

**IMPLEMENTASI SISTEM PENILAIAN ESAI  
OTOMATIS METODE LSA DENGAN  
TIGA BOBOT KATA KUNCI**

**SKRIPSI**

Oleh

**NANDA ZANNIBUA HARISMA**

**04 04 03 065 2**



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **IMPLEMENTASI SISTEM PENILAIAN ESAI OTOMATIS METODE LSA DENGAN TIGA BOBOT KATA KUNCI**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 25 Juni 2008

Nanda Zannibua Harisma

NPM 04 04 03 065 2

## **PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul :

**IMPLEMENTASI SISTEM PENILAIAN ESAI  
OTOMATIS METODE LSA  
DENGAN TIGA BOBOT KATA KUNCI**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi.

Depok, 25 Juni 2008

Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna, M. Eng.)

NIP. 131865234

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna, M. Eng.**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Nanda Zannibua Harisma  
NPM 04 04 03 065 2  
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna, M.Eng

**IMPLEMENTASI SISTEM PENILAIAN ESAI  
OTOMATIS METODE LSA  
DENGAN TIGA BOBOT KATA KUNCI**

**ABSTRAK**

Setiap proses pembelajaran memerlukan suatu evaluasi berupa ujian, begitu pula dengan e-learning. Pada proses e-learning jenis ujian yang banyak digunakan adalah jenis ujian pilihan ganda dan isian singkat. Alasannya adalah kemudahan dalam proses penilaian, komputer yang menjadi komponen penting dalam proses e-learning lebih mudah dalam melakukan penilaian ujian pilihan ganda dan isian singkat secara akurat dibandingkan dengan melakukan penilaian jenis ujian esai. Padahal jenis ujian pilihan ganda dan isian singkat memiliki banyak kekurangan bila dibandingkan dengan jenis ujian esai. Hal inilah yang mendasari dibuatnya sistem penilaian jawaban esai secara otomatis (*automated essay grading*).

Sistem yang dibuat merupakan sistem yang berbasis web dengan alasan kemudahan pengaksesan oleh pihak *user* dari mana saja dan kapan saja. Dalam hal penilaian metode yang digunakan adalah metode *Latent Semantic Analysis* (LSA). Metode ini mempunyai ciri khas hanya mementingkan kata-kata kunci yang terkandung dalam sebuah kalimat tanpa memperhatikan karakteristik linguistiknya. Pada LSA, kata-kata direpresentasikan dalam sebuah matriks semantik dan kemudian diolah secara matematis menggunakan teknik aljabar linier *Singular Value Decomposition* (SVD). Walaupun metode ini relatif sederhana, namun memiliki tingkat korelasi yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan penilaian yang dilakukan manusia secara manual.

Skripsi ini membahas mengenai kinerja dari sistem penilaian esai otomatis berbasis *web* dengan menggunakan metode LSA dengan 3 tingkat bobot kata kunci. Pada sistem ini dilakukan pengujian mengenai kecepatan pada waktu memasukkan soal dan jawaban serta pada waktu penghitungan nilai. Pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan bantuan server pada localhost. Pengujian mengenai keakuratan penilaian juga dilakukan dengan cara membandingkan hasil penilaian sistem dengan *human rater*. Dari hasil pengujian, perbandingan penilaian dengan *human rater* menunjukkan angka korelasi sebesar 0,777402209 dengan rata-rata selisih nilai untuk setiap soal sebesar 17,36.

**Kata kunci : *Automated Essay Grading, LSA, Pembobotan, SVD, Web based***

Nanda Zannibua Harisma  
NPM 04 04 03 065 2  
Electrical Engineering Department

Counsellor  
Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna, M.Eng

## IMPLEMENTATION OF AUTOMATED ESSAY GRADING SYSTEM USING LSA METHOD WITH THREE KEYWORDS

### ABSTRACT

Each learning process need an evaluation in form like an exam, so also with e-learning. In e-learning process type of exam that often used is multiple choice and short essay. The reason is easiness in assessment process, computer that became important part in e-learning process is easier to grade a multiple choice and short essay exam accurately compared with an essay exam. Whereas multiple choice and short essay exam have many flaw if we compared it with long essay exam. This was the basic idea of automated essay grading.

This system was made based on the web based application, the reason is web based application is easy to be accessed by user anytime from anywhere. Scoring method that is used in this system is Latent Semantic Analysis method (LSA). This method has characteristic to only emphasize keywords in a sentence without paying attention to its linguistic characteristic. In LSA, words is represented in a semantic matrix and then processed mathematically with *Singular Value Decomposition* (SVD). Despite of its simplicity, this method have a quite high correlation when compared with assessment of human rater.

Performance of web based automated essay grading system by using LSA method with 3 levels weight of keywords is tested here. Testing concerning speed when entering a question and answer to system and when calculating exam score are conducted in this system. Those testing is conducted by using server in localhost. Testing concerning preciseness of its grading is also carried out by comparing result of system's grading and human rater. From result of this testing, comparison of system's grading with human rater showed the correlation figure of 0,777402209 with average difference of score is 17,36 for every question.

**Keywords :** *Automated Essay Grading, LSA, Weighting, SVD, Web based*

# DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR SINGKATAN .....	xii
DAFTAR ISTILAH .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN .....	2
1.3 BATASAN MASALAH .....	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN .....	3
BAB 2 PENILAIAN ESAI OTOMATIS DENGAN LSA .....	4
2.1 <i>E-LEARNING</i> .....	4
2.1.1 <i>Computer Based Training (CBT)</i> .....	4
2.2.1 <i>Web Based Training (WBT)</i> .....	5
2.2 PENILAIAN JAWABAN ESAI OTOMATIS .....	6
2.3 METODE-METODE PENILAIAN JAWABAN ESAI OTOMATIS .....	9
2.3.1 <i>Project Essay Grader (PEG)</i> .....	10
2.3.2 <i>Electronic Essay Rater (E-Rater)</i> .....	10
2.3.3 <i>Intellimetric</i> .....	11
2.3.4 <i>Intelligent Essay Assessor (IEA)</i> .....	12
2.4 <i>LATENT SEMANTIC ANALYSIS</i> .....	12
2.5 PEMBOBOTAN .....	14
2.5.1 Pembobotan lokal .....	15
2.5.2 Pembobotan global .....	15
2.5.3 Normalisasi .....	16

2.6 APLIKASI-APLIKASI PENDUKUNG .....	17
2.6.1 Apache.....	17
2.6.2 MySQL.....	18
2.6.3 PHP.....	18
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM DAN MEKANISME PEMBOBOTAN .....	20
3.1 KONSEP DASAR SISTEM.....	20
3.2 PERANCANGAN SISTEM .....	21
3.2.1 Struktur sistem.....	21
3.2.1.1 Manajemen pengguna.....	25
3.2.1.2 Mata kuliah.....	25
3.2.1.3 Ujian .....	25
3.2.1.4 Daftar nilai.....	25
3.2.2 Struktur penilaian jawaban esai.....	27
3.2.2.1 Jawaban referensi .....	28
3.2.2.2 Jawaban mahasiswa .....	28
3.2.2.3 Perhitungan nilai dari kesamaan matriks.....	29
3.3 MEKANISME PEMBOBOTAN .....	29
BAB 4 UJI COBA DAN ANALISIS APLIKASI .....	31
4.1 UJI COBA APLIKASI.....	31
4.1.1 Spesifikasi <i>hardware</i> dan <i>software</i> .....	31
4.1.2 Penambahan dan perubahan fitur pada sistem .....	32
4.2 ANALISIS KECEPATAN PROSES .....	36
4.2.1 Perubahan konfigurasi PHP .....	36
4.2.2 Analisis kecepatan entri soal dan jawaban .....	37
4.2.3 Analisis kecepatan proses penghitungan nilai dengan pengaksesan tiap 1 <i>user</i> .....	38
4.2.4 Analisis kecepatan proses penghitungan nilai dengan pengaksesan 5 <i>user</i> secara bersama-sama .....	41
4.3 ANALISIS PERFORMANSI APLIKASI .....	43
BAB 5 KESIMPULAN.....	45
DAFTAR ACUAN .....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	48



