

Penilaian Ujian Otomatis untuk Soal Bertipe Essay pada PJJ APTIKOM menggunakan *Cosine Similarity*

Nurul Hidayat*¹, Lasmedi Afuan²

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Unsoed;
Jl Mayjen Sungkono KM 5 Blater Purbalingga, Jawa Tengah Indonesia

Abstrak

Penelitian mengembangkan sistem penilaian jawaban *essay* secara otomatis pada PJJ APTIKOM dengan menggunakan algoritma similaritas. Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini antara lain: 1) input data yang dimasukkan oleh pendidik dan peserta didik berupa soal ujian, kunci jawaban dan jawaban; 2) Pemrosesan teks, kunci jawaban dan jawaban dilakukan pemrosesan teks dengan melakukan tokenisasi, stopword removal, dan stemming; 3) Perhitungan bobot, dilakukan dengan menggunakan algoritma TF-IDF; 4) Pengukuran similaritas antara jawaban dan kunci jawaban dengan menggunakan algoritma *cosine similarity*; 5) Penjumlahan nilai similaritas untuk setiap soal. Selanjutnya, nilai similaritas dikonversi menjadi nilai akhir bagi peserta didik. Sistem yang dikembangkan akan dikolaborasikan dengan penggunaan E-Learning yang telah digunakan pada PJJ APTIKOM. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mempermudah pendidik dalam pemberian skor pada jawaban *essay* dan bagi peserta didik dapat mengetahui secara *realtime* nilai ujiannya.

Kata kunci: PJJ APTIKOM, TF-IDF, Cosine similaritas, evaluasi essay.

Abstract

This study proposes the development of an automated essay answer scoring system in PJJ APTIKOM using the similarity algorithm. There are several stages carried out in this study, among others: 1) input data entered by teachers and students in the form of exam questions, key answers, and answers; 2) Text processing, answer keys and answers are processed by text by tokenization, stopword removal, and stemming; 3) Calculation of weights, carried out using the TF-IDF algorithm; 4) Measurement of similarity between answers and answer keys using the cosine similarity algorithm; 5) Summing the similarity value for each question. Next, the value of similarity converted to the final value for students. The system developed will collaborated with the use of E-Learning that has used at PTJJ. The existence of this system is expected to facilitate teachers in giving scores on essay answers and for students to know in realtime the test scores.

Keywords: PJJ, TF-IDF, Cosine similarity, essay evaluation.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi mendorong perubahan di semua bidang, salah satunya di bidang pendidikan[1]. Pada bidang pendidikan perubahan terjadi pada sistem pendidikan dan pengajaran. Awalnya proses pendidikan dan pengajaran dilakukan secara konvensional, yang mengharuskan pendidik (guru/dosen/tutor) bertatap muka langsung dengan peserta didik (learner/mahasiswa/siswa). Akan tetapi dengan teknologi informasi, proses pendidikan dan pengajaran dapat diselenggarakan menggunakan metode pembelajaran jarak jauh (PJJ APTIKOM) yang memanfaatkan E-Learning. Dengan E-Learning, pendidik dan peserta didik tidak diharuskan untuk bertatap muka, bahkan proses pendidikan dan pengajaran memiliki fleksibilitas yaitu dapat diselenggarakan dimanapun dan kapanpun serta tidak memiliki batasan ruang dan waktu. Pemanfaatan E-Learning diharapkan dapat memotivasi peningkatan kualitas pembelajaran dan materi ajar, kualitas dan kemandirian peserta didik, serta komunikasi antara pendidik dengan peserta didik maupun antara peserta didik.

Pembelajaran menggunakan E-Learning merupakan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi internet. Pada E-Learning, pendidik tidak sekedar mengunggah materi pembelajaran yang bisa diakses oleh peserta didik, tetapi pendidik juga melakukan evaluasi pembelajaran, menjalin komunikasi, berkolaborasi, dan mengelola aspek-aspek pembelajaran lainnya. Materi pembelajaran yang disimpan pada E-Learning tidak hanya diambil dari buku atau diklat yang diubah menjadi halaman web, tetapi juga perlu memperhatikan aspek desain instruksional dan juga desain web agar lebih menarik bagi peserta didik.

Pada pembelajaran menggunakan E-Learning, proses evaluasi pembelajaran merupakan komponen yang sangat penting yang perlu dilakukan oleh pendidik[2]. Hal ini bertujuan agar pendidik dapat mengetahui sejauh mana pemahaman peserta didik mengenai materi online yang telah dipelajari oleh peserta didik. Pada E-Learning, pelaksanaan evaluasi dapat dilakukan secara online, mulai dari menjawab soal evaluasi sampai dengan proses pemberian nilai. Hal ini memberikan keuntungan bagi pendidik dan peserta didik karena pelaksanaan evaluasi menjadi lebih efektif dan efisien. Ada banyak bentuk evaluasi yang dapat dilakukan[3]. Secara umum untuk evaluasi ada dua tipe soal yang dapat digunakan yaitu pilihan ganda (*multiple choice*) dan esei (*essay*). Masing-masing tipe soal memiliki kelebihan dan kelemahan, misal untuk soal bertipe pilihan ganda memudahkan dalam pendidik dalam penskoran. Pada bentuk pilihan ganda siapa pun yang memeriksa akan memberikan skor yang sama, sehingga kesalahan karena penskoran dapat menjadi kecil, apalagi bila digunakan komputer dalam penskoran. Namun demikian bentuk pilihan mempunyai peluang menjawab benar dengan menebak cukup tinggi yang ditunjukkan oleh besarnya *blind guessing* maupun *pseudo-level chance*[3]. Penskoran pada pilihan ganda bersifat dikotomis sehingga tidak optimal untuk mengetahui kemampuan peserta didik[3]. Sedangkan pada tipe esei (*essay*) memiliki kelebihan yaitu mampu digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman atau kemampuan dari peserta didik mengenai materi yang telah dipelajari.

