



## Pengembangan Aplikasi Evaluasi Tingkat Penguasaan Praktikum Aircraft Electrical Berbasis Fuzzy Expert System Stand Alone Application

Richard Sambera Sagala<sup>#1</sup>, Fatchul Arifin<sup>#2</sup>

Departemen Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, Universitas Negeri Yogyakarta  
Jl. Colombo No. 1 Karang Malang, Kec. Depok, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

<sup>1</sup>richardsambera.2020@student.uny.ac.id

<sup>2</sup>fatchul@uny.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan sebuah aplikasi yang dapat mengevaluasi tingkat penguasaan praktik siswa. Tujuan penelitian adalah menghasilkan aplikasi untuk kebutuhan evaluasi tingkat penguasaan praktik siswa, yang dapat dioperasikan tanpa harus menjalankan aplikasi editor utama terlebih dahulu. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan tahapan 4D. Batasan masalah penelitian terletak pada pengembangan aplikasi hanya untuk pengolahan nilai praktik siswa kelas XI jurusan *Electrical Avionics* pada mata pelajaran *Aircraft Electrical*. Berdasarkan pengembangan yang dilakukan, aplikasi dapat dijalankan tanpa harus menjalankan aplikasi editor utama terlebih dahulu, mampu memproses input dan mengeluarkan output, serta dapat mencetak tangkapan layar aplikasi. Melalui pemrosesan data nilai-nilai praktik siswa, didapatkan hasil bahwa tingkat penguasaan praktik siswa menggunakan aplikasi (TPF) adalah 75% - 80%. Berbeda halnya dengan tingkat penguasaan praktik siswa bermetode manual (TPM) adalah 80% s/d 87%. Walaupun terdapat perbedaan hasil antara 2 cara tersebut, hubungan antara TPF dan TPM adalah kuat. Uji korelasi Spearman menunjukkan, nilai korelasi antara TPF dan TPM adalah 0,609 (60,9%) dan berkategori “tinggi”. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi yang telah dibangun mampu menentukan tingkat penguasaan praktikum siswa. Akan tetapi, untuk menyatakan apakah aplikasi layak digunakan dalam skala kecil maupun skala besar, masih diperlukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut, seperti uji validasi oleh ahli dan uji penerimaan oleh pengguna. Sehingga diharapkan kedepannya, aplikasi tersebut siap didistribusikan secara luas dan dimanfaatkan oleh berbagai sekolah yang memiliki jurusan *Electrical Avionics* dalam mengevaluasi kemampuan praktik siswa-siswanya. Evaluasi berdampak signifikan dalam meningkatkan kualitas dan mutu pembelajaran.

**Kata kunci**— Logika Fuzzy, Mamdani, Fuzzy Expert System, Aircraft Electrical, *Electrical Avionics*, Stand Alone Application

### I. PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan adalah pendidikan yang memfokuskan tamatan atau lulusannya dapat menjadi tenaga profesional dalam melaksanakan suatu pekerjaan dengan keahlian tertentu [1]. Pekerjaan atau keahlian tertentu ini berada pada tingkat menengah. Antusiasme masyarakat yang semakin tinggi akan SMK dan tuntutan kebutuhan tenaga kerja yang ikut meningkat, mendorong peningkatan jumlah SMK semakin meningkat dari tahun ke tahun [2]. Hal tersebut selaras dengan kebijakan pemerintah di tahun 2014, yang peningkatan rasio jumlah siswa SMA : SMK menjadi 70:30 [3]. Oleh karenanya, SMK dapat dikatakan semakin dipercaya oleh masyarakat, sebagai lembaga pendidikan yang dapat menyiapkan tenaga siap kerja.

SMK XYZ adalah salah satu SMK dengan bidang keahlian Teknologi Penerbangan. SMK tersebut menyediakan satu kompetensi keahlian terkait yaitu *Electrical Avionic*. *Electrical Avionic* adalah kompetensi keahlian yang mendidik para siswa untuk dipersiapkan menjadi calon-calon tenaga profesional dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan sistem kelistrikan dan instrumentasi pesawat terbang dengan jabatan asisten mekanik (*mechanic helper*). SMK yang umumnya memiliki jurusan Penerbangan, lulusan dapat terserap dan bekerja di industri penerbangan pada bidang powerplant, rangka, avionika, sistem, cabin, dan *ground support* [4]. SMK XYZ, sebagai statusnya sebagai sekolah kejuruan, melakukan proses pembelajaran dengan menekankan pembelajaran pada ranah psikomotor/praktik [5]. Perbandingan proses pembelajaran SMK bervariasi dengan perbandingan teori dan praktik antara lain: 30%:70%, 25%:75% [6] atau 40%:60%. Dalam proses pembelajaran baik teori atau praktik, evaluasi pembelajaran adalah proses penting yang tidak boleh dilewatkan sekolah. Evaluasi merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam proses pembelajaran [7]. Salah satu proses yang dilakukan dalam evaluasi adalah

penilaian dari hasil proses pembelajaran siswa. Penilaian dilakukan untuk mengukur sejauh mana kemampuan siswa dalam menguasai materi yang telah dipelajari [8]. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan selama proses pembelajaran, evaluasi yang dilakukan masih manual dan sekolah terkait belum memiliki aplikasi yang khusus dalam menangani pengambilan keputusan untuk mengetahui tingkat penguasaan praktik para siswa. Olehnya, peneliti membangun sebuah aplikasi evaluasi tingkat penguasaan praktik menggunakan algoritma logika *fuzzy*.