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Contoh ujian pilihan ganda satu jawaban.....	7
<b>Gambar 2.2</b> Contoh ujian pilihan ganda beberapa jawaban.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Contoh ujian isian singkat.....	8
<b>Gambar 2.4</b> Korelasi penilaian <i>intellimetric</i> .....	12
<b>Gambar 2.5</b> Singular Value Decomposition matriks A .....	14
<b>Gambar 3.1</b> <i>Use Case Diagram</i> aplikasi Simple-O .....	21
<b>Gambar 3.2</b> <i>Activity Diagram</i> administrator pada aplikasi Simple-O .....	22
<b>Gambar 3.3</b> <i>Activity Diagram</i> dosen pada aplikasi Simple-O .....	23
<b>Gambar 3.4</b> <i>Activity Diagram</i> mahasiswa pada aplikasi Simple-O.....	24
<b>Gambar 3.5</b> <i>Activity Diagram</i> perhitungan nilai pada Simple-O.....	27
<b>Gambar 3.6</b> Pemilihan kata-kata kunci dengan bobot nilai 1 .....	30
<b>Gambar 3.7</b> Pemilihan kata-kata kunci dengan bobot nilai 2 .....	30
<b>Gambar 3.8</b> Pemilihan kata-kata kunci dengan bobot nilai 3 .....	30
<b>Gambar 4.1</b> Halaman <i>log in</i> .....	33
<b>Gambar 4.2</b> Halaman registrasi mahasiswa .....	33
<b>Gambar 4.3</b> Halaman utama dosen .....	34
<b>Gambar 4.4</b> Halaman <i>edit profil</i> pada user dosen.....	34
<b>Gambar 4.5</b> Halaman utama administrator .....	35
<b>Gambar 4.6</b> Halaman menu <i>User Management</i> .....	35
<b>Gambar 4.7</b> Perubahan konfigurasi PHP .....	36
<b>Gambar 4.8</b> Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 5 soal ujian.....	40
<b>Gambar 4.9</b> Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 10 soal ujian.....	40
<b>Gambar 4.10</b> Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 5 soal ujian yang dilakukan oleh 5 <i>user</i> secara bersama-sama .....	42

<b>Gambar 4.11</b> Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 5 soal ujian yang dilakukan oleh 10 <i>user</i> secara bersama-sama .....	42
<b>Gambar 4.12</b> Grafik perbandingan antara penilaian sistem dengan <i>human rater</i> .....	44



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Macam-macam pembobotan lokal .....	15
<b>Tabel 2.2</b> Macam-macam pembobotan global .....	16
<b>Tabel 4.1</b> Hubungan antara waktu proses dan banyaknya kata pada entri soal dan jawaban .....	37
<b>Tabel 4.2</b> Hubungan antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 5 soal ujian .....	38
<b>Tabel 4.3</b> Hubungan antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 10 soal ujian .....	39
<b>Tabel 4.4</b> Hubungan antara jumlah kata jawaban dan waktu penghitungan nilai untuk 5 soal ujian yang dilakukan oleh 5 user secara bersama-sama .....	41
<b>Tabel 4.5</b> Hubungan antara jumlah kata jawaban dan waktu penghitungan nilai untuk 10 soal ujian yang dilakukan oleh 5 user secara bersama-sama .....	41
<b>Tabel 4.6</b> Perbandingan antara penilaian sistem dengan <i>human rater</i> .....	43

## DAFTAR SINGKATAN

<u>SINGKATAN</u>	<u>KEPANJANGAN</u>
AI	: <i>Artificial Intelligence</i>
APACHE	: <i>A Patchy Server</i>
AWA	: <i>Analytical Writing Assessment</i>
CBT	: <i>Computer Based Training</i>
ETS	: <i>Educational Testing Service</i>
GMAT	: <i>Graduate Management Admissions Test</i>
HTML	: <i>Hypertext Markup Language</i>
HTTP	: <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IEA	: <i>Intelligent Essay Assessor</i>
IIS	: <i>Internet Information Service</i>
LSA	: <i>Latent Semantic Analysis</i>
MySQL	: <i>My Structure Query Language</i>
NLP	: <i>Natural Language Processing</i>
PC	: <i>Personal Computer</i>
PEG	: <i>Project Essay Grader</i>
PHP	: <i>Hypertext Preprocessor</i>
SQL	: <i>Structured Query Language</i>
SVD	: <i>Singular Value Decomposition</i>
TCP/IP	: <i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>
WAMP	: <i>Windows Apache MySQL PHP</i>
WBT	: <i>Web Based Training</i>

## DAFTAR ISTILAH

<u>ISTILAH</u>	<u>PENGERTIAN</u>
<i>Activity Diagram</i>	: Diagram yang menggambarkan alirandata dari sistem
<i>Browser (web browser)</i>	: <i>Software</i> yang berfungsi untuk menampilkan halaman html
<i>Database</i>	: Koleksi data yang diorganisasi untuk melayani aplikasi dengan cara menyimpan dan mengatur data
<i>E-Learning</i>	: Proses pembelajaran melalui media elektronik
<i>Human rater</i>	: Penilaian esai yang dilakukan oleh manusia
<i>Internet</i>	: Jaringan komputer global yang menghubungkan suatu jaringan komputer dengan jaringan komputer lainnya di seluruh dunia
Kata Kunci	: Kata yang dianggap penting dalam sebuah jawaban
Korelasi	: Ukuran statistik yang menunjukkan kecenderungan dari dua buah variabel untuk saling berhubungan
Penilaian esai otomatis	: Penilaian esai yang dilakukan oleh mesin atau bukan dilakukan oleh manusia
Semantik	: Berhubungan dengan arti kata
<i>Use Case Diagram</i>	: Diagram yang menggambarkan fungsionalitas dari suatu sistem

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Perkembangan teknologi informasi yang sedemikian maju kini telah mampu membantu manusia dalam segala bidang. Salah satu hasil perkembangan teknologi informasi yang penting adalah dalam bidang pendidikan. Perkembangan teknologi informasi mengakibatkan pergeseran paradigma cara pembelajaran dan melahirkan metode-metode pembelajaran baru yang berbasis teknologi informasi. Dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi ini, kini proses belajar mengajar dapat dilakukan tanpa adanya batasan ruang dan waktu. Proses belajar mengajar seperti ini dikenal dengan nama e-learning.

Setiap proses pembelajaran memerlukan suatu evaluasi berupa ujian, begitu pula dengan e-learning. Berdasarkan jenisnya ujian dapat dilakukan dalam tiga bentuk, yaitu pilihan ganda, isian singkat dan esai. Ujian dalam bentuk pilihan ganda dan isian singkat merupakan jenis ujian yang sering kali digunakan, khususnya dalam e-learning. Namun kedua jenis ujian tersebut kurang memadai dalam proses belajar mengajar dan kurang dapat mengukur tingkat pemahaman akan ilmu yang didapat. Hal yang lebih buruk lagi, dengan membaca dan mempelajari sesuatu dengan jenis ujian seperti itu akan memicu adanya penyederhanaan akan ilmu, penghilangan unsur-unsur konflik esensial serta hanya membutuhkan sedikit usaha efektif dalam memahami sesuatu secara umum [1]. Ujian esai sebaliknya, selain dapat melatih menyampaikan suatu informasi secara verbal, ujian dalam bentuk esai juga menuntut pemahaman yang lebih baik akan suatu ilmu dan dapat digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman manusia akan suatu ilmu secara lebih mendalam.

Pada proses e-learning jenis ujian yang banyak digunakan adalah jenis ujian pilihan ganda dan isian singkat. Alasannya adalah kemudahan dalam proses penilaian, komputer yang menjadi komponen penting dalam proses e-learning lebih mudah dalam melakukan penilaian ujian pilihan ganda dan isian singkat secara akurat dibandingkan dengan melakukan penilaian jenis ujian esai. Pada hal

seperti telah dikatakan sebelumnya jenis ujian pilihan ganda dan isian singkat memiliki banyak kekurangan bila dibandingkan dengan jenis ujian esai. Hal inilah yang mendasari lahirnya penilaian jawaban esai secara otomatis (*automated essay grading*).