Pada tipe *essay* peserta didik diharuskan menjawab dengan kalimat, sehingga dapat melatih peserta didik dalam menyampaikan sesuatu informasi secara verbal yang dituangkan didalam tulisan. Selain itu ujian esai juga menuntut pemahaman yang lebih baik akan suatu ilmu dan dapat digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik akan suatu ilmu secara lebih mendalam. Akan tetapi, penggunaan tipe *essay* memerlukan waktu yang banyak bagi pendidik untuk memeriksa jawaban *essay*, semakin banyak jumlah ujian dan banyaknya jumlah peserta didik yang mengikuti ujian, maka semakin banyak jumlah ujian yang dikoreksi oleh pendidik. Hal ini menyebabkan kualitas penilaian menurun dan terkadang penilaian tidak bersifat objektif lagi. Salah satu kesulitan penilaian *essay* adalah subjektivitas. Banyak peneliti menyatakan bahwa sifat subjektif dari penilaian *essay* menyebabkan variasi penilaian di kelas yang diberikan oleh penilai manusia yang berbeda, yang dirasakan oleh siswa sebagai sumber ketidakadilan. Selanjutnya penilaian *essay* adalah kegiatan memakan waktu[4].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, pada penelitian ini peneliti mengusulkan pengembangan prototipe sistem online yang digunakan untuk penilaian jawaban ujian *essay* secara otomatis. Dengan adanya prototipe sistem ini, diharapkan penilaian jawaban *essay* peserta didik dapat dilakukan secara efektif dan efisien dan dapat membantu mempermudah penilaian yang dilakukan oleh pendidik.

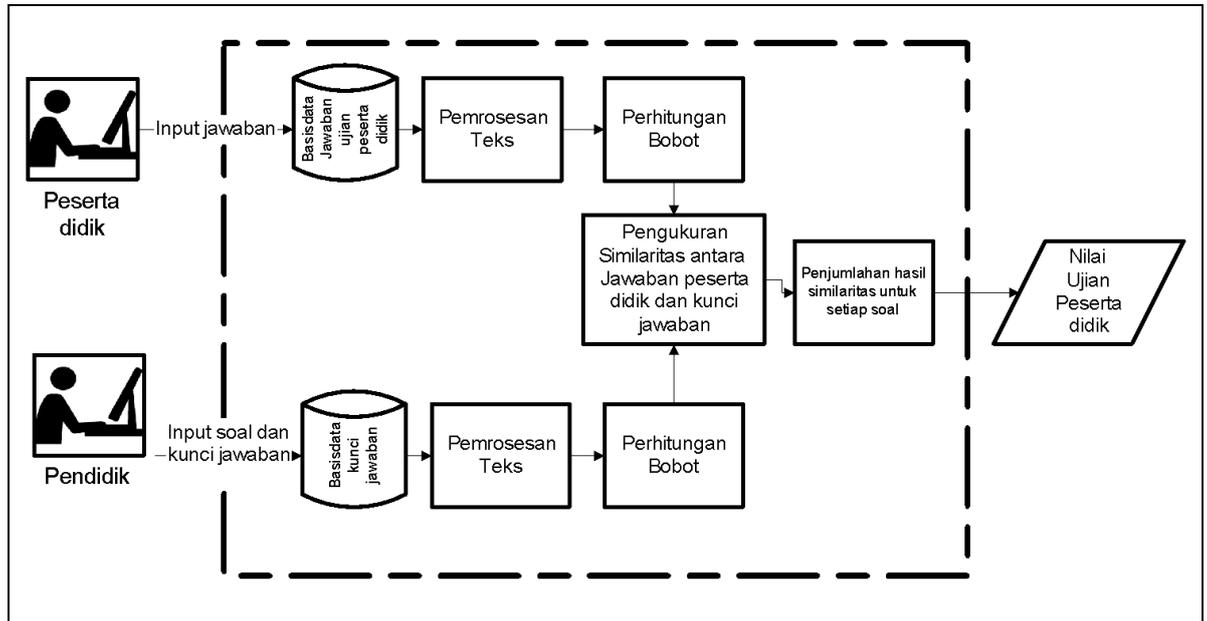
2. METODOLOGI

Lokasi penelitian berada di Laboratorium Pemrograman Teknik Informatika Universitas Jenderal Soedirman. Jalan Mayjen Sungkono KM 5 Blater Purbalingga. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 (lima) bulan.

