

RANCANG BANGUN SISTEM ANALISIS KUALITAS SOAL UJIAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI (STUDI KASUS: SMP NEGERI 6 TANJUNGPINANG)

Muhammad Zaini¹, Martaleli Bettiza², Alena Uperiati³.

170155201027@student.umrah.ac.id

Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

In education, it is necessary to evaluate learning. Learning evaluation is carried out to measure the achievement of competence of students. Learning evaluation must be carried out by teachers to improve the quality of the questions that have been made, and get an accurate picture of students' mastery of learning material. Then the item analysis was carried out, by measuring the indicators of discriminatory power, level of difficulty, distractor function, validity, and reliability of the items. This study discusses the design of making a multiple-choice test item analysis system, as a means of helping teachers to determine the quality of rejected, corrected, and accepted test questions using a decision support system using the Mamdani fuzzy method and the prototype method as system design.

Keywords: Analisis Butir Soal, *fuzzy mamdani*, *prototype*

I. Pendahuluan

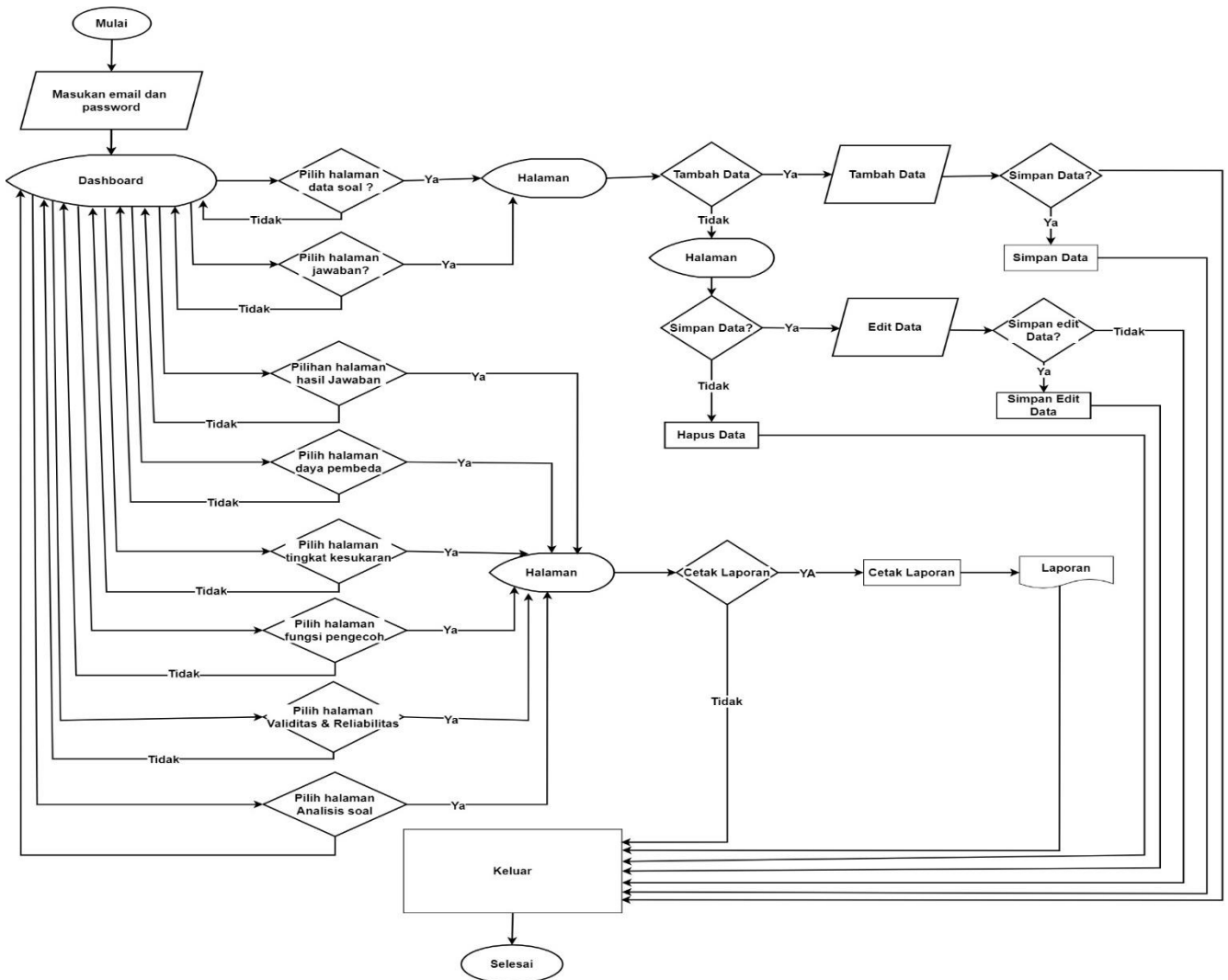
Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini telah membawa dampak yang cukup penting dalam berbagai kalangan, tidak hanya dari kalangan bisnis maupun pemerintahan saja. Tetapi juga telah mulai merambah dalam dunia pendidikan khususnya sekolah. Hal ini disebabkan dengan adanya teknologi informasi maka proses pengumpulan, penyimpanan dan mengorganisasi data dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Dalam dunia pendidikan diperlukan evaluasi pembelajaran. Evaluasi pembelajaran dilakukan untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran oleh siswa, kegiatan evaluasi dilakukan oleh guru dengan memberikan tes pada siswa (Tarmizi dkk., 2020). Tes merupakan salah satu cara untuk menentukan besarnya tingkat kemampuan siswa secara tidak langsung (Alfarisa dan Purnama, 2019). Untuk itu guru perlu menyusun evaluasi pembelajaran yang tepat untuk mengukur capaian kompetensi siswa, dalam hal ini adalah butir soal (Kurniawan dkk., 2017). Menganalisis butir soal agar memiliki kualitas yang baik dapat dilihat dari segi daya pembeda, segi tingkat kesukaran, fungsi pengecoh, validitas soal, dan reliabilitas soal (Rahayu dan Djazari, 2016). Oleh karena itu, maka dibutuhkan sebuah sistem untuk menganalisis kualitas soal ujian pilihan ganda berbasis website, dimana setiap guru mata pelajaran tidak perlu menginputkan nama siswa, cukup memasukkan soal dan kunci jawaban, serta lembar jawaban siswa kedalam sistem, maka otomatis soal akan teranalisis dan tersimpan kedalam database. Perancangan sistem ini menggunakan Metode *Proptotype* sebagai proses iterative dalam pengembangan sistem dimana *requirement* diubah kedalam sistem yang bekerja secara terus-menerus diperbaiki melalui kerjasama antara user dan analis (Ginting dkk., 2019), dibantu dengan logika *fuzzy* yang berfokus pada metode *fuzzy mamdani* sebagai pendukung keputusan kualitas soal itu ditolak, diperbaiki dan diterima. Pada metode *fuzzy mamdani* diperlukan 4 tahapan proses untuk mendapatkan *output* yaitu, pembentukan himpunan

