

**PENGEMBANGAN ALAT EVALUASI PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN
FUZZY K-MEANS ALGORITHM UNTUK ANALISIS KEMAMPUAN SISWA
PADA MATERI TURUNAN FUNGSI**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer*



**Disusun oleh
Hitnes Muharram
1600524**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER
DEPARTEMEN PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2020**

**PENGEMBANGAN ALAT EVALUASI PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN
FUZZY K-MEANS ALGORITHM UNTUK ANALISIS KEMAMPUAN SISWA
PADA MATERI TURUNAN FUNGSI**

Oleh
Hitnes Muharram

Sebuah Skripsi yang diajukan untuk memenuhi satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Hitnes Muharram 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2020

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, fotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

HITNES MUHARRAM

**PENGEMBANGAN ALAT EVALUASI PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN
FUZZY K-MEANS ALGORITHM UNTUK ANALISIS KEMAMPUAN SISWA
PADA MATERI TURUNAN FUNGSI**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Wahyudin, M.T.

NIP. 197304242008121001

Pembimbing II

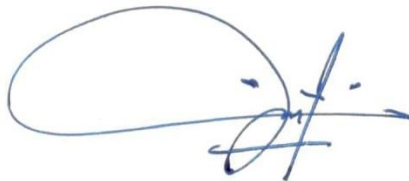


Rizky Rachman Judhie P., M.Kom.

NIP. 197711252006041002

Mengetahui

Ketua Departemen Pendidikan Ilmu Komputer



Dr. Lala Septem Riza, M.T.

NIP. 197809262008121001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Alat Evaluasi Pembelajaran Menggunakan *Fuzzy K-Means Algorithm* Untuk Analisis Kemampuan Siswa Pada Materi Turunan Fungsi” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2020
Yang Membuat Pernyataan,

Hitnes Muharram
NIM. 1600524

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat, taufik, dan ridho-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan Alat Evaluasi Pembelajaran Menggunakan *Fuzzy K-Means Algorithm* untuk Analisis Kemampuan Siswa Pada Materi Turunan Fungsi” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan skripsi ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkah dari Allah SWT sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari skripsi ini, kritik dan saran yang bersifat membangun menjadi suatu harapan bagi penulis demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca

Bandung, Agustus 2020

Hitnes Muharram
NIM. 1600524

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkah dari Allah SWT sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung, diantaranya:

1. Kedua orang tua yaitu Bapak H. Achmad Herdis, S.Sos. dan Ibu Enen Nurjanah yang selalu memberikan doa dan dukungan moral dan materil, serta selalu menjadi penyemangat utama dalam menempuh pendidikan tinggi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Wahyudin, M.T., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan sekaligus pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini yang memberikan bimbingan.
3. Bapak Rizky Rahman J., M.Kom., selaku pembimbing II dalam penyusunan ini yang memberikan bimbingan.
4. Bapak Lala Septem Riza, M.T., Ph.D., selaku Kepala Departemen Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak dan Ibu Guru SMA Negeri 1 Subang yang telah menerima, mengijinkan, serta mendukung penulis untuk melaksanakan penelitian skripsi.
6. Sahabat seperjuangan, Bambang Subarna, Rayhan Zafiar, Muhammad Hazmi Zuhdi, Rifqi Tryananda R., Resky Ramadhan, Galang Satria, Wanda Yudha P., Moch. Yusuf Faizal, Jovan Gunawan, Muhammad Farhan R., Rivaldo, Ilham Mohamad Hanip S., Rifky Siswanto, De Gitgit Agitya yang senantiasa memberikan bantuan, motivasi, inspirasi, dukungan, semangat, canda dan tawa kepada penulis baik selama proses perkuliahan maupun selama proses pengerjaan skripsi ini.
7. Teman-teman Binary, yang sama-sama berjuang dari awal hingga ke titik akhir perkuliahan.

