

Pengembangan Bahan Ajar Digital Pembangkit Listrik Tenaga Air untuk Mata Kuliah Pembangkit Tenaga Listrik

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

¹ Pascasarjana Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

^{2,3} Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

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

Abstract - The Hydroelectric Power Plant is constituted power plant the fourth largest as a national electricity supplier. Based on the results of observations and interviews in the Department of Electrical Engineering Universitas Negeri Malang getting information is the absence of teaching materials Hydroelectric Power Plant in the form of digital modules and learning videos. The purpose of this research and development are planned, developing and to test the feasibility teaching materials digital of the hydroelectric power plant. The development model used in this development study is the ADDIE development model. The steps are: (1) analyze, (2) design, (3) develop, (4) implement, and (5) evaluate. The results of the development of these instructional materials in the form of digital modules and learning videos that have been validated by experts and have been tested to try students through the feasibility test. The feasibility of teaching materials is known based on the questionnaire results. The digital module validation test results by the expert obtained a percentage of 90.73% (very valid), the results of small group trials obtained a percentage of 93.25% (very feasible), and field trial results obtained a percentage of 87.98% (very feasible). While the validation of learning video by the expert obtained a percentage of 93.22% (very valid), the results of small group trials obtained a percentage of 88.38% (very feasible), and the results of field trials obtained a percentage of 88.6% (very feasible). Based on the score, the digital module and the learning video feasible to use for learning.

Keywords — *Teaching Materials Digital, Hydroelectric Power Plant, Digital Module, Learning Videos.*

Abstrak—Pembangkit Listrik Tenaga Air merupakan pembangkit terbesar keempat sebagai pemasok listrik nasional. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang mendapatkan informasi yaitu belum adanya bahan ajar Pembangkit Listrik Tenaga Air berupa modul digital dan video pembelajaran yang interaktif. Tujuan penelitian dan pengembangan ini adalah merancang, mengembangkan, dan menguji kelayakan bahan ajar digital Pembangkit Listrik Tenaga Air. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE, dengan tahapan : (1) *analyze*, (2) *design*, (3) *develop*, (4) *implement*, dan (5) *evaluate*. Hasil dari pengembangan bahan ajar digital berupa modul digital dan video pembelajaran yang telah divalidasi oleh ahli serta telah diuji cobakan kepada mahasiswa. Hasil uji validasi modul

oleh ahli memperoleh persentase sebesar mahasiswa 90.73% (sangat valid), hasil uji coba kelompok kecil memperoleh persentase sebesar 93,25% (sangat layak), dan hasil uji coba lapangan memperoleh persentase sebesar 87,98% (sangat layak). Sedangkan hasil validasi video pembelajaran oleh ahli memperoleh persentase sebesar 93,22% (sangat valid), hasil uji coba kelompok kecil memperoleh persentase sebesar 88,38% (sangat layak), dan hasil uji coba lapangan memperoleh persentase sebesar 88,6% (sangat layak). Berdasarkan skor tersebut, modul dan video pembelajaran dinyatakan valid dan layak digunakan untuk pembelajaran.

Kata Kunci— *Bahan Ajar Digital, Pembangkit Listrik Tenaga Air, Modul Digital, Video Pembelajaran.*

I. Pendahuluan

Belajar merupakan suatu proses, suatu kegiatan dan bukan suatu hasil atau tujuan [1]. Proses belajar mengajar antara pendidik dan peserta didik pada umumnya hanya dapat dilakukan di dalam kelas, sehingga menjadi kendala utama pada proses belajar mengajar bagi peningkatan kualitas pengajaran dan kesempatan belajar. Salah satu cara yang efektif untuk membantu siswa dalam mempermudah proses belajar yaitu dengan pemanfaatan bahan ajar.

Bahan ajar yaitu segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu dalam proses pembelajaran. Melalui bahan ajar, pendidik akan lebih mudah dalam menyampaikan materi pada proses pembelajaran [2]. Bahan ajar dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu bahan ajar cetak dan bahan ajar tidak cetak.

Bahan ajar tidak cetak telah berkembang seiring dengan berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi. Penggunaan bahan ajar tidak cetak bukan lagi hal yang sulit bagi mahasiswa. Fasilitas pendukung yang diperlukan untuk bahan ajar tidak cetak sudah banyak tersedia dan mudah digunakan salah satunya menggunakan laptop dan *smartphone*.