fuzzy, aplikasi fungsi implikasi menggunakan (*min*), komposisi aturan (*max*), dan yang terakhir defuzzifikasi (Nafiah dkk., 2018).

II. Metode Penelitian

Memuat metode penelitian teknik pengumpulan data dan analisis data dalam rangka mencapai tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

2.1 Perancangan sistem



Gambar 1 Flowchart Sistem Analisis Kualitas Soal

2.2 Daya Pembeda

Daya pembeda adalah kemampuan suatu tes hasil belajar untuk dapat membedakan antara siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah, maka akan diketahui siswa yang sudah paham terkait materi yang telah diajarkan, dan siswa yang belum memahami materi tersebut. Maka daya pembeda soal diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan rumus (Widiyanto, 2018):

$$D = \frac{BA}{JA} - \frac{BB}{JB} \quad (1)$$

Keterangan:

BA = Banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab dengan benar

BB = Banyak peserta kelompok bawah yang menjawab dengan benar

JA = Banyaknya peserta kelompok atas

JB = Banyaknya peserta kelompok bawah

Nilai daya beda yang diperoleh digunakan untuk menentukan kategori kriteria yang diinterpretasikan dalam gambar 1 berikut ini:

Tabel 1 Kriteria Daya Pembeda

Kriteria Daya Pembeda	Kategori
D = 0,00 – 0,20	Jelek
D = 0,20 – 0,40	Cukup
D = 0,40 – 0,70	Baik
D = 0,70 – 1	Baik Sekali
D = Negatif	Semua Butir Soal ya

(Sumber: Widiyanto, 2018)

2.3 Tingkat Kesukaran

Dalam soal yang baik yaitu soal yang tidak terlalu mudah atau tidak terlalu sukar, berarti soal yang baik adalah soal yang memiliki tingkat kesukaran sedang. Tingkat kesukaran soal diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan rumus (Zulaiha, 2012):

$$TK = \frac{JB}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

TK = Tingkat Kesukaran

JB = Banyak siswa yang menjawab benar

n = Banyak Siswa

Tabel 2 Kriteria Tingkat Kesukaran

Kriteria Tingkat Kesukaran	Kategori
0,00 – 0,3	Sukar
0,3 – 0,7	Sedang
0,7 – 1	Mudah

(Sumber: Widiyanto, 2018)

2.4 Fungsi Pengecoh

Pada soal pilihan ganda dilengkapi dengan beberapa opsi, dari opsi tersebut terdapat salah satu jawaban yang benar dan itu disebut dengan kunci jawaban, sedangkan sisanya merupakan jawaban salah yang disebut dengan *distractor* (pengecoh). Suatu pengecoh dapat dikatakan berfungsi jika pengecoh dipilih paling sedikit oleh 2,5% ($\geq 0,025$), fungsi pengecoh dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Zulaiha, 2012):

$$P_{PJ} = \frac{J_{PJ}}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

- P_{PJ} = Penyebaran jawaban untuk pilihan jawaban tertentu.
 J_{PJ} = Banyak siswa yang memilih pilihan jawaban tertentu.
 n = Banyak siswa

2.5 Validitas Soal

Validitas adalah suatu instrumen yang dipergunakan sebagai alat ukur hasil belajar peserta didik, sedangkan tingkat validitas butir soal adalah ketepatan yang dimiliki oleh butir soal dalam mengukur apa yang hendak diukur menggunakan butir soal tersebut (Arbiatin dkk., 2020). Dalam validitas butir soal menggunakan teknik korelasi *point biserial* karena butir soal dikolomi dengan skor butir soal 0 atau 1, maka rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien bisireal antara skor butir soal dengan skort tes adalah (Ahmad, 2015):

$$r_{pbi} = \frac{Mp - Mt}{SDt} \sqrt{\frac{pi}{qi}} \quad (4)$$

Keterangan:

- r_{pbi} = Koefisen tingkat validitas butir soal.
 M_p = Rata-rata hitung dari skor total yang dijawab dengan betul.
 M_t = Skor rata-rata dari skor total.
 SD_t = Deviasi standar dari skor.
 P_i = Proporsi jawaban yang benar untuk butir soal nomor i.
 q_i = Proporsi jawaban yang salah untuk butir soal nomor i.

Tabel 3 Kriteria Validitas Soal

r_{pbi}(Validitas Soal)	Kategori
< 0	Tidak Valid
0,00 – 0,20	Sangat Rendah
0,20 – 0,40	Rendah
0,40 – 0,60	Cukup
0,60 – 0,80	Tinggi
0,80 – 1	Sangat Tinggi

(Sumber: Widiyanto, 2018)

2.6 Reliabilitas Soal

Reliabilitas soal berkaitan dengan suatu perangkat soal apabila diujikan kepada subjek yang sama secara berulang kali menunjukkan kestabilan hasil dan menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran dapat dipercaya, rumus yang digunakan untuk mencari reliabilitas soal terhadap tes hasil belajar bentuk objektif yaitu menggunakan rumus K-R20 (Widiyanto, 2018):

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right) \quad (5)$$

Keterangan:

- r_{11} = reliabilitas tes secara keseluruhan
 p = proporsi subjek yang menjawab item dengan benar
 q = proporsi subjek yang menjawab item dengan salah ($q = 1 - p$)
 $\sum pq$ = jumlah perkalian antara p dan q
 n = banyaknya item
 S = standar deviasi (standar deviasi adalah akar varians).