8. Teman-teman kelas A-2016, yang sama-sama berjuang dari awal hingga ke titik akhir perkuliahan.
9. Siswa dan siswi SMA Negeri 1 Subang Khususnya Kelas XII MIPA 4 dan XII MIPA 5 yang telah berpartisipasi dan bekerjasama untuk mengikuti pelaksanaan penelitian skripsi.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Pengembangan Alat Evaluasi Pembelajaran Menggunakan *Fuzzy K-Means Algorithm* untuk Analisis Kemampuan Siswa Pada Materi Turunan Fungsi

Oleh

Hitnes Muharram – hitnesm@student.upi.edu

1600524

ABSTRAK

Penelitian ini berlatar keanekaragaman kemampuan pembelajar yang unik satu sama lain yang mana alat evaluasi pembelajaran merupakan salah satu media pembelajaran yang bisa dibuat lebih kreatif dan inovatif, Penelitian ini untuk mengembangkan alat evaluasi pembelajaran untuk menganalisa respon jawaban yaitu daya beda soal, tingkat kesulitan soal, dan mengclusterkan soal sesuai tingkat kesulitannya menggunakan algoritma *fuzzy k-means*. Kemudian nilai tersebut dijadikan base data untuk model sistem inferensi dalam pengambilan keputusan untuk memberikan butir soal tes yang tepat sesuai dengan kemampuan peserta dengan menggunakan algoritma *fuzzy logic tsukamoto* berdasarkan respon peserta didik pada butir soal sebelumnya. Dalam pengembangan alat evaluasi pembelajaran ini menggunakan metode prototipe yang terdiri dari 4 tahap yaitu: (1) pembentukan bank soal, (2) pengumpulan *knowledge base* dan pembentukam algoritma (*rule*), (3) pengembangan perangkat lunak, (4) testing, yaitu Analisa soal, analisa kesalahan jawaban siswa, dan penyajian alat evaluasi pembelajaran. Tujuan dari alat evaluasi ini adalah menyediakan tes adaptif yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik, sehingga penilaian bisa seobjektif mungkin. Untuk implementasi bisa digunakan sebagai tes seleksi, evaluasi, maupun memonitor perkembangan siswa. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah: 1) Alat evaluasi dinilai baik serta layak digunakan. Didapatkan nilai persentase 66,7% yang diinterpretasikan “Baik” oleh ahli media. 2) Siswa terhadap alat evaluasi pembelajaran sangat baik dengan rata-rata sebesar 87,9% dan termasuk ke dalam kategori “Sangat Baik”.

Kata Kunci: Alat Evaluasi Pembelajaran, *fuzzy logic tsukamoto*, *algoritma fuzzy k-means*, turunan fungsi, tipe kesalahan siswa

*Development of Learning Evaluation Tools Using Fuzzy K-Means
Algorithm to Analysis Student's Ability in Derivative Function
Teaching Materials*

by

Hitnes Muharram – hitnesm@student.upi.edu

1600524

ABSTRACT

This research is based on the diversity of the unique abilities of learners where the learning evaluation tool is one of the learning media that can be made more creative and innovative. cluster the questions according to their difficulty level using the fuzzy k-means algorithm. Then the value is used as a data base for the inference system model in decision making to provide the right test items according to the ability of the participants using the Tsukamoto fuzzy logic algorithm based on students' responses to the previous items. In developing this learning evaluation tool, using a prototype method which consists of 4 stages, namely: (1) forming a question bank, (2) collecting knowledge bases and forming algorithms (rules), (3) developing software, (4) testing, namely analysis. questions, analysis of student answers to errors, and presentation of learning evaluation tools. The purpose of this evaluation tool is to provide an adaptive test according to the ability level of students, so that the assessment can be as objective as possible. For implementation, it can be used as a selection test, evaluation, and monitoring student progress. The results obtained from this study are: 1) The evaluation tool is considered good and suitable for use. The percentage value obtained is 66.7% which is interpreted as "Good" by media experts. 2) Students toward the learning evaluation tool are very good with an average of 87.9% and are included in the "Very Good" category.

Keywords: *Learning Evaluation Tool, Tsukamoto fuzzy logic, fuzzy k-means algorithm, derived functions, student error types*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Struktur Organisasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6.1 BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.6.2 BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
1.6.3 BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.6.4 BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
1.6.5 SIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Evaluasi Pembelajaran	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Pengertian Evaluasi Pembelajaran	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Tujuan dan Fungsi Evaluasi Pembelajaran	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Jenis-Jenis Evaluasi Pembelajaran	Error! Bookmark not defined.