Logika *fuzzy* adalah suatu algoritma sistem cerdas yang dapat mengambil keputusan dari masukan yang bersifat *fuzzy* atau “kabur” [9]. Pengambilan keputusan dilakukan dengan memanfaatkan pengetahuan dari seorang pakar atau ahli di bidang terkait [10]. Pakar atau ahli secara pasti mengetahui bagaimana karakteristik suatu sistem dalam bekerja. Dengan demikian, pengetahuan pakar atau ahli dapat dimanfaatkan dalam mengambil keputusan dari masukan yang bersifat samar atau *fuzzy* [11]. Oleh karenanya, dengan memasukkan pengetahuan pakar atau ahli ke dalam program dalam rangka pengambilan keputusan, algoritma *fuzzy* akan melakukan 3 proses penting yaitu fuzzifikasi, penarikan inferensi berdasarkan *rules* atau aturan, dan defuzzifikasi [12]. Fuzzifikasi adalah proses perubahan nilai masukan yang semula tegas atau “crisp” menjadi variabel linguistik yang terdiri dari himpunan kabur [13]. Penarikan inferensi berdasarkan aturan-aturan yang telah diterapkan dalam algoritma *fuzzy* [14]. Defuzzifikasi adalah proses mengubah besaran *fuzzy* dalam bentuk himpunan *fuzzy* keluaran dengan fungsi keanggotaannya agar menjadi bentuk tegas [15].

Logika *fuzzy* telah banyak diteliti, dikembangkan, dan dimanfaatkan dalam upaya pengambilan keputusan. Contoh-contoh pengambilan keputusan antara lain dalam penentuan pendapatan atau gaji karyawan, pengambilan keputusan pemilihan pegawai terbaik, pengambilan keputusan hasil penilaian kinerja, dan berbagai terapan lainnya terkait pengambilan keputusan. Penelitian yang telah dilakukan antara lain : Haqiki, Rahmawan, dan Hakimah (2021) mengembangkan pengambilan keputusan berbasis bantuan menggunakan *Fuzzy Topsis* dan dapat dimanfaatkan dalam memberikan keputusan tepat dan layak dalam pemberian beasiswa [16]. Zakaria dan Nurjaya (2021) mengembangkan sistem penilaian kinerja dosen menggunakan algoritma logika *fuzzy* Mamdani berbasis MATLAB dan dapat direalisasikan dalam menilai kinerja dosen [17]. Surorejo dan Maulana (2021) mengembangkan sistem pendukung keputusan pendeteksi tipe kecerdasan anak menggunakan logika *fuzzy* dan dapat diimplementasikan [18]. Rahmawati (2021) menerapkan *fuzzy* Mamdani dalam menentukan pencapaian keberhasilan mengajar guru MI dan menghasilkan tingkat pencapaian keberhasilan, dengan skor variabel guru 55 dan skor variabel nilai 80 [19]. Firdaus, dan rekan-rekan (2020) menerapkan algoritma *fuzzy* berbasis expert system untuk mengukur kompetensi mahasiswa menggunakan

perbandingan penelusuran butir soal berdasarkan tingkat kesulitan dengan respon jawaban mahasiswa [20]. Tong, Nguyen, dan Nguyen (2020) meneliti tentang penerapan metode *Fuzzy Decision-Making* untuk evaluasi program dan kebijakan manajemen di Pendidikan Tinggi Vietnam dan dihasilkan bahwa ditemukan komponen-komponen penting dalam kurikulum untuk meningkatkan dan mengefektifkan pengukuran dalam peningkatan pendidikan [21]. Gran, Ajol, dan Ali (2019) memanfaatkan pendekatan logika *fuzzy* untuk evaluasi performa siswa SMP. Melalui penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa pendekatan yang digunakan memberikan nilai tambah dalam perbedaan skor secara jelas antar siswa dan kepemilikan dalam fungsi keanggotaan [22]. Saleh (2020) meneliti tentang evaluasi skor siswa menggunakan Simulink dan logika *fuzzy*. Melalui penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa kedua metode tersebut dapat diterapkan dalam satu mata pelajaran [23]. Bakar, Rosbi, dan Bakar (2020) mengembangkan estimasi *robust* performa siswa dalam *Massive Open Online Course* menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Melalui penelitian tersebut, didapatkan hasil bahwa pendekatan tersebut dapat dimanfaatkan pengajar untuk mengestimasi atau memperkirakan kinerja siswa selama belajar daring, memanfaatkan 2 variabel yaitu penilaian daring dan waktu belajar mandiri daring [24].

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, terdapat kekurangan dalam penelitian-penelitian terdahulu, yaitu masih jarang dilakukan pengembangan aplikasi yang memanfaatkan logika *fuzzy* pada MATLAB menggunakan *Graphical User Interface* dan dalam bentuk *stand-alone executable file* (\*.exe). Tampilan berbasis GUI memberikan keunggulan yaitu lebih ramah dan mudah dioperasikan oleh orang yang awam akan aplikasi MATLAB. *Stand-alone executable file* (\*.exe) adalah ekstensi yang memungkinkan *file* dapat berjalan sendiri, tanpa harus membuka aplikasi utama (MATLAB) terlebih dahulu agar aplikasi terkait dapat berfungsi. Dapat dibayangkan betapa kurang praktisnya dan rumitnya, hanya untuk memproses nilai-nilai siswa untuk kebutuhan evaluasi, harus terlebih dahulu membuka aplikasi MATLAB. Lalu diikuti dengan menjalankan program logika *fuzzy*, dan setelahnya menjalankan program GUI. Tentu proses-proses akan menyulitkan pengguna (dalam hal ini guru) dan akan menyebabkan inefisiensi waktu dalam pengolahan data.

Berdasarkan analisa pada masalah atau kendala yang dihadapi, maka dikembangkan aplikasi penentuan tingkat penguasaan praktik menggunakan algoritma *fuzzy* tipe Mamdani dan GUI yang berkemampuan *stand-alone executable application* (\*.exe). Kelebihan dari produk yang dihasilkan adalah antar muka aplikasi berbasis GUI dan dapat langsung dijalankan, tanpa harus membuka aplikasi MATLAB dan melakukan pengaturan-pengaturan terlebih dahulu. Hasil-hasil yang diperoleh dari aplikasi terkait, dapat menjadi acuan pengambilan kebijakan (dalam hal ini guru mata pelajaran, instruktur, dan sekolah terkait) dalam mengadakan perbaikan, revisi, dan

pengembangan kegiatan praktikum Aircraft Electrical ke depannya. Pengembangan kegiatan praktikum yang lebih baik, akan meningkatkan kualitas dan mutu kompetensi siswa jauh lebih baik ketimbang sebelumnya.

## II. METODE PENELITIAN

Metode pengembangan aplikasi adalah *Research and Development* tahapan 4-D, yaitu *define, design, develop, dan disseminate* [25]. Tahapan yang dilaksanakan mengalami beberapa modifikasi. Modifikasi dilakukan karena adanya beberapa pertimbangan, antara lain: aplikasi masih berjenis prototipe, tidak melibatkan adanya uji ahli (*expert judgement*) dan tidak adanya diseminasi (*disseminate*) atau penyebaran prototipe untuk pengujian efektivitas skala luas. Modifikasi tersebut dilakukan karena keterbatasan waktu penelitian.

Proses-proses yang dilakukan dalam berbagai tahapan 4D, terkait pengembangan aplikasi terkait adalah:

### A. Define

Dalam tahapan ini, proses yang dilakukan adalah pengumpulan literatur-literatur pendukung penelitian, analisa literatur, dan sintesa ide-ide literatur. Ide-ide hasil sintesa literatur diselaraskan dengan ide penelitian. Oleh karenanya, ide penelitian pengembangan aplikasi bersifat penguatan dari pengembangan topik penelitian relevan sebelumnya dan pembaharuan dalam rangka mengatasi kekurangan-kekurangan dari topik-topik penelitian sebelumnya. Jumlah literatur relevan yang dimanfaatkan sebagai acuan sebanyak 26 jurnal, dengan rentang waktu adalah 2023 ke bawah. Topik dari literatur yang digunakan adalah terkait evaluasi pembelajaran, pendidikan kejuruan, logika *fuzzy* dan implementasinya dalam pengambilan keputusan. Tujuan dari dilakukannya kajian literatur terkait adalah menggali ide-ide dalam mengembangkan aplikasi.

### B. Design

Dalam rangka pengembangan aplikasi terkait, maka perlu adanya rancangan terkait proses atau tahapan kerja. Proses atau tahapan kerja ini pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, terdapat beberapa langkah perancangan seperti: kajian literatur, penentuan parameter logika *fuzzy*, penentuan fitur-fitur GUI, pembangunan logika *fuzzy*, pembangun GUI, dan kompilasi program menjadi aplikasi *stand-alone*. Kajian literatur dilakukan untuk memberikan gambaran lebih dalam bagaimana pengembangan logika *fuzzy*, GUI, dan aplikasi *stand-alone*. Penentuan parameter logika *fuzzy* bertujuan agar pengembangan logika *fuzzy* lebih spesifik, terarah, dan tepat guna sesuai kebutuhan. Penentuan fitur-fitur GUI bertujuan agar peneliti dapat mengembangkan antarmuka aplikasi yang ramah dengan pengguna (*user*). Kompilasi program menjadi aplikasi *stand-alone* adalah penggabungan antara program logika *fuzzy* dan program GUI menjadi aplikasi berekstensi \*.exe yang dapat dieksekusi mandiri (*stand-alone executable*), tanpa harus membuka editor MATLAB terlebih dahulu.



Gambar. 1 Tahapan perancangan

### B. Development

Tahapan ini berupa realisasi dari rancangan yang telah dilakukan, yaitu pembangunan aplikasi dan pengujian aplikasi. Perangkat lunak yang digunakan dalam membangun aplikasi adalah MATLAB versi 2017b. Fitur yang dimanfaatkan MATLAB versi 2017b ada 3, yaitu fitur *Fuzzy Logic Toolbox*, *GUIDE Toolbox*, dan *Deploy Tools*.

*Fuzzy Logic Toolbox* digunakan untuk membangun algoritma cerdas yaitu logika *fuzzy* tipe Mamdani. *GUIDE Toolbox* digunakan untuk membangun aplikasi tampilan pengguna, agar *user* dapat nyaman dalam menjalankan program terkait. *Deploy Tools* digunakan untuk membangun *stand-alone executable file* dengan format file \*.exe dengan mengkompilasi *file* GUI dan *file* algoritma *fuzzy* yang telah dibuat sebelumnya. Aplikasi yang bersifat *stand-alone* memungkinkan operator atau *user* dapat menjalankan aplikasi tanpa harus menjalankan atau membuka aplikasi utama (MATLAB). Pengujian aplikasi dilakukan dengan memanfaatkan data uji. Data uji berasal dari 3 nilai praktikum kegiatan praktikum Aircraft Electrical Kompetensi Keahlian *Electrical Avionic SMK XYZ*. Jumlah data uji sebanyak 99 data, dengan jumlah siswa jurusan *Electrical Avionic* berjumlah 33 orang.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengembangan Algoritma Fuzzy

Algoritma *fuzzy* tersusun atas 3 pemrosesan, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi.

1) *Fuzzifikasi*: Dalam menjalankan proses fuzzifikasi pada aplikasi, terdapat beberapa bagian yang wajib dimiliki yaitu variabel masukan, variabel keluaran, beserta fungsi keanggotaannya masing-masing.

