

## Pengembangan modul pembelajaran *fuzzy* pada mata kuliah Sistem Cerdas untuk mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang

Dyah Rosita Anggraeni<sup>1</sup>, Hakkun Elmunsyah<sup>2</sup>, Anik Nur Handayani<sup>3</sup>

1. Universitas Negeri Malang, Indonesia | dyahrosita00@gmail.com
2. Universitas Negeri Malang, Indonesia | hakkun@um.ac.id
3. Universitas Negeri Malang, Indonesia | aniknur.ft@um.ac.id

### Abstrak

Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan modul pembelajaran *Fuzzy* dan menguji kelayakan modul tersebut untuk dimanfaatkan di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE dengan lima tahap pengembangan sebagai berikut: (1) Analisis, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi, dan (5) Evaluasi. Produk hasil pengembangan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media serta diujicobakan pada mahasiswa yang sudah dan sedang menempuh mata kuliah Sistem Cerdas. Hasil dari penelitian dan pengembangan ini adalah modul *fuzzy* untuk pegangan dosen dan modul *fuzzy* untuk pegangan mahasiswa. Persentase kelayakan yang didapatkan dari validasi ahli materi untuk modul pegangan mahasiswa 91.00% dan modul pegangan dosen 93.00%, validasi ahli media 91.00%. Sedangkan untuk hasil uji coba didapatkan persentase hasil uji coba kelompok kecil 93.36% dan kelompok besar 89.47%. Berdasarkan data hasil validasi dan uji coba tersebut, dapat disimpulkan bahwa produk yang dikembangkan secara keseluruhan layak dan dapat digunakan dalam pembelajaran Sistem Cerdas di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang.

### Kata Kunci

pengembangan, modul pembelajaran, logika *fuzzy*, sistem cerdas.

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan semakin berkembangnya teknologi, banyak sekali temuan-temuan baru baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak yang terus dikembangkan melalui riset untuk mengatasi permasalahan yang ada. Salah satu yang dikembangkan sampai saat ini adalah teori logika *fuzzy*. Perkembangan teori logika *fuzzy* telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang pekerjaan, termasuk pada peralatan dan mesin penunjang pekerjaan manusia. Penerapan ini diwujudkan dalam penggunaan prinsip kerja pengendali (*controller*) alat dan mesin industri.

Dengan pemanfaatan logika *fuzzy* tersebut, efisiensi dan efektivitas penyelesaian pekerjaan dapat tercapai. Selain hal tersebut, akan didapatkan berbagai keuntungan dan perbaikan unjuk kerja pada sistem kendali (*controller*) yang sudah pernah ada. Hal ini dikarenakan, kontrol dengan menggunakan sistem *fuzzy* akan memberikan hasil yang lebih presisi, jika dibandingkan dengan sistem kontrol digital yang hanya mengontrol suatu peralatan dengan “on” atau “off” saja (Endro, 2009).

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen dari beberapa jenis teknik penyelesaian masalah dalam kecerdasan buatan yang disebut dengan pembentuk *soft computing*. Dalam teori logika *fuzzy*, nilai kebenaran dinyatakan dengan derajat keanggotaan yang mana suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan.

Keberhasilan penggunaan teori logika *fuzzy* dalam dunia kerja yang begitu cepat, dapat terealisasi karena adanya penelitian dan strategi pengembangan yang dilakukan industri. Namun, hal tersebut tidak terlepas dari beberapa kesulitan yang pernah ditemui oleh industri yaitu (1) banyaknya engineer yang belum mengenal teori kendali *fuzzy*, (2) belum banyak kursus/balai pendidikan dan buku-buku teks yang menjangkau setiap tingkat pendidikan (Wahab, Albert, 1995). Permasalahan tersebut, bisa diselesaikan melalui bidang pendidikan dengan memperbanyak pengadaan buku dan penulisan karya-karya ilmiah dengan pokok bahasan *fuzzy* di setiap perguruan tinggi atau institusi pendidikan lainnya.

Berdasarkan Katalog Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang tahun 2014, terdapat mata kuliah Sistem Cerdas sebagai mata kuliah wajib untuk Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro dengan konsentrasi instrumentasi dan kendali. Pada mata kuliah tersebut, terdapat pokok bahasan *fuzzy* yang diimplementasikan dalam bidang teknik elektronika. Hal ini dapat menjadi sebuah penyelesaian untuk menambah pengetahuan mengenai teori logika *fuzzy* dan pengaplikasiannya bagi mahasiswa/i yang nantinya akan terjun dalam dunia kerja. Namun, dalam proses pembelajaran Sistem Cerdas yang dilakukan di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang masih belum terdapat buku yang terstruktur untuk pengaplikasian *fuzzy* sesuai dengan bidang keahlian pendidikan teknik elektro.

