

Implementasi Algoritma Fuzzy Dalam Computerized Adaptive Test (CAT) Berdasarkan Taraf Kesukaran Soal

Medika Risnasari¹

¹ Prodi Pendidikan Informatika Universitas Trunojoyo Madura
Jln.Raya Telang Po Box2 Kamal Bangkalan Jawa Timur INDONESIA

¹medika.risnasari@trunojoyo.ac.id

Abstrak— Evaluasi pembelajaran digunakan sebagai bentuk/cara untuk mengukur kemampuan pemahaman peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Tes yang diterima peserta didik adalah soal yang sama sehingga memungkinkan siswa saling mencontek, tidak mampu menunjukkan tingkat ketidakpahaman siswa. CAT adalah salah satu bentuk tes berbasis computer dengan soal yang disesuaikan dengan kemampuan peserta didik dalam menjawab soal. Dalam penelitian ini digunakan algoritma fuzzy untuk menentukan soal selanjutnya yang diterima peserta didik berdasarkan taraf kesukaran soal yaitu soal mudah, sedang dan sulit. Metode yang digunakan adalah Rapid Application Development (RAD). Hasil dari penelitian ini didapat adanya sistem tes berbasis web dengan soal yang diterima peserta didik berdasarkan kemampuan peserta didik dalam menjawab soal tersebut.

Kata kunci : taraf kesukaran soal, fuzzy, web, computerized adaptive test

Abstract— Learning evaluation is used to measure students' understanding ability in understanding learning material. Tests received by students are the same questions that allow students to cheat on one another, unable to prove the level of student misunderstanding. CAT is a form of computer-based test with questions that are tailored to students' abilities in answering questions. In this study, the fuzzy method is used to determine the next problem students receive based on the suitability level of easy, medium and difficult questions. The method used is Rapid Application Development (RAD). The results of this study obtained a web-based test sistem with questions received by students based on the ability of students to answer these questions.

Keywords— difficulty level, fuzzy, web, computerized adaptive test

I. PENDAHULUAN

Salah satu bentuk evaluasi pembelajaran dapat diwujudkan dalam sebuah tes kemampuan pada ranah kognitif. Pada umumnya tes yang diterima peserta didik pada akhir semester berupa soal/tes objektif pilihan ganda. Soal yang diterima oleh semua peserta didik adalah soal yang sama baik peserta didik dengan kemampuan tinggi maupun rendah dan waktu yang diberikan juga sama. Soal yang sama pada peserta didik dapat menimbulkan peserta didik saling mencontek dan soal yang diterima peserta didik tidak mempertimbangkan kemampuan peserta didik. Kesamaan soal dalam evaluasi pembelajaran juga akan menyulitkan pengajar dalam mengevaluasi kemampuan siswa dalam sebuah materi.

Dalam sebuah pendidikan, evaluasi pembelajaran merupakan bagian penting sebagai tolak ukur kemampuan peserta didik. Kegiatan evaluasi pembelajaran dalam pendidikan merupakan komponen integral dalam sebuah pembelajaran termasuk rencana pembelajaran, tujuan, metode maupun media pembelajaran. Dalam evaluasi pembelajaran diperlukan alat / teknik penilaian. Alat/ teknik penilaian ini dapat berupa tes ataupun non tes. [1]. Tes berupa soal obyektif merupakan salah satu bentuk evaluasi pembelajaran. Tes dalam bentuk soal objektif ini memiliki jumlah soal yang diajarkan jauh lebih banyak daripada tes esai dan jumlah soal berkisar 30-40 butir soal dalam waktu 60 menit. Dalam penelitian ini, tes objektif berupa tes pilihan ganda (*Multiple Choise Test*). Sedangkan berdasarkan tingkat kesukaran soal maka dapat dibedakan menjadi soal mudah, sedang dan sulit. . Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah atau tidak terlalu sukar. Soal yang terlalu mudah tidak merangsang peserta didik untuk mempertinggi usaha memecahkannya.

Sebaliknya soal yang terlalu sukar akan menyebabkan peserta didik menjadi putus asa dan tidak mempunyai semangat untuk mencoba lagi, karena diluar jangkauannya [2][5].

Dengan adanya perkembangan teknologi computer dan informatika maka tes ini dapat dilaksanakan menggunakan computer yang biasa dikenal dengan Computer Based Test (CBT). CBT menyajikan soal kepada peserta didik menggunakan computer tapi belum mampu memberikan soal yang sesuai dengan kemampuan peserta didik. Maksud dari kemampuan peserta didik disini adalah soal yang diberikan merupakan hasil dari jawaban peserta didik terhadap pertanyaan sebelumnya. Setiap peserta didik akan memberikan jawaban yang terbaik dalam menjawab pertanyaan dan belum tentu itu adalah jawaban yang benar tetapi pertanyaan selanjutnya tidak mempertimbangkan kebenaran dari jawaban sebelumnya[3][4]. Sedangkan dengan Computerized Adaptive Test (CAT) yaitu tes yang mempertimbangkan kemampuan peserta didik. Peserta didik dengan kemampuan rendah akan diarahkan mengerjakan soal dengan ketogori soal mudah, sementara peserta dengan kemampuan tinggi diberikan soal dengan kategori yang lebih sulit. Sehingga antar peserta didik mendapatkan soal yang berbeda sehingga secara tidak langsung pengajar dapat mengetahui kemampuan peserta didik yang sebenarnya [6]. Penelitian tentang CAT yang pernah dilakukan oleh peneliti lain memberikan hasil yang menyatakan bahwa sistem CAT ini lebih baik daripada tes pada CBT biasanya. CAT dapat digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa. CAT dengan teori respon butir model tiga logistik parameter (3PL) dan algoritma fuzzy logic dengan metode Tsukamoto mampu membuat sebuah tes menjadi lebih singkat dan soal yang diberikan sesuai dengan kemampuan siswa [7][8][9].

$$P = \frac{B}{JS} \quad (1)$$

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intellegent* mempunyai peranan dalam mengembangkan sistem CAT ini. Sistem fuzzy adalah algoritma matematika untuk menangani informasi yang tidak pasti, ambigu, dan perkiraan[10]. Dalam penelitian ini digunakan algoritma *fuzzy logic* dengan metode *tsukamoto*. Metode Tsukamoto, pada setiap aturannya direpresentasikan menggunakan himpunan keanggotaan fuzzy yang monoton. Untuk dapat menentukan nilai *output crisp* yang dicari dapat dengan cara mengubah masukan (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Metode ini disebut dengan metode defuzzifikasi (penegasan). Pada metode defuzzifikasi yang sering digunakan dalam metode Tsukamoto adalah metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzyfier).

Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah tes yaitu Computerized Adaptive Test (CAT) sebagai salah satu aplikasi tes dalam evaluasi pembelajaran dengan berdasarkan tingkat kesukaran soal dan algoritma fuzzy sebagai algoritma untuk pemilihan soal. Bank soal yang berupa soal mudah, sedang dan sulit didapat dari hasil uji lapang terhadap peserta didik dengan mengacu pada perhitungan *indeks* kesukaran soal.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan model Rapid Application Development (RAD) yang meliputi perencanaan kebutuhan, proses desain dan implementasi. Berikut model RAD dalam penelitian ini

1. Perencanaan kebutuhan

a. Identifikasi tujuan dari sistem

Sistem dengan kemampuan menghasilkan soal yang sesuai dengan kemampuan siswa sehingga soal yang diterima antar peserta didik berbeda-beda. Selain itu adanya kemudahan dalam sistem penilaian yang merupakan tolak ukur kemampuan siswa dalam pembelajaran.

b. Identifikasi kebutuhan informasi untuk mencapai tujuan

Dalam mengembang sistem CAT tentunya diperlukan pengumpulan dan analisis data yang diperoleh dari subjek penelitian. Sistem ini memuat berbagai macam fitur yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

Pada perencanaan ini juga diperoleh data yang telah diujikan dilapangan/disekolah berupa bank soal yang telah diklasifikasi berdasar indeks kesukaran soal. Klasifikasi taraf kesukaran soal dengan indeks kesukaran soal sebagai berikut

- a. Soal dengan P 0,00 sampai 0,30 adalah soal sukar
- b. Soal dengan P 0,30 sampai 0,70 adalah soal sedang
- c. Soal dengan P 0,70 sampai 1,00 adalah soal mudah

Perhitungan indeks kesukaran soal yaitu

Dengan

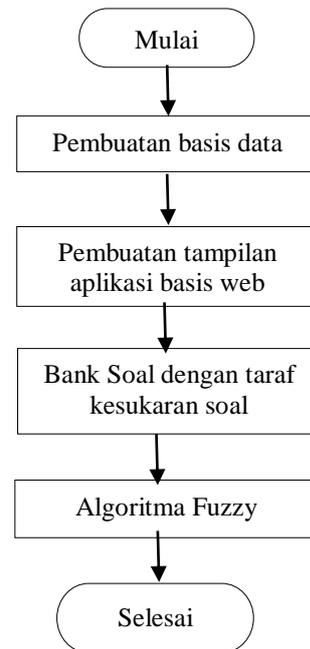
P adalah indeks kesukaran soal

B adalah banyaknya peserta didik menjawab soal dengan benar

JS adalah jumlah seluruh peserta didik tes

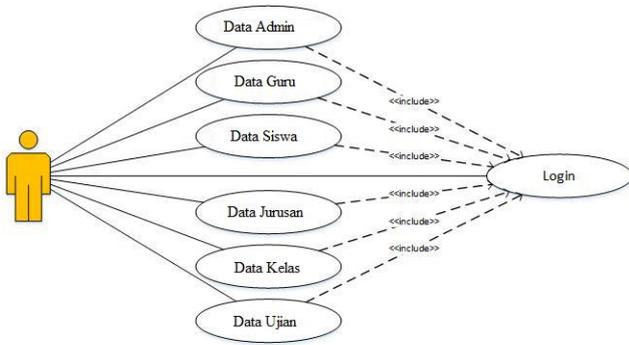
2. Proses Desain

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan dari sistem yang akan dibuat dalam pengembangan CAT. Secara umum proses desain yang akan dilakukan seperti pada gambar 1.

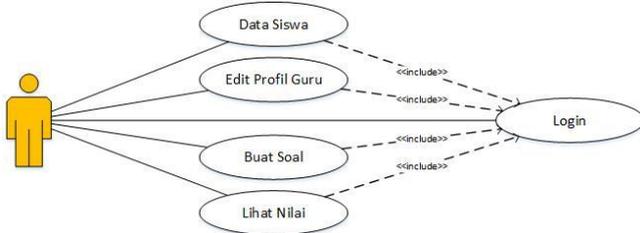


Gambar 1. Desain proses pengembangan produk

Secara umum perencanaan basis data / database menggunakan model Entity Relationship Diagram (ERD). Sedangkan perencanaan sistem pada web mengacu pada *use case diagram* untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut.



Gambar 2. Use case diagram admin



Gambar 3. Use case diagram guru



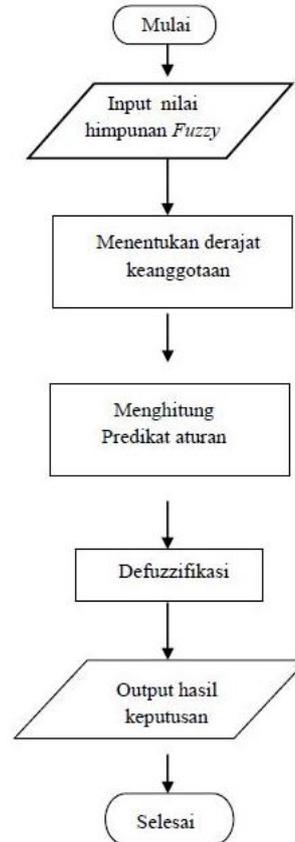
Gambar 4. Use case diagram peserta didik

Dalam penentuan butir soal yang akan diterima oleh peserta didik maka digunakan algoritma fuzzy. Tahapan algoritma Fuzzy adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan keanggotaan himpunan fuzzy Tsukamoto.
- Dengan cara menentukan variabel-variabel permasalahan yang akan dicari solusinya, kemudian membentuk fungsi-fungsi sesuai keanggotaan (soal mudah, sedang dan sulit).
2. Pengetahuan aturan fuzzy.
- Aturan-aturan fuzzy dinyatakan dalam suatu hubungan implikasi IF x is A THEN y is B. Selanjutnya untuk mengambil keputusan dari aturan-aturan fuzzy yang ada, perlu dilihat banyaknya masukan/*input* dan aturan yang ada.
3. Pengambilan keputusan fuzzy Tsukamoto secara langsung.
- Jika dalam sistem fuzzy hanya ada satu aturan dengan masing-masing *input* dan *output*, maka keputusan bisa diambil dengan penalaran monoton.
4. Pengambilan keputusan sistem fuzzy Tsukamoto dengan 1 aturan dan banyak *input*.

Jika dalam sebuah sistem fuzzy Tsukamoto terdapat 1 aturan dengan beberapa *input* maka *input* tersebut dapat dihubungkan AND dan OR.

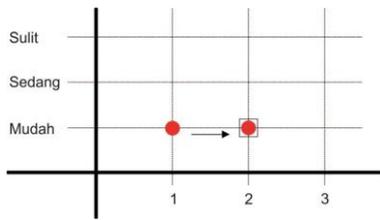
5. Pengambilan Keputusan dengan banyak aturan fuzzy. Keputusan dapat diambil setelah semua aturan yang ada diinterferensi terlebih dahulu.
6. Jika seluruh aturan sudah diinterferensikan, maka keputusan dapat diambil dengan melakukan proses defuzzifikasi.



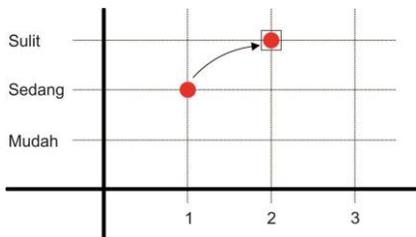
Gambar 5. Algoritma fuzzy

Aturan/rule dari algoritma fuzzy metode tsukamoto pada sistem CAT ini memenuhi aturan sebagai berikut:

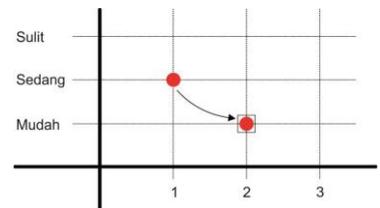
- a. R1, Jika Soal Mudah dan Jawaban Benar Then Lanjut ke Soal Sedang
-
- b. R2, Jika Soal Mudah dan Jawaban Salah Then Lanjut ke Soal Mudah



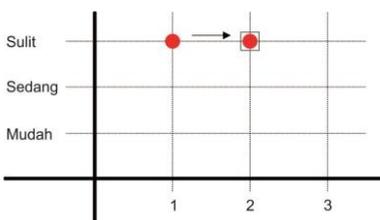
- c. R3, Jika Soal Sedang dan Jawaban Benar Then Lanjut ke Soal Sulit



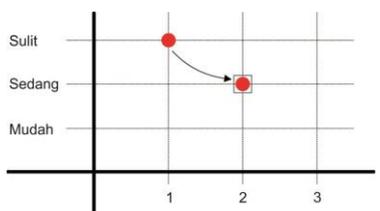
- d. R4, Jika Soal Sedang dan Jawaban Salah Then Lanjut ke Soal Mudah



- e. R5, Jika Soal Sulit dan Jawaban Benar Then Lanjut ke Soal Sulit



- f. R6, Jika Soal Sulit dan Jawaban Salah Then Lanjut ke Soal Sedang



Dalam sistem ini, ujian akan terhenti jika waktu telah habis atau siswa memperoleh nilai ≥ 100 atau siswa telah menyelesaikan soal dengan jumlah tertentu pada taraf kesukaran yang sama.

3. Tahap Implementasi

Dalam tahap implementasi digunakan pemrograman web dengan php dan mysql sebagai basis data. Pengujian sistem dilakukan dengan *black box testing* yaitu pengujian sistem secara spesifikasi fungsional tanpa memperhatikan desain dan kode program.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Hasil

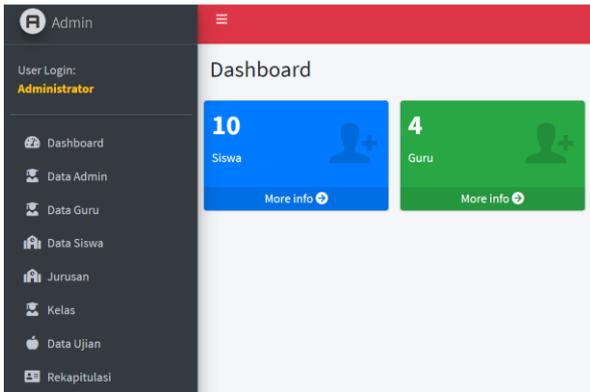
Hasil pengujian sistem secara *functionality* dengan pengujian *black box testing* terdapat pada tabel I.

Tabel I. Hasil *Black Box Testing*

NO	Fungsi	Hasil Uji Coba	
		Berfungsi	Tidak
1	Pengujian Pada Login Admin	√	
2	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Data Admin	√	
3	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Data Guru	√	
4	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Data Siswa	√	
5	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Data Jurusan	√	
6	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Data Kelas	√	
7	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Data Ujian	√	
8	Pengujian Login Guru	√	
9	Pengujian perubahan profil guru	√	
10	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Bank Soal	√	
11	Pengujian Penambahan Dan Perubahan Pada Data Ujian	√	
12	Pengujian cetak rekapitulasi nilai/hasil ujian	√	
13	Pengujian Login Siswa	√	
14	Pengujian perubahan profil siswa	√	
15	Pengujian Pelaksanaan Tes/Ujian	√	
16	Pengujian Butir Soal Tes Yang Diterima	√	
17	Pengujian Pengulangan/Remidi Ujian	√	

Dari hasil uji fungsional tersebut maka sistem ini dapat berfungsi dengan baik. Sedangkan dari sisi tampilan maka dalam sistem ini terdapat tiga tampilan utama yaitu admin, pengajar dan peserta didik dengan hak pengelolaan masing-masing sesuai pada desain yang telah dirancang sebelumnya.

Hasil tampilan pada sisi administrator yang mengelola data guru, peserta, dan soal dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan pada admin

Pada sisi guru mempunyai aktivitas untuk membuat soal dan melihat hasil ujian siswanya. Adapun hasil ujian dari siswa dapat dilihat pada gambar 7 dan 8. Pada gambar 7 dan 8, seorang pengajar/guru dapat lebih rinci mengetahui aktivitas atau tahapan yang dilakukan siswa dalam menjawab butir soal yang dihadapi oleh siswa. Sehingga dapat menjadi bahan evaluasi seorang pengajar dalam mengetahui tingkat pemahaman siswa dalam materi tersebut.

