik tersebut maka perangkat dapat dilakukan pengujian tahap selanjutnya.

Setelah uji alfa, dilakukan uji beta dengan 2 mahasiswa baru kemudian dilakukan uji

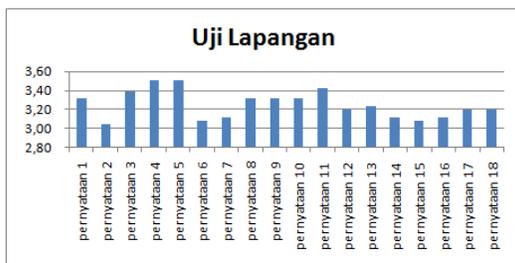
lapangan kepada 26 mahasiswa. Data hasil uji beta diperoleh melalui angket yang diberikan, responden uji beta setelah mencoba media dan jobsheet praktikum PID Controller. Hasil uji beta terhadap 2 responden adalah seperti pada tabel 6.

Data pada tabel 6 dapat diperjelas dengan diagram batang seperti gambar di bawah ini. Dalam diagram batang ini dibuat dalam bentuk prosentase untuk masing-masing indikator uji beta (2 pengguna)



Gambar 1. Diagram batang uji beta 2 pengguna

Dari diagram di atas, terlihat dari 18 butir pernyataan terdapat 7 pernyataan yang dapat diinterpretasikan sangat baik, 10 pernyataan yang diinterpretasikan baik, dan ada 1 pernyataan yang diinterpretasikan kurang baik. Pernyataan yang dinilai kurang baik tersebut adalah terkait: “susunan kata/kalimat pada modul praktikum pembelajaran ini dapat dipahami dengan mudah”. Hal ini dikarenakan pada buku panduan penggunaan masih ada kalimat yang sulit dipahami oleh mahasiswa pada saat uji coba. Meskipun demikian secara umum dari sisi materi dengan skor rerata sebesar 3,19 maka dapat diinterpretasikan Baik (range antara 2,5 s.d. 3,25). Dengan interpretasi Baik tersebut maka perangkat dapat dilakukan pengujian tahap selanjutnya.



Gambar 2. Diagram batang uji coba lapangan

Setelah dilakukan uji coba terbatas dengan 2 pengguna selanjutnya dilakukan uji lapangan. Berikut ini nilai untuk masing-masing indikator dari total 26 responden pada tabel 7.

Data di atas dapat diperjelas dengan diagram batang di bawah ini. Diagram batang ini

dibuat dalam bentuk prosentase untuk masing-masing indikator uji beta (26 pengguna).

Dari data di atas dapat diketahui bahwa dari 18 butir pernyataan terdapat 8 butir pernyataan yang diinterpretasikan sangat baik, 10 butir pernyataan yang masuk dalam kategori baik. Dari uji lapangan ini terlihat bahwa media pembelajaran PID Controller memberikan kesempatan belajar mandiri bagi mahasiswa dan mahasiswa merasa terbantu saat belajar dengan menggunakan media pembelajaran. Rerata hasil uji lapangan untuk indikator memberikan kesempatan belajar adalah 4. Sedangkan pernyataan “Materi yang disajikan pada modul praktikum diuraikan secara lengkap” dan “Media pembelajaran ini mudah dioperasikan” memperoleh rerata paling rendah yaitu 3,04. Hal ini dikarenakan dalam panduan penggunaan praktikum masih belum lengkap dalam penjelasan pengoperasian alat. Meskipun demikian secara umum dari sisi materi dengan skor rerata sebesar 3,24 maka dapat diinterpretasikan Sangat Baik (diatas 3,25).

Merujuk pada rumusan masalah dan penjabaran data di atas, berikut ini diberikan penjelasannya.

1. *Trainer PID Controller* seperti apa yang dibutuhkan mahasiswa jurusan pendidikan teknik elektronika untuk mendukung pembelajaran?

Hasil temuan pada tahapan analisis berupa kurang *update*-nya alat dan pedoman praktik menunjukkan bahwa peralatan di dunia industri dan di kelas tidak *match* khususnya pada materi PID controller. Hal tersebut membuat pembelajaran di kelas tidak dapat memberikan pengalaman nyata sebagaimana yang terjadi di dunia industri. Selanjutnya *trainer PID controller* ini dirancang sesuai dengan kompetensi yang akan dicapai dalam praktikum. *Trainer PID controller* ini terdiri dari kendali *dual bhrusless*. Pada kedua *trainer* ini, dirancang agar mahasiswa dapat dengan mudah memahami aplikasi PID dan mengamati perubahan respon sistem dengan pengubahan nilai P, I. atau D.