Pembelajaran diperlukan bahan pelajaran yang merupakan seperangkat materi atau substansi pelajaran yang disusun secara runtut dan sistematis serta menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran (Hernawan et al, 2012). Selain belum adanya buku pegangan yang terstruktur untuk kebutuhan pembelajaran *fuzzy*, terbatasnya waktu belajar yang diberikan juga berpengaruh terhadap proses belajar yang berdampak pada hasil belajar mahasiswa. Waktu yang diperlukan untuk menguasai suatu materi antara mahasiswa satu dengan lainnya tidak sama dan bergantung pada faktor kepribadian seperti bakat, minat, motivasi, dan kemampuan belajar (Hartoyo, 2009).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi proses belajar dan berdampak pada hasil belajar adalah faktor non sosial yang meliputi keadaan cuaca, tempat, alat belajar (yang terdiri dari alat tulis, buku-buku, alat peraga, dan sebagainya yang biasa disebut dengan media pembelajaran) dan waktu belajar (Suryabrata, 2010).

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan akan piranti pendukung yang dapat mempermudah mahasiswa dalam mempelajari materi *fuzzy*. Metode penelitian dan pengembangan yang diimplementasikan dalam bidang pendidikan, digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran (Sugiyono, 2011). Produk yang dikembangkan harus disusun terstruktur sesuai dengan kebutuhan pembelajaran Sistem Cerdas di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang dan dapat digunakan secara mandiri oleh mahasiswa agar dapat digunakan di dalam maupun di luar kelas.

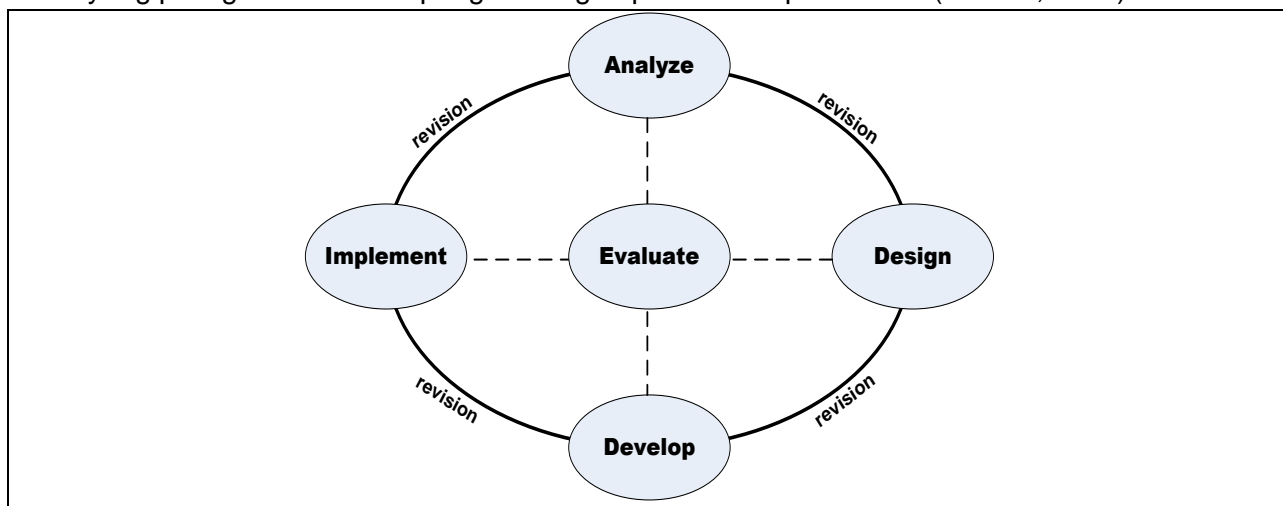
Terdapat beberapa jenis produk pembelajaran yang dapat digunakan untuk membantu pemahaman mahasiswa, salah satunya adalah dengan menggunakan modul pembelajaran. Hal ini didukung dengan salah satu hasil penelitian mengenai peningkatan hasil belajar mahasiswa menggunakan modul yang dilakukan oleh Nyimas Aisyah (2011). Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi peningkatan hasil belajar dan keaktifan mahasiswa dalam pembelajaran menggunakan modul. Manfaatnya (Santayasa, 2009) adalah sebagai berikut: (a) meningkatkan motivasi belajar, (b) setelah dilakukan evaluasi, pendidik dan peserta didik dapat mengetahui secara langsung bagian materi yang belum dan sudah dipahami, dan (c) peserta didik dapat mencapai hasil sesuai dengan kemampuannya.

Modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh, sistematis, dan memuat perangkat pengalaman belajar yang terencana (Daryanto, 2013). Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang disusun sistematis, menarik dan mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri (self contained) untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (Anwar, 2010). Modul dapat dikatakan baik dan menarik apabila memenuhi karakteristik sebuah modul yaitu self instructional, self contained, stand alone, adaptive, dan user friendly (Depdiknas, 2008). Suatu modul dikatakan bersifat self contained apabila modul

tersebut menyajikan panduan yang jelas mengenai topik yang akan dipelajari, materi, dan beberapa informasi pendukung lainnya (Chao, 2014).

## 2. Metode

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap pengembangan, yaitu: (1) Analisis, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi, dan (5) Evaluasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam model pengembangan ADDIE, diberikan kerangka untuk menanggapi kompleksitas lingkungan belajar dengan merespon berbagai situasi dan konteks, hal ini membuat proses ADDIE tetap menjadi cara yang paling efektif dalam pengembangan produk sampai saat ini (Branch, 2009).