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian atau arsitektur dari sistem yang akan dikembangkan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1. Secara umum, terdapat 2 (dua) lingkungan pengembangan sistem yaitu lingkungan pengembangan pada sisi pendidik dan lingkungan pengembangan pada sisi peserta didik. Pengembangan sistem secara keseluruhan akan dilakukan dengan beberapa tahapan

seperti analisis, perancangan, hasil implementasi, dan pengujian. Tahapan-tahapan tersebut akan dijelaskan secara rinci pada bagian 4.



Gambar 1. Arsitektur sistem

Pada arsitektur yang disajikan pada Gambar 1, terdapat beberapa tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk menghitung similaritas antara lain:

a. Input atau masukan

Data yang diinputkan atau dimasukan ke sistem dibagi menjadi 2 (dua) yaitu data yang dimasukkan oleh peserta didik dan data yang dimasukkan oleh pendidik. Data yang dimasukkan oleh peserta didik berupa jawaban untuk setiap soal yang diberikan. Sedangkan data yang dimasukkan oleh pendidik berupa data soal dan kunci jawaban dari setiap soal. Semua data yang dimasukkan oleh pendidik dan peserta didik selanjutnya disimpan didalam basis data.

b. Pemrosesan teks

Data yang telah dimasukkan oleh pendidik dan peserta didik, dilakukan pemrosesan teks. Ada beberapa proses yang dilakukan pada tahapan pemrosesan teks antara lain:

1. Tokenisasi, merupakan proses menghilangkan tanda baca pada teks.
2. Stopword removal, menghilangkan kata-kata yang sering muncul dalam teks, akan tetapi kemunculannya tidak mengandung arti. Sebagai contoh dan, yang, sedangkan, lalu, dan lainnya.
3. Stemming merupakan proses pencarian kata dasar dari sebuah kata.

c. Perhitungan bobot

Proses pembobotan setiap *term* di dalam dokumen, proses pembobotan ini menggunakan metode *tf-idf*. Keberhasilan dari sistem ini ditentukan oleh skema pembobotan terhadap suatu *term* baik untuk cakupan lokal maupun global, dan faktor normalisasi[10]. Pembobotan lokal hanya berpedoman pada frekuensi munculnya *term* dalam suatu dokumen dan tidak melihat frekuensi kemunculan *term* tersebut di dalam dokumen lainnya. Pembobotan global digunakan untuk memberikan tekanan terhadap *term* yang mengakibatkan perbedaan dan berdasarkan pada penyebaran dari *term* tertentu diseluruh

dokumen. Bobot lokal suatu *term* i di dalam dokumen j (tf_{ij}) dapat didefinisikan pada persamaan 1 sebagai berikut

$$tf_{ij} = \frac{f_{ij}}{\max_i(f_{ij})} \quad (1)$$

Bobot global dari suatu *term* i pada pendekatan *inverse document frequency* (idf_i) dapat didefinisikan pada persamaan 2 sebagai berikut

$$idf_i = \log_2\left(\frac{n}{df_i}\right) \quad (2)$$

Bobot dari *term* i di dalam sistem IR (w_{ij}) dihitung menggunakan ukuran *tf-idf* yang didefinisikan pada persamaan 3 [11] dan [12] sebagai berikut

$$w_{ij} = tf_{ij} \times idf_i \quad (3)$$

d. Pengukuran Similaritas

Salah satu ukuran kemiripan teks yang populer [13] adalah *cosine similarity*. Ukuran ini menghitung nilai cosinus sudut antara dua vektor. Jika terdapat dua vektor dokumen d_j dan query q , serta t *term* diekstrak dari koleksi dokumen maka nilai cosinus antara d_j dan q didefinisikan pada persamaan 4 [11]

$$similarity(\vec{d}_j, \vec{q}) = \frac{\vec{d}_j \cdot \vec{q}}{|\vec{d}_j| \cdot |\vec{q}|} = \frac{\sum_{i=1}^t (w_{ij} \cdot w_{iq})}{\sqrt{\sum_{i=1}^t w_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^t w_{iq}^2}} \quad (4)$$

e. Penjumlahan hasil similaritas antara soal dan jawaban dari peserta didik.

Dari hasil pengukuran similaritas antara jawaban dan kunci jawaban setiap soal, selanjutnya dilakukan penjumlahan. Hasil dari penjumlahan kemudian di konversi menjadi nilai akhir dari peserta didik. Tabel konversi nilai kemiripan ke nilai akhir disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konversi nilai kemiripan

Rentang nilai kemiripan	Nilai Akhir
0.01-0.10	10
0.11-0.20	20
0.21-0.30	30
0.31-0.40	40

0.41-0.50	50
0.51-0.60	60
0.61-0.70	70
0.71-0.80	80
0.81-0.90	90
0.91-1.00	100

3. PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian sehingga dapat mengembangkan perangkat lunak sistem otomatis untuk evaluasi hasil pembelajaran. Terdapat 4 tahapan yang akan dibahas pada bab ini yaitu analisis sistem, perancangan, hasil implementasi, dan pengujian.

4.1 Analisis sistem

Analisis sistem diperlukan untuk mengetahui kebutuhan dari sebuah sistem yang akan dikembangkan, pada penelitian ini ada 2 analisis yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan pengguna dan analisis kebutuhan sistem. Untuk analisis kebutuhan pengguna meliputi analisis kebutuhan input (masukan), analisis kebutuhan proses dan analisis kebutuhan output (luaran). Sedangkan analisis sistem meliputi analisis kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk menjalankan sistem yang telah dikembangkan.

4.1.1 Analisis kebutuhan pengguna

Pengguna yang akan menggunakan sistem ini dibagi menjadi 3 level yaitu peserta didik, pendidik, dan administrator. Untuk analisis dari setiap level dijelaskan pada uraian berikut.

a. Kebutuhan input

Kebutuhan input ini merupakan data yang dimasukkan oleh pengguna ke dalam sistem.

Peserta Didik antara lain: Login, Data password pengguna, Data entri (key in) matakuliah online, Jawaban evaluasi pembelajaran.

Pendidik antara lain: Login, data password pengguna, persetujuan matakuliah (*enroll*), data soal evaluasi, data kunci jawaban evaluasi, data index, data bobot, data Panjang vektor.

Administrator: Login, data password pengguna, master data (status perkawinan, agama, asal sekolah, kota, provinsi, kewarganegaraan, gelombang, jenis peserta didik), data mahasiswa, data kurikulum, data matakuliah, bata perkuliahan, ata pendidik, data pengguna

b. Kebutuhan proses

Input atau masukan pengguna akan diproses oleh sistem, maka diperlukan analisis kebutuhan proses yang akan berjalan pada sistem. Kebutuhan proses ini mengacu pada hasil analisis kebutuhan input dari pengguna.

Peserta Didik: Autentikasi login, validasi password pengguna, persetujuan matakuliah online, penghitungan similaritas jawaban evaluasi

Pendidik: Autentikasi login, validasi password pengguna, persetujuan matakuliah (*enroll*), pemrosesan soal evaluasi, pemrosesan kunci jawaban evaluasi, pembuatan index, perhitungan bobot, perhitungan panjang vektor

Administrator: Autentikasi login, validasi password pengguna, master data (Status perkawinan, agama, asal sekolah, kota, provinsi, kewarganegaraan, gelombang, jenis peserta didik), pemrosesan data mahasiswa, pemrosesan data kurikulum, pemrosesan data matakuliah, pemrosesan data perkuliahan, pemrosesan data pendidik, pemrosesan data pengguna

c. Kebutuhan output

Peserta Didik: Hasil verifikasi login, informasi kampus, daftar matakuliah online yang diikuti, hasil jawaban soal evaluasi, nilai atau skor evaluasi

Pendidik: Hasil verifikasi login, daftar mahasiswa yang mengikuti matakuliah yang diampu secara online, daftar soal evaluasi, daftar kunci jawaban evaluasi, daftar index, hasil perhitungan bobot, hasil perhitungan vektor

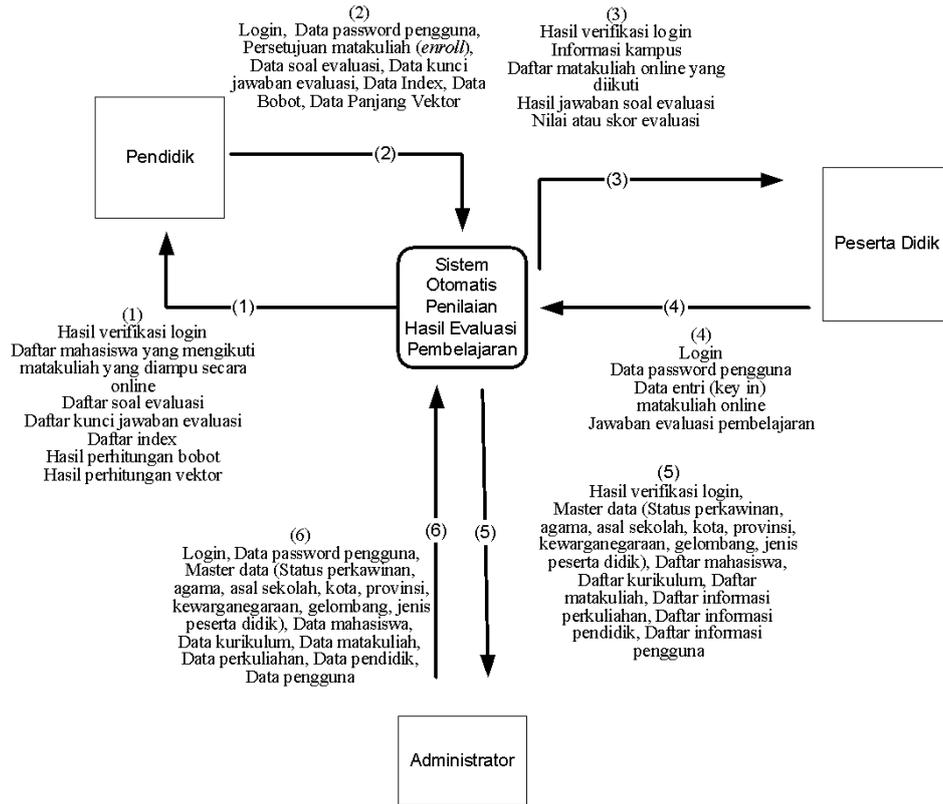
Administrator: Hasil verifikasi login, master data (Status perkawinan, agama, asal sekolah, kota, provinsi, kewarganegaraan, gelombang, jenis peserta didik), daftar mahasiswa, daftar kurikulum, daftar matakuliah, daftar informasi perkuliahan, daftar informasi pendidik, daftar informasi pengguna

4.2 Perancangan

Tahapan analisis kebutuhan pengguna yang telah dilakukan akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan perancangan sistem dan perancangan antar muka dari sistem yang akan dikembangkan. Perancangan sistem dilakukan dengan merancang DFD (*Data Flow Diagram*) yang dapat menggambarkan aliran data di dalam sistem yang dikembangkan. Sedangkan perancangan antar muka sistem digunakan sebagai gambaran awal *user interface* dari sistem.

4.2.1 DFD Level 0

DFD level 0 merupakan gambaran aliran data dari input, proses dan output secara umum. DFD level 0 mengacu pada hasil analisis sistem. Seperti yang sudah dijelaskan pada tahapan analisis, terdapat 3 aktor (entitas eksternal) yang akan menggunakan sistem ini yaitu peserta didik, pendidik, dan administrator. Secara lengkap, DFD level 0 ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. DFD level 0

4.2.2 Perancangan Antar Muka (user interface)

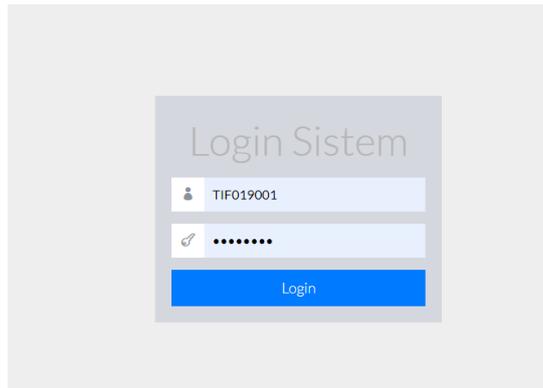
Berdasarkan hasil dari tahapan analisis, tahapan selanjutnya adalah melakukan tahapan perancangan antar muka (*user interface*). Rancangan antar muka digunakan untuk memberikan gambaran pada pengguna sistem tentang fitur-fitur yang tersedia dalam sistem yang dikembangkan. Secara umum terdapat tiga puluh satu (31) rancangan antar muka yang akan digunakan pada sistem ini.

4.3 Hasil implementasi

Tahapan selanjutnya adalah mengimplementasikan rancangan antar muka yang sudah dilakukan sebelumnya ke dalam bentuk pengkodean. Pengkodean sistem menggunakan PHP sebagai *programming language* dan MySQL sebagai DBMS (*Database Management System*).

- a. Implementasi halaman login peserta didik

Pada Gambar 3 merupakan hasil implementasi dari subbab 4.2.2 untuk perancangan antar muka poin 1. Halaman login peserta didik digunakan oleh peserta didik untuk masuk ke sistem.



Gambar 3. Tampilan login Peserta didik

b. Implementasi tampilan pesan login sukses

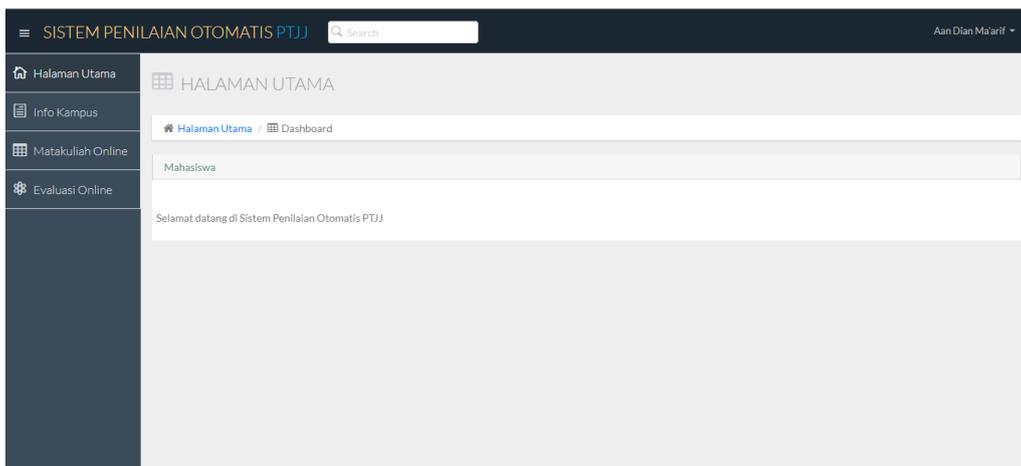
Pada Gambar 4 menampilkan hasil implementasi tampilan pesan login sukses untuk pengguna peserta didik. Jika pengguna memasukkan username dan password yang benar, maka pengguna akan dialihkan ke halaman ini.



Gambar 4. Tampilan pesan login sukses

c. Implementasi halaman awal peserta didik

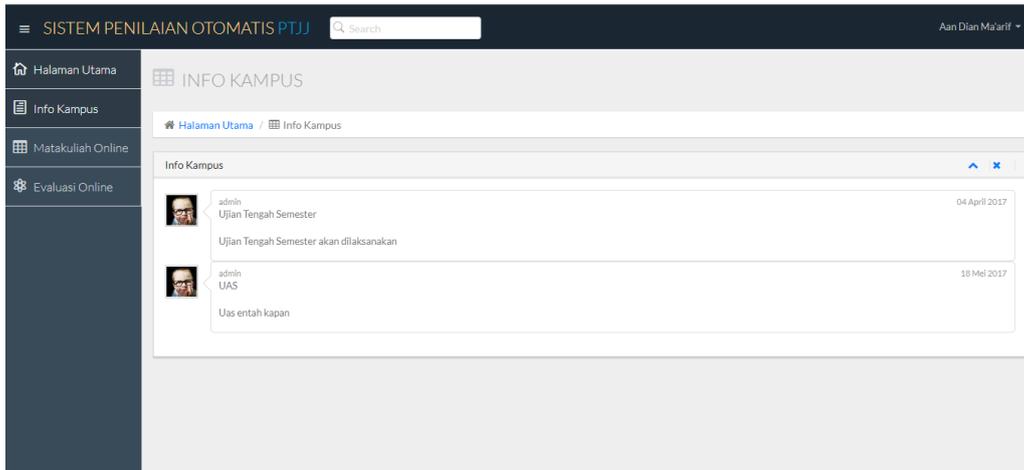
Peserta didik yang telah berhasil login, akan masuk ke halaman awal seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman awal peserta didik

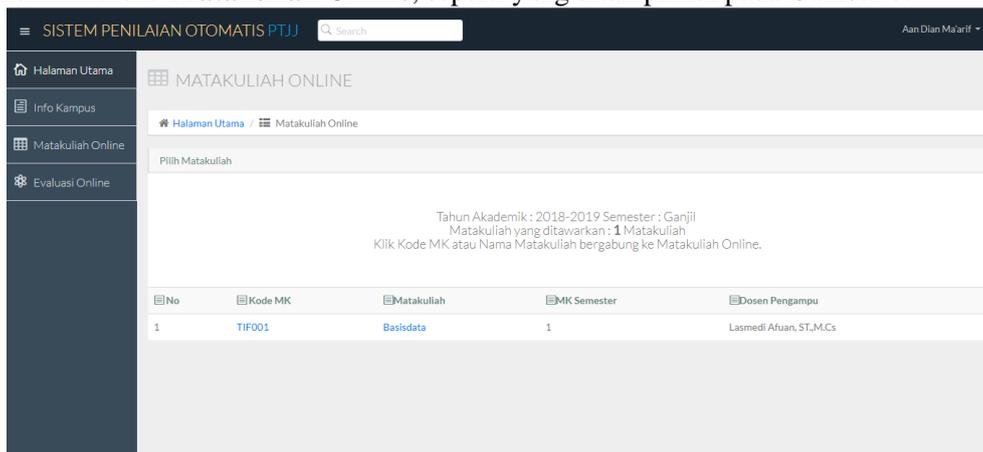
d. Implementasi halaman informasi kampus

Gambar 5 menampilkan implementasi halaman informasi kampus, pada halaman ini peserta didik dapat mengetahui informasi terbaru dari kampus.



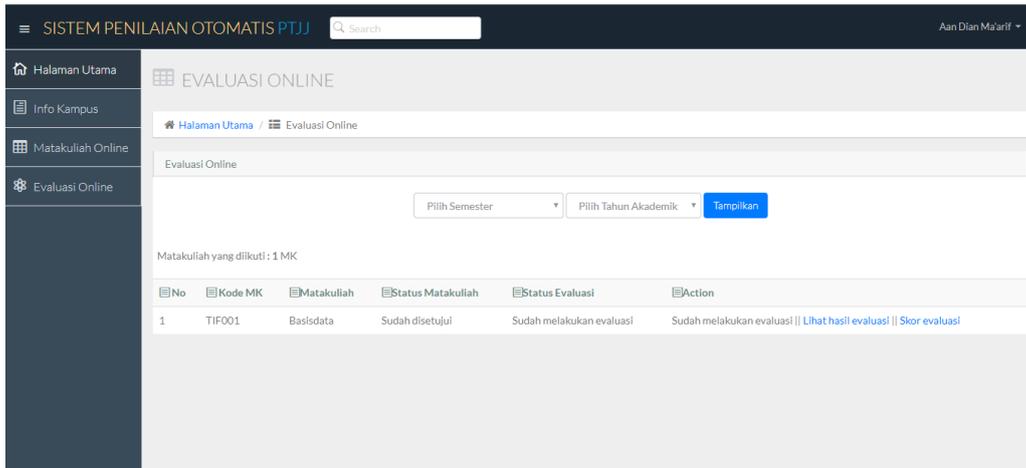
Gambar 6. Informasi Kampus

- e. Implementasi Daftar matakuliah online yang ditawarkan
 Untuk melihat daftar matakuliah online yang ditawarkan, peserta didik dapat memilih menu **Matakuliah Online**, seperti yang ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Daftar matakuliah online yang ditawarkan