Tabel 7. Hasil Uji Lapangan

No	Aspek yang Dinilai	Jumlah	Rata-rata
1	Materi yang disajikan dalam media pembelajaran ini sesuai untuk mempelajari konsep dasar <i>PID Controller</i>	86	3.31
2	Materi yang disajikan pada modul praktikum diuraikan secara lengkap	79	3.04
3	Trainer kit berisi peralatan lengkap yang mendukung kegiatan praktikum	88	3.38
4	Penggunaan media pembelajaran ini memberikan kesempatan belajar mandiri bagi Anda	91	3.50
5	Anda merasa terbantu saat belajar dengan menggunakan media pembelajaran ini	91	3.50
6	Media pembelajaran ini mudah dioperasikan	80	3.08
7	Pemasangan jumper pada media pembelajaran sangat mudah	81	3.12
8	Adanya buku panduan menjadikan media pembelajaran ini aman saat Anda gunakan dalam pembelajaran	86	3.31
9	Media pembelajaran ini dapat meningkatkan kreatifitas Anda dalam memecahkan permasalahan	86	3.31
10	Media pembelajaran ini dapat mendorong Anda bereksperimen dalam kegiatan praktikum	86	3.31
11	Media pembelajaran ini dapat membantu pemahaman konsep	89	3.42
12	Pengaturan tata letak komponen pada media pembelajaran teratur	83	3.19
13	Secara keseluruhan media pembelajaran ini memiliki daya tarik	84	3.23
14	Tulisan/text pada modul praktikum mudah untuk di baca	81	3.12
15	Susunan kata/kalimat pada modul praktikum pembelajaran ini dapat Anda pahami dengan mudah	80	3.08
16	Ilustrasi (Grafik, gambar, tabel) jelas	81	3.12
17	Desain tampilan pada media pembelajaran menarik	83	3.19
18	Secara keseluruhan media pembelajaran ini sudah tersusun dengan rapi	83	3.19
Total		1518	58.38
Rerata		84.33	3.24

Untuk mempermudah dalam penggunaan trainer maka didampingi sebuah modul panduan yang menjelaskan tentang penggunaan trainer dan jobsheet yang dapat menjelaskan langkah-langkah dalam melakukan praktikum menggunakan trainer tersebut. Berdasarkan hasil pengujian *test case* diperoleh beberapa pengujian dengan hasil yang sesuai dengan diharapkan. Hal ini menandakan bahwa trainer equalizer dapat digunakan.

2. Bagaimana kelayakan *trainer PID Controller* untuk mahasiswa jurusan pendidikan teknik elektronika?

Untuk mendapatkan data tingkat kelayakan media pembelajaran dilakukan dengan cara uji kelayakan dari dosen ahli media, dosen ahli materi yang disebut dengan uji alfa. Selanjutnya dilakukan uji beta yaitu uji dari sisi pengguna yaitu mahasiswa. Uji alfa bertujuan mengidentifikasi dan menghilangkan sebanyak mungkin masalah sebelum akhirnya sampai ke pengguna. Berdasarkan hasil penelitian perolehan persentase aspek kualitas media sebesar 3,4 dan aspek kualitas materi sebesar 3,5. Dengan demikian tingkat kelayakan trainer PID Controller sebagai media pembelajaran dikategorikan sangat baik.

Uji beta dilakukan dengan uji terbatas dan uji lapangan. Berdasarkan hasil penelitian perolehan persentase uji terbatas adalah 3,19. Dan uji lapangan adalah 3,24 dengan demikian tingkat kelayakan trainer PID Controller sebagai media pembelajaran dikategorikan sangat baik. Berikut ini adalah ringkasan dari uji alfa dan uji beta.

Tabel 8. Perbandingan nilai uji dari semua uji

No.	Uji	Rerata	Kriteria
1	Validasi ahli materi	3,5	Sangat baik
2	Validasi ahli media	3,4	Sangat baik
3	Uji 3 pengguna	3,19	Baik
4	Uji lapangan	3,24	Baik
Rerata		3,33	Sangat baik