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan kegiatan observasi terhadap kebutuhan modul pembelajaran *fuzzy* pada mata kuliah Sistem Cerdas di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang. Observasi dilakukan pada mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro yang sudah menempuh mata kuliah Sistem Cerdas dan wawancara terhadap dosen pengampu Sistem Cerdas. Hasil evaluasi dari kegiatan analisis digunakan sebagai dasar untuk merancang modul pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran Sistem Cerdas di jurusan TE UM.

Pada tahap desain, dilakukan perancangan tampilan dan struktur modul yang akan dibuat. Selain itu dibuat desain instrumen penelitian yang akan digunakan berupa angket. Tahap pengembangan merupakan kegiatan tindak lanjut dari tahap desain. Rancangan konseptual yang sudah dibuat dalam tahap desain, direalisasikan menjadi produk yang siap untuk diimplementasikan.

Evaluasi pada tahap pengembangan produk, dilakukan dengan melakukan validasi terhadap ahli materi dan ahli media. Hasil validasi dilakukan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan produk yang dikembangkan agar siap untuk diimplementasikan. Pada tahap implementasi, produk diuji cobakan untuk mengetahui kelayakan dari modul yang dikembangkan. Implementasi produk dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar (Branch, 2009).

Subjek uji coba dari penelitian ini terdiri dari mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2013 yang terdiri dari 8 – 20 orang untuk kelompok kecil dan mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2014 sebanyak 30 orang untuk uji coba kelompok besar. Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah angket dengan bentuk pernyataan checklist dengan respon penilaian berdasarkan skala linkert. Terdapat tiga jenis angket yang akan digunakan, yaitu: (1) angket validasi ahli materi, (2) angket validasi ahli media, dan (3) angket uji coba pengguna. Angket validasi ahli materi, ahli media, dan uji coba disusun berdasarkan pedoman penilaian beberapa ahli yang terdiri dari aspek desain pembelajaran, elemen mutu modul, dan aspek komunikasi visual. Respon penilaian yang diberikan responden, dikategorikan dalam empat butir skala sesuai dengan yang dikemukakan oleh Arikunto (2013) dan ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Respon Penilaian Angket

Skor	Keterangan
1	Penilaian yang diberikan sangat baik/sangat lengkap/sangat tepat/sangat sesuai/sangat menarik/sangat mudah dipahami/dan sangat layak.
2	Penilaian yang diberikan baik/ lengkap/tepat/sesuai/ menarik/mudah dipahami, dan layak.
3	Penilaian yang diberikan kurang baik/kurang lengkap/kurang tepat/kurang sesuai/kurang menarik/kurang mudah dipahami/ dan kurang layak.
4	Penilaian yang diberikan tidak baik/tidak lengkap/tidak tepat/tidak sesuai/tidak menarik/tidak mudah dipahami/tidak layak.

Data yang akan diperoleh adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif dari penelitian ini berupa persentase nilai dari angket yang diberikan kepada ahli materi, ahli media, dan mahasiswa sebagai subjek uji coba. Sedangkan data kualitatif, berupa komentar, kritik dan saran yang diberikan validator terhadap produk yang dikembangkan. Analisis data digunakan untuk mengolah data hasil pelaksanaan validasi dan uji coba. Untuk data kualitatif berupa saran yang diberikan oleh validator dan responden mahasiswa digunakan sebagai bahan untuk melakukan revisi terhadap modul yang dikembangkan. Sedangkan untuk analisis data kuantitatif dari perolehan skor angket menggunakan Persamaan 1.

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100 \% \quad \text{Pers. (1)}$$

**Keterangan:**

P : Persentase

$\sum x$  : Total skor jawaban responden

$\sum xi$  : Total skor maksimal

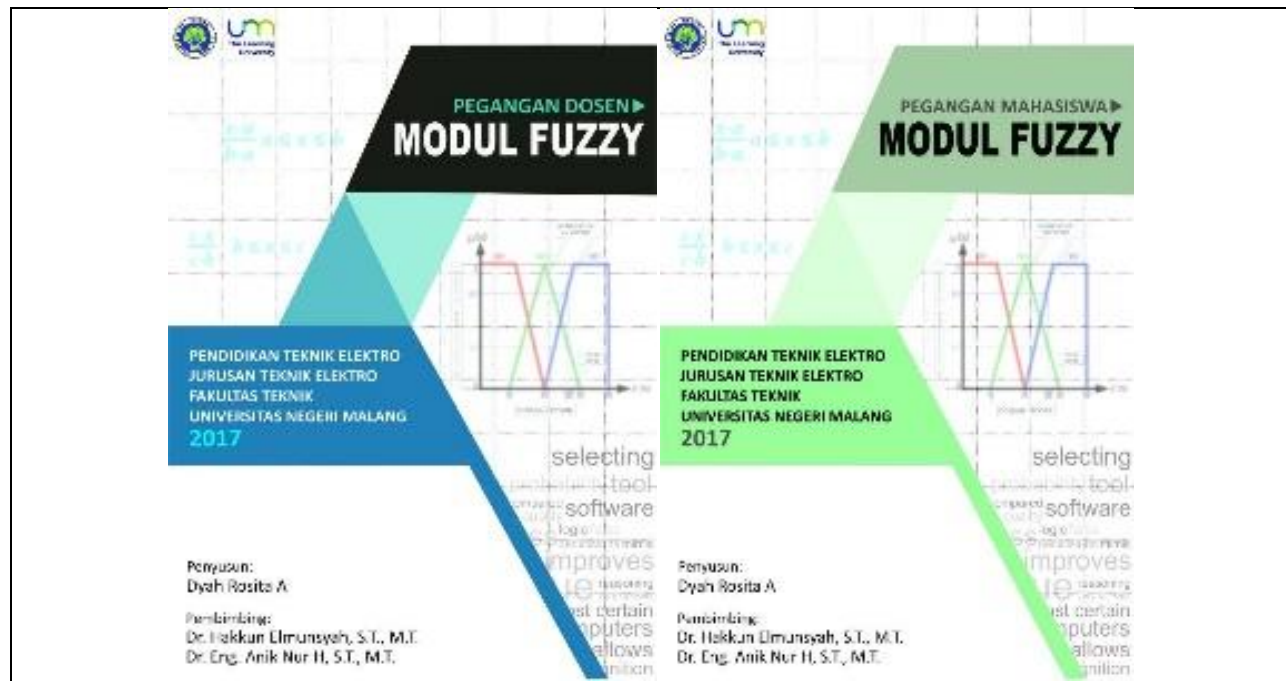
Sebagai pedoman pengambilan keputusan hasil analisis data, digunakan kriteria validitas (Akbar, 2016) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kriteria Validitas Produk