Tabel 4 Kriteria Reliabilitas Soal

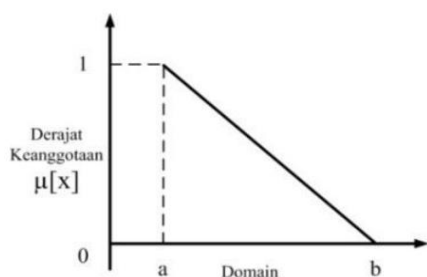
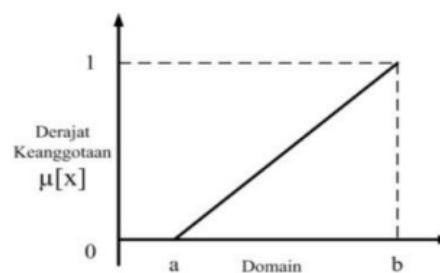
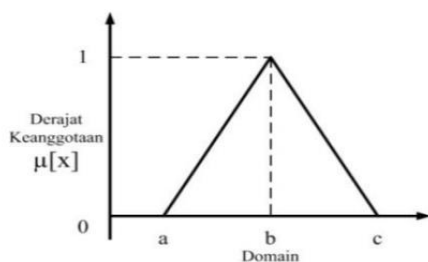
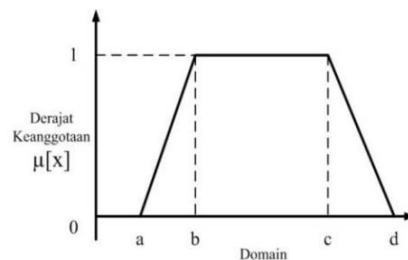
Reliabilitas	Kategori
0,00 – 0,20	Sangat Baik
0,20 – 0,40	Rendah
0,40 – 0,60	Cukup
0,60 – 0,80	Tinggi
0,80 - 1	Sangat Tinggi

(Sumber: Widiyanto, 2018)

2.7 Fuzzy Mamdani

Menurut Kusumadewi & Purnomo, (2013) dalam Nasyuna dkk., (2019) Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing, logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A[x] = 0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan *fuzzy* $\mu_A[x] = 1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A (Wanayumini dan Pratiwi, 2018).

Beberapa fungsi yang bisa digunakan untuk menyatakan nilai keanggotaan fuzzy adalah representasi linier naik, representasi linier turun, representasi kurva segitiga, representasi kurva trapezium dapat dilihat pada gambar 2, 3, 4, dan 5 dibawah ini:

**Gambar 2** Reprntasi Linear Naik**Gambar 3** Reprntasi Linear Turun**Gambar 4** Reprntasi Kurva Segitiga**Gambar 5** Reprntasi Kurva Trapezium

Fungsi keanggotaan representasi linear naik dengan persamaan 6, representasi linear turun dengan persamaan 7, representasi kurva segitiga dengan persamaan 8, dan representasi kurva trapezium dengan persamaan 9.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (6) \quad \mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (8) \quad \mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(b-x)}{(c-b)} & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (9)$$

Keterangan:

$\mu[x]$ = derajat keanggotaan dari x
x = Nilai input yang diubah kedalam fuzzy
a, b, c, d = Nilai Domain

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013) dalam Yenni dan Irsan (2017) Metode Mandani sering disebut dengan metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan fuzzy
Pada metode mamdani, baik variabel input atau variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi (Aturan)
Pada metode mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
3. Komposisi aturan
Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013) dalam Nasryuda dkk., (2019) Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi *systemfuzzy*, yaitu Metode *Max* (Maximum) Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (gabungan). Jika semua proporsi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] = \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \quad (10)$$

dengan,

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

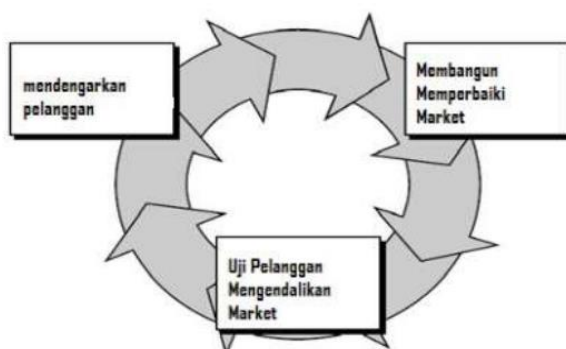
4. Penegasan (*Defuzzifikasi*)

Defuzzifikasi atau penegasan merupakan suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang di hasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut, metode defuzzifikasi yaitu (Setiawan dkk., 2018) Metode Centroid merupakan penyelesaian *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum untuk dapat dituliskan:

$$Z^* = \frac{\int z \cdot Z\mu(z) dz}{\int z \cdot \mu(z) dz} \quad (11)$$

2.8 Prototype

Prototyping merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang berupa model fisik kerja sistem dan berfungsi sebagai versi awal dari sistem. Dengan metode prototyping ini akan menghasilkan prototype sistem sebagai perantara pengembangan dan pengguna agar dapat berinteraksi dalam proses kegiatan pengembang sistem informasi (Maulindar dan Nurohman, 2020). Tahapan-tahapan dalam pengembangan model prototype (Hasanah dan untari, 2020)



Gambar 6 Ilustrasi Model Prototype menurut Roger S Pressman
(Sumber: Hasanah dan untari, 2020)