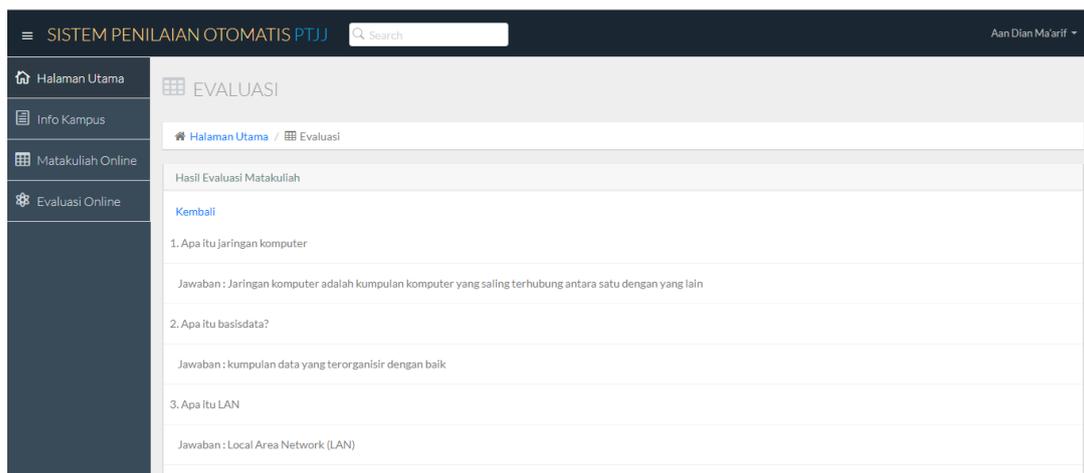
- f. Implementasi halaman daftar matakuliah online yang ditawarkan
 Untuk memulai mengikuti evaluasi secara online, peserta didik dapat memilih menu **Evaluasi Online** seperti yang ditampilkan pada Gambar 8. Untuk melihat hasil evaluasi online dapat mengklik tautan **Lihat hasil evaluasi**. Sedangkan untuk melihat skor dari evaluasi online yang sudah dikerjakan, peserta dapat mengklik tautan **Skor evaluasi**.



Gambar 8. Halaman evaluasi online

g. Implementasi halaman jawaban evaluasi

Jawaban evaluasi peserta didik yang sudah tersimpan, dapat dilihat kembali oleh peserta didik dengan mengklik tautan **Lihat hasil evaluasi**, hasil implementasinya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman jawaban evaluasi

h. Implementasi halaman skor hasil evaluasi

Skor evaluasi peserta didik yang sudah tersimpan, dapat dilihat kembali oleh peserta didik dengan mengklik tautan **Skor evaluasi**, hasil implementasinya dapat dilihat pada Gambar 10.

No	No Soal	Skor Similarity/Kemiripan	Nilai Human Rates
1.	1	1.06796	20
2.	2	0.999999	20
3.	3	0.447213	10
4.	4	1	20
5.	5	1	20
Nilai Akhir			90

Gambar 10. Halaman skor hasil evaluasi

4.4 Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dikembangkan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Kegiatan pengujian pada sistem ini dibagi menjadi dua jenis pengujian yaitu pengujian fungsionalitas sistem dan pengujian similaritas.

4.4.1 Pengujian fungsionalitas sistem

NO	Keterangan Pengujian	Sesuai	Tidak sesuai
1	Peserta didik	V	
2	an pesan login sukses	V	
3	an awal peserta didik	V	
4	asi kampus	V	
5	matakuliah online yang ditawarkan	V	
6	an evaluasi online	V	
7	an jawaban evaluasi	V	
8	an skor hasil evaluasi	V	
9	an login Pendidik	V	
10	an pesan login sukses	V	
11	an awal Dosen	V	
12	mpus (dosen)	V	
13	an persetujuan peserta kuliah online	V	
14	matakuliah	V	
15	soal evaluasi	V	
16	an tambah soal evaluasi	V	
17	an buat index	V	
18	an hitung bobot	V	
19	an hitung panjang vektor	V	
20	an login Administrator	V	
21	an pesan login sukses administrator	V	
22	an utama administrator	V	
23	an info kampus (administrator)	V	

24	an pengelolaan status perkawinan	V	
25	an pengelolaan agama	V	
26	an pengelolaan asal sekolah	V	
27	an pengelolaan mahasiswa	V	
28	an pengelolaan matakuliah	V	
29	an pengelolaan Jadwal perkuliahan	V	
30	an pengelolaan dosen	V	
31	Halaman pengelolaan data pengguna	V	

4.4.2 Pengujian Similaritas

Berdasarkan hasil pengujian similaritas yang telah dilakukan dengan menggunakan sistem yang telah dikembangkan, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan hasil penilaian dari pakar atau dosen pada matakuliah yang dilakukan evaluasi secara online. Dari hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2, disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah sesuai dan dapat digunakan untuk melakukan evaluasi otomatis pada tipe soal berbentuk *essay*.