Telah banyak metode yang yang dikembangkan sebagai penilai jawaban esai otomatis, salah satunya adalah *Latent Semantic Analysis* (LSA). Metode ini mempunyai ciri khas hanya mementingkan kata-kata kunci yang terkandung dalam sebuah kalimat tanpa memperhatikan karakteristik linguistiknya. Pada LSA, kata-kata direpresentasikan dalam sebuah matriks semantik dan kemudian diolah secara matematis menggunakan teknik aljabar linier *Singular Value Decomposition* (SVD). Walaupun metode ini relatif sederhana, namun memiliki tingkat korelasi yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan penilaian yang dilakukan manusia secara manual. Karena kesederhanaan dan keakuratannya, metode ini menarik untuk dikembangkan sebagai sistem penilaian ujian esai pada aplikasi sistem pembelajaran jarak jauh yang berbasis *web*. Pada sistem ini digunakan tiga jenis bobot kata kunci karena pada sistem sebelumnya telah digunakan dua bobot kata kunci dan jika digunakan empat bobot kata kunci maka penggunaannya dinilai akan kurang efisien untuk soal-soal dengan kata kunci yang sedikit.

## **1.2 TUJUAN PENULISAN**

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui hasil kerja sistem penilaian esai otomatis metode *Latent Semantic Analysis* dengan tiga bobot kata kunci. Metode pembobotan yang digunakan adalah pembobotan dengan kata kunci yang mempunyai 3 tingkat bobot nilai. Hasil penilaian dari sistem ini akan dibandingkan dengan penilaian manusia (*human rater*).

## **1.3 BATASAN MASALAH**

Permasalahan dibatasi pada sistem penilaian esai otomatis yang telah dikembangkan yaitu yang menggunakan metode *Latent Semantic Analysis*. Beberapa metode lain hanya akan diterangkan dengan singkat untuk referensi dan pembanding. Pembobotan yang digunakan yaitu pembobotan dengan kata kunci yang mempunyai 3 tingkat bobot nilai akan dijelaskan dengan rinci.

#### 1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Secara keseluruhan, skripsi ini terdiri dari 5 bab. Bab pertama adalah pendahuluan yang membahas mengenai latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan untuk memberikan gambaran umum mengenai penulisan skripsi ini.

Bab kedua menjelaskan landasan teori. Diawali dengan penjelasan mengenai e-learning dan jenis-jenisnya. Teori mengenai penilaian jawaban esai otomatis beserta metode-metode yang telah banyak digunakan, Latent Semantic Analysis, pembobotan dan aplikasi-aplikasi pendukung yang digunakan untuk menjalankan sistem penilaian esai otomatis juga dijelaskan di bab ini.

Selanjutnya pada Bab 3 akan dijelaskan mengenai rancangan pembobotan yang digunakan pada sistem penilaian esai otomatis dengan metode *Latent Semantic Analysis*. Pada Bab 4 akan dijabarkan fitur-fitur yang ada pada sistem, implementasi pembobotan dengan kata kunci yang mempunyai 3 tingkat bobot nilai pada sistem penilaian esai otomatis, selanjutnya akan dilakukan analisis terhadap kecepatan pemrosesan pada waktu memasukkan soal dan jawaban serta pada waktu penghitungan nilai, kemudian hasil penilaian dari sistem akan dibandingkan dengan penilaian manusia (*human rater*). Pada bagian terakhir yaitu bab 5, berisi seluruh kesimpulan dari skripsi ini.



## **BAB II**

### **PENILAIAN ESAI OTOMATIS DENGAN LSA**

#### **2.1 E-LEARNING**

Perkembangan teknologi informasi yang sedemikian maju kini telah mampu membantu manusia dalam segala bidang. Salah satu hasil perkembangan teknologi informasi yang penting adalah dalam bidang pendidikan. Perkembangan teknologi informasi mengakibatkan pergeseran paradigma cara pembelajaran dan melahirkan metode-metode baru pembelajaran yang berbasis teknologi informasi. Proses belajar mengajar saat ini dapat dilakukan tanpa mengenal batasan ruang dan waktu. Pengajar dan pelajar tidak perlu bertatap muka secara langsung di tempat dan waktu yang sama. Interaksi antara keduanya dapat terjadi dengan menggunakan bantuan media-media elektronik seperti komputer. Proses belajar mengajar dengan menggunakan bantuan media elektronik seperti ini kini telah populer dengan sebutan e-learning.

Pada dasarnya konsep e-learning dapat dikelompokkan berdasarkan basis teknologi yang digunakannya menjadi dua jenis yaitu *Computer Based Training* (CBT) dan *Web Based Training* (WBT). Berikut ini adalah penjelasan mengenai keduanya.

##### **2.1.1 Computer Based Training (CBT)**

E-learning jenis ini menggunakan program komputer (*software*) yang bersifat interaktif dan fleksibel sebagai media utama yang digunakan pelajar. Biasanya aplikasi-aplikasi pelajaran seperti ini mengandung unsur-unsur multimedia, seperti animasi dan juga alat bantu untuk menyelesaikan soal-soal latihan. Unsur multimedia biasanya digunakan untuk menjelaskan bahan-bahan pelajaran dan menjadikannya lebih mudah dicerna oleh pelajar. Dengan menggunakan aplikasi semacam ini maka pelajar dapat melakukan proses pembelajaran kapan saja, pelajar juga mempunyai kesempatan untuk mencoba berbagai macam tipe soal latihan tanpa batasan jumlah dengan berbagai macam tingkat kesulitan.

Sistem CBT mulai berkembang di sekitar pertengahan tahun 80-an dan masih berkembang terus sampai sekarang. Hal ini ditunjang antara lain oleh perkembangan sistem animasi yg semakin menarik dan realistis (sistem animasi 3 dimensi). Sistem pembelajaran yang mengandung animasi seperti ini sangat cocok digunakan untuk mendidik pelajar anak-anak, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk digunakan bagi pelajar usia dewasa.

### 2.1.2 *Web Based Training (WBT)*

Sistem ini sebenarnya merupakan perkembangan lanjutan dari sistem CBT dengan menggunakan tambahan teknologi berbasis internet. Pada e-learning jenis ini, penyampaian dan akses materi pelajaran dilakukan melalui media elektronik, *web server* digunakan untuk menyimpan materi pelajaran, *web browser* digunakan untuk mengakses materi pelajaran, dan untuk melakukan komunikasi digunakan TCP/IP dan HTTP. Jenis-jenis pengajaran jenis ini antara lain *live lecture*, *discussion forums*, dan *video conferencing* [2].

Salah satu jenis pengajaran melalui *web* yang sangat digemari adalah *video conferencing*, dimana siswa dan guru dapat langsung mendiskusikan semua hal tanpa harus bertemu muka secara langsung. Sistem ini berkembang pesat di negara-negara maju dan dapat dimanfaatkan sebagai sarana belajar mengajar di *virtual classes* atau pun *virtual universities*.