2.1.4	Teknis Tes Sebagai Instrumen Evaluasi Pembelajaran.....	Error! Bookmark not defined.
2.2	<i>Machine Learning</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.1	Pengertian <i>Machine Learning</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.2	Tipe pembelajaran Pada <i>Machine Learning</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3	<i>Clustering</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4	Uji <i>Purity</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5	<i>Fuzzy K-Means</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5.1	Pengertian Algoritma <i>Fuzzy K-means</i> ...	Error! Bookmark not defined.
2.5.2	Tahapan Algoritma <i>Fuzzy K-Means</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5.3	Contoh Kasus dan Perhitungan <i>Fuzzy K-Means</i> ..	Error! Bookmark not defined.
2.6	Probabilitas	Error! Bookmark not defined.
2.6.1	Pengertian Probabilitas.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.2	Contoh Probabilitas	Error! Bookmark not defined.
2.7	Himpunan dan Logika Fuzzy	Error! Bookmark not defined.
2.7.1	Dari Himpunan Klasik ke Himpunan Samar (<i>fuzzy</i>)..	Error! Bookmark not defined.
2.7.2	Atribut	Error! Bookmark not defined.
2.7.3	Istilah-istilah dalam logika <i>fuzzy</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7.4	Fungsi Keanggotaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.5	Teori Operasi Himpunan.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.6	Metode <i>Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto</i>	Error! Bookmark not defined.
2.8	Defuzzyfikasi.....	Error! Bookmark not defined.
2.9	Turunan Fungsi Aljabar.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.1.1	Tahap Persiapan	Error! Bookmark not defined.
3.1.2	Studi Literatur	Error! Bookmark not defined.
3.1.3	Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.

3.1.4	Dataset Tervalidasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.5	<i>The Software Development Cycle</i>	Error! Bookmark not defined.
3.1.6	Pengembangan Model.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.7	Eksperimen.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.8	Analisis Hasil Eksperimen	Error! Bookmark not defined.
3.1.9	Penarikan Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
3.2	Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1	Studi Pendahuluan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2	Metode Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3	Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Populasi dan Sampel	Error! Bookmark not defined.
3.4	Instrumen Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Instrumen Studi Lapangan	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Instrumen Soal	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Instrumen Ahli Materi.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.4	Instrumen Validasi Media.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.5	Instrumen Tanggapan Guru Mata Pelajaran	Error! Bookmark not defined.
3.4.6	Instrumen Tanggapan Siswa	Error! Bookmark not defined.
3.5	Teknik Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Analisis Data Instrumen Studi Lapangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Analisis Instrumen Soal	Error! Bookmark not defined.
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
4.1	Pengolahan Data.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Soal.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Kesalahan Jawaban Siswa.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Media.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Analisis Kebutuhan (<i>Requirements Analysis</i>).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Desain (<i>Design</i>).....	Error! Bookmark not defined.