1. Mendengarkan Pelanggan, pada tahap ini dilakukan pengumpulan kebutuhan dari *system* dengan cara mendengar keluhan dari pelanggan.
2. Merancang dan Membuat *Prototype*, Pada tahap ini, *prototype* yang dibuat disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang telah didefinisikan sebelumnya dari keluhan pengguna.
3. Uji Coba pada tahap ini, *prototype* dari sistem diuji coba oleh pengguna. Kemudian dilakukan evaluasi kekurangan-kekurangan dari kebutuhan pelanggan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dipakai untuk analisis ini adalah soal ujian pilihan ganda pada tahun tahun ajar 2021/2022 yang mempunyai jumlah 20 butir soal pada siswa kelas 7 yaitu kelas 7(5) dari mata pelajaran bahasa inggris yang. Pada data tersebut, dihitung satu data butir soal ujian pilihan ganda. Untuk penelitian ini akan ditentukan kualitas soal berdasarkan analisis butir dan metode *fuzzy mamdani*. Untuk itu ditempuh langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan soal dan hasil jawaban siswa dengan memberikan nilai 1 untuk jawaban yang benar dan 0 untuk jawaban yang salah.
- 2) Menganalisis data yang telah dipersiapkan dengan teknik analisis butir yaitu menghitung daya pembeda dengan persamaan (1), menghitung tingkat kesukaran dengan persamaan (2), menghitung fungsi pengecoh dengan persamaan (3), menghitung validitas soal dengan persamaan (4), dan menghitung reliabilitas soal (5). Maka akan menghasilkan nilai seperti gambar 7.

Soal Nomor	Kunci Jawaban	Daya Beda	Keterangan	Tingkat Kesukaran	Keterangan	Validitas	Keterangan
1	D	0.75	Sangat Baik	0.71	Mudah	0.52	Cukup
2	B	0	Buruk	0.86	Mudah	-0,15	Tidak Valid
3	A	0.13	Cukup	0.64	Sedang	0.05	Sangat Rendah
4	B	0.5	Baik	0.14	Sulit	0.69	Tinggi
5	A	0.63	Sangat Baik	0.36	Sedang	0.59	Cukup
6	A	0.13	Buruk	0.36	Sedang	0.3	Rendah
7	A	-0,25	Di Ganti	0.18	Sulit	-0,15	Tidak Valid
8	C	0.38	Baik	0.29	Sulit	0.33	Rendah
9	D	0.5	Baik	0.36	Sedang	0.46	Cukup
10	C	0.5	Baik	0.82	Mudah	0.45	Cukup
11	C	0.5	Baik	0.71	Mudah	0.42	Cukup
12	A	0.38	Cukup	0.89	Mudah	0.28	Rendah
13	B	0.13	Buruk	0.96	Mudah	0.44	Cukup
14	C	0.38	Baik	0.43	Sedang	0.36	Rendah
15	A	0.63	Sangat Baik	0.75	Mudah	0.43	Cukup
16	A	0.13	Buruk	0.96	Mudah	0.44	Cukup
17	B	0.13	Buruk	0.89	Mudah	0.31	Rendah
18	D	0.38	Baik	0.79	Mudah	0.5	Cukup
19	A	0.25	Cukup	0.93	Mudah	0.58	Cukup
20	C	0.5	Baik	0.64	Sedang	0.41	Cukup

Gambar 7 Hasil Perhitungan Analisis Butir Soal

3) Menentukan kualitas soal menggunakan metode *Fuzzy mamdani*.

3.1 Analisis Metode *Fuzzy Mamdani*

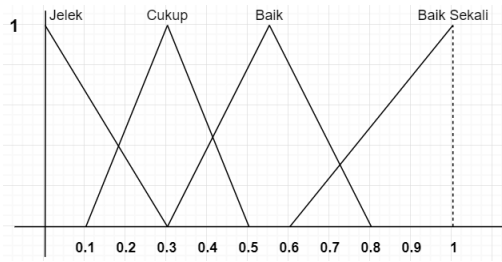
Langkah-langkah penyelesaian dengan cara menentukan nilai input yang akan diolah menggunakan logika fuzzy.

a. **Langkah pertama:** Pembentukan himpunan fuzzy

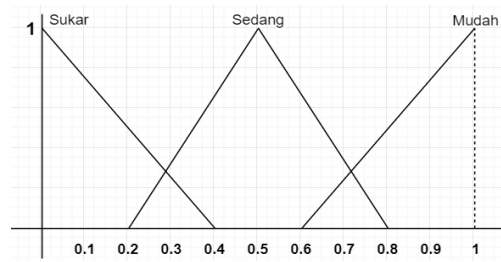
No	Variabel	Himpunan	Domain	Fungsi Keanggotaan	Parameter
1	Daya Beda	Jelek	[0 : 0,2]	Segitiga	[-0,3 : 0 : 0,3]
		Cukup	[0,2 : 0,4]	Segitiga	[0,1 : 0,3 : 0,5]
		Baik	[0,4 : 0,7]	Segitiga	[0,3 : 0,55 : 0,8]
		Baik Sekali	[0,7 : 1]	Segitiga	[0,6 : 1 : 1,4]
2	Tingkat Kesukaran	Sukar	[0 : 0,3]	Segitiga	[-0,4 : 0 : 0,4]
		Sedang	[0,3 : 0,7]	Segitiga	[0,2 : 0,5 : 0,8]
		Mudah	[0,7 : 1]	Segitiga	[0,6 : 1 : 1,4]
3	Validitas Soal	Sangat Rendah	[0:0,2]	Segitiga	[0 : 0,125 : 0,25]
		Rendah	[0,2 : 0,4]	Segitiga	[0,15 : 0,3 : 0,45]
		Cukup	[0,4 : 0,6]	Segitiga	[0,35 : 0,5 : 0,65]
		Tinggi	[0,6 : 0,8]	Segitiga	[0,55 : 0,7 : 0,85]
		Sangat Tinggi	[0,8 : 1]	Segitiga	[0,75 : 1 : 1,125]
4	Nilai Soal	Ditolak	[0 : 0,3]	Segitiga	[-0,4 : 0 : 0,4]
		Diperbaiki	[0,3 : 0,7]	Segitiga	[0,2 : 0,5 : 0,8]
		Diterima	[0,7 : 1]	Segitiga	[0,6 : 1 : 1,4]

Gambar 8 Himpunan Fuzzy Daya Beda, Tingkat Kesukaran, Validitas Butir Soal

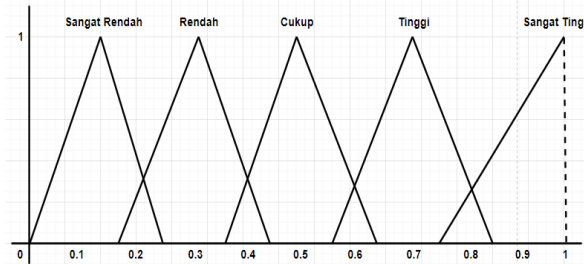
Variabel input yang digunakan dalam penelitian ini adalah daya beda, tingkat kesukaran, dan validitas butir soal. Sedangkan variabel outputnya adalah nilai soal. Berdasarkan domain pada tabel 5 dapat disusun domain himpunan fuzzy, menentukan fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel, Himpunan fuzzy dari variabel input daya beda, tingkat kesukaran, dan validitas serta variabel outputnya nilai soal dapat dilihat pada gambar 9, 10, dan 11.



Gambar 9 Daya Pembeda.



Gambar 10 Tingkat Kesukaran.



Gambar 11 Validitas Soal

b. **Langkah kedua:** Aplikasi fungsi implikasi

Setelah himpunan fuzzy terbentuk, selanjutnya pembentukan aturan fuzzy. Aturan-aturan ini digunakan untuk menyatakan relasi antara variabel-variabel input terhadap variabel outputnya. Setiap aturan merupakan suatu implikasi dengan operator yang menghubungkan input satu dengan input lainnya adalah operator *AND* dan operator yang menghubungkan antara input output adalah operator *IF-THEN*. Maka dapat dilihat pada gambar 12.

Aturan Ke		Daya Beda		Tingkat Kesukaran		Validitas Butir Soal		Keterangan
1	<i>IF</i>	Jelek	<i>AND</i>	Sukar	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
2	<i>IF</i>	Jelek	<i>AND</i>	Sedang	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
3	<i>IF</i>	Jelek	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
4	<i>IF</i>	Jelek	<i>AND</i>	Sukar	<i>AND</i>	Sangat Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
5	<i>IF</i>	Jelek	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Sangat Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
6	<i>IF</i>	Jelek	<i>AND</i>	Sukar	<i>AND</i>	Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
7	<i>IF</i>	Jelek	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
8	<i>IF</i>	Cukup	<i>AND</i>	Sukar	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
9	<i>IF</i>	Cukup	<i>AND</i>	Sedang	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
10	<i>IF</i>	Cukup	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
11	<i>IF</i>	Cukup	<i>AND</i>	Sulit	<i>AND</i>	Sangat Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
12	<i>IF</i>	Cukup	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Sangat Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
13	<i>IF</i>	Baik	<i>AND</i>	Sukar	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
14	<i>IF</i>	Baik	<i>AND</i>	Sedang	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
15	<i>IF</i>	Baik	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
16	<i>IF</i>	Baik	<i>AND</i>	Sulit	<i>AND</i>	Sangat Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
17	<i>IF</i>	Baik	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Sangat Rendah	<i>THEN</i>	Ditolak
18	<i>IF</i>	Baik Sekali	<i>AND</i>	Sukar	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
19	<i>IF</i>	Baik Sekali	<i>AND</i>	Sedang	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak
20	<i>IF</i>	Baik Sekali	<i>AND</i>	Mudah	<i>AND</i>	Tidak Valid	<i>THEN</i>	Ditolak

21	IF	Jelek	AND	Sedang	AND	Sangat Rendah	THEN	Perbaiki
22	IF	Jelek	AND	Sedang	AND	Rendah	THEN	Perbaiki
23	IF	Jelek	AND	Sukar	AND	Cukup	THEN	Perbaiki
24	IF	Jelek	AND	Sedang	AND	Cukup	THEN	Perbaiki
25	IF	Jelek	AND	Mudah	AND	Cukup	THEN	Perbaiki
26	IF	Jelek	AND	Sukar	AND	Tinggi	THEN	Perbaiki
27	IF	Jelek	AND	Mudah	AND	Tinggi	THEN	Perbaiki
28	IF	Jelek	AND	Sukar	AND	Sangat Tinggi	THEN	Perbaiki
29	IF	Jelek	AND	Mudah	AND	Sangat Tinggi	THEN	Perbaiki
30	IF	Cukup	AND	Sedang	AND	Sangat Rendah	THEN	Perbaiki
31	IF	Cukup	AND	Sukar	AND	Cukup	THEN	Perbaiki
32	IF	Cukup	AND	Sedang	AND	Cukup	THEN	Perbaiki
33	IF	Cukup	AND	Mudah	AND	Cukup	THEN	Perbaiki
34	IF	Cukup	AND	Sukar	AND	Tinggi	THEN	Perbaiki
35	IF	Cukup	AND	Mudah	AND	Tinggi	THEN	Perbaiki
36	IF	Baik	AND	Sedang	AND	Sangat Rendah	THEN	Perbaiki
37	IF	Baik	AND	Sukar	AND	Rendah	THEN	Perbaiki
38	IF	Baik	AND	Mudah	AND	Rendah	THEN	Perbaiki
39	IF	Baik Sekali	AND	Sukar	AND	Sangat Rendah	THEN	Perbaiki
40	IF	Baik Sekali	AND	Sedang	AND	Sangat Rendah	THEN	Perbaiki
41	IF	Baik Sekali	AND	Mudah	AND	Sangat Rendah	THEN	Perbaiki
42	IF	Baik Sekali	AND	Sukar	AND	Rendah	THEN	Perbaiki
43	IF	Baik Sekali	AND	Mudah	AND	Rendah	THEN	Perbaiki
44	IF	Jelek	AND	Sedang	AND	Tinggi	THEN	Terima
45	IF	Jelek	AND	Sedang	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
46	IF	Cukup	AND	Sedang	AND	Cukup	THEN	Terima
47	IF	Cukup	AND	Sukar	AND	Tinggi	THEN	Terima
48	IF	Cukup	AND	Sedang	AND	Tinggi	THEN	Terima
49	IF	Cukup	AND	Mudah	AND	Tinggi	THEN	Terima
50	IF	Cukup	AND	Sukar	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
51	IF	Cukup	AND	Sedang	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
52	IF	Cukup	AND	Mudah	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
53	IF	Baik	AND	Sedang	AND	Rendah	THEN	Terima
54	IF	Baik	AND	Sukar	AND	Rendah	THEN	Terima
55	IF	Baik	AND	Sedang	AND	Cukup	THEN	Terima
56	IF	Baik	AND	Mudah	AND	Cukup	THEN	Terima
57	IF	Baik	AND	Sukar	AND	Tinggi	THEN	Terima
58	IF	Baik	AND	Sedang	AND	Tinggi	THEN	Terima
59	IF	Baik	AND	Mudah	AND	Tinggi	THEN	Terima
60	IF	Baik	AND	Sukar	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
61	IF	Baik	AND	Sedang	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
62	IF	Baik	AND	Mudah	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
63	IF	Baik Sekali	AND	Sedang	AND	Rendah	THEN	Terima
64	IF	Baik Sekali	AND	Sukar	AND	Rendah	THEN	Terima
65	IF	Baik Sekali	AND	Sedang	AND	Cukup	THEN	Terima
66	IF	Baik Sekali	AND	Mudah	AND	Cukup	THEN	Terima
67	IF	Baik Sekali	AND	Sukar	AND	Tinggi	THEN	Terima
68	IF	Baik Sekali	AND	Sedang	AND	Tinggi	THEN	Terima
69	IF	Baik Sekali	AND	Mudah	AND	Tinggi	THEN	Terima
70	IF	Baik Sekali	AND	Sukar	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
71	IF	Baik Sekali	AND	Sedang	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima
72	IF	Baik Sekali	AND	Mudah	AND	Sangat Tinggi	THEN	Terima

Gambar 12 Aturan-aturan fuzzy pada soal

Setelah aturan-aturan dibentuk, nilai himpunan fuzzy yang dihitung pada daya pembeda, tingkat kesukaran, dan validitas dimasukkan kedalam aturan-aturan fuzzy pada tabel 6. Selanjutnya akan didapatkan daerah fuzzy pada soal nomor 1 dan variabel status soal untuk masing-masing aturan. dan menghasilkan seperti berikut:

[R55] IF Daya pembeda BAIK AND Tingkat kesukaran SEDANG AND Validitas CUKUP THEN Terima

$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{\text{dayapembedaBAIK}}(0,2) \cap \mu_{\text{tingkatkesukaranSEDANG}}(0,3) \cap \mu_{\text{validitasCUKUP}}(0,87) \\
 &= \min(0,2; 0,3; 0,87) \\
 &= \min(0,2)
 \end{aligned}$$

[R56] IF Daya beda BAIK AND Tingkat kesukaran MUDAH AND Validitas CUKUP THEN Terima

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_2 &= \mu_{\text{dayabedaBAIK}}(0,2) \cap \mu_{\text{tingkatkesukaranMUDAH}}(0,28) \cap \mu_{\text{validitas CUKUP}}(0,87) \\ &= \min(0,2; 0,28; 0,87) \\ &= \min(0,2) \end{aligned}$$

[R65] IF Daya beda BAIK SEKALI AND Tingkat kesukaran SEDANG AND Validitas CUKUP THEN Terima

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_3 &= \mu_{\text{dayabedaBAIK SEKALI}}(0,38) \cap \mu_{\text{tingkatkesukaranSEDANG}}(0,3) \cap \mu_{\text{validitasCUKUP}}(0,87) \\ &= \min(0,38; 0,33; 0,87) \\ &= \min(0,3) \end{aligned}$$

[R66] IF Daya beda BAIK SEKALI AND Tingkat kesukaran MUDAH AND Validitas CUKUP THEN Terima

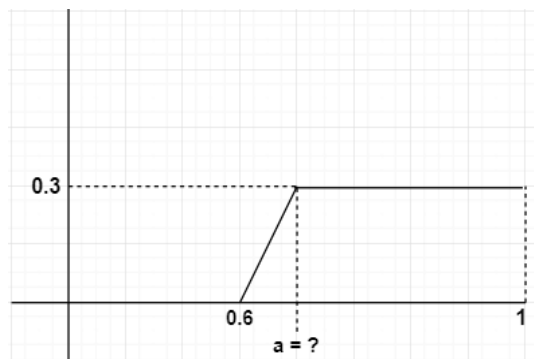
$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_4 &= \mu_{\text{dayabedaBAIK SEKALI}}(0,28) \cap \mu_{\text{tingkatkesukaran MUDAH}}(0,28) \cap \mu_{\text{validitas CUKUP}}(0,87) \\ &= \min(0,38; 0,28; 0,87) \\ &= \min(0,28) \end{aligned}$$

c. **Langkah ketiga:** Komposisi aturan

Dari hasil fungsi implikasi pada setiap aturan, diterapkan metode Max untuk komposisi pada aturan dari butir soal nomor 1 mata pelajaran Bahasa Inggris menggunakan persamaan 7, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{NilaiMax}}(x_i) &= \max(0,2; 0,2; 0,3; 0,28) \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai max, kemudian membuat daerah hasil komposisi seperti gambar 13:



Gambar 13 Daerah Hasil Komposisi

Cara menentukan nilai (a) pada daerah hasil komposisi soal nomor 1 dari gambar 11, seperti berikut:

$$\begin{aligned} \frac{a-0,6}{0,4} &= 0,3 \\ a - 0,6 &= 0,4 \times 0,3 \\ a - 0,6 &= 0,12 + 0,6 \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

Hasil keanggotaan dari komposisi ini adalah:

$$\mu[z] = \begin{cases} \frac{(0,6-z)}{0,4} & 0,6 \leq z \leq 0,72 \\ 0,3 & 0,72 \leq z \leq 1 \end{cases}$$

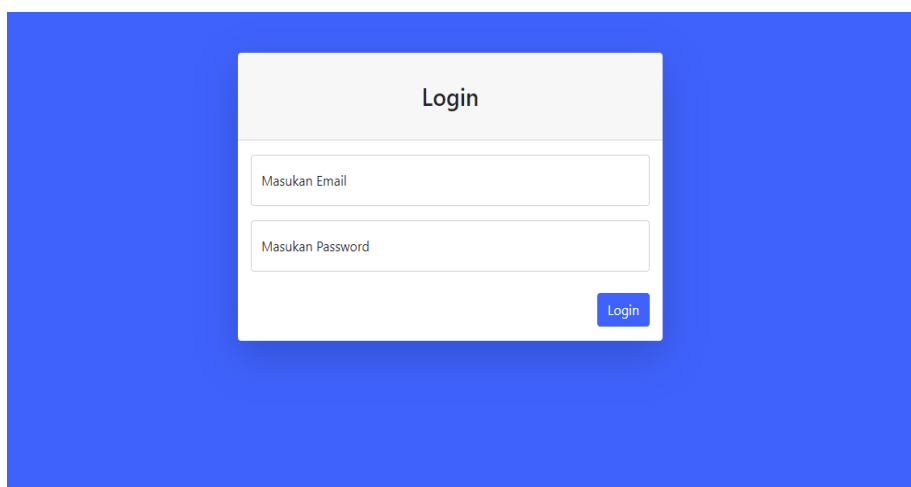
d. **Langkah keempat: Defuzzifikasi**

Setelah mendapatkan batas atas dan bawah kemudian menghitung luas momen dan luas dengan persamaan 8 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z^* &= \frac{\int \mu(z)z \, dz}{\int \mu(z) \, dz} \\ Z^* &= \frac{M1+M2}{A1+A2} \\ Z^* &= \frac{\int_{0,6}^{0,72} \frac{(0,6-z)}{0,4} z \, dz + \int_{0,72}^1 0,3 z \, dz}{(((0,72-0,6)*0,3)/2) + ((1-0,72)*0,3)} \\ Z^* &= \frac{0,01+0,07}{0,02+0,08} \\ Z^* &= \frac{0,08}{0,1} \\ Z^* &= 0,80 \end{aligned}$$

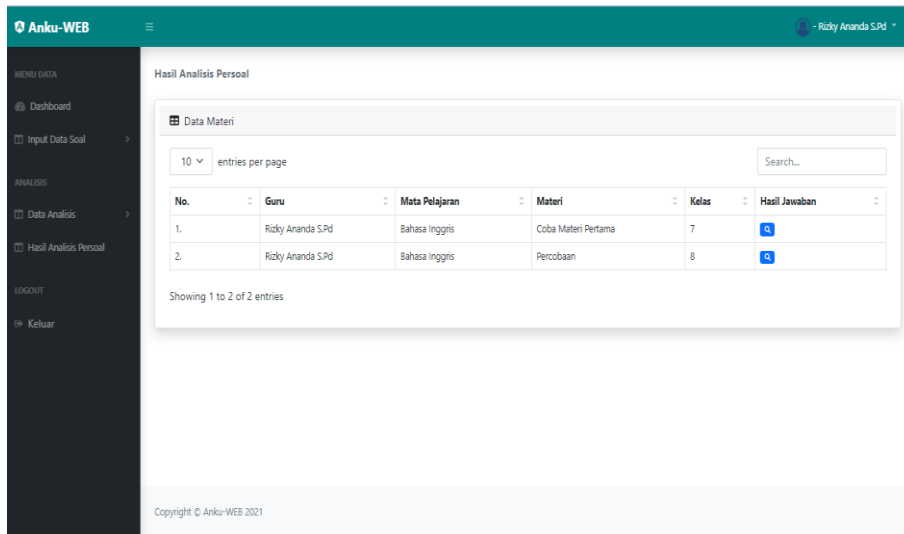
3.2 Pembangunan *Prototype*

Untuk tampilan utama aplikasi analisis kualitas soal ujian pilihan ganda menggunakan *fuzzy mamdani* dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14 Halaman Login

Pada gambar 14 menunjukkan tampilan halaman utama dari aplikasi ini. Halaman ini berisi perintah login untuk pengguna yang memiliki hak untuk mengakses aplikasi ini ada dua user yaitu sebagai admin dan sebagai guru. Pengguna harus memasukkan *email* dan *password*.



Gambar 15 Halaman Hasil Analisis Soal

Pada gambar 15 menunjukkan halaman hasil analisis soal. Halaman ini dapat menampilkan hasil analisis kualitas, yang terdiri dari detail hasil analisis soal dapat dilihat pada gambar 16.

Soal Nomor	Kunci Jawaban	Daya Beda	Keterangan	Tingkat Kesukaran	Keterangan	A	B	C	D	Keterangan	Validitas	Keterangan	Nilai Soal	Keterangan Soal
1	D	0.75	Sangat Baik	0.71	Mudah	0.07	0.14	0.07	0.71	Semua Pengecoh Berfungsi	0.52	Cukup	0.8	Di Terima
2	B	0	Buruk	0.86	Mudah	0.11	0.86	0	0.04	Pengecoh C Tidak Berfungsi	-0.15	Tidak Valid	0	Di Tolak
3	A	0.13	Buruk	0.64	Sedang	0.64	0.25	0.04	0.07	Semua Pengecoh Berfungsi	0.05	Sangat Rendah	0.41	Di Perbaiki
4	B	0.5	Baik	0.14	Sulit	0.11	0.14	0.36	0.39	Semua Pengecoh Berfungsi	0.69	Tinggi	0.86	Di Terima
5	A	0.63	Baik	0.36	Sedang	0.36	0.39	0.14	0.11	Semua Pengecoh Berfungsi	0.59	Cukup	0.77	Di Terima
6	A	0.13	Buruk	0.36	Sedang	0.36	0	0.39	0.25	Pengecoh B Tidak Berfungsi	0.3	Rendah	0.48	Di Perbaiki

Gambar 16 Detail Hasil Analisis Soal

Pada gambar 16 menunjukkan halaman detail hasil analisis soal. Halaman ini berisi nilai daya pembeda, nilai tingkat kesukaran, nilai validitas, dan nilai soal. Hasil Pengujian dari soal ujian bahasa inggris tahun ajaran 2021/2022 di SMP Negeri 6 Tanjungpinang dapat dilihat gambar 17.