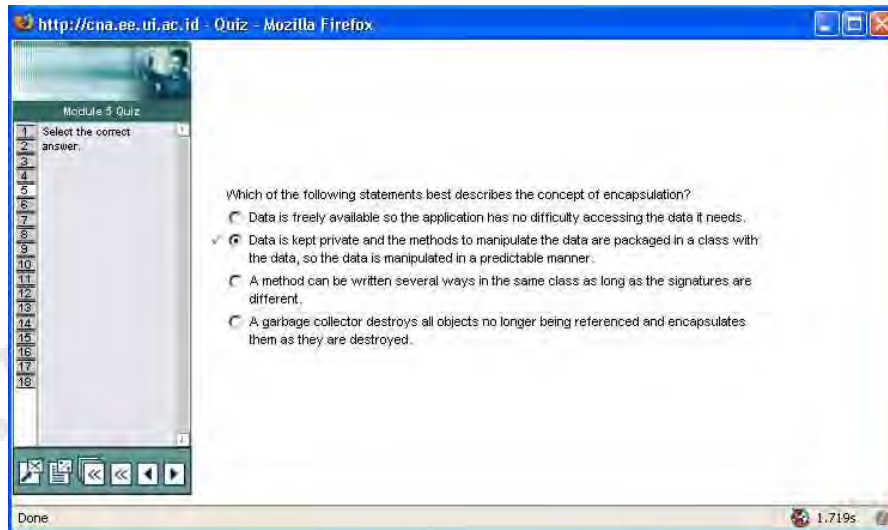
Bentuk interaksi pembelajaran interaktif yang dapat diterapkan pada e-learning ada 6 macam, yaitu latihan dan praktik (*drill and practice*), tutorial, permainan, simulasi, penemuan (*discovery*), dan pemecahan masalah (*problem solving*) [3]. Pemilihan bentuk interaksi sebaiknya disesuaikan dengan jenis pembelajarannya, misalnya aplikasi interaktif berbentuk permainan sebaiknya digunakan untuk pelajar anak-anak untuk membantu proses belajar menghitung.

Walaupun terdapat bermacam-macam jenis sistem pembelajaran yang dapat dilakukan pada e-learning, namun tetap dibutuhkan suatu ujian untuk mengevaluasi sejauh mana pelajar dapat memahami pelajaran yang sudah dipelajari. Salah satu bentuk ujian yang paling baik saat ini adalah dalam bentuk esai, oleh karena itu salah satu hal yang masih perlu dikembangkan dalam sistem e-learning adalah metode penilaian esai khususnya yang bersifat otomatis.

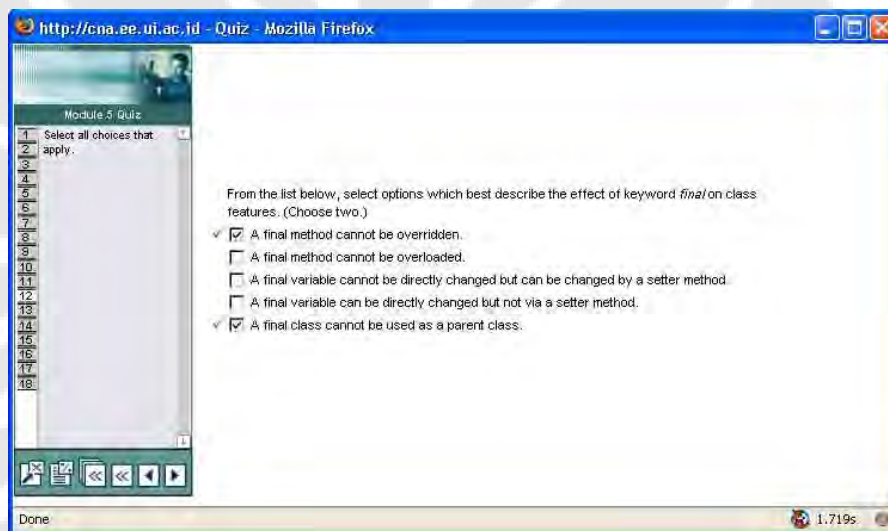
## 2.2 PENILAIAN JAWABAN ESAI OTOMATIS

Secara umum terdapat dua macam bentuk ujian untuk mengevaluasi sejauh mana pelajar dapat mengambil ilmu yang telah diberikan, yaitu secara lisan dan tertulis. Ujian secara lisan memiliki kelemahan yaitu sang penguji dan pelajar yang diuji harus berada pada ruang dan waktu yang sama, hal ini bertentangan dengan konsep dasar e-learning yang tidak mengenal batasan ruang dan waktu, ujian jenis ini juga kurang efisien bila ditinjau dari segi waktu dan sumber daya, apalagi bila yang akan diuji berjumlah banyak. Berbeda dengan ujian secara lisan, ujian secara tertulis jauh lebih menghemat waktu dan sumber daya, ujian secara tertulis juga dapat dilakukan dari jarak yang jauh, sehingga dapat dikatakan bahwa pada kondisi umum ujian secara tertulis lebih baik daripada ujian secara lisan.

Ada tiga jenis ujian yang dapat dilakukan secara tertulis, yaitu pilihan ganda, isian singkat dan esai. Dari ketiga jenis ujian yang dapat dilakukan secara tertulis tersebut, ujian yang paling mudah untuk diperiksa secara otomatis adalah pilihan ganda. Pada ujian jenis pilihan ganda, pelajar cukup memilih jawaban yang dianggapnya paling benar dari beberapa pilihan yang disediakan. Bentuk pilihan ganda bisa berupa “pilihan ganda satu jawaban” atau “pilihan ganda beberapa jawaban”. Kelemahan jenis ujian ini adalah kurang dapatnya penguji untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan pelajar yang diuji, dan dimungkinkannya untuk menebak jawaban dalam ujian jenis ini. Pemeriksaan jawabannya sangatlah mudah, pemeriksa cukup mencocokkan pilihan yang diisi dengan kunci jawaban. Tingkat akurasi dari pemeriksaan secara otomatis bila dibandingkan dengan pemeriksaan manual mencapai 100%, karena bentuk ujiian seperti ini sangat mudah diolah oleh komputer, komputer cukup membandingkan jawaban pelajar dengan kunci jawaban yang ada di *database*-nya. Bentuk ujian pilihan ganda telah banyak diaplikasikan dalam pengujian menggunakan komputer.



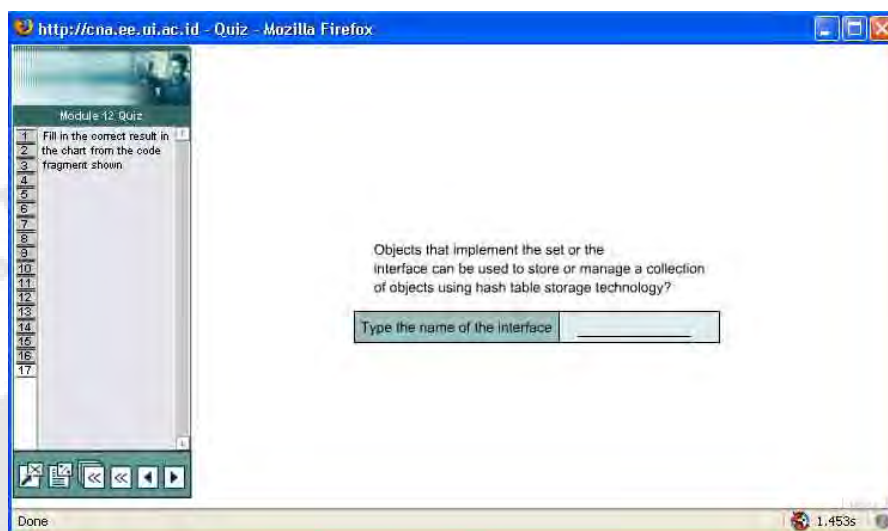
Gambar 2.1 Contoh ujian pilihan ganda satu jawaban



Gambar 2.2 Contoh ujian pilihan ganda beberapa jawaban

Jenis ujian tertulis berikutnya adalah dengan isian singkat. Pada ujian jenis ini, pelajar cukup mengisi jawaban atas pertanyaan yang diajukan dalam satu atau beberapa kata. Ujian jenis ini sedikit lebih baik dari pilihan ganda karena pelajar yang diuji tidak dapat menebak jawaban karena tidak disediakan pilihan. Masih kurang dapatnya dievaluasi secara mendalam sejauh mana pengetahuan pelajar yang diuji merupakan kelemahan jenis ujian ini. Pemeriksaan jawaban seperti ini masih cukup mudah jika digunakan komputer, karena komputer cukup mencocokkan jawaban yang ditulis pelajar yang diuji (berupa string) dengan jawaban yang ada dalam *database*. Pada ujian seperti ini perlu diperhatikan masalah persamaan arti kata (sinonim), agar penilaian yang dilakukan oleh

komputer dapat tepat. Pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3 dapat dilihat jenis ujian yang penilaiannya dilakukan secara otomatis.