4.2.3	Implementasi (<i>Implementation</i>)	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Testing.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.5	Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Validasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Instrumen Soal	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Validasi Media	Error! Bookmark not defined.
4.4	Eksperimen.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.1	Desain Eksperimen.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.2	Hasil Eksperimen	Error! Bookmark not defined.
4.4.3	Analisis Hasil Eksperimen	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		168
LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Objek-objek masih terpisah..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 K-Means awal ke dalam kategori-kategori secara random**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Proses perbandingan objek dengan centroid**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Hasil Clustering akhir..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Item Characteristic Curve..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 Grafik representasi linear naik (Sri Kusumadewi & Hari Purnomo, 2004)
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Grafik representasi linear turun (Sri Kusumadewi & Hari Purnomo, 2004)
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8 Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy (Sri Kusumadewi & Sri Hartati, n.d.) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9 Inferensi dengan menggunakan Metode Tsukamoto (Sri Kusumadewi & Hari Purnomo, 2004) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Desain Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Software/System Development Life Cycle**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 Interval kategori hasil validasi ahli **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4 Interval kategori hasil tanggapan siswa .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Desain Halaman Login..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2 Desain Halaman Konfirmasi Data Peserta**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3 Desain Halaman Konfirmasi Data Tes.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4 Desain Halaman Ujian **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5 Desain Halaman Hasil Ujian **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6 Desain Halaman Hasil Analisis Kemampuan Siswa**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Desain Halaman Beranda	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8 Desain Halaman Dashboard	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9 Desain Halaman Kelas/Siswa	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.10 Desain Halaman Tambah Kelas Baru ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.11 Desain Halaman Ubah Kelas.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.12 Halaman Data Siswa Kelas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.13 Halaman Tambah Siswa.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.14 Desain Halaman Ubah Siswa	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.15 Halaman Lihat Nilai	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.16 Halaman Lihat Keseluruhan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.17 Desain Halaman Ujian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.18 Halaman Tambah Ujian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.19 Halaman Ubah Ujian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.20 Halaman Daftar Bank Soal.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.21 Halaman Tambah Daftar Bank Soal.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.22 Halaman Ubah Daftar Bank Soal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.23 Desain Halaman Soal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.24 Desain Halaman Tambah Soal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.25 Halaman Ubah Soal.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.26 Halaman Pilihan Jawaban	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.27 Desain Halaman Tambah Jawaban	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.28 Desain Halaman Ubah Jawaban.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.29 Desain Halaman Manual Tes	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.30 Desain Halaman Manual Tes Daftar bank Soal	Error! Bookmark not defined.
	defined.
Gambar 4.31 Desain Halaman Manual Tes Generate dan Clustering Soal	Error!
	Bookmark not defined.
Gambar 4.32 Desain Halaman Manual Tes Atur Hasil Siswa	Error! Bookmark not defined.
	defined.
Gambar 4.33 Antarmuka Halaman Tambah Kelas	Error! Bookmark not defined.