No Soal	Metode Mamdani	
	Nilai Soal	Keterangan
1	0.8	Diterima
2	0	Ditolak
3	0.34	Diperbaiki
4	0.86	Diterima
5	0.77	Diterima
6	0.48	Diperbaiki
7	0	Ditolak
8	0.65	Diperbaiki
9	0.77	Diterima
10	0.88	Diterima
11	0.63	Diperbaiki
12	0.48	Diperbaiki
13	0.48	Diperbaiki
14	0.56	Diperbaiki
15	0.71	Diterima
16	0.48	Diperbaiki
17	0.3	Ditolak
18	0.5	Diperbaiki
19	0.44	Diperbaiki
20	0.65	Diperbaiki

Gambar 17 Hasil Nilai Soal

Pada gambar 13 Nilai soal didapatkan dari penerapan metode fuzzy mamdani pada soal nomor 2, 7, 17 dinyatakan soal ditolak, sedangkan soal nomor 3, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20 dinyatakan soal diperbaiki, dan soal nomor 2, 7, 17 dinyatakan soal diterima. Pada nilai soal dapat dinyatakan diterima dengan nilai validitas yang cukup, tingkat kesukaran yang sedang, dan memiliki nilai daya pembeda yang baik.

3.4 Pengujian Aplikasi

Pengujian sistem yang digunakan pada tahap ini adalah *black box* testing dengan tipe function testing. Alur pengujian dimulai dengan menjalankan sistem analisis kualitas soal ujian pilihan ganda pada google chrome kemudian dilakukan proses penambahan data, pengubahan data, penghapusan data. Hasil rekapitulasi pengujian dari 10 modul yang telah dilakukan ditunjukkan kepada pata tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Model Pengujian.

No	Modul	Hasil Uji
1	Modul Mata Pelajaran	Berhasil
2	Modul Kelas	Berhasil
3	Modul Tahun Ajaran	Berhasil
4	Modul Siswa	Berhasil
5	Modul Materi	Berhasil
6	Modul Soal	Berhasil
7	Modul Jawaban Siswa	Berhasil
8	Modul Hasil Jawaban Siswa	Berhasil
9	Modul Tahapan Analisis	Berhasil
10	Modul Hasil Analisis Soal	Berhasil

Proses pengujian sistem dilakukan sebanyak 3 kali per fungsional sistem dan tidak ditemukan fungsional yang terindikasi gagal, berdasarkan modul yang telah diuji dapat disimpulkan bahwa hasil dari fungsionalitas sistem analisis kualitas soal ujian pilihan ganda bekerja dengan baik dan sesuai dengan rencana kebutuhan yang telah ditetapkan.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil membangun sistem analisis kualitas soal ujian pilihan ganda di SMP Negeri 6 Tanjungpinang dengan metode *fuzzy mamdani* dan metode *prototype*. Penelitian ini telah menghasilkan sistem pendukung keputusan untuk menentukan nilai soal ditolak, diperbaiki, dan diterima. Hasil analisis ujian semester ganjil mata pelajaran bahasa inggris tahun 2021/2022 pada siswa kelas 7 yaitu 7(5) menghasilkan tiga soal ditolak, sebelas soal diperbaiki dan enam soal diterima

V. Daftar Pustaka

- Ahmad, N., 2015, *Buku Ajar Evaluasi Pembelajaran*. Interpena, Yogyakarta.
- Alfarisa, F., & Purnama D, N., 2019, Analisis Butir Soal Ulangan Akhir Semester Mata Pelajaran Ekonomi SMA Menggunakan Rasch Model, *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 11(2), 366 – 374.
- Ginting, N. B., Afrianto, Y., & Suratun., 2019., Rancang Bangun Aplikasi Kontrol Perkuliahan Menggunakan Metode Prototype Dan Pengujian Black Box, *Jurnal Simetris*, 10(2), 577-588.
- Hasanah, F. N., Untari, R. S., 2020., *Rekayasa Perangkat Lunak*. Umsida Press, Sidoarjo.
- Kurniawan, R. Y., Prakoso, A. F., Hakim, L., Dewi, R. M., & Widayanti, I., 2017., Pemberian Pelatihan Analisis Butir Soal Bagi Guru di Kabupaten Jombang, *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*, 1(2), 179-193.
- Maulindar, J., & Nurohman. (2020). Prototype “Smartcard Shop” Untuk Transaksi Belanja Digital. *Jurnal Dinamika Informatika*, 9(1), 1-14.
- Nasyuha, A. H., Hutasuhut, M., & Ramadhan, M., 2019. Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Menentukan Stok Produk Herbal Berdasarkan Permintaan Dan Penjualan. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 3(4), 303-323.
- Nafiah, S., Ichsan, M. H. H., & Tibyani., 2018., Rancangan Bangun Automatic Water Filling Tub System Menggunakan Algoritma Fuzzy Mamdani, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(9), 2538-2544.
- Rahayu, R., & Djazari, M., 2016., Analisis Kualitas Soal Pra Ujian Nasional Mata Pelajaran Ekonomi Akuntansi, *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 14(1), 85-94.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. 2018. *Logika Fuzzy Dengan MATLAB*. Jayapangus press, Bali.
- Tarmizi, P., Setiono, P., Amaliyah, Y., & Agrian, A., 2020., Analisis Butir Soal Pilihan Ganda Tema Sehat Itu Penting Kelas V SD Negeri 04 Kota Bengkulu, *ELSE (Elementary School Education Journal)*, 4(2), 124-132.
- Widiyanto, J., 2018., *Evaluasi Pembelajaran (Sesuai dengan Kurikulum 2013) Kosep, Prinsip & Prosedur*. UNIPMA Press, Madiun.
- Yenni, Y., & Irsan, M., 2017., Logika Fuzzy Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Persediaan dan Jumlah Permintaan, *Jurnal Edik Informatika*, 3(2), 187-196.
- Zulaiha, R. 2012. *Analisis Soal Secara Manual*. Puspendik, Jakarta.