Bahan ajar yang memanfaatkan laptop atau *smartphone* lebih dikenal dengan sebutan bahan ajar digital. Keunggulan dari bahan ajar digital yaitu dapat menampilkan unsur media secara lengkap (multimedia) seperti gambar, animasi, audio, video, grafik, maupun simulasi sehingga

dapat meningkatkan daya tarik dan minat mahasiswa untuk mempelajari materi dalam bahan ajar tersebut [3].

Mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik (PTEL 644) diambil oleh mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro dengan konsentrasi arus kuat pada semester lima. Standar kompetensi pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik ada empat, yaitu: (1) mengidentifikasi peraturan pembangkit, (2) potensi energi, (3) jenis-jenis pembangkit, dan (4) operasional pembangkit [6].

Berdasarkan salah satu standar kompetensi dari mata kuliah 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 [4].

Salah satu jenis pembangkit yang banyak digunakan di Indonesia pada saat ini adalah PLTA. Menurut data statistik ketenagalistrikan 2015 no. 29 tahun anggaran 2016 dari DJK ESDM, PLTA merupakan pembangkit terbesar keempat sebagai pemasok listrik nasional. Dari total produksi listrik nasional pada tahun 2015 sebesar 55.528,1 MW, PLTA menyumbang pasokan listrik sebesar 5.079,06 MW produksi listrik nasional [4]. Selain dari total produksi listrik (dalam MW) PLTA yang cukup besar, jumlah unit PLTA juga termasuk dalam kategori yang terbanyak nomor dua setelah PLTD. Dari total 5.003 unit Pembangkit Tenaga Listrik di Indonesia, 220 unit di antaranya adalah PLTA [4]. Mengingat PLTA memasok listrik nasional terbesar keempat dan memiliki unit pembangkit terbanyak kedua yang digunakan di Indonesia, maka dari itu mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro sebagai calon guru harus memiliki wawasan lebih mempelajari PLTA secara mendalam.

Berdasarkan hasil observasi di Jurusan Teknik Elektro, wawancara dengan dosen pengampu dan angket kepada 46 mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2015 yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik didapatkan beberapa informasi diantaranya: (1) bahan ajar yang tersedia pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik yaitu *power point*, (2) jenis bahan ajar diinginkan oleh mahasiswa modul dan video pembelajaran, serta (3) mahasiswa memiliki *hardware* yang mendukung pembelajaran digital yaitu laptop dan *smartphone*, sehingga peneliti mengembangkan bahan ajar mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik berupa modul digital dan video pembelajaran

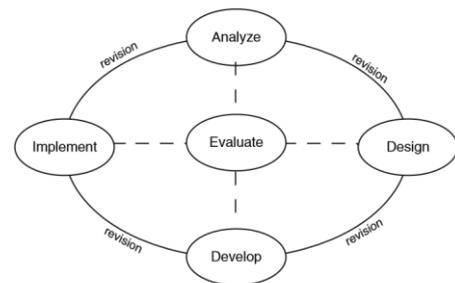
Modul digital dan video pembelajaran dapat membantu mahasiswa untuk lebih memahami materi. Modul digital dipilih karena dapat digunakan untuk pembelajaran mandiri, sedangkan video pembelajaran dipilih karena dapat memuat

banyak unsur media seperti gambar, teks, suara, animasi maupun simulasi sehingga dapat mengatasi perbedaan karakteristik belajar mahasiswa.

II. Metode Penelitian

A. Model Pengembangan

Tujuan dari penelitian dan pengembangan ini adalah untuk mengembangkan bahan ajar digital. Pengembangan bahan ajar ini menggunakan model ADDIE yaitu *analyze, design, develop, implement* dan *evaluate*. Model tersebut dipilih sebagai dasar untuk mengembangkan produk bahan ajar digital karena langkah-langkahnya yang sistematis sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan dan terdapat tahap evaluasi pada setiap tahap pengembangan. Konsep ADDIE dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Konsep ADDIE [5]

Prosedur pengembangan bahan ajar digital Pembangkit Listrik Tenaga Air dilakukan melalui beberapa tahap. Berikut langkah-langkah penyusunannya, yaitu:

1) Analyze

Pada tahap *analyze* yang dilakukan oleh peneliti yaitu observasi dan wawancara dengan dosen pengampu dan 46 mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2015 yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Dari hasil observasi dan wawancara, dibutuhkan bahan ajar digital Pembangkit Listrik Tenaga Air untuk mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik berupa modul digital dan video pembelajaran.