Kriteria Validitas	Keterangan
85.01 % - 100 %	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.
70.01 % - 85.00 %	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil.
50.01 % - 70.00 %	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar.
1.00 % - 50.00 %	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan.

### 3. Hasil

Hasil dari penelitian pengembangan yang dilaksanakan adalah modul pembelajaran *fuzzy* untuk mahasiswa S1 pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang. Modul yang dikembangkan terdiri dari dua jenis modul, yaitu modul pegangan dosen dan modul pegangan mahasiswa. Struktur modul berisikan cover, pengantar, peta kedudukan modul, glosarium, pendahuluan, pembelajaran, evaluasi, dan kunci jawaban untuk modul pegangan dosen. Halaman sampul untuk modul *Fuzzy* yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Halaman Sampul Modul

Bagian pengantar dari modul berisikan kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar persamaan untuk memudahkan pengguna dalam mencari informasi dari modul. Modul dilengkapi dengan peta kedudukan modul yang menunjukkan kedudukan modul *fuzzy* diantara modul Sistem Cerdas yang lain. selain itu, terhadap glosarium yang berisikan penjelasan mengenai kata-kata sulit berhubungan dengan materi *fuzzy*.

Bagian pendahuluan dari modul, menyajikan informasi mengenai detail penggunaan modul yang terdiri dari standar kompetensi, deskripsi modul, prasyarat, petunjuk penggunaan modul, tujuan akhir, dan indikator penguasaan kompetensi. Bagian pembelajaran dari modul berisikan uraian materi yang disusun dalam bentuk kegiatan belajar. Terdapat lima kegiatan belajar yang membahas penjabaran materi *fuzzy*, yaitu: (1) Logika dan Himpunan *Fuzzy*, (2) Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*, (3) Proses Inferensi *Fuzzy*, (4) Defuzzifikasi, dan (5) Contoh Penerapan *Fuzzy* menggunakan LabVIEW. Masing-masing kegiatan belajar memiliki isi pokok antara lain: (1) Tujuan, (2) Uraian Materi, (3) Rangkuman, (4) Evaluasi Kegiatan Belajar, dan (5) Referensi.

Bagian evaluasi dari modul terdiri dari soal-soal uji kompetensi teori, uji kompetensi ketrampilan dan kriteria penilaian. Untuk modul pegangan dosen, dilengkapi dengan rubrik penilaian serta kunci jawaban untuk soal evaluasi kegiatan belajar dan soal uji kompetensi teori. Validator materi modul *fuzzy* dilakukan oleh dosen Teknik Elektro. Komentar dan saran yang didapatkan dari validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Komentar dan Saran Ahli Materi

Komponen Modul	Komentar dan Saran
Tujuan Pembelajaran	Kata kerja yang digunakan dalam tujuan pembelajaran perlu disesuaikan dengan taksonomi bloom untuk ranah mahasiswa.
Contoh dan Soal Evaluasi	Contoh soal belum menggambarkan detail permasalahan <i>fuzzy</i> yang dibahas, sehingga perlu ditambahkan penjelasan mengenai detail peranan sistem <i>fuzzy</i> sebagai kendali dalam contoh dan soal-soal evaluasi yang diberikan.
Cover Modul	Warna <i>background</i> yang digunakan dalam <i>cover</i> modul masih terlalu gelap, sehingga perlu dipertimbangkan pemilihan warna yang lebih terang dan penambahan gambar pendukung sistem <i>fuzzy</i> .
Kunci Jawaban	Tambahkan keterangan halaman pada masing-masing soal yang dibahas.

Hasil validasi modul oleh ahli materi yang dirangkum setiap indikator disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil analisis validasi materi modul, diperoleh rata-rata persentase hasil secara keseluruhan 91.44% untuk modul mahasiswa dan 93.05% untuk modul dosen dengan kategori kelayakan sangat valid

**Tabel 4.** Hasil Validasi Ahli Materi

Indikator	Modul Mahasiswa		Modul Dosen	
	Pers.	Ket.	Pers.	Ket.
Kejelasan dan relevansi	100 %	Sangat Valid	93.75 %	Sangat Valid
Keakuratan	91.67 %	Sangat Valid	87.5 %	Sangat Valid
Kedalaman dan kemudahan materi	100 %	Sangat Valid	100 %	Sangat Valid
Kelengkapan dan kualitas	81.25 %	Cukup Valid	93.75 %	Sangat Valid
Sistematis, runut, alur logika jelas	100 %	Sangat Valid	91.67 %	Sangat Valid
Konsistensi	75 %	Cukup Valid	83.33 %	Cukup Valid
Visual	75 %	Cukup Valid	87.5 %	Sangat Valid
Sederhana dan memikat	100 %	Sangat Valid	100 %	Sangat Valid
Komunikatif	100 %	Sangat Valid	100 %	Sangat Valid
Rata-rata	91.44 %	Sangat Valid	93.05 %	Sangat Valid

Validator media modul *fuzzy* dilakukan oleh dosen Teknik Elektro, adapun komentar dan saran yang didapatkan dari validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 5.



**Tabel 5.** Komentar dan Saran Ahli Media

Komponen Modul	Komentar dan Saran
Uji Kompetensi Ketrampilan	Tambahkan format laporan pada bagian uji kompetensi ketrampilan sesuai dengan rubrik penilaian yang telah dibuat.
Penomoran Sub Bab Modul	Penomoran bagian sub bab modul masih sulit dipisahkan dengan materi, perbaiki penomoran agar tidak rancu dengan materi yang disajikan.
Tabel	Pemilihan warna tabel masih terlalu gelap, perbaiki warna yang digunakan agar keterangan tabel menjadi lebih mudah untuk dibaca.

Hasil validasi modul oleh ahli media yang dirangkum setiap indikator disajikan pada Tabel 6. Semua indikator mendapatkan kategori persentase sangat valid dengan rata-rata persentase hasil secara keseluruhan 97.70%.

**Tabel 6.** Hasil Validasi Ahli Media

Indikator	Persentase	Ket.
Relevansi media dengan tujuan pembelajaran	100 %	Sangat Valid
Kelengkapan penyajian	100 %	Sangat Valid
Kemudahan untuk dipahami	100 %	Sangat Valid
Sistematika penulisan	100 %	Sangat Valid
Konsistensi	91.67 %	Sangat Valid
Warna dan <i>layout design</i>	90 %	Sangat Valid
<i>Typography</i>	100 %	Sangat Valid
Komunikatif	100 %	Sangat Valid
Rata-rata	97.70 %	Sangat Valid

Modul pembelajaran *Fuzzy* yang telah direvisi berdasarkan saran dan komentar ahli materi dan ahli media, selanjutnya diuji cobakan pada mahasiswa. Uji coba kelompok kecil, dilakukan pada 14 mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2013 yang telah menempuh mata kuliah Sistem Cerdas. Pemilihan sampel dilakukan secara random sampling. Hasil uji coba kelompok kecil disajikan pada Tabel 7.

Hasil analisis uji coba kelompok kecil, diperoleh persentase hasil sebesar 93.60% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Sehingga produk sudah layak dan dapat digunakan untuk uji coba kelompok besar.

Uji coba kelompok besar dilakukan pada mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2014 yang sedang menempuh mata kuliah Sistem Cerdas sebanyak 30 orang. Hasil dari uji coba kelompok besar disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 7.** Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Indikator	Persen-tase	Ket.
Kejelasan dan relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	97.32 %	Sangat Valid
Keakuratan	93.45 %	Sangat Valid
Kemudahan untuk dipahami	90.18 %	Sangat Valid
Kelengkapan dan kualitas	99.11 %	Sangat Valid
Sistematika penulisan	92.86 %	Sangat Valid
Warna dan <i>layout design</i>	86.78 %	Sangat Valid
<i>Typography</i>	94.04 %	Sangat Valid
Komunikatif	95.09 %	Sangat Valid
Rata-rata	93.60 %	Sangat Valid

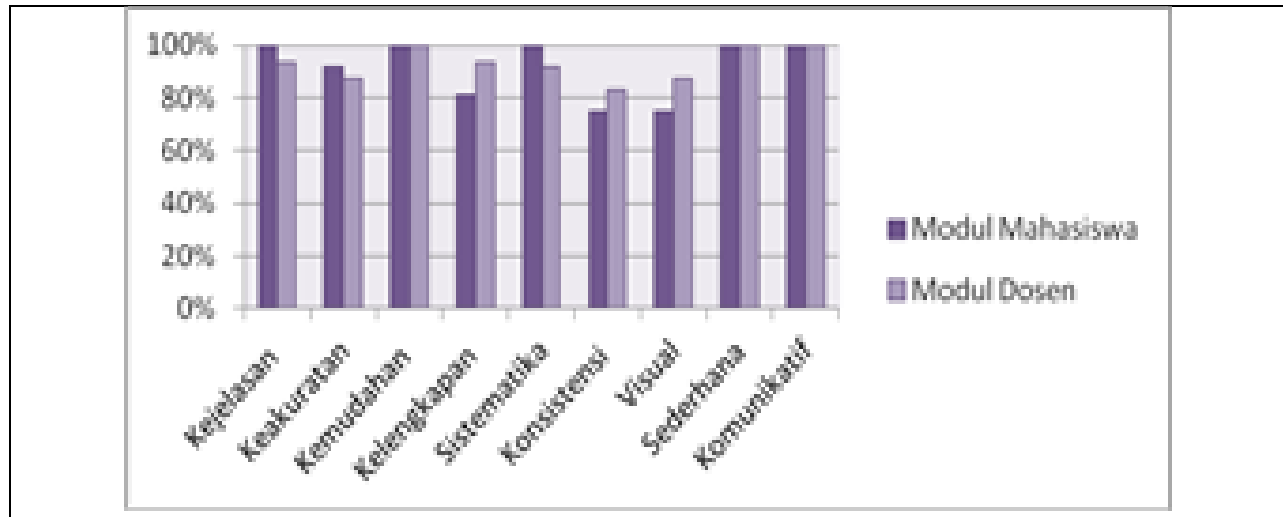
**Tabel 8.** Hasil Uji Coba Kelompok Besar

Indikator	Persentase	Ket.
Kejelasan dan relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	96.25 %	Sangat Valid
Keakuratan	90 %	Sangat Valid
Kemudahan untuk dipahami	86.25 %	Sangat Valid
Kelengkapan dan kualitas	96.87 %	Sangat Valid
Sistematika penulisan	87.08 %	Sangat Valid
Warna dan <i>layout design</i>	85.50 %	Sangat Valid
<i>Typography</i>	85.28 %	Sangat Valid
Komunikatif	89.17 %	Sangat Valid
Rata-rata	89.54 %	Sangat Valid

Berdasarkan analisis hasil uji coba kelompok besar, diperoleh rata-rata persentase hasil sebesar 89.54%. sehingga dapat disimpulkan bahwa modul yang dikembangkan berada dalam kategori sangat valid dan telah layak digunakan dalam pembelajaran.

#### 4. Pembahasan

Penelitian pengembangan ini, menghasilkan modul pembelajaran *fuzzy* untuk mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang. Modul dikategorikan sangat valid dan layak digunakan setelah memenuhi tahap validasi kepada ahli materi dan ahli media serta uji coba kepada mahasiswa. Berdasarkan hasil penilaian validasi ahli materi, diperoleh persentase kelayakan sebesar 91.44% untuk modul pegangan mahasiswa dan 93.05% untuk modul pegangan dosen. Rincian hasil validasi ahli materi disajikan pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.