Perbaikan dari saran pengguna terbatas dan pengguna lapangan adalah pada bagian modul perlu ditambahkan penjelasan menggunakan *dual bhrussles*. Hal tersebut belum dikembangkan dalam penelitian ini karena pada analisis kebutuhan yang dikembangkan adalah pedoman praktik dimana berisi kajian teori secara singkat terhadap PID Controller. Kajian teori singkat tersebut secara materi telah dinilai sesuai oleh ahli materi sehingga tetap dapat dilanjutkan. Temuan lainnya adalah keluhan dari pengguna terkait keselamatan dan kesehatan kerja pada trainer. Keselamatan dan kesehatan kerja ini terkait pelindung dalam propeler yang digunakan. Pada saat trainer itu digunakan, propeler yang berputar kencang akan membahayakan mahasiswa yang sedang praktik karena tidak ada pelindungnya. Dari temuan tersebut, trainer direvisi dengan memberikan pelindung pada propeler sehingga tidak membahayakan mahasiswa dalam melakukan praktik. Temuan lain adalah warna kabel jumper yang digunakan pada tiap port berbeda. Dalam temuan ini tidak direvisi karena meskipun baru menggunakan 3 warna kabel jumper yang berbeda, tetapi warna kabel jumper yang sama sudah dibedakan dengan penomoran kabel. Saran lain dari pengguna adalah “penempatan kabel yang mudah dijangkau sehingga dapat terjadi kesalahan melepas kabel. Buatlah pengkabelan yang tidak mudah dijangkau”. Temuan yang lain adalah “penyetingan PID tidak bisa bersamaan saat

RUN, seandainya bisa akan lebih mudah dalam menyeting”. Hal ini tidak di revisi oleh tim peneliti karena konstanta PID adalah bernilai tetap sehingga nilai PID harus ditentukan terlebih dahulu sebelum di-RUN. Meskipun beberapa masukan dari pengguna merupakan hal yang masih menjadi keterbatasan dari media ini, akan tetapi dari penilaian pada pengguna tersebut diperoleh nilai 3.19 (uji terbatas) dan 3,24 (uji lapangan) yang termasuk dalam kategori Baik.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitan dan pembahasan yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) Pengembangan Media pembelajaran untuk mata kuliah Praktik Sistem Kendali melalui tahapan-tehapan yang terdiri dari Analisis, Desain, Implementasi dan Evaluasi, dimana letak evaluasi dan revisi terletak pada tiap tahapan. Pada tahapan implementasi dilakukan pembuatan media berdasarkan desain. Evaluasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media dan pengguna; 2) Nilai kelayakan media pembelajaran inisecara umum memperoleh nilai 3,33 yang diintrepetasikan dalam kategori Sangat Baik dan diperoleh beberapa masukan yang telah diperbaiki. Dengan rincian perolehan nilai dari: (1) ahli materi sebesar 3,5 (Sangat Baik); (2) ahli media sebesar 3,4 (Sangat Baik); (3) uji 3 pengguna sebesar 3,19 (Baik); dan (4) uji lapangan kepada 20 pengguna sebesar 3,24 (Baik). Perbaikan atas masukan dari para ahli yang dilakukan adalah pelindung propeler sehingga tidak membahayakan mahasiwa jika trainer tersebut dijalankan. Nilai kelayakan yang dapat diintrepetasikan sangat baik pada media pembelajaran menunjukkan bahwa media ini dapat digunakan dalam pembelajaran di kelas.

## DAFTAR RUJUKAN

Azhar Arsyad. (2010). *Media Pembelajaran*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.

- Anderson, R. H. (1994). *Pemilihan dan Pengembangan Media untuk Pembelajaran*. Jakarta: PT RajaGrafindo Perkasa.
- Heinich, R., Molenda, M., Russel, J.D., et al. (2005). *Instructional media and technologies for learning (8thed)*. New Jersey: Prentice Hall.
- Putu Sudira. (2011). *Kurikulum dan Pembelajaran Pendidikan dan Pelatihan Vokasi Menyongsong Skill Masa Depan*. Makalah Pengembangan Kurikulum. Bali : Politeknik Negeri Bali.
- Reigeluth, C.M. (1999). What Is Instructional-Design Theory and How Is It Changing dalam Reigeluth, C.M. (Eds), *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory (Volume II)*(pp 1-28).New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Rusman. (2009). *Manajemen Kurikulum (Seri Manajemen Sekolah Bermutu)*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Rusman. (2012). *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer: Mengembangkan Profesionalisme Guru Abad 21*.Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Smaldino, E.S., Russel, J.D., Heinich, R., et al. (2004). *Instructional Media and Technologies for Learning (8thEdition)*. New Jersey: Pearson Merril Prentice Hall.
- Sukardjo. (2005). *Desain pembelajaran: Evaluasi pembelajaran*. Handout perkuliahan: Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suyono & Hariyanto. (2011). *Belajar dan pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Trianto. (2009). *Mendesain model pembelajaran inovativ-progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Winataputra, U. S., et al. (2008). *Teori belajar dan pembelajaran*. Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka.