

Pengembangan Buku Referensi Pembangkit Listrik Tenaga Uap pada Matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik

¹Aziz Prapta Dira, ²Faiz Syaikhoni Aziz, ³A.N. Afandi, ⁴Slamet Wibawanto

¹ Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

² Pascasarjana Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

^{3,4} Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

¹azizpaptadira@gmail.com, ²faizsyaikhoni@gmail.com, ³an.afandi@um.ac.id, ⁴Slamet.wibawanto.ft@um.ac.id

Abstract - One type of generator that is widely used in Indonesia at present is the Steam Power Plant. The number of Steam Power Plants is the third highest category. Based on observations made at the Department of Electrical Engineering Universitas Negeri Malang, the teaching materials related to Steam Power Plants are still small. So that book needed reference Steam Power Plant. The objectives of approved research and development are developed and discussed the feasibility of a reference book for Steam Power Plants. The purpose of this research and development is to design, develop, and test the feasibility of a reference book for Steam Power Plants. The model used in this research and development is Sugiyono's R & D model which has 10 stages, including: (1) potential and problems, (2) gathering information, (3) product design, (4) design validation, (5) design improvements, (6) product trials, (7) product revisions, (8) usage trials, (9) product revisions, and (10) mass products. The results of this development are in the form of a reference book, and have been validated by the validator and tested on students. The validation results by the validator get a percentage of 94% (very valid), the results of the product trial get a percentage of 91% (very valid), and the trial usage gets a percentage of 91% (very valid). Based on these results, the reference book made is stated to be very valid and worthy of being used for learning references in the Power Generation course.

Keywords — Reference Book, Steam Power Plants, Power Plant.

Abstrak— Salah satu jenis pembangkit yang banyak digunakan di Indonesia pada saat ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Jumlah unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap termasuk dalam kategori yang terbanyak nomer tiga. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang, bahan ajar yang terkait Pembangkit Listrik Tenaga Uap masih sedikit. Sehingga diperlukan buku referensi Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Tujuan penelitian dan pengembangan adalah merancang, mengembangkan, dan menguji kelayakan buku referensi Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Model yang digunakan pada penelitian dan pengembangan ini adalah model R&D milik Sugiyono yang mempunyai 10 tahap, diantaranya: (1) potensi dan masalah, (2) mengumpulkan informasi, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) perbaikan desain, (6) uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk, dan (10) produk massal. Hasil dari pengembangan ini berupa buku referensi, dan telah di validasi

oleh validator serta di uji coba terhadap mahasiswa. Hasil validasi oleh validator memperoleh presentase sebesar 94% (sangat valid), hasil uji coba produk memperoleh presentase 91% (sangat valid), dan pada uji coba pemakaian memperoleh presentase sebesar 91% (sangat valid). Berdasarkan hasil tersebut, buku referensi yang dibuat dinyatakan sangat valid dan layak digunakan untuk referensi pembelajaran pada matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik.

Kata Kunci—Buku Refrensi, Pembangkit Listrik Tenaga Uap, Pembangkit Tenaga Listrik.

I. Pendahuluan

Belajar merupakan hal penting dalam dunia pendidikan. Akan tetapi, dalam belajar harus ditunjang dengan sumber belajar yang baik dan mudah dimengerti peserta didik agar dalam proses pembelajaran berjalan dengan lancar. Sumber belajar tidak lain adalah daya yang dapat dimanfaatkan guna kepentingan proses belajar mengajar, baik secara langsung maupun tidak langsung, sebagian atau secara keseluruhan [1].