Gambar 2.3 Contoh ujian isian singkat

Jenis ujian tertulis yang terakhir adalah dengan cara soal esai. Soal esai biasanya meminta pelajar untuk menuliskan jawaban berupa hasil analisis, konsep yang didapatnya setelah mengikuti pelajaran, atau uraian solusi berkaitan dengan masalah yang dikemukakan pada soal. Bentuk soal esai merupakan bentuk pengujian yang secara akurat mampu menggambarkan pemahaman pelajar secara mendalam mengenai topik yang diujikan. Selain itu ujian esai juga merangsang kemampuan mengemukakan pendapat dalam bentuk tulisan.

Ujian dalam bentuk esai memiliki kekurangan dari segi sumber daya yang dibutuhkan, yaitu manusia dan waktu. Ketika sebuah ujian esai diikuti oleh banyak peserta, waktu yang dibutuhkan untuk memeriksa jawaban akan bertambah. Akibatnya pemeriksaan ujian dilakukan dengan terburu-buru sehingga memungkinkan terjadinya ketidakteelitian dalam memeriksa. Apabila pemeriksaan ujian dilakukan oleh banyak manusia, ketidaksamaan pertimbangan yang digunakan dalam melakukan penilaian antara peserta ujian satu dengan yang lain sering kali terjadi. Hal ini akan berdampak ketidakadilan nilai yang didapat oleh peserta ujian.

Untuk mengatasi masalah-masalah dalam penilaian ujian esai, sistem penilaian esai secara otomatis menggunakan komputer dapat menjadi sebuah

solusi yang baik. Bantuan komputer akan sangat meringankan beban pemeriksa ujian apabila ujian tersebut diikuti oleh orang banyak, hal ini juga berdampak baik bagi peserta ujian, karena dapat menghindari faktor subyektifitas dalam memeriksa ujian sehingga nilai yang didapat oleh peserta ujian dapat dikatakan adil. Berikut ini adalah beberapa keuntungan menggunakan komputer sebagai alat untuk memeriksa jawaban esai [4]:

1. Komputer dapat memberikan waktu dan sumber daya untuk menguji materi yang berhubungan dengan ujian dalam jumlah yang hampir tidak terbatas sebelum digunakan untuk melakukan proses penilaian terhadap ujian itu sendiri.
2. Komputer dapat memeriksa dan menganalisa ujian esai secara lebih mendetil dibandingkan dengan manusia.
3. Komputer dapat membandingkan setiap esai dalam sebuah set virtual secara terus menerus dalam ukuran berapa pun satu sama lain, satu hal yang tidak mungkin dilakukan oleh manusia.
4. Komputer dapat berlaku konsisten dalam melakukan proses penilaian, dari esai ke esai, dari waktu ke waktu. Ia tidak akan lelah, bosan, terganggu, tidak teliti, atau melenceng dari standar yang telah ditentukan.
5. Komputer dapat bersifat objektif sepenuhnya, dan penilaian yang dilakukannya tidak terpengaruh oleh hubungannya dengan siswa yang dinilai.
6. Komputer dapat melakukan analisis yang kompleks dan rumit yang manusia tidak dapat lakukan tanpa bantuan alat atau orang lain.
7. Komputer terbebas dari kesalahan penilaian yang disebabkan oleh adanya kesalahpahaman, mitos dan nilai bias yang dimiliki oleh manusia.

### **2.3 METODE-METODE PENILAIAN JAWABAN ESAI OTOMATIS**

Berbagai metode penilaian jawaban esai otomatis dengan menggunakan bantuan komputer telah dikembangkan. Walaupun setiap metode yang digunakan untuk menilai jawaban esai memiliki cara tersendiri namun hasil yang ingin dicapai tetaplah sama yaitu menciptakan sistem yang mampu memberikan penilaian esai secara otomatis seobyektif mungkin. Metode-metode tersebut antara lain *Project Essay Grade (PEG)*, *Intellegent Essay Assessor (IEA)*, *Educational*

*Testing Service (ETS I), Electronic Essay Rater (E-Rater), Conceptual Rater (C-Rater), Bayesian Essay Test Scoring System (BETSY), Intelligent Essay Marking System (IEMS), Automark, Scema Extract Analyse Report (SEAR), dan Paperless School free-text Marking Engine (PS-ME) [5]. Berikut ini akan dijelaskan beberapa metode tersebut.*

### **2.3.1 Project Essay Grader (PEG)**

PEG merupakan metode penilaian esai otomatis yang pertama kali dikembangkan. PEG mulai dikembangkan oleh Ellis Page pada tahun 1966 karena adanya permintaan untuk mengembangkan dalam skala besar sistem penilaian esai agar lebih praktis dan efektif [6]. PEG menggunakan analisa gaya bahasa dari sebuah set tulisan. Oleh karena itu, metode ini lebih mementingkan kualitas sebuah tulisan, tanpa memperhatikan aspek isi dari tulisan tersebut. Salah satu kelebihan dari PEG adalah nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan *human rater* [7]. Namun metode ini juga menerima banyak kritikan karena tidak memperhatikan aspek isi dari tulisan dan lebih memfokuskan kepada struktur kalimat [8].

Pada PEG, beberapa jawaban ujian esai dipilih untuk kemudian dinilai oleh beberapa orang penilai. Sebuah persamaan *multiple regression* dibuat dari hasil penilaian tersebut. Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan kombinasi optimal dari pembobotan masing-masing karakter sehingga dapat digunakan untuk memprediksi nilai yang akan diberikan. Persamaan tersebut kemudian dipergunakan sebagai patokan penilaian untuk jawaban esai lainnya. Korelasi dari PEG dengan pemeriksaan manual menunjukkan nilai 87% [5].

### **2.3.2 Electronic Essay Rater (E-Rater)**

Sistem ini dikembangkan oleh ETS (*Educational Testing Service*) yang telah memulai riset di bidang pengujian tulisan sejak tahun 1947. Dalam melakukan penilaian, metode ini menggunakan kombinasi dari teknik statistik dan teknik *Natural Language Processing (NLP)* untuk mendapatkan karakteristik linguistik dari sebuah tulisan, dan membandingkannya dengan sebuah tulisan lain yang telah diperiksa secara manual. Dalam melakukan penilaian E-Rater

menggunakan bantuan Microsoft NLP tool (MsNLP tool) untuk memecah kalimat yang panjang menjadi bagian-bagian. E-Rater memiliki skala penilaian antara 0 sampai 6, pada metode ini, sebuah tulisan akan memiliki nilai yang tinggi bila sesuai dengan topik yang diajukan, memiliki struktur yang kuat, koheren dan terorganisir, serta menggunakan variasi pilihan kata.

Di antara metode penilaian esai lainnya, E-Rater merupakan salah satu metode yang paling kompleks. Pada Februari 1999 ETS mulai menggunakan *e-rater* untuk melakukan penilaian terhadap *Graduate Management Admissions Test* (GMAT) *Analytical Writing Assessment* (AWA) – Ujian Analisis Penulisan, dan hasilnya E-Rater mempunyai korelasi hingga 94% dengan penilaian dua *professor* pada sebuah test yang melibatkan 1997 buah esai [5].

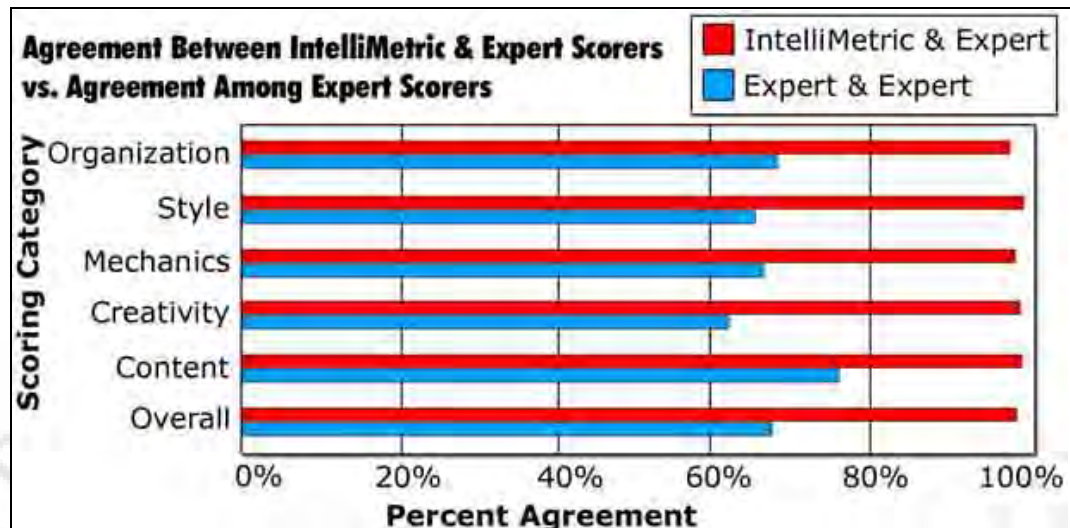
### 2.3.3 *IntelliMetric*

*IntelliMetric* dikembangkan oleh *Vantage Learning*, dan mulai digunakan sebagai metode penilaian esai pada tahun 1998. *IntelliMetric* merupakan metode penilaian esai otomatis pertama yang menggunakan *Artificial Intelligence* (AI) [9]. Sama seperti E-Rater, metode ini menggunakan NLP untuk menguraikan kalimat yang panjang menjadi kata-kata sesuai dengan aturan yang ada [10].

*IntelliMetric* memfokuskan penilaian pada 5 domain utama yaitu fokus dan arti (*Focus & Meaning*), struktur kalimat (*Organization*), isi dan pengembangan kalimat (*Content and Development*), penggunaan dan gaya bahasa (*Language Use and Style*) dan sesuai dengan aturan bahasa (*Mechanics and Conventions*). Dari kelima domain tersebut dapat disimpulkan bahwa *IntelliMetric* menekankan penilaian pada dua kategori utama yaitu isi dan struktur kalimat.

Salah satu cara untuk menguji tingkat akurasi dari penilaian adalah dengan membandingkan frekuensi dimana dua pakar masalah setuju dengan penilaiannya satu sama lain. Dengan menggunakan skala 0 sampai 6, dua pakar masalah akan setuju sama lain sekitar 60% sampai 75%, sedangkan penilaian yang dilakukan *IntelliMetric* setuju dengan penilaian yang dilakukan oleh seorang pakar mendekati 98% sampai 100%. Dari data tersebut *IntelliMetric* dapat dikatakan salah satu metode penilaian esai otomatis yang terbaik yang ada saat ini.





Gambar 2.4 Korelasi penilaian IntelliMetric [5]

#### 2.3.4 *Intelligent Essay Assessor (IEA)*

Metode IEA dikembangkan pada akhir tahun 1990. Metode ini menggunakan teknik *Latent Semantic Analysis (LSA)* sebagai dasarnya. Teknik dasar LSA adalah dengan membandingkan sebuah tulisan dengan kata-kata yang dipilih sebagai referensi. LSA merepresentasikan kata-kata dalam sebuah tulisan ke dalam sebuah matriks semantik. Untuk melihat hubungan antara kata biasanya digunakan metode aljabar matriks yang dikenal dengan sebutan *Singular Value Decomposition (SVD)*. Korelasi penilaian yang dilakukan dengan metode IEA bila dibandingkan dengan penilaian manual pada ujian GMAT menunjukkan angka 85% sampai 91% [5].

#### 2.4 *LATENT SEMANTIC ANALYSIS*

Latent Semantic Analysis adalah sebuah teori dan metode untuk mengekstrak kata-kata dan merepresentasikannya dalam bentuk perhitungan matematis [11]. Tahun 1997 Landauer dan Dumais menyatakan bahwa LSA mampu menjawab pertanyaan Plato, bagaimana orang bisa belajar begitu banyak bila ditampilkan hanya sedikit. Jawabannya adalah dengan proses induksi dimana LSA menginduksi pengetahuan global secara tidak langsung dari data lokal ke dalam teks berukuran besar yang mewakilinya [11].

Penilaian esai otomatis dengan menggunakan metode LSA lebih menitikberatkan pada kata-kata yang terkandung dalam tulisan tersebut tanpa

memperhatikan karakteristik linguistik sebuah tulisan seperti gaya bahasa dan urutan kata dalam sebuah kalimat, sehingga suatu kalimat tidak membutuhkan retorika yang baik.

Pada LSA kalimat-kalimat jawaban referensi direpresentasikan dalam bentuk matriks. Setiap baris dan kolom isi matriks tersebut mewakili sederetan kata yang berada dalam paragraf jawaban. Setiap posisi matriks mewakili munculnya kata penting pada baris untuk tiap kolom. Matriks referensi ini dibandingkan dengan matriks yang dibentuk dari jawaban peserta ujian untuk mendapatkan nilai akhir yang didapatkan peserta ujian.

Bentuk komputasi yang digunakan pada LSA adalah metode aljabar matriks *Singular Value Decomposition* (SVD) [12]. *Singular Value Decomposition* (SVD) adalah salah satu metode untuk memecahkan masalah-masalah matematik linier. Metode SVD berdasar pada teori aljabar linier yang menyatakan bahwa suatu matriks  $A$  yang berukuran  $m \times n$  mempunyai nilai singular yang merupakan akar pangkat dua dari eigenvalue  $A^T A$ . Jadi apabila eigenvalue ( $\lambda$ )  $A^T A$  yang tidak bernilai negatif adalah  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ , maka nilai singular matriks  $A$  adalah  $\sqrt{\lambda_i}$ , dimana  $1 \leq i \leq n$  dan  $i$  bilangan bulat positif. Untuk sembarang matriks  $A_{m \times n}$  dimana  $m \geq n$ , matriks tersebut dapat difaktorisasikan seperti pada Persamaan (2.1).

$$A_{m \times n} = U_{m \times n} \cdot S_{n \times n} \cdot V_{n \times n}^T \quad (2.1)$$

dengan :

$U$  : matriks ortogonal berukuran  $m \times n$ ,

$S$  : matriks diagonal berukuran  $n \times n$ , dengan elemen matriks positif atau nol, dan

$V$  : matriks ortogonal berukuran  $n \times n$ .

Hal ini diperlihatkan pada Gambar 2.5.

$$A = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ u_{m1} & u_{m2} & \dots & u_{mN} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ u_{M1} & u_{M2} & \dots & u_{MN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & s_2 & 0 & \vdots \\ \vdots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{11} & v_{21} & \dots & v_{N1} \\ v_{12} & v_{22} & \dots & v_{N2} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{1N} & v_{2N} & \dots & v_{NN} \end{bmatrix}$$

Gambar 2.5 Singular Value Decomposition matriks A

Matriks  $U$  merupakan matriks ortogonal yang kolom-kolomnya terdiri atas  $n$  *eigenvector* yang dinormalkan (*normalized eigenvector*) dari  $n$  *eigenvalue* matriks  $AA^T$ . Matriks  $S$  merupakan matriks diagonal yang elemen-elemennya adalah nilai singular matriks  $A$ . Matriks  $V$  merupakan matriks ortogonal yang kolom-kolomnya terdiri atas  $n$  *eigenvector* yang dinormalkan (*normalized eigenvector*) dari  $n$  *eigenvalue* matriks  $A^T A$ . Pembentukan matriks  $A$  sebagai perkalian matriks seperti pada Gambar 2.5 disebut sebagai metode Dekomposisi Nilai Singular (*Singular Value Decomposition*).

## 2.5 PEMBOBOTAN

Pada sistem penilaian esai otomatis metode *Latent Semantic Analysis* dibutuhkan suatu teknik pembobotan yang tepat agar performansi penilaian yang dihasilkan mendapatkan hasil yang maksimal. Pada umumnya suatu metode pembobotan merupakan susunan dari tiga buah pembobotan: pembobotan lokal (*local weighting*), pembobotan global (*global weighting*) dan normalisasi (*normalization*) [13]. Pembobotan dirumuskan melalui persamaan :

$$a_{ij} = L(i, j) \times G(i) \times N(j) \quad (2.2)$$

$L(i, j)$  merupakan bobot lokal untuk kata kunci  $i$  dalam dokumen  $j$ .  $G(i)$  adalah bobot global untuk kata kunci  $i$ , dan  $N(j)$  adalah faktor normalisasi dokumen  $j$ .

### 2.5.1 Pembobotan Lokal

Pembobotan lokal dihitung berhubungan dengan kata kunci pada dokumen atau *query*. Bobot lokal akan bernilai lebih besar untuk kata kunci yang lebih berhubungan dengan dokumen. Beberapa metode pembobotan lokal yang umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Macam-macam pembobotan lokal

Formula	Nama Metode	Kependekan
$\begin{cases} 1 & \text{jika } f_{ij} > 0 \\ 0 & \text{jika } f_{ij} = 0 \end{cases}$	Biner	BNRY
$f_{ij}$	Frekuensi intra-dokumen	FREQ
$\begin{cases} 1 + \log f_{ij} & \text{jika } f_{ij} > 0 \\ 0 & \text{jika } f_{ij} = 0 \end{cases}$	Log	LOGA
$\begin{cases} \frac{1 + \log f_{ij}}{1 + \log a_j} & \text{jika } f_{ij} > 0 \\ 0 & \text{jika } f_{ij} = 0 \end{cases}$	Normalisasi log	LOGN
$\begin{cases} \sqrt{f_{ij} - 0,5} + 1 & \text{jika } f_{ij} > 0 \\ 0 & \text{jika } f_{ij} = 0 \end{cases}$	Akar pangkat dua	SQRT

Sumber : [13]

### 2.5.2 Pembobotan Global

Bobot global adalah fungsi dari berapa banyak setiap kunci muncul dalam semua dokumen atau koleksi. Pembobotan global digunakan untuk membedakan kata kunci yang satu dengan kata kunci yang lain. Pembobotan global dibuat berdasarkan ide bahwa semakin kecil nilai frekuensi kemunculan kata kunci dalam seluruh koleksi dokumen, maka makin berbedalah kata kunci tersebut dibandingkan dengan kata kunci yang lain [13]. Beberapa metode pembobotan global yang umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Macam-macam pembobotan global

Formula	Nama Metode	Kependekan
$\log\left(\frac{N}{n_i}\right)$	Invers frekuensi dokumen	IDFB
$\log\left(\frac{N-n_i}{n_i}\right)$	Invers probabilistik	IDFP
$1 + \sum_{j=1}^N \frac{\frac{f_{ij}}{F_i} \log\left(\frac{f_{ij}}{F_i}\right)}{\log N}$	Entropi	ENPY
$\frac{F_i}{n_i}$	Frekuensi global IDF	IGFF
1	Tidak ada bobot global	NONE

Sumber : [13]

### 2.5.3 Normalisasi

Bagian ketiga dari sebuah pembobotan adalah faktor normalisasi atau  $N(j)$ , yang mana digunakan untuk mengkompensasi perbedaan panjang dokumen-dokumen dalam koleksi. Bagian ini berguna untuk menormalkan vektor dokumen sehingga dokumen-dokumen tersebut independen terhadap panjangnya. Dalam Tabel 2.3 diperlihatkan dua buah metode normalisasi.

Tabel 2.3. Macam-macam Normalisasi

Formula	Nama Metode	Kependekan
$\frac{1}{\sqrt{\sum_{i=0}^m (G_i L_{ij})^2}}$	Normalisasi kosinus	COSN
$\frac{1}{(1 - slope) pivot + slope \times l_j}$	Normalisasi pivot	PUQN
1	Tidak ada normalisasi	NONE

Sumber : [13]

## 2.6 APLIKASI-APLIKASI PENDUKUNG

Untuk dapat menjalankan sistem penilaian esai otomatis metode *Latent Semantic Analysis* dibutuhkan beberapa aplikasi pendukung seperti Apache, MySQL dan PHP. WAMPserver adalah sebuah *bundle* aplikasi yang telah menyediakan itu semua. WAMPserver merupakan singkatan dari Windows Apache MySQL PHP server. Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah fungsi dari masing-masing komponen.

### 2.6.1 Apache

Apache adalah sebuah *opensource web server* yang paling banyak digunakan sampai saat ini. Apache berbasiskan kode dan ide-ide yang merupakan hasil pengembangan lebih lanjut dari *web server* berbayar NCSA yang dibuat oleh *National Center for Supercomputing Applications*. Pada sistem ini versi Apache yang digunakan adalah versi 2.0.49.

*Web server* merupakan aplikasi yang berguna untuk memberikan layanan *web* dengan cara melayani *request* dari client ke *server* melalui *web browser*. *Web server* menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) sebagai *protocol* komunikasinya. Apache memiliki beberapa fitur utama, antara lain :

- Arsitektur modular
- Mendukung banyak sistem operasi, seperti Windows NT/2000/XP/Vista dan berbagai varian Unix
- Mendukung IP versi 6 (IPv6)
- Mendukung CGI (Common Gateway Interface) dan SSI (Server Side Include)
- Mendukung otentifikasi dan kontrol akses
- Mendukung SSL (Secure Socket Layer) untuk komunikasi terenkripsi
- Konfigurasi yang mudah dipahami
- Mendukung Virtual Host
- Pesan kesalahan multi bahasa dan bisa dimodifikasi

### 2.6.2 MySQL

MySQL merupakan salah satu aplikasi *Database Management System* (DBMS) yang bersifat *multi-thread* dan *multi-user*. MySQL dimiliki dan disponsori oleh sebuah perusahaan komersial Swedia MySQL AB, dimana memegang hak cipta hampir atas semua kode sumbernya. Kedua orang Swedia dan satu orang Finlandia yang mendirikan MySQL AB adalah David Axmark, Allan Larsson, dan Michael "Monty" Widenius.

MySQL adalah sistem *database* yang cepat dan tangguh, sangat cocok jika digabungkan dengan PHP. MySQL bersama PHP adalah pasangan bahasa *scripting* dan *database server* yang tangguh, memiliki jaminan keamanan yang tinggi dan mudah dipelajari. Pada sistem ini versi MySQL yang digunakan adalah versi 4.1.20.

*Database* sendiri merupakan komponen yang sangat penting dan memiliki peranan vital dalam pendataan di berbagai bidang. Dengan adanya *database*, data dapat disimpan, serta mencari dan mengklasifikasikan data dapat dilakukan dengan akurat dan rapi. MySQL menggunakan SQL ( Structur Query Language ) atau bahasa pemrograman yang sudah standar di dalam dunia *database*. Kelebihan MySQL dibandingkan jenis *database* lainnya diantaranya :

1. Dari segi performa, MySQL dapat melakukan pemrosesan *database* yang banyak dengan sangat cepat
2. Bersifat *open source*
3. Mudah untuk dipelajari
4. Dapat menyimpan *record* dalam jumlah yang sangat besar (lebih dari 50 juta *record*)
5. Kompabilitas dengan berbagai sistem operasi dan *web server* yang ada
6. Memiliki sistem *user priviledge* yang mudah dan efisien

### 2.6.3 PHP

PHP merupakan singkatan dari Hypertext Preprocessor, yang merupakan sebuah bahasa *scripting* yang dipasang dan menyatu pada halaman HTML

(Hypertext Markup Language). PHP dibuat oleh Rasmus Lerdorf dan bersifat *open source* yang ditulis menggunakan sintaks bahasa C, Java, dan Perl [14].