Variabel masukan terdiri sebanyak 3 buah, yaitu Nilai Praktik 1 (NP 1), Nilai Praktik 2 (NP 2), dan Nilai Praktik 3 (NP 3). Bentuk atas 3 fungsi keanggotaan untuk semua variabel masukan adalah bentuk segitiga (*triangle*) dan memiliki *range* 0 s/d 100. Ekspresi linguistik untuk semua variabel masukan terdiri dari 5, yaitu Sangat Kurang (SK), Kurang (K), Cukup (C), Baik (B), dan Sangat Baik (SB).

Variabel keluaran terdiri sebanyak 1 buah adalah Tingkat Penguasaan (TP dalam %). Bentuk dari fungsi keanggotaannya adalah segitiga (*triangle*) dan memiliki *range* 0% s/d 100%. Ekspresi linguistik untuk semua tingkat penguasaan terdiri atas 5, yaitu Sangat Kurang Menguasai (SKM), Kurang Menguasai (K), Cukup Menguasai (C), Menguasai dengan Baik (B), dan Menguasai dengan Sangat Baik (SB).

Parameter fungsi keanggotaan Nilai Praktik 1 (NP 1) tertera pada Tabel 1.

TABEL I  
PROFIL FUNGSI KEANGGOTAAN NILAI PRAKTIK 1

Ekspresi Linguistik	Simbol	Parameter
Sangat kurang	SK	[ 0 0 25 ]
Kurang	K	[ 0 25 50 ]
Cukup	C	[ 25 50 75 ]
Baik	B	[ 50 75 90 ]
Sangat Baik	SB	[ 75 90 100 ]

Parameter fungsi keanggotaan nilai praktik 2 (NP 2) tertera pada Tabel 2.

TABEL II  
PROFIL FUNGSI KEANGGOTAAN NILAI PRAKTIK 2

Ekspresi Linguistik	Simbol	Parameter
Sangat kurang	SK	[ 0 0 25 ]
Kurang	K	[ 0 25 50 ]
Cukup	C	[ 25 50 75 ]
Baik	B	[ 50 75 90 ]
Sangat Baik	SB	[ 75 90 100 ]

Parameter fungsi keanggotaan Nilai Praktik 3 (NP 3) tertera pada tabel 3.

TABEL III  
PROFIL FUNGSI KEANGGOTAAN NILAI PRAKTIK 3

Ekspresi Linguistik	Simbol	Parameter
Sangat kurang	SK	[ 0 0 25 ]
Kurang	K	[ 0 25 50 ]
Cukup	C	[ 25 50 75 ]
Baik	B	[ 50 75 90 ]
Sangat Baik	SB	[ 75 90 100 ]

Parameter fungsi keanggotaan Tingkat Penguasaan (TP dalam persen) tertera pada tabel 4.

TABEL 4  
PROFIL FUNGSI KEANGGOTAAN TINGKAT PENGUSAHAAN

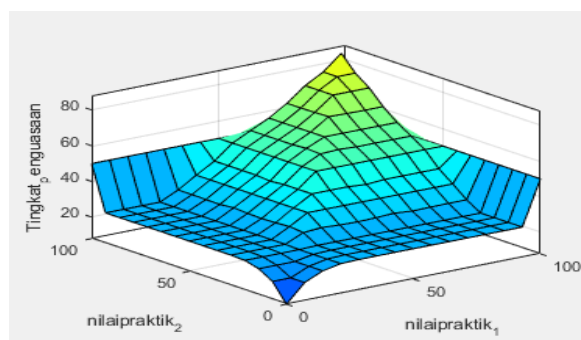
Ekspresi Linguistik	Simbol	Parameter
Sangat kurang menguasai	SKM	[ 0 0 25 ]
Kurang menguasai	K	[ 0 25 50 ]
Cukup menguasai	C	[ 25 50 75 ]

Ekspresi Linguistik	Simbol	Parameter
Menguasai dengan baik	B	[ 50 75 90 ]
Menguasai dengan sangat baik	SB	[ 75 90 100 ]

2) Aturan dan Penarikan Kesimpulan (Rules and Inference): Logika *fuzzy* dalam pengambilan keputusan, memerlukan aturan-aturan. Aturan-aturan tersebut bertujuan agar mesin (dalam hal ini aplikasi) dapat melakukan penarikan inferensi (kesimpulan). Jumlah aturan ditetapkan sebanyak 125 aturan sebagaimana yang tertera pada tabel 5.

TABEL V  
ATURAN-ATURAN UNTUK PROSES INFERENSI

Rules ke-	Nilai 1	Nilai 2	Nilai 3	Tingkat penguasaan
1	SK	SK	SK	SKM
2	SK	SK	K	SKM
3	SK	SK	C	SKM
4	SK	SK	B	SKM
5	SK	SK	SB	SKM
6	SK	K	SK	SKM
7	SK	K	K	SKM
8	SK	K	C	K
9	SK	K	B	K
10	SK	K	SB	K
...	...	...	...	...
122	SB	SB	K	K
123	SB	SB	C	SB
124	SB	SB	B	SB
125	SB	SB	SB	SB



Gambar. 2 Tampilan kurva *fuzzy*

3) *Defuzzifikasi*: Setelah pemrosesan fuzzifikasi dan penarikan inferensi dilakukan (berdasarkan aturan-aturan yang telah dibuat), maka tahapan selanjutnya adalah proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi mengubah kembali nilai *output* yang semula kabur atau fuzzy, menjadi nilai *crisp* atau tegas kembali. Metode

defuzzifikasi yang digunakan dalam aplikasi adalah *centroid*. Bentuk kurva logika *fuzzy* yang telah disusun sedemikian rupa, ditunjukkan pada Gambar 2.