Sumber belajar yang sering digunakan oleh pendidik biasanya buku teks. Buku teks merupakan bahan dalam bentuk tulisan yang digunakan sebagai rujukan standar pada mata pelajaran tertentu [3]. Bentuk dari buku teks dibedakan menjadi dua yaitu: buku teks berbentuk referensi dan buku teks berbentuk diktat. Jika buku teks berbentuk referensi, artinya buku tersebut dapat dijadikan sebagai referensi yang membahas tentang bidang ilmu tertentu secara lengkap dan mendalam, mengandung unsur riset, serta diterbitkan dan digunakan sebagai rujukan [3]. Sedangkan, buku teks berbentuk diktat artinya buku tersebut hanya dijadikan sebagai diktat yang disusun dengan cakupan terbatas dengan tujuan untuk keperluan pembelajaran secara mandiri [3]. Buku referensi akan memberikan informasi dasar yang menjadi rujukan ketika seseorang berusaha memahami suatu istilah atau konsep, baik sesuatu yang bersifat umum maupun yang bersifat khusus (berdasarkan bidang keilmuan tertentu).

Matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik (PTEL 644) diambil oleh mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro dengan konsentrasi arus kuat pada semester lima. Standar kompetensi pada matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik ada empat, yaitu:

(1) mengidentifikasi peraturan pembangkit, (2) potensi energi, (3) jenis-jenis pembangkit, dan (4) operasional pembangkit [4].

Berdasarkan salah satu standar kompetensi dari matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik yang telah disebutkan adalah mengidentifikasi jenis-jenis pembangkit. Jenis-jenis pembangkit berdasarkan data statistik ketenagalistrikan 2015 no. 29 tahun anggaran 2016 dari Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (DJK ESDM), terdiri dari 13 jenis pembangkit tenaga listrik antara lain seperti PLTU, PLTG, PLTGU, PLTMG, PLTD, PLTA, PLTM, PLTP, PLTS, dan PLTSa [2].

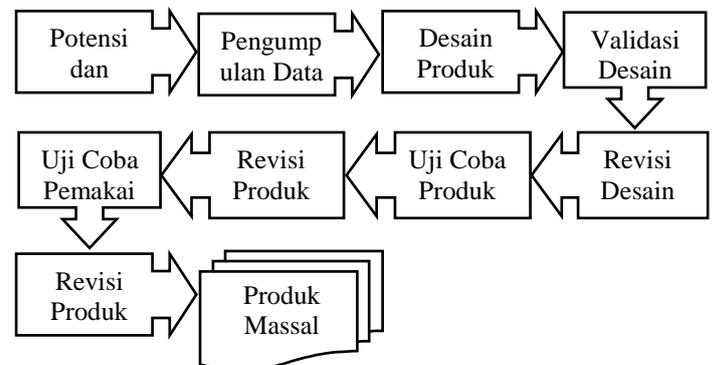
Salah satu jenis pembangkit yang banyak digunakan di Indonesia pada saat ini adalah PLTU. Menurut data statistik ketenagalistrikan 2015 no. 29 tahun anggaran 2016 dari DJK ESDM, PLTU merupakan pembangkit terbesar pertama sebagai pemasok listrik nasional [2]. Dari total produksi listrik nasional pada tahun 2015 sebesar 55.528,1 MW, PLTU menyumbang pasokan listrik sebesar 27.229,73 MW produksi listrik nasional [2]. Selain dari total produksi listrik (dalam MW) PLTU yang besar, jumlah unit PLTU juga termasuk dalam kategori yang terbanyak nomer tiga setelah PLTA. Dari total 5.003 unit Pembangkit Tenaga Listrik di Indonesia, 107 unit di antaranya adalah PLTU [2]. Mengingat PLTU memasok listrik nasional terbesar pertama dan memiliki unit pembangkit terbanyak ketiga yang digunakan di Indonesia, maka dari itu mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro sebagai calon guru harus memiliki wawasan lebih mempelajari PLTU secara mendalam.