No.	Pertanyaan	Kesulitan	Jawaban	Nilai
1	Subnetmask default kelas A adalah	Mudah	D	2
2	Apabila suatu peripheral belum terinstall drivernya tidak sempurna, pada device manager akan muncul symbol ...	Sedang	B	4
3	Kombinasi pengkabelan straight pada jaringan komputer yang sesuai dengan standart internasional	Sulit	A	6
4	Berikut adalah fungsi dari Firewall, yaitu	Sulit	B	6
5	Software yang ditanam pada sebuah computer untuk menerjemahkan bahasa computer merupakan pengertian dari....	Sulit	A	6

Gambar 7. Hasil ujian peserta

No.	Pertanyaan	Kesulitan	Jawaban	Nilai
1	Subnetmask default kelas A adalah	Mudah	D	2
2	Apabila suatu peripheral belum terinstall drivernya tidak sempurna, pada device manager akan muncul symbol ...	Sedang	C	0
3	Salah satu tipe jaringan komputer yang umum dijumpai adalah ...	Mudah	A	2
4	Alat yang berfungsi untuk menghubungkan 2 jaringan dengan segmen yang berbeda adalah	Sedang	A	4
5	Software yang ditanam pada sebuah computer untuk menerjemahkan bahasa computer merupakan pengertian dari....	Sulit	C	0

Gambar 8. Hasil ujian peserta

Pada tampilan siswa adalah tampilan dalam melakukan ujian/tes. Dalam pengujian sistem ini digunakan bentuk soal tes berupa pilihan ganda/multiple choice pada ranah kognitif yaitu dari sis pengetahuan siswa terhadap materi. Gambar 9 menunjukkan tampilan soal yang dikerjakan oleh siswa.



Gambar 9. Tampilan soal ujian siswa

Pada proses ujicoba sistem terhadap siswa dapat dilihat pada tabel II. Dalam tabel II menampilkan rekapitulasi hasilpelaksanaan ujian dari beberapa siswa dengan parameter nilai yang diperoleh, waktu pengerjaan, jumlah soal yang dilakukan dan akhir taraf kesukaran soal yang dikerjakan siswa.

Tabel II. Rekapitulasi Beberapa Hasil Ujian Siswa

Peserta	Nilai	Waktu penyelesaian (max 40 menit)	Jumlah soal (maksimum 30 soal per taraf kesukaran soal)	Akhir Taraf kesukaran soal yang dicapai
Peserta 1	50	40 menit	35	Sedang
Peserta 2	100	25 menit	17	Sulit
Peserta 3	100	23 menit	18	Sulit
Peserta 4	68	40 menit	22	Sedang
Peserta 5	72	35 menit	35	Sulit
Peserta 6	100	32 menit	20	Sulit
Peserta 7	80	40 menit	25	Sedang
Peserta 8	64	40 menit	30	Sedang
Peserta 9	82	40 menit	25	Sulit
Peserta 10	100	30 menit	20	Sulit

3.2. Pembahasan

Hasil dari pengembangan dan pemanfaatan algoritma fuzzy dalam sebuah tes berdasarkan taraf kesukaran soal. Berdasarkan uji *blackbox testing* diperoleh bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dengan 17 butir pernyataan tersebut.

Sedangkan berdasarkan algoritma fuzzy diperoleh bahwa algoritma fuzzy mampu untuk menentukan butir soal selanjutnya berdasarkan jawaban siswa terhadap soal tersebut sesuai dengan aturan algoritma fuzzy dalam sistem ini. Pada gambar 7 dapat kita lihat bahwa ketika siswa dapat menjawab soal dengan taraf kesukaran soal mudah maka soal selanjutnya adalah soal sedang yang merupakan satu tingkat diatasnya berdasarkan taraf kesukaran soal. Begitu seterusnya sesuai taraf kesukaran soal. Sedangkan pada gambar 8 dapat dilihat bahwa ketika siswa pada soal sedang menjawab dengan jawaban salah maka soal selanjutnya diturunkan satu tingkat sesuai taraf kesukaran soal yaitu soal mudah. Maksimal pencapaian didapat jika memenuhi nilai ≥ 100

sebagai nilai maksimal atau memenuhi maksimal jumlah soal atau waktu telah habis.