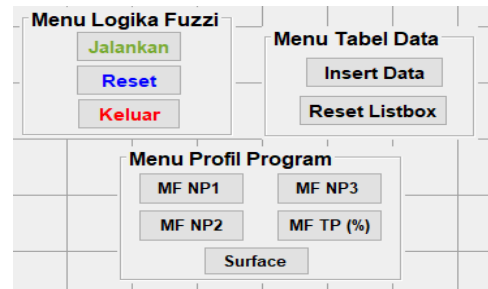
**B. Pengembangan GUI (Graphical User Interface)**

Tampilan grafis yang ramah bagi pengguna merupakan pertimbangan penting dalam merancang antar muka suatu aplikasi. Oleh karena itu, selain mengembangkan program algoritma logika *fuzzy* untuk pengambilan keputusan, maka dikembangkan juga tampilan antarmuka/GUI bagi *user* atau pengguna. Tujuan dari pengembangan GUI adalah memudahkan pengguna untuk mengoperasikan aplikasi ini. Melalui proses pengembangan yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut.

1) *Formulir Data Masukan*: Formulir ini berfungsi sebagai tempat pengisian nama siswa, nomor induk siswa, nilai praktik 1 (NP 1), nilai praktik 2 (NP 2), dan nilai praktik 3 (NP 3). Tampilan formulir data masukan ditunjukkan oleh Gambar 3.

Gambar. 3 Tampilan formulir data masukan

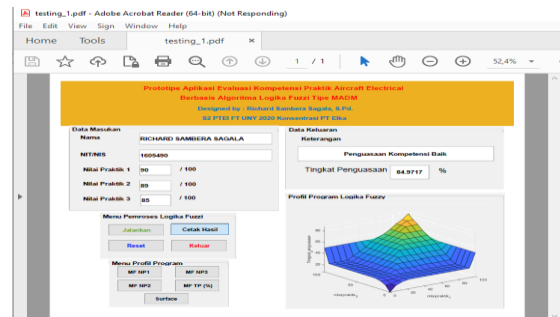
2) *Menu Operasi*: Dalam menjalankan program, aplikasi ini terdiri beberapa menu, yaitu: Menu Logika *Fuzzy*, terdiri atas 3 tombol, yaitu jalankan, reset, dan keluar. Tombol jalankan digunakan untuk menjalankan aplikasi logika *fuzzy* dalam pengambilan keputusan. Tombol reset digunakan untuk membersihkan formulir data masukan. Tombol keluar digunakan untuk menutup aplikasi; Menu Tabel Data, terdiri atas 2 tombol, yaitu Insert Data dan Reset Listbox. Tombol Insert Data digunakan untuk memasukkan data hasil pengolahan logika *fuzzy* ke dalam *Toolbox* Hasil Evaluasi Nilai Siswa. Tombol Reset Listbox digunakan untuk membersihkan *Toolbox* Hasil Evaluasi Nilai Siswa, dan ; Menu Profil Program, terdiri atas 5 pushbutton, yaitu MF NP1, MF NP2, MF NP3, MF TP (%), dan Surface. MF NP1 digunakan untuk mengakses profil fungsi keanggotaan dan parameter Nilai Praktik 1 (NP 1). MF NP2 digunakan untuk mengakses profil fungsi keanggotaan dan parameter Nilai Praktik 2 (NP 2). MF NP3 digunakan untuk mengakses profil fungsi keanggotaan dan parameter Nilai Praktik 3 (NP 3). MF TP (%) digunakan untuk mengakses profil fungsi keanggotaan dan parameter Tingkat Penguasaan (TP). Tampilan menu operasi ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar. 4 Tampilan menu operasi

3) *Formulir Data Keluaran*: Formulir ini menampilkan keluaran pemrosesan data berupa keterangan tingkat penguasaan dan skor tingkat penguasaan dalam persen. Tombol *Screen Print* digunakan untuk mencetak data hasil pemrosesan dalam bentuk tangkapan layar aplikasi berformat PDF. Tampilan formulir data keluaran ditunjukkan oleh gambar 5. Bentuk data *Screen Print* ditunjukkan oleh Gambar 6.

Gambar. 5 Tampilan formulir data keluaran



Gambar. 6 Tampilan hasil *Screen Print*

4) *Toolbox Hasil Evaluasi Nilai Siswa*: *Toolbox* ini dibuat sedemikian rupa menyerupai tabel. *Toolbox* ini akan menyimpan setiap data-data hasil pemrosesan data tiap siswa apabila tombol Insert Data ditekan terlebih dahulu. *Toolbox* ditunjukkan pada Gambar 7.

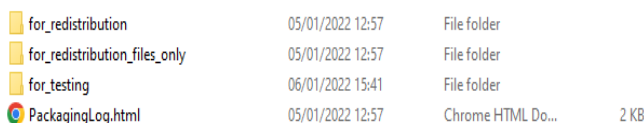
Tabel Hasil Evaluasi Nilai Siswa Berbasis Logika Fuzzy					
Nama Taruna	NIT/NIS	Nilai Praktik 1	Nilai Praktik 2	Nilai Praktik 3	Capaian (%)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Gambar. 7 Hasil evaluasi nilai siswa

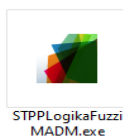


C. Pengembangan Aplikasi Logika Fuzzy dan GUI menjadi Stand Alone Executable File (\*.exe)

Aplikasi logika fuzzy dan GUI sudah dapat saling berinteraksi dan bertukar data, tetapi masih memiliki kekurangan yaitu aplikasi logika fuzzy dan GUI belum dapat berdiri sendiri sebagai aplikasi stand-alone. Olehnya, dilakukan pengembangan lebih lanjut hingga menjadi aplikasi stand-alone berekstensi \*.exe melalui proses deploy. Fitur yang dimanfaatkan untuk kompilasi adalah Deploy Tools dari MATLAB. Setelah proses deploy berhasil dilakukan akan terdapat 3 buah folder seperti pada Gambar 8. Tampilan ikon aplikasi hasil kompilasi dengan Deploy Tools tertera pada Gambar 9.