2) Design

Pada tahap *design*, peneliti menyusun indikator atau standar kompetensi yang ada di dalam bahan ajar digital. Standar kompetensi sebagai berikut : (1) menelaah potensi sumber energi primer, (2) menganalisis dasar-dasar pembangkitan tenaga listrik, (3) menelaah prosedur operasi pembangkit, (4) menelaah prosedur operasi pembangkit, dan (5) menganalisis gangguan dan *recovery*. Kemudian standar kompetensi tersebut dijabarkan sebagai tujuan pembelajaran yang ada di dalam bahan ajar digital yang terdiri dari 23 tujuan pembelajaran. Hasil akhir dari tahap

desain ini menghasilkan desain modul digital dan desain video pembelajaran. Desain modul digital dan desain video pembelajaran dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.

Halaman sampul Prakata Daftar isi Daftar gambar Peta konsep I. PENDAHULUAN A. Kompetensi Dasar B. Deskripsi C. Prasyarat D. Petunjuk Penggunaan Modul II. PEMBELAJARAN A. Energi Air 1. Tujuan 2. Uraian materi 3. Rangkuman 4. Tes formatif 5. Daftar rujukan B. Pengenalan PLTA 1. Tujuan 2. Uraian materi 3. Rangkuman 4. Tes formatif 5. Daftar rujukan	C. Konversi Energi PLTA 1. Tujuan 2. Uraian materi 3. Rangkuman 4. Tes formatif 5. Daftar rujukan D. Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTA 1. Tujuan 2. Uraian materi 3. Rangkuman 4. Tes formatif 5. Daftar rujukan E. Sistem Proteksi 1. Tujuan 2. Uraian materi 3. Rangkuman 4. Latihan soal 5. Daftar rujukan Kunci Jawaban (khusus untuk modul dosen)
---	--

Gambar 2. Desain Modul Digital



Gambar 3. Desain Vidio Pembelajaran

3) Develop

Pada tahap *develop* peneliti merealisasikan desain rancangan modul digital dan video pembelajaran. Setelah pembuatan modul digital dan video pembelajaran, peneliti melakukan uji formatif, yaitu dengan cara uji coba satu lawan satu kepada ahli. Kemudian peneliti melakukan uji coba kelompok kecil kepada 10 mahasiswa dan uji coba lapangan kepada 77 mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik.

4) Implement

Pada tahap *implement* pengembang sebagai fasilitator sehingga tidak perlu adanya pelatihan kepada peserta didik dan dosen. Implementasi dilakukan kepada mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro 2015 yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik.

5) Evaluasi

Evaluasi pada dasarnya merupakan tahap yang dapat dilakukan di setiap tahap dari model pengembangan ADDIE. Evaluasi dari masing-masing tahap tersebut di

antaranya yaitu dilakukan dengan cara: (1) tahap *analyze*, melakukan analisis data yang diperoleh dari observasi dan wawancara yang telah dilakukan, serta konsultasi kepada dosen pembimbing, (2) tahap *design*, melakukan analisis data kualitatif dari desain produk yang dilakukan, serta konsultasi kepada ahli, (3) tahap *develop*, melakukan analisis data dari angket *review* ahli dan uji coba kelompok kecil, serta uji coba lapangan, (4) tahap *implement*, melakukan analisis data dari hasil uji coba terhadap mahasiswa, dan (5) tahap *evaluate*, dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang benar-benar valid dan layak.

B. Uji Coba Produk

Kegiatan uji coba produk dilakukan untuk tujuan mengumpulkan atau memperoleh data sebagai bahan pertimbangan kelayakan bahan ajar digital yang telah dibuat. Desain uji coba pada pengembangan bahan ajar digital dilakukan dalam 3 tahap: (1) uji ahli/satu lawan satu dilakukan oleh ahli 1 dan ahli 2 yaitu A.N. Afandi dan Slamet Wibawanto (2) uji kelompok kecil dilakukan oleh 10 mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro 2015 yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik yang dipilih secara acak, dan (3) uji lapangan dilakukan oleh 77 mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro 2015 yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Jenis data pada pengembangan bahan ajar ini yaitu data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari skor angket yang telah diisi oleh subyek uji coba yaitu ahli 1, ahli 2, serta responden mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2015 yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Sedangkan data kualitatif berupa tanggapan yang diberikan oleh validator yang berupa kritikan maupun saran tentang bahan ajar yang dikembangkan.