Pada tabel 2 yang merupakan hasil rekapitulasi dari 10 siswa didapat hasil bahwa banyak siswa yang menyelesaikan soal sebelum waktu habis. Artinya sistem ini dapat menghemat waktu dalam pengerjaan soal. Dalam evaluasi pembelajaran berupa tes ini, seorang siswa tidak perlu menjawab pertanyaan yang mudah saja jika secara prestasi siswa mempunyai kemampuan yang tinggi. Begitu juga dengan siswa yang mempunyai kemampuan rendah. Dalam evaluasi pembelajaran berupa tes, siswa tersebut diuji dengan soal yang mudah/sedang/sulit hingga batas waktu atau bank soal telah habis. Sehingga seorang pendidik/pengajar dapat mengetahui kemampuan pemahaman siswa dalam tes dengan memperhatikan taraf kesukaran soal yang dapat dikerjakan. Hal ini dapat menjadi analisis untuk mengetahui kemampuan siswa dalam memahami materi.

Sistem CAT dengan bank soal yang artinya mempunyai banyak soal untuk diujikan kepada siswa mampu mengurangi terjadi saling mencotek antar siswa. Hal ini disebabkan karena soal yang diterima oleh siswa tentunya berbeda-beda. Sistem penilaian dalam CAT juga dapat diterima oleh siswa secara otomatis dan waktu yang cepat. Sehingga unsur subjektivitas dalam penilaian dapat dihilangkan. Tetapi dalam sistem ini, untuk menentukan taraf kesukaran soal tersebut harus dilakukan uji coba terdahulu terhadap suatu subjek. Hal ini dapat menjadikan penelitian selanjutnya untuk mempunyai sistem yang secara otomatis dapat mengklasifikasikan soal berdasarkan taraf kesukaran soal.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini disimpulkan bahwa algoritma fuzzy dapat diimplementasikan untuk evaluasi pembelajaran yaitu berupa Computerized Adaptive Test (CAT) dengan berdasarkan pada taraf kesukaran soal. Setiap siswa menerima soal yang berbeda-beda berdasarkan kemampuan siswa dalam menjawab pertanyaan sebelumnya. Waktu yang diperlukan siswa dalam penyelesaian soal juga relatif lebih singkat yaitu

kurang dari waktu maksimal tetapi mampu mendapat nilai maksimal.

REFERENSI

- [1] Purwanto, Evaluasi Hasil Belajar, Yogyakarta, Pustaka Pelajar, 2011
- [2] Arikunto, Suharsimi. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara. 2015
- [3] S. A. Nikou and A. A. Economides, "The Impact of Paper-based, Computer-based and Mobile-based Self-assessment on Students' Science Motivation and Achievement," *Computers in Human Behavior*, 2015.
- [4] C. F. Timmers, A. Walraven, and B. P. Veldkamp, "The Effectiveness of Regulation Feedback in a Computer-Based Formative Assessment on Information Problem Solving," *Computers & Education*, vol. 87, 2015
- [5] Asrul, Rusyidi Ananda, Rosnita. *Evaluasi Pembelajaran*. Cita Pustaka Media. Bandung. 2014
- [6] Agung Nur Hidayat, Arief Turbagus Nuril, Atyasa Anindita. *Pengembangan Web Tool Computerized Adaptive Test Dengan Algoritma K-Means Untuk Clustering Soal dan Pemilihan Butir Test dengan Fuzzy Logic*, ISSN 2302-3805 Vol 5, No 1, Tahun 2017
- [7] Agus santoso, *Pengembangan Computerized Adaptive Testing untuk Mengukur Hasil Belajar Mahasiswa Universitas Terbuka*. JPEP Vol 14 No. 1. 2010
- [8] Aslam Fatkhudin, Bayu Surarso, Agus Subagio. *Item Response Theory Model Empat Parameter Logistik Pada Computerized Adaptive Test*. Jurnal Sistem Informasi Bisnis. 2014
- [9] Luh Made Anggrenita, Istianah Muslim, Maksum Ro'is Adin Saf. *Pengembangan Computerized Adaptive Test (CAT) Menggunakan Algoritma Fuzzy dengan Metode Tsukamoto*. ISSN: 2339-2053. 2016
- [10] Terano, T., Asai, K., & Sugeno, M. *Fuzzy systems theory and its applications*. New York: Academic Press, Inc. 1992