Gambar. 8 Hasil kompilasi file algoritma fuzzy dan GUI



Gambar. 9 Aplikasi akhir hasil kompilasi berekstensi \*.exe

D. Pengujian Aplikasi

Sebelum digunakan untuk pemrosesan data dalam jumlah banyak, maka aplikasi diuji terlebih dahulu. Skenario pengujian yang digunakan adalah black box testing. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 10, 11, dan 12.

**Data Masukan**

Nama: JS

NIT/NIS: 0012

Nilai Praktik 1: 80 / 100

Nilai Praktik 2: 80 / 100

Nilai Praktik 3: 80 / 100

Gambar. 10 Pemasukan data ke formulir Data Masukan

**Data Keluaran**

Keterangan: Penguasaan Kompetensi Baik

Tingkat Penguasaan: 75.2301 %

Screen Print

Gambar. 11 Keluaran berupa tingkat penguasaan dan keterangan

Nama Taruna	NIT/NIS	Nilai Praktikum 1	Nilai Praktikum 2	Nilai Praktikum 3	Capaian (%)
JS	0012	80	80	80	75,005
JMP	0012	85	85	85	78,9505
HP	0011	82	81	80	75,8397
HU	0010	84	83	83	77,1259
GCREB	0009	89	86	87	80,0953
PJF	0008	85	82	83	76,364
FN	0007	83	82	82	76,364
DF	0006	82	82	83	76,364
AR	0005	80	80	81	75,0915
AE	0004	84	82	82	76,364
ADA	0003	82	81	81	75,8397
AMS	0001	83	83	84	77,1259
ARE	0000	85	86	87	79,8319

Gambar 12. Tabel data hasil pengolahan nilai-nilai siswa

Proses memasukkan data terdapat pada gambar 10. Data yang dimasukkan berupa nama, NIT/NIS, nilai praktik 1, nilai praktik 2, dan nilai praktik 3. Setelah semua data dimasukkan, maka ketika pilihan “Jalankan” diklik, maka akan menghasilkan data keluaran berupa keterangan dan tingkat penguasaan siswa, seperti pada gambar 11. Ketika tombol “Insert Data” diklik, maka data-data yang diolah akan tersimpan ke dalam tabel, seperti yang tertera di gambar 12.

E. Pemrosesan dan Analisa Hasil Pengolahan Data

Data yang diolah terdiri atas 3 variabel, yaitu Nilai Praktikum 1 (NP 1), Nilai Praktikum 2 (NP 2), dan Nilai Praktikum 3 (NP 3) dengan skala nilai 0-100. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada aplikasi, dihasilkan data-data pada tabel 6.

TABEL VI  
HASIL PEMROSESAN DATA

Siswa	NP 1	NP 2	NP 3	TPF (%)	TPM (%)
1	85	86	87	79,8319	86
2	83	83	84	77,1259	83
3	82	81	81	75,8397	81
4	84	82	82	76,364	83
5	80	80	81	75,0915	80
6	82	82	83	76,364	82
7	83	82	82	76,364	82
8	85	82	83	76,364	83
9	89	86	87	80,0953	87
10	84	83	83	77,1259	83
11	82	81	80	75,8397	81
12	85	85	85	78,9505	85
13	80	80	80	75,005	80
14	80	80	80	75,005	80
15	80	80	80	75,005	80
16	82	83	83	77,1259	83
17	80	80	80	75,005	80
18	80	80	83	75,2301	81
19	82	80	81	75,2301	81

Siswa	NP 1	NP 2	NP 3	TPF (%)	TPM (%)
20	83	80	83	75,2301	82
21	82	80	83	75,2301	82
22	82	80	83	75,2301	82
23	82	80	81	75,2301	81
24	82	80	83	75,2301	82
25	83	80	82	75,2301	82
26	80	80	81	75,0915	80
27	81	80	83	75,2301	81
28	82	80	83	75,2301	82
29	85	80	85	75,005	83
30	84	80	84	75,0915	83
31	84	80	83	75,2301	82
32	86	80	86	75,005	84
33	83	80	81	75,2301	81

Melalui pengujian dengan sampel data sebanyak 33, berdasarkan pengolahan data oleh aplikasi, didapatkan hasil bahwa persentase tingkat penguasaan siswa kelas XI *Electrical Avionic* dalam praktikum Aircraft Electrical (TPF) berkisar antara 75% s/d 80%. Berbeda halnya dengan hasil pengolahan perhitungan manual (TPM), persentase tingkat penguasaan praktik siswa berada pada rentang 80% s/d 87%. Berdasarkan perbandingan antara proses perhitungan Tingkat Penguasaan menggunakan logika *fuzzy* dan perhitungan manual, terdapat perbedaan. Oleh karenanya, perlu dianalisa seberapa dekat hasil antara 2 metode tersebut. Olehnya, dilakukan pengukuran tingkat kedekatan antar 2 variabel menggunakan korelasi Spearman [26]. Hasil uji kedekatan TPF dan TPM menggunakan korelasi Spearman tertera pada Gambar 13.

**Correlations**

		TPF	TPM
Spearman's rho	TPF	Correlation Coefficient	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000
		N	33
TPM		Correlation Coefficient	.609**
		Sig. (2-tailed)	.000
		N	33

Gambar. 13 Hasil uji korelasi Spearman antara TPF dan TPM

Berdasarkan Gambar 13, dapat diketahui bahwa nilai korelasi antara variabel TPF dan TPM adalah 0.609 dan nilai signifikansi 0.000.