Pada saat melaksanakan perkuliahan Pembangkit Tenaga Listrik, pembelajaran yang digunakan oleh dosen masih terpusat pada makalah dan power point tugas kelompok. Mahasiswa mencari literatur melalui internet dan dipresentasikan berdasarkan kelompok masing-masing. Pembelajaran berlangsung secara kolaboratif dimana dosen memberikan masukan terhadap hasil diskusi. Data tersebut diperoleh melalui penyebaran angket pra-penelitian kepada mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro khususnya Konsentrasi Sistem Tenaga Listrik 2016 pada 60 responden, dimana diperoleh kendala dalam mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik antara lain: (1) 84,5% pembelajaran masih berpusat pada makalah dan power point tugas kelompok, (2) 90,2% mahasiswa tidak memiliki buku dalam menunjang proses pembelajaran, dan (3) 78,9% mahasiswa mengalami kesulitan dalam menguasai materi Pembangkit Tenaga Listrik. Mahasiswa belum memperoleh feedback secara maksimal dari materi yang disajikan. Hal ini disebabkan karena beberapa alasan. Pertama, belum ada penguatan dalam suatu materi yang disampaikan melalui sumber belajar. Kedua, keterbatasan referensi sehingga sumber belajar yang digunakan masih diperoleh dari internet. Dan ketiga, sumber belajar yang digunakan kurang menarik. Berdasarkan beberapa permasalahan diatas, diketahui bahwa sumber belajar yang digunakan masih memiliki beberapa kekurangan. Sebagai referensi tambahan dalam menguasai materi

Pembangkit Tenaga Listrik maka mahasiswa memerlukan adanya sumber belajar lain. Salah satu sumber belajar yang dapat digunakan adalah buku referensi. Buku referensi dapat menjadi solusi dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa sebab dari segi materi lebih terstruktur, berdasarkan literatur yang relevan, menyajikan gambar sesuai dengan materi, serta mudah dibawa pada saat perkuliahan berlangsung. Selain itu, di matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik belum tersedia buku referensi mencakup materi PLTU sehingga peneliti tertarik dalam mengembangkan buku ajar tersebut.

II. Metode Penelitian

Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model R&D milik Sugiyono dipilih sebagai model karena: (1) model ini memiliki sistematika yang lebih terstruktur, (2) model ini menjelaskan terkait pemilihan jumlah sampel dan subjek uji coba secara jelas, dan (3) tahap akhir dari penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk massal, sehingga sesuai dengan tujuan akhir dari penelitian. Menurut Sugiyono (2010:407) metode R&D terdiri 10 tahap yaitu (1) potensi dan masalah, (2) mengumpulkan informasi, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) perbaikan desain, (6) uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk, dan (10) produk massal. Metode penelitian dan pengembangan R & D dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian dan Pengembangan R&D [5]

Berdasarkan model penelitian dan pengembangan yang digunakan, maka prosedur yang harus ditempuh memiliki beberapa tahapan antara lain:

1. Potensi dan Masalah

Langkah ini merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian. Hal pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang. Observasi dilakukan pada program S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2016 yang sudah menempuh matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui potensi dan masalah yang ada dengan cara menyebar angket observasi kepada mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2016. Dari observasi ini

diharapkan mendapatkan potensi dan masalah yang nantinya dapat diperbaiki dan dikembangkan dalam penyusunan produk. Serta mendapat masukan-masukan dari mahasiswa mengenai proses pembelajaran yang selama ini telah berlangsung.

2. Pengumpulan Data

Peneliti mengumpulkan berbagai literature yang relevan dalam mendukung proses penelitian dan pengembangan. Dari hasil yang telah dicari, ditemukan beberapa literatur yang terdapat pada perpustakaan Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang.

3. Desain Produk

Setelah melakukan tahap permasalahan dan pengumpulan data, maka data yang diperoleh selanjutnya akan menjadi acuan dalam merancang pengembangan pembelajaran di matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik untuk mahasiswa yang menempuh matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Peneliti menggunakan acuan buku ajar milik LKPP-UNHAS 2015 dengan judul "Format Bahan Ajar, Buku Ajar, Modul, dan Panduan Praktik" dalam menyusun buku ajar yang dikembangkan. Buku ajar yang dikembangkan sebagai pedoman pembelajaran terdiri dari halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, stuktur materi, penyajian dan penutup.