- Gambar 4.34 Antarmuka Halaman Tambah Siswa..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.35 Antarmuka Tambah Daftar Bank Soal.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.36 Antarmuka Tambah Soal..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.37 Antarmuka Tambah Jawaban **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.38 Antarmuka Pilih Kelas **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.39 Antarmuka Daftar Bank Soal **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.40 Antarmuka Hasil Manual Tes **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.41 Antarmuka Data Hasil Siswa **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.42 Antarmuka Hasil Manual Tes **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.43 Antarmuka Konfirmasi Data Peserta..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.44 Antarmuka Informasi Ujian **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.45 Antarmuka Evaluasi **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.46 Pemilihan Soal dengan Fuzzy Logic Tsukamoto**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.47 Grafik Perbandingan Rerata Persentase Kesalahan Jawaban Siswa Antara Manual Tes dengan Alat Evaluasi Pembelajaran**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.48 Grafik Rata-rata Persentase Nilai Posttest**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.49 Grafik Rata-rata Persentase Tipe Kesalahan Jawaban**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.50 Grafik Rata-rata Materi yang Harus Diulang**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh data mahasiswa.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 Hasil perhitungan nilai BMI dan Ukuran Kerangka.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3 Hasil perhitungan jarak setiap data	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.4 Hasil cluster pada iterasi ke – 2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.5 Hasil cluster pada iterasi ke – 3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.6 Hasil cluster pada iterasi ke – 8	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.7 Hasil cluster pada iterasi ke – 9	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.8 Respon Peserta Tes	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.9 Tingkat Kesukaran dan Daya Beda.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.10 Probabilitas Tingkat Kemampuan $P\theta$ untuk kemampuan bernilai 2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.11 Penyetaraan tingkat kemampuan hasil fuzzy tsukamoto dengan clustering K-Means	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Aspek Penilaian Ahli Materi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Aspek Penilaian Ahli Media	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3 Aspek Penilaian Tanggapan Guru Mata Pelajaran.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.4 Kisi-kisi untuk instrumen tanggapan siswa..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.5 Klasifikasi validitas butir soal.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.6 Klasifikasi koefesien reliabilitas	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.7 Klasifikasi indeks kesukaran.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.8 Klasifikasi daya pembeda	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.9 Klasifikasi nilai hasil tanggapan siswa	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Penilaian Butir Soal	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Blackbox testing pada situs web siswa	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Blackbox testing pada situs web guru.....	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4.4 Hasil analisis instrumen soal..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.5 Klasifikasi validitas butir soal..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6 Validasi oleh Ahli Media **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.7 Hasil Eksesperimen Generate Soal dan Clustering Soal**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8 Hasil Eksperimen Algoritma Fuzzy Tsukamoto**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.9 Hasil Eksperimen Defuzzyfikasi..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.10 Presentase Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Posttest Turunan Fungsi dengan Manual Tes **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.11 Persentase Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Posttest Turunan Fungsi Menggunakan Alat Evaluasi Pembelajaran**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.12 Tanggapan Guru Mata Pelajaran tehرداد Alat Evaluasi Pembelajaran dari Aspek Umum..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.13 Tanggapan Guru Mata Pelajaran terhadap Alat Evaluasi Pembelajaran yang dikembangkan dari Aspek Substansi Materi**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.14 Tanggapan Guru Mata Pelajaran terhadap Alat Evaluasi Pembelajaran yang dikembangkan dari Aspek Perangkat Lunak**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.15 Tanggapan Guru Mata Pelajaran terhadap Alat Evaluasi Pembelajaran yang dikembangkan dari Aspek Komunikasi Visual**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.16 Tanggapan Siswa terhadap Alat Evaluasi Pembelajaran yang dikembangkan dari Aspek Umum **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.17 Tanggapan Siswa terhadap Alat Evaluasi Pembelajaran yang dikembangkan dari Aspek Komunikasi Visual **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.18 Analisis Bobot Hasil Generate Soal dan Clustering Soal**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.19 Perbandingan Antara Menggunakan dan Tidak Menggunakan Fuzzy Logic
Tsukamoto..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.19 Perhitungan Purity **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Perhitungan jarak Minkowski.....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.2 Pembaharuan titik centroid.....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.3 Jarak data dengan centroid.....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.4 Body Mass Index (BMI).....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.5 Ukuran rangka.....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.6 Tingkat kesukaran soal	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.7 Daya pembeda soal	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.8 Probabilitas kemampuan peserta tes	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.9 Menampilkan himpunan A	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.10 Metode keanggotaan dengan menggunakan fungsi keanggotaan nol – satu	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.11 X semesta pembicaraan, terdapat A di dalam X	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.12 Himpunan pasangan berurutan	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.13 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada representasi linear NAIK, dengan domain $(-\infty, \infty)$	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.14 Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada representasi linear NAIK, dengan domain $(-\infty, \infty)$	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.15 Konjungsi fuzzy dari A dan B	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.16 Disjungsi fuzzy dari A dan B.....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.17 Defuzzifikasi rata-rata terpusat.....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.18 Mencari nilai keanggotaan dengan kurva turun	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.19 Mencari nilai keanggotaan dengan kurva naik	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.20 Peluang untuk terjawab pada setiap siswa dengan tingkat kemampuan berbeda.....	Error! Bookmark not defined.

Rumus 2.21 Mencari nilai α predikat.....	Error! Bookmark not defined.
Rumus 2.22 Menghitung rerata bilangan kodomain ...	Error! Bookmark not defined.
Rumus 3.1 Koefesien korelasi product moment	Error! Bookmark not defined.
Rumus 3.2 Menentukan realibilitas (KR-20)	Error! Bookmark not defined.
Rumus 3.3 Menentukan tingkat kesukaran	Error! Bookmark not defined.
Rumus 3.4 Daya pembeda soal	Error! Bookmark not defined.
Rumus 3.5 Persentase skor kategori data	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Validasi Instrumen Soal.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2 Data Analisis Kesalahan Jawaban Siswa.	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 Uji Validitas, Reabilitas, Tingkat Kesukaran, dan Daya Pembeda ..	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 Validasi Multimedia	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5 Tanggapan dan Penilaian Siswa dan Guru	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 Posttest.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 Dokumentasi kegiatan	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 8 Curriculum Vitae	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKA

- Achadiyah, B.N, R., R. U. C. (2014). Pengembangan Media Evaluasi Pembelajaran Dalam Bentuk Online Berbasis E-Learning Menggunakan Software Wondershare Quiz Creator Dalam Mata Pelajaran Akutansi SMA Brawijaya Smart School (BSS). *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 42.
- Amir, M. F. (2015). Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dalam Menyelesaikan Soal Pertidaksamaan Linear. *Jurnal Edukasi*, 2, No. 1, 131–145.
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi pembelajaran* (Vol. 8). Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arifin, Z. (2012). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (1993). *Manajemen Pengajaran Secara Manusiawi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Baumgartner, T. A., & Jackson, A. S. (1998). *Measurement for evaluation in physical education and exercise science*. (Issue Ed. 6). WCB/McGraw-Hill.
- Braker, F. B. (2001). *The Basics of Item Response Theory*. USA : ERIC Clearing House.
- Bramer, M. (2007). *Principles of Data Mining*. London: Springer.
- Dimiyati, & Mudjiyono. (2006). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Goyal, M., Yadav, D., & Choubey, A. (2012). Fuzzy logic approach for adaptive test sheet generation in e-learning. *2012 IEEE International Conference on Technology Enhanced Education (ICTEE)*, 1–4.
- Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory*. Boston, MA : Kluwer Inc.

- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2011). *Data Mining Concept and Techniques*. Waltham: Elsevier.
- Hidayat, A. N., Nuril, A. T., & Anindita, A. (2017). PENGEMBANGAN WEB TOOL COMPUTERIZED ADAPTIVE TEST DENGAN ALGORITMA K-MEANS UNTUK CLUSTERING SOAL DAN PEMILIHAN BUTIR TEST DENGAN FUZZY LOGIC. *SEMNAS TEKNOMEDIA ONLINE*, 5(1), 3-7-25.
- Lin, C. T., & Lee, G. G. (1996). *Neural Fuzzy Systems*. London: Prentice Hall.
- Luger, G. F. (2005). *Artificial intelligence: Structures and strategies for complex problem solving*. Pearson education.
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *In Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1(14), 281–297.
- Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2009). *An Introduction to Information Retrieval*. Cambridge: Cambridge University.
- Mardapi, D. (2012). Pengukuran penilaian dan evaluasi pendidikan. *Yogyakarta: Nuha Medika*, 45.
- Nguyen, & Hung T. (2003). *A First Course in Fuzzy and Neural Control*. USA: Chapman & Hall/CRC.
- Nilsson, N. J. (1998). *Introduction To Machine Learning*. California, Amerika.
- Purwanto, M. N. (2000). *Prinsip-prinsip dan teknik evaluasi pengajaran*.
- Riduwan, M. (2012). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Bandung: Alfabeta.

- Setiadji. (2009). Himpunan & Logika Samar serta Aplikasinya. *Yogyakarta: Graha Ilmu.*
- Sri Kusumadewi, & Hari Purnomo. (2004). Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Sistem Pendukung Keputusan Edisi Pertama. *Yogyakarta: Graha Ilmu.*
- Sri Kusumadewi, & Sri Hartati. (n.d.). Neuro Fuzzy-Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf. *Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.*
- Sudijono, A. (2012). Evaluasi Pendidikan. *Depok: PT. Rajagrafindo Persada.*
- Sudjiono, A. (2012). Evaluasi Pendidikan. *Depok: PT. Rajagrafindo Persada.*
- Sugeno, M., Asai, K., & Terano, T. (1992). Fuzzy systems theory and its applications. *Tokyo Institute of Technology.*
- Sumarni, M. (2012). Belajar dan Pembelajaran. *Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.*
- Suyono, & Hariyanto. (2011). Belajar dan Pembelajaran. (A. S. Wardan, Ed.) *Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.*
- Turban, E., Aronson, J. E., & Liang, T.-P. (2005). Decision Support Systems and Intelligent Systems Edisi 7 Jilid 2. *Yogyakarta: Andi.*
- Wahono, R. S. (2006). *Aspek dan Kriteria Penilaian Media Pembelajaran.*
<https://romisatriawahono.net/2006/06/21/aspek-dan-kriteria-penilaian-media-pembelajaran/>
- Wandt, E., & Brown, G. W. (1957). Essential of Educational Evaluation. *New York: Holt Rinehart and Winston.*
- Witten, I. H., & Frank, E. (2005). Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques. *San Fransisco: Morgan Kauffman.*
- Yunanda, M. (2009). Evaluasi Pendidikan. *Jakarta: Balai Pustaka.*