III. Hasil dan Pembahasan

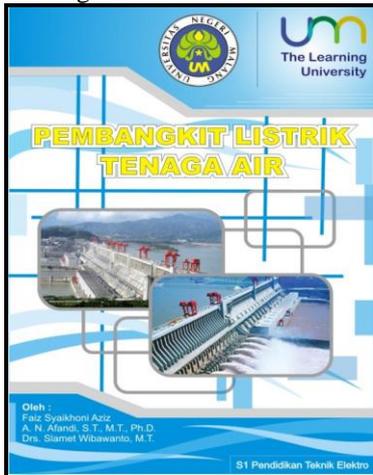
A. Hasil

Hasil dari penelitian dan pengembangan ini berupa bahan ajar digital berupa modul digital dan video pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Air.

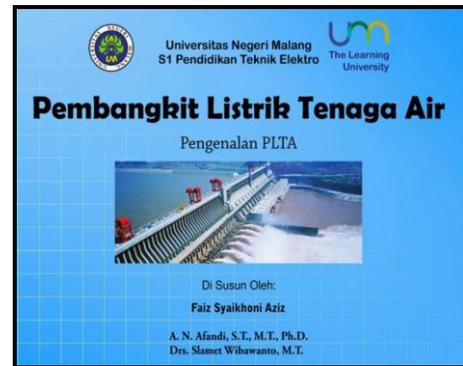
1) Modul Digital

Modul digital yang dikembangkan terdiri dari 5 materi yaitu: (1) energi air, (2) pengenalan PLTA, (3) konversi energi PLTA, (4) pengoperasian dan pemeliharaan PLTA, (5) sistem proteksi PLTA. Komponen modul terdiri dari halaman sampul, prakata, daftar isi, daftar gambar, peta konsep, pendahuluan, materi pembelajaran, rangkuman, tes formatif, dan daftar rujukan. Modul digital yang dikembangkan, disertai dengan kunci jawaban tes formatif dan pedoman penilaian yang diletakkan secara terpisah dengan modul digital. Halaman sampul modul digital dapat

dilihat dalam gambar 4 sedangkan materi pembelajaran dapat dilihat dalam gambar 5.



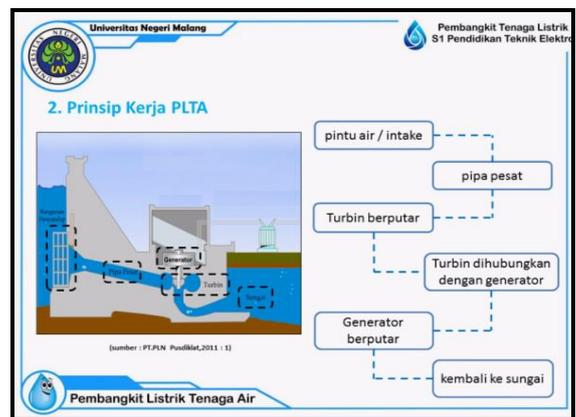
Gambar 4. Sampul Modul Digital



Gambar 6. Halaman Depan Video



Gambar 5. Materi Pembelajaran



Gambar 7. Materi Pembelajaran di Video

2) Video Pembelajaran

Video pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari 5 materi yaitu: (1) energi air, (2) pengenalan PLTA, (3) konversi energi PLTA, (4) pengoperasian dan pemeliharaan PLTA, (5) sistem proteksi PLTA. Struktur video pembelajaran yang akan dikembangkan terdiri dari halaman depan, tujuan pembelajaran, apersepsi dan materi pembelajaran. Halaman depan video ditunjukkan oleh gambar 6 sedangkan materi dalam video pembelajaran gambar 7.