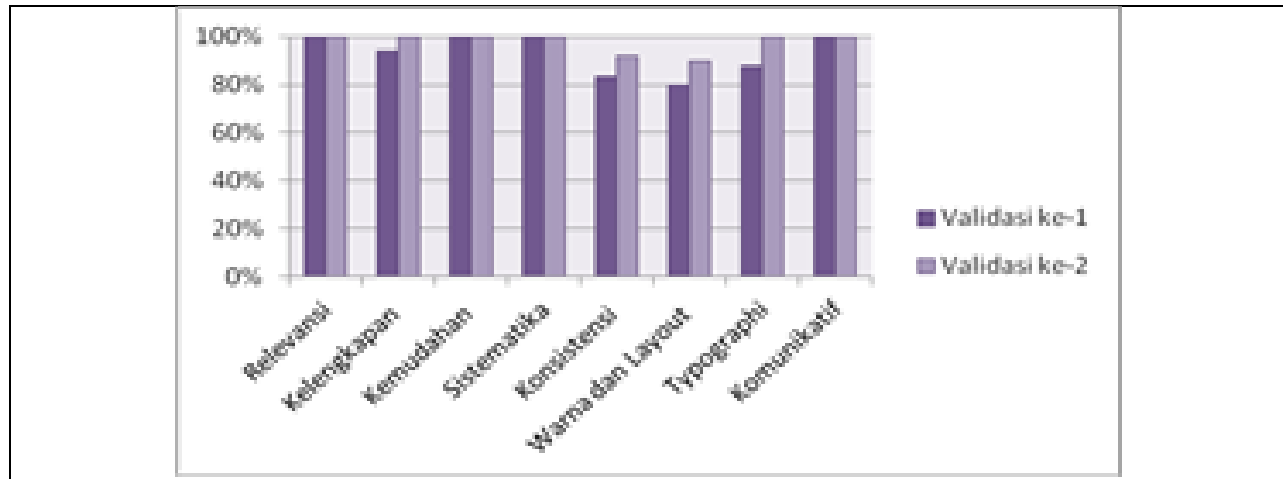


**Gambar 3.** Grafik Analisis Data Validasi Ahli Materi

Modul yang dikembangkan menyajikan tujuan pembelajaran yang jelas dan relevan dengan Standar Kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa. Penyajian uraian materi dalam modul jelas dan sesuai dengan tingkat perkembangan mahasiswa, uraian materi disajikan dalam bentuk kegiatan belajar yang terstruktur dan spesifik sehingga memudahkan pengguna dalam mempelajari modul. Modul juga dilengkapi dengan gambar pendukung materi *fuzzy* yang disajikan secara sederhana dan menggunakan bahasa, istilah yang mudah dimengerti sehingga mendukung untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Karakteristik modul pembelajaran *fuzzy* yang telah dipaparkan tersebut, menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan bersifat self instruction, yaitu dapat digunakan secara mandiri dan tidak tergantung dengan pihak lain (Depdiknas, 2008). Untuk memenuhi karakteristik self instruction, sebuah modul harus dilengkapi dengan tujuan pembelajaran yang jelas dan disusun sistematis untuk menggambarkan penguasaan kompetensi yang harus dicapai, menggunakan bahasa yang komunikatif, dan dilengkapi dengan contoh dan ilustrasi yang dapat membantu mahasiswa dalam memahami materi (Nurseto, 2011).

Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa modul layak digunakan dengan persentase rata-rata 97.70%. Rincian hasil validasi ahli media disajikan pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.

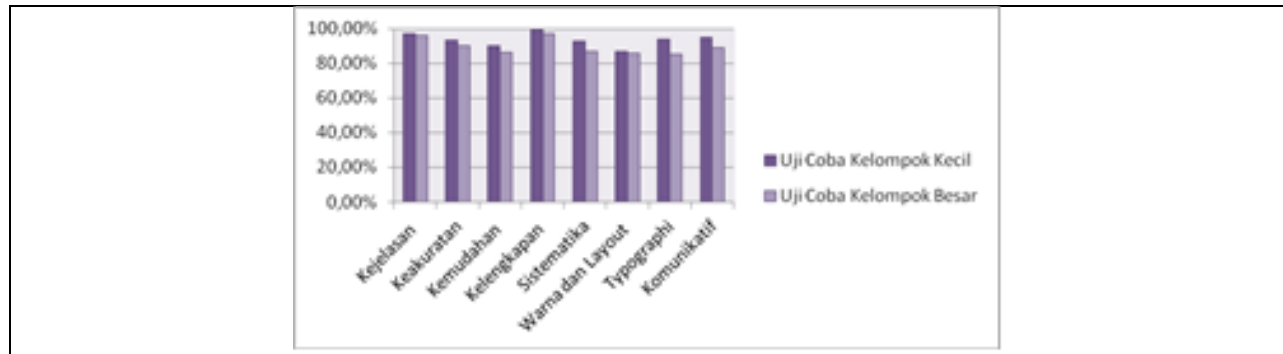


**Gambar 4.** Grafik Analisis Data Validasi Ahli Media

Modul yang dikembangkan terdiri dari bagian pengantar, pendahuluan, pembelajaran, dan dilengkapi dengan referensi yang digunakan dalam penyusunan modul, sehingga mahasiswa dapat belajar mandiri dan menggali pengetahuan mengenai *fuzzy* secara lebih luas dengan mengakses referensi tersebut. Materi yang disajikan dalam modul disajikan lengkap dalam lima kegiatan belajar yang membahas pengenalan *fuzzy*, tahapan proses *fuzzy* (fuzzifikasi, proses inferensi, dan defuzzifikasi) dan aplikasi *fuzzy* dalam bidang elektronika menggunakan software LabVIEW. Contoh-contoh yang disajikan sebagai pendukung materi dalam modul disesuaikan dengan bidang keahlian mahasiswa yakni bidang elektronika.

Berdasarkan pemaparan karakteristik modul *fuzzy* yang dikembangkan, dapat dikatakan bahwa modul bersifat self contained karena sudah memuat seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan dan dilengkapi referensi yang bisa digunakan untuk menambah pengetahuan. Modul juga bersifat stand alone yang berarti bahwa modul dapat digunakan mandiri dan tidak tergantung pada media lain (Depdiknas, 2008). Selain itu modul bersifat adaptive dengan menampilkan contoh-contoh pendukung materi *fuzzy* yang kontekstual sehingga menarik dan mudah dipahami. Penggunaan bahan ajar atau modul yang kontekstual merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas pembelajaran (Mahfudhillah, et al., 2017). Bahan ajar yang kontekstual dapat membantu mahasiswa menghubungkan materi yang dipelajari dengan konteks kehidupan nyata.

Setelah melalui tahap validasi, modul diuji cobakan pada mahasiswa dalam dua tahap. Presentase hasil uji coba kelompok kecil sebesar 93.60% dan uji coba kelompok besar 89.54%. Rincian hasil uji coba modul disajikan pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik Analisis Data Uji Coba Modul

Berdasarkan grafik analisis data uji coba, diketahui bahwa perolehan persentase yang pada uji coba kelompok kecil lebih tinggi yaitu 93.60 %, dibandingkan dengan perolehan persentase pada uji coba kelompok besar yaitu 89.54 %. Perolehan persentase uji coba kelompok kecil lebih besar karena responden merupakan mahasiswa yang sudah mempelajari materi logika *fuzzy*. Sehingga pemahaman tentang materi *fuzzy* lebih banyak dibandingkan dengan responden pada uji coba kelompok besar yang baru mendapatkan materi tersebut.

