

PENERAPAN METODE *FUZZY ITEM RESPONSE THEORY* PADA *e-LEARNING COMPUTERIZED ADAPTIVE TEST*

Diah Kusumawati¹, Andharini Dwi Cahyani², Muhammad Fuad³

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Trunojoyo

Jl. Raya Telang, PO BOX 2, Kamal, Bangkalan -69162

E-mail: *dieah21@gmail.com¹

ABSTRAK

Saat ini *e-Learning* sudah banyak diterima oleh masyarakat dunia, terbukti dengan maraknya implementasi *e-Learning* di lembaga pendidikan maupun industri. *E-Learning* merupakan suatu jenis sistem pembelajaran yang memungkinkan sampainya bahan ajar ke siswa dengan menggunakan media internet, atau media jaringan komputer lain. Tes adaptif merupakan sistem ujian otomatis yang dilakukan secara adaptif, menyesuaikan tingkat kesulitan soal dengan kemampuan masing-masing peserta ujian. Soal yang diberikan tergantung dari jawaban soal sebelumnya: benar atau salah. Dan hasilnya adalah level atau tingkat kemampuan peserta ujian. Salah satu metode yang digunakan dalam tes adaptif yaitu model *Fuzzy Item Response Theory (FIRT)* yang diimplementasikan dalam pembuatan aplikasi tes adaptif untuk lingkungan pendidikan. Berdasarkan hasil eksperimen, dapat disimpulkan bahwa *Adaptive Test* yang dikembangkan dengan menerapkan *Fuzzy Item Response Theory* mampu menempatkan siswa pada tingkat kemampuan yang sesuai dengan kemampuannya, nilai siswa lebih meningkat dengan menggunakan *Adaptive Test* dibandingkan dengan *Konvensional Test* hal tersebut dibuktikan dengan uji coba yang telah dilakukan dengan melihat hasil dari rata-rata nilai tiap siswa. Nilai siswa yang menggunakan *Adaptive Test* hasilnya lebih meningkat dibandingkan dengan nilai siswa yang menggunakan *Konvensional Test*. Dari rata-rata nilai siswa yang menggunakan *Adaptive Test* yakni 80, sedangkan rata-rata nilai siswa yang menggunakan *Konvensional Test* yakni 60.882353.

Kata Kunci : *E-Learning, Fuzzy Item Response Theory (FIRT), Adaptive Test, Konvensional Test.*

ABSTRACT

Nowadays e-learning has been widely accepted by the world society, it proved by the widespread implementation of e-Learning in the education institution and industry. E-Learning is one of the educational system that enables the students to get the teaching materials by use internet, computer networks, or the medias. Adaptive test is an automatic test system that adaptively did by adapting the difficulty level of the questions with each test participator's abilities. The given questions are dependent by previuous answer : true or false. And the result is the level of the test participator ability. One of the used method in adaptive test is fuzzy item response theory (FIRT) model that implemented in adaptive test application production for educational environment. Based on the experimental result, can be concluded that, by applying fuzzy item response theory , it can put the student to their ability level. The student's score are increase by using adaptive test if it compared with conventional test. It proved with an experiment by look the average result from every student. Student's scores who is using adaptive test is increaser than using the conventional test score. By the average score of students who use adaptive test are 80, while the average score of students who use the conventional test are 60.882353.

Keywords: *E-Learning, Fuzzy Item Response Theory (FIRT), Adaptive Test, Conventional Test*

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi informasi di dunia pendidikan telah mengakibatkan terjadinya perubahan dalam banyak hal, salah satu di antaranya adalah dalam hal metode belajar dan mengajar yang dilakukan oleh banyak institusi pendidikan formal maupun informal.

Tes adaptif dapat mengatasi kekurangan dalam model penilaian untuk peserta didik yang berlangsung selama ini. Dengan tes yang tingkat kesulitan soalnya akan disesuaikan dengan kemampuan siswa tersebut.

Computerized Adaptive Test (CAT) adalah suatu bentuk pemanfaatan komputer untuk penyelenggaraan sebuah tes adaptif dimana soal-soal yang diberikan pada siswa telah dipilih dari bank soal yang ada sehingga sesuai dengan tingkat kemampuan siswa yang bersangkutan. Pemilihan soal tersebut dilakukan agar tes yang dilaksanakan dapat mengukur dengan tepat kemampuan masing-masing siswa[3].