TABEL 7  
MAKNA SPEARMEN

Nilai	Makna
0,00 – 0,19	Sangat rendah
0,20 – 0,39	Rendah
0,40 – 0,59	Sedang

Nilai	Makna
0,60 – 0,79	Tinggi
0,80 – 1,00	Sangat tinggi

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai korelasi = 0,609 berada pada kategori “tinggi”. Hal ini menunjukkan bahwa antara nilai tingkat penguasaan hasil pemrosesan logika *fuzzy* (TPF) dan nilai tingkat penguasaan hasil pemrosesan metode manual (TPM) memiliki korelasi yang kuat sebesar 60,9%. Selain itu, dapat pula dimaknai juga bahwa aplikasi yang telah dirancang dan dibangun dapat dikembangkan lebih lanjut.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwasanya terdapat perbedaan keluaran, antara antara hasil perhitungan aplikasi dan hasil perhitungan manual. Penyebab keluaran berbeda karena metode perhitungan yang dipakai berbeda. Hasil perhitungan aplikasi menggunakan logika *fuzzy*, sedangkan hasil perhitungan manual menggunakan rumus matematika sederhana berupa perhitungan rata-rata. Dalam menentukan keluaran, operasi perhitungan logika *fuzzy* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara bentuk derajat keanggotaan, jumlah aturan, dan susunan aturan sebagai mesin inferensi. Berbeda halnya dengan metode rata-rata sederhana, yang langsung menjumlahkan banyak *n* data dan membagi sebanyak *n* data.

Akan tetapi, berdasarkan uji korelasi antara hasil perhitungan aplikasi dan hasil perhitungan manual, diketahui bahwa korelasi antar 2 variabel tersebut berkategori tinggi. Dalam penelitian lanjutan, perlu adanya pengujian lebih lanjut atas aplikasi seperti uji validasi ahli dan uji penerimaan oleh pengguna. Sehingga diharapkan dikemudian hari, aplikasi siap disebarluaskan secara luas dan dapat dimanfaatkan oleh berbagai sekolah yang memiliki jurusan *Electrical Avionic* dalam mengevaluasi kemampuan praktik siswa-siswanya. Evaluasi atas proses pembelajaran siswa memiliki fungsi yang amat baik, dalam rangka mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran, memberikan umpan balik antara siswa dan guru, dan mengidentifikasi kebutuhan siswa [27].

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, Aplikasi Evaluasi Tingkat Penguasaan Praktikum Aircraft Electrical Berbasis Mamdani Fuzzy Expert System Stand Alone Application (FES-SAPP), dapat berfungsi dalam menentukan tingkat penguasaan praktik siswa. Terdapat perbedaan skor tingkat penguasaan antara hasil pemrosesan aplikasi (TPF) dan hasil pemrosesan perhitungan manual (TPM). Perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan metode perhitungan diantara keduanya, dimana TPF menggunakan logika *fuzzy* dan TPM menggunakan perhitungan rerata. Akan tetapi, berdasarkan uji korelasi Spearman, hubungan antara TPF dan TPM berkorelasi kuat. Dalam penelitian lanjutan, diperlukan pengujian lebih lanjut atas aplikasi seperti uji validasi oleh ahli dan uji penerimaan oleh

pengguna. Evaluasi berdampak signifikan dalam rangka peningkatan kualitas dan mutu proses pembelajaran di sekolah.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Tak lupa pula teman-teman kuliah (Khaidar Ali Simamora, Khodijah Safina, Rima Yustika, Wahyu R, Safrizal, Rahmat Ade, Fransiska Nainggolan Marwan, dan Bonita F. br. Saragih), atas segala sumbangsih pemikiran terkait wawasan penerahan akan kecerdasan buatan, evaluasi pendidikan, dan penulisan karya tulis ilmiah. Selain itu, kepada Akang Diky Zakaria, S.Pd., M.T., yang telah begitu banyak membagikan kiat-kiat menulis jurnal yang baik.