4. Validasi Desain

Validasi desain dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan rancangan modul yang telah dibuat. Pada tahap validasi desain, rancangan produk yang dikembangkan akan divalidasi oleh validator 1 yaitu A.N Afandi dan validator 2 yaitu Slamet Wibawanto yang berkompeten dibidang penelitian dan pengembangan. Kedua validator akan memvalidasi kesesuaian materi, desain tampilan buku, dan konten yang tersedia di dalam pengembangan buku referensi.

5. Revisi Desain

Setelah tahap validasi dilakukan oleh validator 1 dan validator 2, selanjutnya akan dilakukan tahap perbaikan melalui penilaian dan tanggapan ahli terkait kekurangan produk yang dikembangkan. Revisi tersebut dapat diperoleh melalui kritik dan saran dalam menyempurnakan produk yang telah dirancang sebelumnya.

6. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan setelah melalui tahap validasi dan revisi desain. Uji coba produk ini dilakukan pada kelompok kecil dengan jumlah 10 mahasiswa yang sudah menempuh matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik yaitu S1 Pendidikan Teknik Elektro 2016. Tahap ini dilakukan untuk menguji kelayakan produk yang dikembangkan sehingga memperoleh berbagai tanggapan dalam penyempurnaan produk. Pengujian dilakukan menggunakan angket untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terkait produk yang sedang dikembangkan.

7. Revisi Produk

Tahap revisi produk dilakukan untuk memperbaiki kekurangan dalam pengembangan produk berdasarkan penilaian angket dan tanggapan mahasiswa setelah dilakukan uji coba kelompok kecil. Setelah dilakukan kegiatan revisi, maka produk akan diuji coba kembali namun dengan jumlah subjek uji coba yang lebih besar dari uji coba sebelumnya.

8. Uji Coba Pemakaian

Uji coba produk yang dikembangkan pada tahap ini dilakukan oleh mahasiswa yang sudah menempuh matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik yaitu S1 Pendidikan Teknik Elektro 2016. Pada tahap uji coba ini dilakukan pada kelompok besar dengan jumlah 74 mahasiswa dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan terkait produk yang dikembangkan. Dalam tahap uji coba ini dilakukan dengan menggunakan angket untuk mengetahui respon dari mahasiswa terhadap penyempurnaan produk yang dikembangkan.

9. Revisi Produk

Pada tahap ini dilakukan penyempurnaan produk untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam pengembangan produk. Perbaikan yang dilakukan mengacu pada hasil penilaian angket dan tanggapan dari subjek uji coba pemakaian yaitu mahasiswa yang menempuh matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik.

10. Produk Masal

Setelah produk diperbaiki dan layak untuk digunakan sebagai buku ajar, selanjutnya produk akan di produksi secara massal untuk digunakan sebagai penunjang proses pembelajaran bagi dosen dan mahasiswa serta sebagai sumber belajar pendukung mahasiswa secara mandiri.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

Produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah buku referensi Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Pada produk ini terdiri dari 5 topik pembahasan diantaranya: (1) Termodinamika, (2) Pengenalan PLTU, (3) Pengoperasian PLTU, (4) Proteksi dan Pemeliharaan PLTU, dan (5) Dampak PLTU serta Pengelolaan dan Pemantauan.