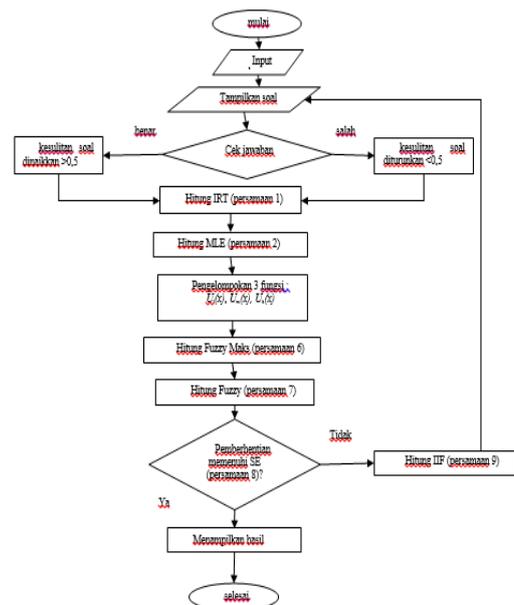
Pada penelitian ini mengimplementasikan tes adaptif sebagai media pembelajaran atau latihan bagi siswa. Tes dirancang hanya untuk latihan siswa bukan untuk tes seleksi dengan tujuan media pembelajaran yang diterapkan diharapkan dapat membantu siswa dalam meningkatkan produktivitas, efektivitas, efisiensi dan meningkatkan intensitas belajar mandiri. Soal yang diberikan beradaptasi dengan tingkat kemampuan siswa. Soal yang diberikan tergantung dari jawaban soal sebelumnya: benar atau salah. Dan hasilnya adalah level atau tingkat kemampuan siswa. Model CAT yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy Item Response Theory (FIRT)* untuk mengetahui tingkat kesulitan soal dan kemampuan masing-masing siswa.

METODE

Computerized Adaptive Testing (CAT) adalah suatu metode pengujian atau evaluasi dengan menggunakan teknologi informasi yang bersifat adaptif [3]. Adaptif berarti bahwa pemberian soal ujian berikutnya tergantung pada perilaku peserta ujian dalam menjawab soal sebelumnya sehingga ujian

yang diberikan untuk setiap peserta dapat bersifat unik berdasarkan tingkat kemampuan masing-masing peserta. Secara umum prinsip kerja CAT dimulai dengan inisialisasi kemampuan siswa dengan menganggap siswa tersebut memiliki kemampuan menengah dan memberikan soal dengan tingkat kesulitan menengah pula. Pemilihan soal berikutnya berdasarkan atas jawaban peserta ujian terhadap s

oal yang saat itu diberikan, jika jawaban benar maka soal selanjutnya akan memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi, akan tetapi jika jawaban salah maka soal berikutnya memiliki tingkat kesulitan yang lebih rendah[4]. *Fuzzy Item Response Theory (FIRT)* merupakan suatu kombinasi dari metode *Fuzzy* dengan metode *Item response theory (IRT)* dengan tujuan untuk ketidakpastian respon pembelajaran dan perkiraan kemampuan pembelajaran. Menurut *Item response theory (IRT)*, jika siswa bisa sepenuhnya memahami soal maka kemampuan siswa akan dinaikkan, sebaliknya kemampuan siswa akan turun jika siswa tidak dapat memahami soal. *Item response theory (IRT)* dapat memperkirakan kemampuan siswa oleh karena itu persentase pemahaman dengan *fuzzy* memahami kemampuan dengan membagi tiga kelompok *fuzzy* standar fungsi.



Gambar.1 Flowchart Sistem CAT

1. Item Response Theory (IRT)

Item response theory (IRT) adalah suatu teori psikometrik yang menyediakan dasar untuk mengukur skala peserta ujian dan soal

berdasarkan respon yang diberikan kepada soal tersebut. Model IRT adalah fungsi yang menghubungkan peserta ujian dan parameter soal ke probability dari hasil yang diskrit, seperti respon menjawab benar suatu soal. Sebagai inti dari teori, IRT menyediakan dasar untuk mengestimasi parameter, menentukan seberapa baik data sesuai dengan model dan menginvestigasi properti-properti psikometrik yang diukur.

Model logistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 1 parameter dengan persamaan berikut [1]:

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-L}} = \frac{1}{1 + e^{-a(\theta-b)}} \quad (1)$$

Keterangan :

$P(\theta)$ = probabilitas seorang siswa menjawab benar suatu soal dengan parameter b

θ = kemampuan terestimasi dari siswa

L = nilai *logit* sama dengan $L = a(\theta - b)$

a = nilai parameter *discrimination* dari soal tersebut

b = nilai parameter *difficulty* dari soal tersebut

e = nilai eksponensial, yaitu 2,718

2. Maximum Likelihood Estimation (MLE)

Pada *fuzzy item response theory*, *maximum likelihood estimation* digunakan untuk mengestimasi kemampuan siswa. Proses ini dimulai dengan suatu nilai yang telah ditentukan untuk kemampuan siswa dan nilai parameter soal yang telah diketahui. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menghitung probabilitas menjawab benar pada masing-masing soal untuk siswa. Kemudian suatu penambahan terhadap nilai kemampuan perkiraan yang mendekati nilai dari probabilitas yang dihitung dengan vektor siswa terhadap soal tersebut. Keunggulan metode ini adalah metode ini cukup efisien, error berdistribusi normal, dan tidak bias. Metode ini merupakan suatu proses iterasi yang dimulai dengan suatu nilai inisial untuk kemampuan siswa. Pendekatan perhitungan *estimasi* adalah modifikasi dari metode iteratif *Newton-Raphson* untuk menyelesaikan metode. Estimasi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2 berikut ini [1]:

$$\theta_{s+1} = \theta_s + \frac{\sum_{i=1}^n -a_i [u_i - P(\theta_s)]}{\sum_{i=1}^n a_i^2 P_i(\theta_s) Q_i(\theta_s)} \quad (2)$$

Keterangan :

θ_s = kemampuan peserta tes yang diestimasi dalam perulangan s

a_i = parameter diskriminan dari soal i , dengan $i=1,2,\dots,N$

u_i = jawaban yang dibuat oleh peserta tes terhadap soal i

$u_i = 1$ skor jawaban benar

$u_i = 0$ skor jawaban salah

$P_i(\theta_s)$ = kemungkinan jawaban benar terhadap soal i , di bawah model kurva karakteristik butir soal yang digunakan, pada tingkat kemampuan θ dalam perulangan s .

$Q_i(\theta_s) = 1 - P_i(\theta_s)$ kemungkinan jawaban benar terhadap soal i , di bawah model kurva karakteristik butir soal yang digunakan, pada tingkat kemampuan θ dalam perulangan s .

3. Fuzzy

Item Response Theory (IRT) dapat memperkirakan kemampuan siswa oleh karena itu persentase pemahaman dengan fuzzy memahami kemampuan dengan membagi tiga kelompok fuzzy standar fungsi. Diasumsikan jika pemahaman ditetapkan sebagai x , tiga fuzzy tersebut yakni siswa dengan kelompok kemampuan rendah $K_l(x)$, siswa kelompok kemampuan cukup $K_m(x)$ dan siswa kelompok kemampuan tinggi $K_h(x)$. Didefinisikan sebagai berikut [2] :

➤ Untuk kelompok kemampuan rendah :

$$K_l(x) = e^{-\left(\frac{x}{0.5}\right)^2} \text{ untuk } x < 0,4 \quad (3)$$

➤ Untuk kelompok kemampuan sedang :

$$K_m(x) = e^{-\left(\frac{x-0.5}{0.125}\right)^2} \text{ untuk } 0,4 \leq x \leq 0,6 \quad (4)$$

➤ Untuk kelompok kemampuan tinggi :

$$K_h(x) = e^{-\left(\frac{x-1}{0.5}\right)^2} \text{ untuk } x > 0,6 \quad (5)$$

Kemudian setelah diketahui masing-masing kemampuannya dari ketiga fungsi tersebut maka dicari Fuzzy maksimumnya $K_u(x)$ Didefinisikan sebagai berikut [2]:

$$K_u(x) = \text{Max} \{K_l(x), K_m(x), K_h(x)\} \quad (6)$$

Dari tiga fungsi keanggotaan fuzzy didefinisikan dari rumus persamaan (3) sampai rumus persamaan (5) untuk mendukung evaluasi pemahaman fuzzy akhir $K_u(x)$ sebagai rumus (6). Berdasarkan metode evaluasi pemahaman fuzzy akhir, nilai estimasi kemampuan baru siswa dapat didefinisikan sebagai berikut [4]:

$$\Theta_{j,i}(x) = \begin{cases} \Theta_j + (\Theta_w - \Theta_j) \times K_u(x) & \text{when } x < 0,4 \\ \Theta_j & \text{when } 0,4 \leq x \leq 0,6 \\ \Theta_j + (\Theta_c - \Theta_j) \times K_u(x) & \text{when } x > 0,6 \end{cases} \quad (7)$$

Keterangan :

- $\Theta_j = \theta_s$ = kemampuan peserta tes yang diestimasi dalam perulangan s.
- $\Theta_w = Qi(\theta_s) = 1 - Pi(\theta_s)$ kemungkinan jawaban salah terhadap soal.
- $\Theta_c = Pi(\theta_s)$ = kemungkinan jawaban benar terhadap soal.

4. Standart Error (SE)

Standart Error (SE) adalah Standart Error untuk nilai kemampuan siswa Θ . Dalam aplikasi CAT, nilai maksimum standar error yang biasa dipakai adalah 0.33 [3]. Standar error dari kemampuan siswa dapat dihitung dengan persamaan 8 berikut ini [1]:

$$SE(\Theta) = 1 / \sqrt{\sum_{i=1}^N a_i^2 \cdot P_i(\Theta) \cdot Q_i(\Theta)} \quad (8)$$

Keterangan :

- a_i = parameter diskriminan dari soal i, dengan $i=1,2,\dots,N$
- $Pi(\theta)$ = kemungkinan jawaban benar terhadap soal i, di bawah model kurva karakteristik butir soal yang digunakan, pada tingkat kemampuan θ dalam perulangan s.
- $Qi(\theta_s) = 1 - Pi(\theta_s)$ kemungkinan jawaban benar terhadap soal i, di bawah model kurva karakteristik butir soal yang digunakan, pada tingkat kemampuan θ dalam perulangan s.

5. Item information function (IIF)

Setelah kita dapatkan estimasi kemampuan dan standar error dari siswa, maka untuk pemberian soal selanjutnya didasarkan pada *Item information function* (IIF). Dari IIF soal-soal yang ada di bank soal, kemudian dipilih yang nilainya paling besar

untuk kemudian dipilih dan ditampilkan kepada siswa sebagai soal selanjutnya. Untuk menghitung IIF dapat kita gunakan persamaan 9 berikut ini [1]:

$$I_i(\theta) = P_i(\theta) Q_i(\theta) \quad (9)$$

Keterangan :

- $Pi(\theta_s)$ = kemungkinan jawaban benar terhadap soal i, di bawah model kurva karakteristik butir soal yang digunakan, pada tingkat kemampuan θ dalam perulangan s.
- $Qi(\theta_s)$ = kemungkinan jawaban benar terhadap soal i, di bawah model kurva karakteristik butir soal yang digunakan, pada tingkat kemampuan θ dalam perulangan s.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data siswa kelas X tahun ajaran 2013/2014 yang diperoleh dari SMK Negeri 3 Pamekasan. Jumlah soal yang digunakan sebanyak 226 soal diperoleh dari bab 1 sampai bab 8. Dalam implementasinya, data diujicoba untuk 4 kelas X dengan 2 skenario. Skenario 1 menggunakan *E-Learning Adaptive Test* dan skenario 2 menggunakan *E-Learning* konvensional tes.

Skenario 1 dua kelas yakni kelas X - TI¹ RPL dan kelas X - TI³ RPL menggunakan *E-Learning Adaptive Test* dan skenario 2 dua kelas yakni kelas X - TI² RPL dan kelas X - TI Multimedia menggunakan *E-Learning* konvensional tes.

Dari 2 skenario ini sama-sama belajar *E-Learning*.

- a. Belajar dengan *E-Learning* menggunakan *Adaptive Test*.
 - b. Belajar dengan *E-Learning* menggunakan konvensional tes.
 - c. *Post-test* yang diberikan dengan soal yang sama.
- a. Skenario 1**

Pada uji coba *Adaptive Test* dibawah ini diambil contoh dari hasil salah satu siswa. Dimana terlihat jelas bahwa tingkat kesulitan soal yang diberikan pada siswa sesuai dengan respon jawaban siswa yang ditunjukkan pada Tabel 1. Dimana siswa yang bernama Yuliana pada *test* ke-1 kemampuan awal 0.5 dan soal

pertama diberikan dengan tingkat kesulitan 0.5 kemudian saat menjawab soal tersebut jawaban adalah 1 itu menunjukkan bahwa jawaban benar, sehingga kemampuan siswa naik menjadi 1,90484 maka untuk soal no.2 diberikan dengan tingkat kesulitan diatas 0,5 yaitu 0.8, seperti itu terus kemampuan siswa menjadi naik atau turun sesuai respon jawaban siswa dapat dilihat pada Gambar 2.

Skenario 1 : tes 1 anak.

Tujuan : untuk mengetahui tingkat pergerakan kemampuan siswa dan tingkat kesulitan soal yang selalu berubah.

Nama : Yuliana

Id_session : 2474212717

Tabel 1 Hasil Tes Skenario 1

No	id soal	a	b (sebelum)	respon	Theta	b (sesudah)
1	15	1	0.5	1	0.5	0.45
2	67	1	0.8	1	1.90484	0.72
3	107	1	0.6	0	0.659385	0.64
4	59	1	0	1	-0.22902	0.1
5	221	1	0.2	1	0.141085	0.18
6	95	1	0	1	0.0824274	0.16
7	157	1	0	1	0.0533577	0.17



Gambar.2 Grafik kemampuan siswa



Gambar.3 Grafik kesulitan soal

b. Skenario 2

Pada skenario 2 ini adalah 2 kelas X yakni kelas X – TI² RPL dan kelas X – TI Multimedia yang menggunakan tes konvensional. Perbedaan antara menggunakan adaptive test dengan menggunakan tes konvensional dimana kemampuan siswa dianggap sama dan soal yang diberikan juga sama antara siswa yang satu dengan yang lain

tanpa melihat dari kemampuan siswa dapat menjawab soal-soal tersebut, sedangkan jika menggunakan adaptive kemampuan siswa dapat dilihat dari respon jawaban yang diberikan sehingga soal yang diberikan sesuai dengan respon jawaban siswa. Hasil dari pengamatan uji coba dengan menggunakan tes konvensional atau tidak menggunakan adaptive dimana hasil dari rata-rata = 60.882353

Analisa Perbandingan

Dari hasil uji coba yang telah dilakukan sehingga dapat dibandingkan hasil dari rata-rata nilai menggunakan adaptive tes dengan hasil rata-rata nilai menggunakan tes konvensional atau tanpa menggunakan adaptive tes dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Tabel Perbandingan Antara Adaptive Test dan Tes Konvensional

rata-rata nilai dg adaptive tes	rata-rata nilai dg konvensional
80	60.882353

Setelah dianalisa hasil dari nilai siswa yang menggunakan adaptive tes dibandingkan dengan yang menggunakan konvensional, nilai siswa lebih meningkat dengan menggunakan adaptive tes dibandingkan dengan tes konvensional hal tersebut dibuktikan dengan uji coba yang telah dilakukan dengan melihat hasil dari rata-rata nilai tiap siswa.

Dari tabel 1 terlihat jelas bahwa nilai rata-rata siswa lebih tinggi menggunakan adaptive tes dibandingkan dengan menggunakan tes konvensional. Dimana pada rata-rata nilai tes adaptive tes adalah 80. Sedangkan dengan menggunakan tes konvensional tes rata-rata nilai adalah 60.882353.

SIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah :

1. Soal yang diberikan pada tes adaptive ini sesuai dengan kemampuan siswa dan sesuai dengan respon jawaban siswa.
2. Dari hasil uji coba adaptive tes dibandingkan dengan tes konvensional nilai siswa lebih meningkat dengan menggunakan adaptive tes.

SARAN

Saran-saran yang bisa disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ini dapat dikembangkan lagi dengan metode lainnya.
2. Soal-soal yang ada pada aplikasi ini masih sangat kurang jadi perlu ditambah lagi karena soal yang diberikan terkadang muncul lagi disebabkan soal-soal yang ada masih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fahmi, M. 2011. *Desain Dan Implementasi Computerized Adaptive Test Berbasis Item Response Theory Pada Learning Management System Moodle*. Industri, Institut Sepuluh November.
- [2] Chih-Ming, C. A Personalized Courseware Recommendation System Based on Fuzzy Item Respon Theory. *Junal Department of Information and Computer Education National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan. 123 Hua-His Rd., Hualien, Taiwan 970, R.O.C.*
- [3] Sari, PK. 2006. Penerapan Item Response Theory Pada Adaptive Online Test System [*Skripsi*]. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [4] Feni, S. 2012. Rancang Bangun E-Learning Computerized Adaptive Test Berbasis Item Response Theory [*Skripsi*]. Universitas Trunojoyo Madura. Bangkalan.