Keseluruhan aspek dalam uji coba modul untuk kelompok kecil dan kelompok besar berada dalam kategori sangat valid. Modul yang dikembangkan dengan tampilan, penggunaan warna, dan tipografi yang menarik, sehingga menumbuhkan motivasi mahasiswa untuk mempelajari modul. Selain itu, modul disajikan dengan bahasa yang komunikatif dan istilah yang mudah dipahami sehingga modul mudah digunakan. Berdasarkan karakteristik dari modul yang dikembangkan tersebut, modul bisa dikatakan bersifat user friendly. Bahasa yang digunakan dalam modul sebaiknya menggunakan bahasa Indonesia yang benar dan baku, kalimat yang digunakan disesuaikan dengan tingkat perkembangan mahasiswa, dan menggunakan istilah atau kosakata yang mudah dipahami oleh mahasiswa (Hernawan et al, 2010).

## 6. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan modul pembelajaran *fuzzy* yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa modul yang dikembangkan terdiri dari modul *fuzzy* untuk pegangan dosen dan modul *fuzzy* untuk pegangan mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang. Modul hasil pengembangan dinyatakan sangat valid dan layak digunakan setelah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media serta diujicobakan kepada mahasiswa, dengan rincian hasil uji sebagai berikut: a) uji kelayakan oleh ahli materi, didapatkan persentase hasil kelayakan untuk modul pegangan mahasiswa sebesar 91.44% dan modul pegangan dosen sebesar 93.05%. b) Uji kelayakan oleh ahli media dengan persentase sebesar 93.07%. c) Uji coba kelompok kecil dengan persentase sebesar 93.60%. d) uji coba kelompok besar dengan persentase sebesar 89.54%.

Disarankan untuk pengguna modul pembelajaran *fuzzy* ini sudah memahami cara menggunakan *Fuzzy System Designer* dalam software labVIEW dan mempelajari modul dengan urut sehingga materi dapat dipahami dengan baik. Untuk pengembangan selanjutnya, diharapkan adanya pengembangan modul *fuzzy* dengan model-model inferensi dan metode defuzzifikasi yang lebih bervariasi sesuai dengan perkembangan teknologi.

## Daftar Rujukan

- Mahasiswa Menggunakan Modul. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 17(5). (Online), (<http://journal.um.ac.id/index.php/jip/article/view/2868>), diakses 26 Mei 2017.
- Akbar, Sa'dun. 2016. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Anwar, Ilham. 2010. *Pengembangan Bahan Ajar*. Bahan Kuliah Online. Direktori UPI. Bandung.
- Arikunto, Suharsimi. 2013. *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Chao, L.2014. *Cloud Database Development and Management*. Florida, USA: CRC Press, Taylor & Fancis Group.
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul (Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar)*. Yogyakarta : Penerbit Gava Media.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Hartoyo. 2009. Pengembangan Modul Pembelajaran Mata Kuliah Teknik Pendingin dan Tata Udara Berbasis Kompetensi Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5 (1). (Online), (<http://journal.uny.ac.id/index.php/jee/article/view/974/783>), diakses 29 Mei 2017.
- Hernawan, A.S., Permasih, & Dewi, L. 2012. Pengembangan Bahan Ajar. (Online), ([http://file.upi.edu/direktori\\_kurikulum\\_dan\\_tek\\_pondidikan/194601291981012permasih/pengembangan\\_bahan\\_ajar.pdf](http://file.upi.edu/direktori_kurikulum_dan_tek_pondidikan/194601291981012permasih/pengembangan_bahan_ajar.pdf)), diakses 13 juli 2016.
- MaHFudhillah, Hamim T., Mimien Henie, Sueb. 2017. Pengembangan Modul Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) Berbasis Proyek untuk Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. (Online), 2 (3) : 400-408, (<http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/8655>), diakses 29 Mei 2017.
- Nurseto, T. 2011. Membuat Media Pembelajaran yang Menarik. *Jurnal Ekonomi & Pendidikan*. (Online), 8 (1):19-35, (<http://journal.uny.ac.id/index.php/jep/article//706/570>), diakses 29 mei 2017.
- Prihastono, Endro. 2009. Teknologi Sistem *Fuzzy*. *Jurnal Dinamika Informatika*, (Online), 1 (2): 108, (<http://download.portalgaruda.org/article>), diakses 26 Mei 2017.

- Santyasa, I.W. 2009. Metode Penelitian Pengembangan dan Teori Pengembangan Modul. Makalah Disajikan dalam Pelatihan Bagi Para Guru TK, SD, SMP, SMA, dan SMK Tanggal 12-14 Januari 2009, di Kecamatan Nusa Penida Kabupaten Klungkung. (Online), ([http://downloads.ziddu.com/downloadfile/11250926/metode\\_penelitian.zip.html](http://downloads.ziddu.com/downloadfile/11250926/metode_penelitian.zip.html), diakses 29 Mei 2017).
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Suryabrata, Sumadi. 2010. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Wahab, Albert. 1995. Teknologi Sistem Fuzzy. *Jurnal Elektro Indonesia*, 1(4). (Online), (<http://elektroindonesia.com/elektro/no6b.html>), diakses 20 Mei 2017.
- .