Pada penyajian buku referensi dimulai dari cover, penyusunan kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, pendahuluan, penyusunan bab 1-5 yang terdiri dari (tujuan pembelajaran, peta konsep, ilustrasi, uraian materi, rangkuman, tes formatif, dan daftar rujukan), daftar singkatan, dan glosarium. Adapun tampilan cover dari buku referensi dapat dilihat pada gambar 2. Tampilan tujuan pembelajaran, peta konsep dan ilustrasi dapat dilihat pada gambar 3. Sedangkan tampilan uraian materi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 2. Tampilan Cover Buku Referensi

kepada validator, uji coba produk dan uji coba pemakaian. Hasil penyajian dan analisis data kelayakan adalah sebagai berikut:

1) *Penyajian dan Analisis Data Hasil Validator*

Data hasil validasi diperoleh dari validator 1 yakni A.N. Afandi dan validator 2 yakni Slamet Wibawanto. Data hasil validasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Uji Coba Ahli

No.	Aspek Penilaian	Butir Soal	Tse	Tsh	%
1.	Kelayakan Isi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	60	64	94
2.	Kelayakan Bahasa	9, 10, 11, 12, 13, 14	45	48	94
3.	Kelayakan Penyajian	15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	54	56	96
4.	Kelayakan Kegrafikan	22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	98	104	94
Jumlah			257	272	94

Berdasarkan analisis data hasil validasi buku referensi oleh validator 1 dan validator 2 didapatkan hasil 94% yang tergolong buku referensi ke dalam kriteria sangat valid atau tidak revisi.

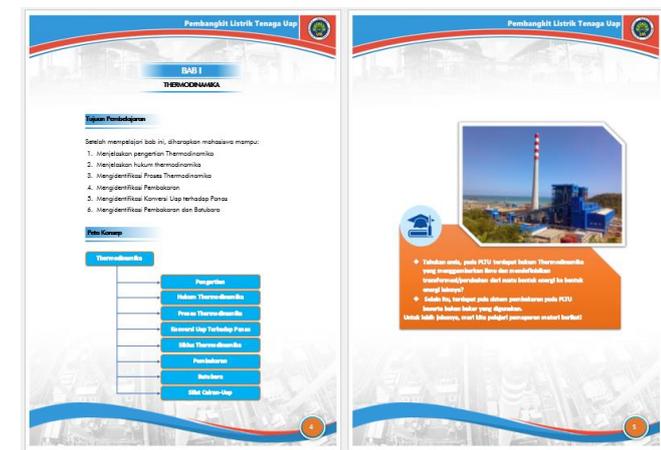
2) *Penyajian dan Analisis Data Hasil Uji Coba Produk*

Data hasil uji coba kelompok kecil diperoleh dari 10 mahasiswa yang sedang menempuh matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik dengan rincian 5 mahasiswa PTE A 2016 dan 5 mahasiswa PTE B 2016. Data hasil uji coba produk dapat dilihat pada tabel 2.

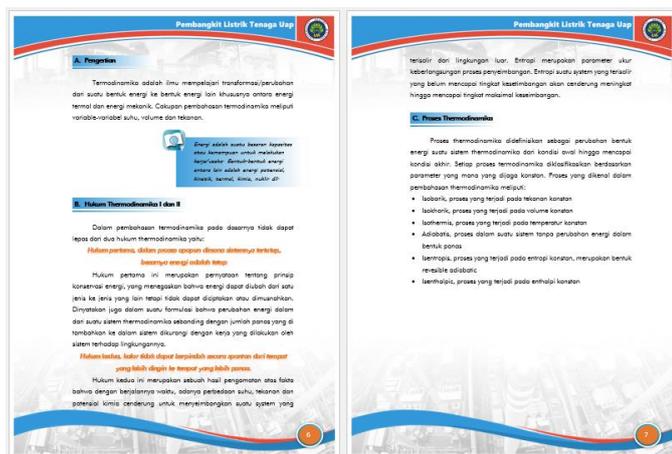
Tabel 2. Data Hasil Uji Coba Produk

No.	Aspek Penilaian	Butir Soal	Tse	Tsh	%
1.	Kelayakan Isi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	255	280	91%
2.	Kelayakan Bahasa	8,9,10,11,12	182	200	91%
3.	Kelayakan Penyajian	13,14,15,16	148	160	93%
4.	Kelayakan Kegrafikan	17,18,19,20,21,22	219	240	91%
Jumlah			804	880	91%