B. Pembahasan

Untuk mengukur tingkat kelayakan dari bahan ajar digital dilakukan uji formatif yaitu dengan cara melakukan uji coba satu lawan satu kepada ahli, uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. Hasil penyajian dan analisis data kelayakan adalah sebagai berikut:

1) Penyajian dan Analisis Data Hasil Uji Coba Satu Lawan Satu

Data hasil uji coba satu lawan satu diperoleh dari ahli 1 yakni A.N. Afandi dan ahli 2 yakni Slamet Wibawanto. Data hasil uji coba satu lawan satu oleh ahli 1 dan ahli 2 untuk modul digital dan video pembelajaran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Uji Coba Ahli

Modul			
Ahli	TSe	TSh	%
Ahli 1	95	108	87.96
Ahli 2	101	108	93,51
Jumlah	196	216	90.73
Video			
Ahli	TSe	TSh	%
Ahli 1	85	96	88.54
Ahli 2	94	96	97.91
Jumlah	179	192	93.22

Berdasarkan analisis hasil validasi modul oleh ahli 1 dan ahli 2 didapatkan rata-rata per aspek yaitu 90.73 % termasuk dalam kriteria sangat valid. Saran yang diperoleh dari kedua ahli di antaranya yaitu melakukan perbaikan pada: (1) *typografi*, (2) daftar rujukan diletakan pada setiap BAB, dan (3) perbaikan pada gambar yang kurang jelas. Sedangkan pada video didapatkan rata-rata per aspek yaitu 93.22 % termasuk dalam kriteria sangat valid. Saran yang diperoleh dari kedua ahli di antaranya yaitu melakukan perbaikan pada: (1) mengcompress sehingga ukuran video menjadi lebih kecil, (2) mempersingkat durasi video dan mempercepat audio.

2) Penyajian dan Analisis Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Data hasil uji coba kelompok kecil diperoleh dari 10 mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik dengan rincian 5 mahasiswa PTE A 2015 dan 5 mahasiswa PTE B 2015. Data hasil uji coba kelompok Kecil untuk modul digital dan video pembelajaran dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Bahan Ajar	Tse	Tsh	%
Modul	746	800	93.25
Video	741	800	92.97

Berdasarkan analisis hasil uji coba kelompok kecil untuk modul digital didapatkan persentase rata-rata per aspek keseluruhan 93.25% termasuk dalam kriteria sangat valid. Sedangkan untuk video pembelajaran didapatkan persentase rata-rata per aspek keseluruhan 92.97% termasuk dalam kriteria sangat valid.

3) Penyajian dan Analisis Data Hasil Uji Coba Lapangan

Data hasil uji coba lapangan diperoleh dari 78 mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik dengan rincian 38 mahasiswa PTE A 2015 dan 39 mahasiswa PTE B 2015. Data hasil uji coba lapangan untuk modul digital dan video pembelajaran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Uji Coba Lapangan

Bahan Ajar	Tse	Tsh	%
Modul	5427	6160	87.98
Video	5456	6160	88.6

Berdasarkan analisis hasil uji coba lapangan untuk modul digital didapatkan persentase rata-rata per aspek keseluruhan 87.98% termasuk dalam kriteria sangat valid. Sedangkan untuk video pembelajaran didapatkan persentase rata-rata per aspek keseluruhan 88.6% termasuk dalam kriteria sangat valid.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Produk yang dihasilkan adalah bahan ajar digital Pembangkit Listrik Tenaga Air yang berupa modul digital dan video pembelajaran.
2. Bahan ajar yang dikembangkan layak digunakan mahasiswa dalam pembelajaran mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik berdasarkan hasil data uji formatif. Pada uji coba satu lawan satu diperoleh hasil persentase kelayakan ahli sebesar 90.73% untuk modul digital, dan 93.22% untuk video pembelajaran. Pada uji coba kelompok kecil diperoleh hasil persentase kelayakan sebesar 93.25% untuk modul digital, dan 92.97% untuk video pembelajaran. Sedangkan pada uji coba lapangan diperoleh hasil persentase kelayakan sebesar 87.98% untuk modul digital dan 88.6% untuk video pembelajaran.

V. Daftar Pustaka

- [1] Hamalik. Oemar, *Proses Belajar Mengajar*, Jakarta : PT Bumi Akasara, 2013.
- [2] Mudlofir. Ali, *Aplikasi Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Bahan Ajar dalam Pendidikan Agama Islam*, Surabaya: Rajawali Pers, 2011.
- [3] Ardianto. Elvinaro, *Komunikasi Massa Suatu Pengantar*, Bandung : Simbiosis Rekatama Media, 2016.

- [4] 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.
- [5] Branch. R,M, *Instructional Design: The ADDIE Approach*, Springer Science+Business Media: New York, 2009.
- [6] 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 2017.