Tabel 2. Hasil pengujian similaritas dan perbandingan dengan Pakar

NO	Pakar	Sesuai	Tidak sesuai
1		V	
2		V	
3	Pakar 3	V	
4	Pakar 4	V	
5	Pakar 5	V	
6	Pakar 6	V	
7	Pakar 7	V	
8	Pakar 8	V	
9	Pakar 9	V	
10	Pakar 10	V	

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah diuraikan pada bab pendahuluan, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan telah berhasil mengembangkan sistem penilaian ujian otomatis untuk soal bertipe *essay* pada PJJ APTIKOM. Sistem tersebut diharapkan membantu pendidik untuk melakukan penilaian atau evaluasi peserta didik secara online melalui otomatisasi penilaian pada jawaban ujian bertipe soal *essay* dan peserta didik dapat mengetahui hasil penilaian jawaban ujian yang telah dilakukan secara *realtime*. Setelah dilakukan tahapan pengujian, dipastikan bahwa sistem ini dapat digunakan untuk evaluasi penilaian secara otomatis untuk tipe soal *essay*. Untuk pengembangan sistem evaluasi kedepannya, sebaiknya mempertimbangkan konteks dari jawaban yang diisikan oleh peserta didik, hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan penggunaan ontologi. Sistem yang dikembangkan tidak hanya digunakan untuk mengevaluasi jawaban uraian, Akan tetapi juga mampu untuk mengevaluasi jawaban yang menggunakan persamaan matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Fitri and A. N. Asyikin, "Aplikasi Penilaian Ujian Essay Otomatis menggunakan Metode Cosine Similarity," *Poros Tek.*, vol. 7, no. 2, 2015.
- [2] A. A. P. Ratna, B. Budiardjo, and D. Hartanto, "SIMPLE : Sistem Penilai Esei Otomatis untuk Menilai Ujian dalam Bahasa Indonesia," *MAKARA*, vol. 11, no. 1, pp. 5–11, 2007.
- [3] P. Susongko, "Perbandingan Keefektifan Bentuk Tes Uraian dan Teslet dengan Penerapan Graded Response Model (GRM)," *J. Penelit. dan Eval. Pendidik.*, no. 3, pp. 269–288, 2010.
- [4] S. Valenti, F. Neri, and A. Cucchiarelli, "An Overview of Current Research on Automated Essay Grading," *Journal of Inf. Technol. Educ.*, vol. 2, 2003.
- [5] M. S. Hasibuan, "System E-Learning Dengan Pendekatan Evaluasi Pembelajaran," no. January 2012, 2015.
- [6] N. Zahara, "Evaluasi Pembelajaran Online Berbasis Web sebagai Alat Ukur Hasil Belajar Siswa Pada Materi Dunia Tumbuhan Kelas X Man Model Banda Aceh," *Semin. Nas. Biot.*, pp. 480–484, 2015.
- [7] A. Putra, S. Widowati, and S. Solikin, "Evaluasi Sistem Pembelajaran Jarak Jauh Menggunakan Multi-Criteria Methodology (Studi Kasus : Pembelajaran Jarak Jauh Telkom University) Distance Learning Evaluation Using Multi-Criteria Methodology (Case Study : Telkom University Distance Learning)."
- [8] E. B. Susilowati and A. Ashari, "Pengembangan Sistem Evaluasi Kegiatan Belajar Mengajar Berbasis Web Studi Kasus : di SMA Negeri 1 Surakarta 1," vol. 7, no. 2, pp. 199–208, 2013.
- [9] S. H. Bariah and K. A. N. Imania, "Pengembangan Evaluasi Dan Penugasan Online Berbasis E-Learning Dengan Moodle Pada Mata Kuliah Media Pembelajaran Ilmu Komputer," vol. 6, pp. 305–315, 2017.
- [10] G. Salton and C. Buckley, "Term Weighting Approaches in Automatic Text Retrieval," *Inf. Process. Manag.*, vol. 24, no. 5, pp. 513–523, 1988.
- [11] K. J. Cios, "Data Mining A Knowledge Discovery Approach," *Springer*, 2007.
- [12] D. L. Lee, H. Chuang, and K. Seamont, "Document Ranking and the Vector-Space Model," *IEEE Softw.*, no. April, pp. 67–75, 1997.
- [13] S. Tata and J. M. Patel, "Estimating the Selectivity of tf-idf based Cosine Similarity Predicates," *SIGMOD*, vol. 36, no. 2, pp. 7–12, 2007.