#### REFERENSI

- [1] B. Iswara, A. Prasetyani, and S. Sauda, "Analisis Keefektifan Layanan Bimbingan Karir di SMK Berdasarkan Keberhasilan Karir Lulusan," *Qalam J. Ilmu ...*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/jq/article/view/1191>.
- [2] S. Kasus, S. M. K. Widy, and K. A. B. Malang, "PENATAAN MASSA BANGUNAN PADA LAHAN SEMPIT outer space , infrastructure," vol. V, pp. 87–94.
- [3] M. S. Barliana, D. Maknun, and K. Herman, "Evaluasi Atas Kebijakan Peningkatan Rasio Siswa SMK:SMA Ditelaah dari Kesiapan Sarana dan Prasarana," *Innov. Vocat. Technol. Educ.*, vol. 6, no. 2, pp. 529–538, 2017, doi: 10.17509/invotec.v6i2.6087.
- [4] S. Sihono, A. Fatkhulloh, R. Saputro, D. Herwanto, and N. Kalbuana, "Pendalaman Buku Ajar Elektrikal dan Elektronika Pesawat Udara Bagi Guru SMK Penerbangan," *J. Pengabd. Kpd. Masy. Langit Biru*, vol. 2, pp. 46–54, 2021, doi: 10.54147/jpkm.v2i01.462.
- [5] D. F. Pambudi and A. Ashari, "Pengaruh Sarana Pembelajaran Praktik Terhadap Motivasi Belajar Materi Sistem Injeksi Siswa Kelas XI TBSB SMK YPT Sawunggalih Kutoarjo," *Auto Tech J. Pendidik. Tek. Otomotif Univ. Muhammadiyah Purworejo*, vol. 16, no. 2, pp. 134–143, 2021, doi: 10.37729/autotech.v16i2.1214.
- [6] N. Kusworo, Y. Soepriyanto, and A. Husna, "Pengembangan Adaptive E-Learning Sistem Berbasis Vark Learning Style Pada Materi IP Address," *JKTP J. Kaji. Teknol. Pendidik.*, vol. 4, no. 1, pp. 70–79, 2021, doi: 10.17977/um038v4i12021p070.
- [7] K. H. Primayana, S. Tinggi, A. Hindu, N. Mpu, and K. Singaraja, "Peran Desain Evaluasi Pembelajaran," *Widyacarya*, vol. 4, no. 2, pp. 88–100, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.stahmpukuturan.ac.id/index.php/widyacarya/article/view/796>.
- [8] D. Widiyanto and A. Istiqomah, "EVALUASI PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR MATA PELAJARAN PPKn," *Citizsh. J. Pancasila dan Kewarganegaraan*, vol. 8, no. 1, pp. 51–61, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.unipma.ac.id/index.php/citizenship/article/view/5385>.
- [9] D. Saputra, M. Yanto, W. Safitri, and L. Mayola, "Fuzzy Neural Network (FNN) Pada Proses Identifikasi Penyakit ISPA," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, p. 870, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3020.
- [10] Supardianto, S. Kusumadewi, and L. Rosita, "Fuzzy expert system untuk membantu diagnosis awal," *JIRE (Jurnal Inform. Rekayasa Elektronika)*, vol. 4, no. 1, pp. 30–39, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire/article/view/313>.
- [11] A. Rohatta, R. Febryansyah, and S. Informasi, "Penerapan Metode Certainty Factor ( Cf ) Pada," vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2021.
- [12] A. Kristiyanto *et al.*, "Deteksi Kebocoran Lpg Berbasis Iot Menggunakan Metode Fuzzy," vol. XVI, no. 6, pp. 17–26.
- [13] F. Darmawansyah, S. Subiyantoro, and S. Nurcahyo, "Implementasi Kontrol Logika Fuzzy sebagai Elektronik Soft-Starting pada Motor Induksi yang Dilengkapi HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 4, no. 3, p. 13, 2020, doi: 10.33795/elkolind.v4i3.117.
- [14] A. N. E. Christianto, R. R. M. Putri, and A. W. Widodo, "Sistem Pakar Klasifikasi Permasalahan Berdasar AUM Menggunakan FCM-FIS Tsukamoto," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 4, pp. 320–329, 2017.
- [15] K. Wijanarko, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Keputusan Intensitas Cahaya Ruangan Penelitian Benih Tumbuhan," *J. Vocat. Educ. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2023.
- [16] N. Haqiqi, W. M. Rahmawati, and ..., "Pengambilan Keputusan Bantuan Di Mts Addini Al-Burdah Menggunakan Metode Fuzzy Topsis," ... *Semin. Nas. Sains ...*, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/2256%0Ahttps://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/2256/1932>.
- [17] H. Zakaria, S. T. Informatika, U. Pamulang, and T. Selatan, "SISTEM PENILAIAN KINERJA DOSEN DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY INFERENCE SYSTEM METODE MAMDANI," vol. 2, no. 4, 2021.
- [18] S. Surorejo and M. A. Maulana, "Sistem Pendukung Keputusan Pendeteksi Tipe Kecerdasan Anak Menggunakan Metode Fuzzy Logic pada MI Ihsaniyah 02 Kaligangsa," vol. 2, no. 2, pp. 12–19, 2021.
- [19] R. Rahmawati, "Penerapan Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Pencapaian Keberhasilan Mengajar Guru MI Mambaul Ulum Al-Amin Sampit," *Jurasik (Jurnal Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, p. 9, 2021, doi: 10.30645/jurasik.v6i1.267.
- [20] F. Firdaus, W. Susanti, Y. Desnelita, I. Irwan, and G. Gustientiedina, "Penerapan Algoritma Fuzzy Berbasis Expert System untuk Mengukur Kompetensi Mahasiswa," *SEMASTER Semin. Nas. Teknol. Inf. Ilmu Komput.*, pp. 266–274, 2020, [Online]. Available: <http://journal.unilak.ac.id/index.php/Semaster/article/view/6136>.
- [21] K. H. Tong, Q. Le Hoang Thuy To Nguyen, T. T. M. Nguyen, P. T. Nguyen, and N. B. Vu, "Applying the fuzzy decision-making method for program evaluation and management policy of Vietnamese higher education," *J. Asian Financ. Econ. Bus.*, vol. 7, no. 9, pp. 719–726, 2020, doi: 10.13106/JAFEB.2020.VOL7.NO9.719.
- [22] R. Head, U. Of, F. Logic, A. For, E. Student, and S. S. Gran, "Utilization of Fuzzy Logic Approach for Evaluating," pp. 34–44, 2019.
- [23] Y. B. Saleh, "Student Score Evaluation Using Simulink and Fuzzy Logic," vol. 1, no. September, 2020.
- [24] N. A. Bakar, S. Rosbi, and A. A. Bakar, "Robust estimation of student performance in massive open online course using fuzzy logic approach," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, no. 1, pp. 143–152, 2020, doi: 10.14445/22315381/CAT12P223.
- [25] L. F. Wati and A. Efi, "Design of E-Module Based on Discovery Learning in Basic Boga Students of Class X Tata Boga in SMK Negeri 1 Beringin," *J. Pendidik. Teknol. Kejuru.*, vol. 4, no. 1, 2021, [Online]. Available: <http://jptk.pj.unp.ac.id/index.php/jptk/article/view/171>.
- [26] S. Nurfadila, R. S. Lubis, and H. Cipta, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK SELEKSI KARYAWAN BARU DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO," *JISTech (Journal Islam. Sci. Technol.)*, vol. 8, no. 1, pp. 30–45, 2023.
- [27] A. N. Septiani, D. Pratiwi, and R. Rossy, "Evaluasi Pembelajaran dalam Meningkatkan Mutu Pendidikan di Sekolah Dasar," *MASALIQ*, vol. 3, no. 5, pp. 824–832, 2023.