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari uji coba produk, maka dapat di lihat bahwa skor emperik yang diperoleh dari 10 responden sebesar 804 dari skor maksimal



Gambar 3. Tampilan Tujuan, Peta Konsep, dan Ilustrasi



Gambar 4. Tampilan Uraian Materi

B. *Pembahasan*

Untuk mengukur tingkat kelayakan dari bahan ajar digital dilakukan uji formatif yaitu dengan cara melakukan validasi

yaitu 880. Berdasarkan hasil tersebut maka, persentase yang didapatkan adalah 91% yang artinya modul termasuk ke dalam kriteria sangat valid dengan keterangan tidak revisi.

3) *Penyajian dan Analisis Data Hasil Uji Coba Pemakaian*

Data hasil uji coba lapangan diperoleh dari 60 mahasiswa yang sedang menempuh matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik dengan rincian 20 mahasiswa PTE A 2016 dan 40 mahasiswa PTE B 2016. Data hasil uji coba pemakaian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Uji Coba Pemakaian

No.	Aspek Penilaian	Butir Soal	Tse	Tsh	%
1.	Kelayakan Isi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1524	1680	91%
2.	Kelayakan Bahasa	8,9,10,11,12	1086	1200	91%
3.	Kelayakan Penyajian	13,14,15,16	871	960	91%
4.	Kelayakan Kegrafikan	17,18,19,20,21,22	1314	1440	91%
	Jumlah		4795	5280	91%

Berdasarkan hasil keseluruhan dari penilaian uji pemakaian maka diperoleh skor emperik sebesar 4795 dari skor maksimal sebesar 5280. Dengan hasil tersebut maka persentase dari penilaian uji pemakaian sebesar 91% yang artinya buku referensi termasuk ke dalam kriteria sangat valid dengan keterangan tidak revisi.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Produk yang dihasilkan berupa buku referensi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pada buku referensi ini

- terdapat 5 topik pembahasan diantaranya (1) Termodinamika, (2) Pengenalan PLTU, (3) Pengoprasian PLTU, (4) Proteksi dan Pemeliharaan PLTU, (5) Dampak PLTU serta Pengelolaan dan Pemantauan.
2. Produk yang dihasilkan berupa buku ajar dengan konten: teks, gambar, serta kelengkapan penyajian materi (ilustrasi, peta konsep, rangkuman, tes formatif, glosarium, dan kunci jawaban).
3. Buku referensi yang dikembangkan layak untuk digunakan mahasiswa dalam pembelajaran matakuliah Pembangkit Tenaga Listrik berdasarkan hasil data yang diperoleh. Pada hasil validasi yang dilakukan oleh validator diperoleh hasil presentase 94%, untuk hasil penilaian uji coba produk diperoleh presentase sebesar 91%, dan untuk hasil penilaian uji coba pemakaian diperoleh presentase 91%. Hasil menunjukkan bahwa buku referensi tergolong ke dalam kriteria valid dengan keterangan tidak revisi. sehingga buku referensi dapat digunakan dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdulhak, I. & Darmawan, D. 2015. *Teknologi Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- [2] Djk, ESDM, *Statistika Ketenagalistrikan*, Jakarta, 2015, (Online),(<http://www.djk.esdm.go.id/pdf/Buku%20Statistik%20Ketenagalistrikan/Statistik%20Ketenagalistrikan%20T.A.%202016.pdf>) diakses 10 April 2017.
- [3] Akbar, Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- [4] Katalog Teknik Elektro UM, Malang , 2014, (online) (<http://elektro.um.ac.id/wpcontent/uploads/2016/02/Kurikulum-Program-Studi-S1-Pendidikan-Teknik-Elektro-FT-UM-2014.pdf>) diakses 10 April 2018.
- [5] Sugiono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.