PHP hampir dapat berjalan di semua sistem operasi seperti Windows, Unix, Linux dan variannya, Mac OS X, RISC OS dan sistem operasi lainnya. PHP juga kompatibel dengan *web server* yang banyak digunakan sekarang seperti Apache, IIS (*Internet Information Service*), Caudium, Xitami, Omni dan *web server* lainnya. PHP juga mampu berkomunikasi hampir dengan semua sistem *database* yang ada sekarang, seperti MySQL, PostgreSQL, Oracle dan lain-lain.

*Script* PHP dieksekusi di komputer *server* dimana *script* tersebut dijalankan, kemudian hasilnya dikirim ke *web browser client*. PHP membuat sebuah halaman web menjadi lebih dinamis, lebih interaktif dan halaman yang ditampilkan dibuat saat *client* melakukan *request* halaman tersebut sehingga informasi yang diterima oleh *client* adalah informasi yang baru. Pada sistem ini versi PHP yang digunakan adalah versi 4.3.9.



# BAB III

## PERANCANGAN SISTEM DAN MEKANISME

### PEMBOBOTAN

#### 3.1 KONSEP DASAR SISTEM

Aplikasi penilaian esai otomatis ini merupakan aplikasi yang berbasis web, keuntungan dari aplikasi yang berbasis web adalah user dapat menggunakan aplikasi ini dari mana saja dengan media internet. Sasaran pengguna (user) dari sistem ini ada 3 yaitu mahasiswa, dosen dan pihak instansi pendidikan. Keuntungan yang diperoleh masing-masing user adalah :

1. Mahasiswa dapat melakukan ujian secara online dan nilai dari ujian tersebut dapat langsung diketahui.
2. Penilaian ujian esai dilakukan secara otomatis, sehingga meringankan tugas dosen.
3. Pihak instansi pendidikan dapat terbantu karena nilai ujian dapat diperoleh secara real time.

Sistem dapat diakses melalui proses login dan validasi. Hanya user yang telah teregistrasi yang mampu mengakses sistem. *User* sistem ini terdiri dari 3 jenis yaitu administrator, dosen dan mahasiswa. Masing-masing user diberikan *interface* yang berbeda sesuai dengan hak akses dan fungsinya masing-masing.

*Interface* yang pertama adalah antarmuka untuk root yang tugasnya adalah untuk membuat daftar mata kuliah dan mengatur registrasi user, baik sebagai dosen maupun mahasiswa. *Interface* yang kedua adalah antarmuka untuk dosen yang bertugas untuk melakukan proses entri soal beserta jawabannya dan melakukan pemilihan kata kunci, kata bobot dan kata bobot lebih. *Interface* yang ketiga adalah antarmuka untuk mahasiswa yang bertugas untuk menjawab soal-soal yang diujikan.

Keseluruhan data, baik data user, data mata kuliah, maupun data yang berkaitan dengan ujian disimpan di dalam *database*. Aplikasi sistem penilaian esai otomatis ini menggunakan *server side scripting*, yaitu seluruh proses penerjemahan kode-kode dilakukan pada sisi server, bukan pada sisi *client*.



Gambar 3.1 Use Case Diagram aplikasi Simple-O

### 3.2 PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem akan dijelaskan dalam 2 bagian, yaitu struktur sistem dan struktur penilaian jawaban esai. Struktur sistem menjelaskan secara garis besar jalannya sistem serta fitur-fitur yang dimiliki oleh sistem. Struktur penilaian jawaban esai menggambarkan proses ujian beserta penilaiannya dalam sistem.

#### 3.2.1 Struktur Sistem

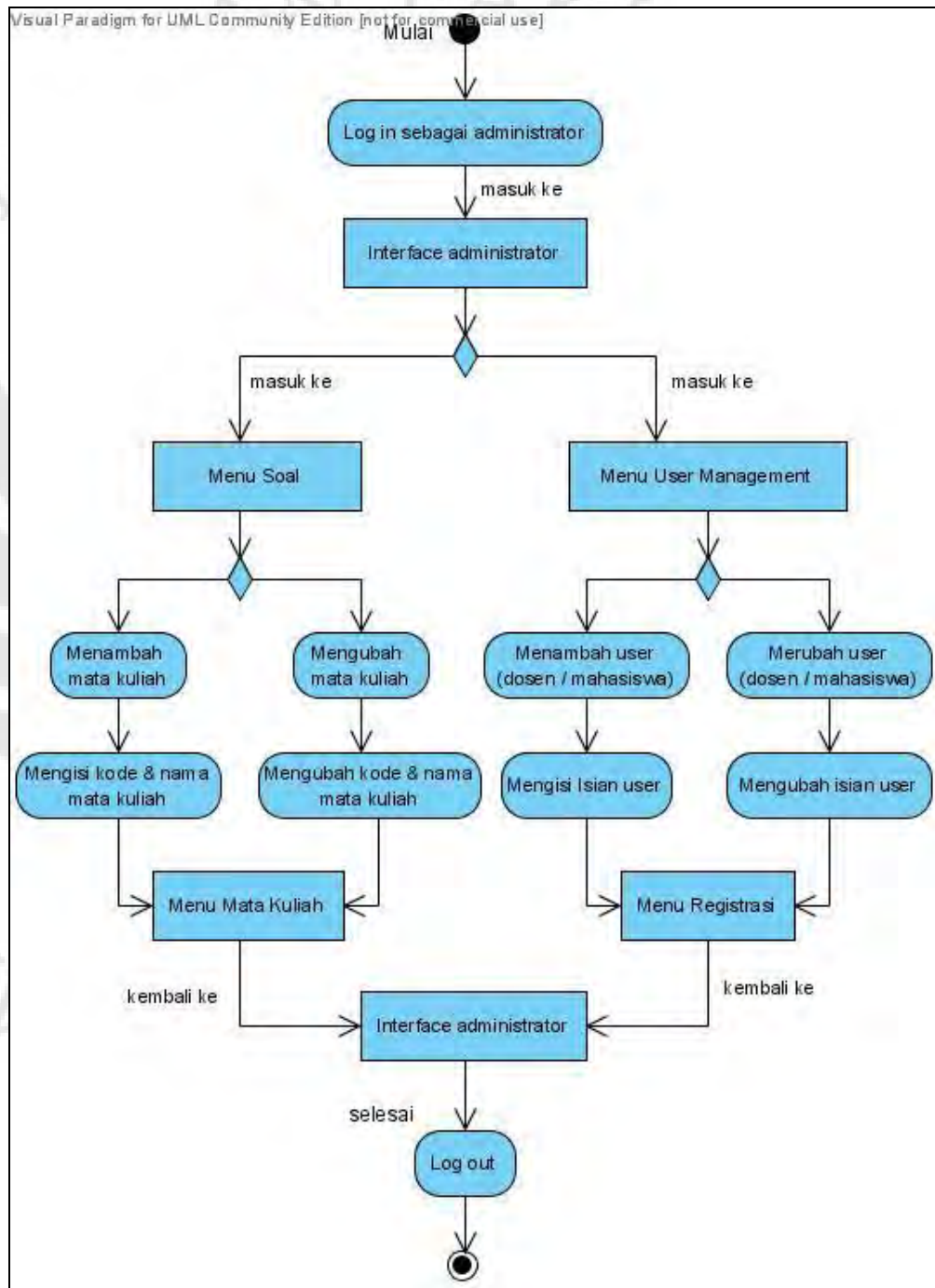
Secara umum sistem mengklasifikasikan *user* ke dalam 2 jenis, yaitu *user* yang telah terdaftar (*member*) dan *user* yang belum terdaftar (*non member*). Sistem hanya dapat diakses oleh *user* yang telah terdaftar. Validasi dilakukan dengan proses *log in* melalui mekanisme permintaan *username* dan *password*. *User* yang belum terdaftar harus melakukan proses registrasi terlebih dahulu agar dapat mengakses sistem.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, sistem memiliki 3 jenis *user* yang berbeda-beda otoritasnya, yaitu :

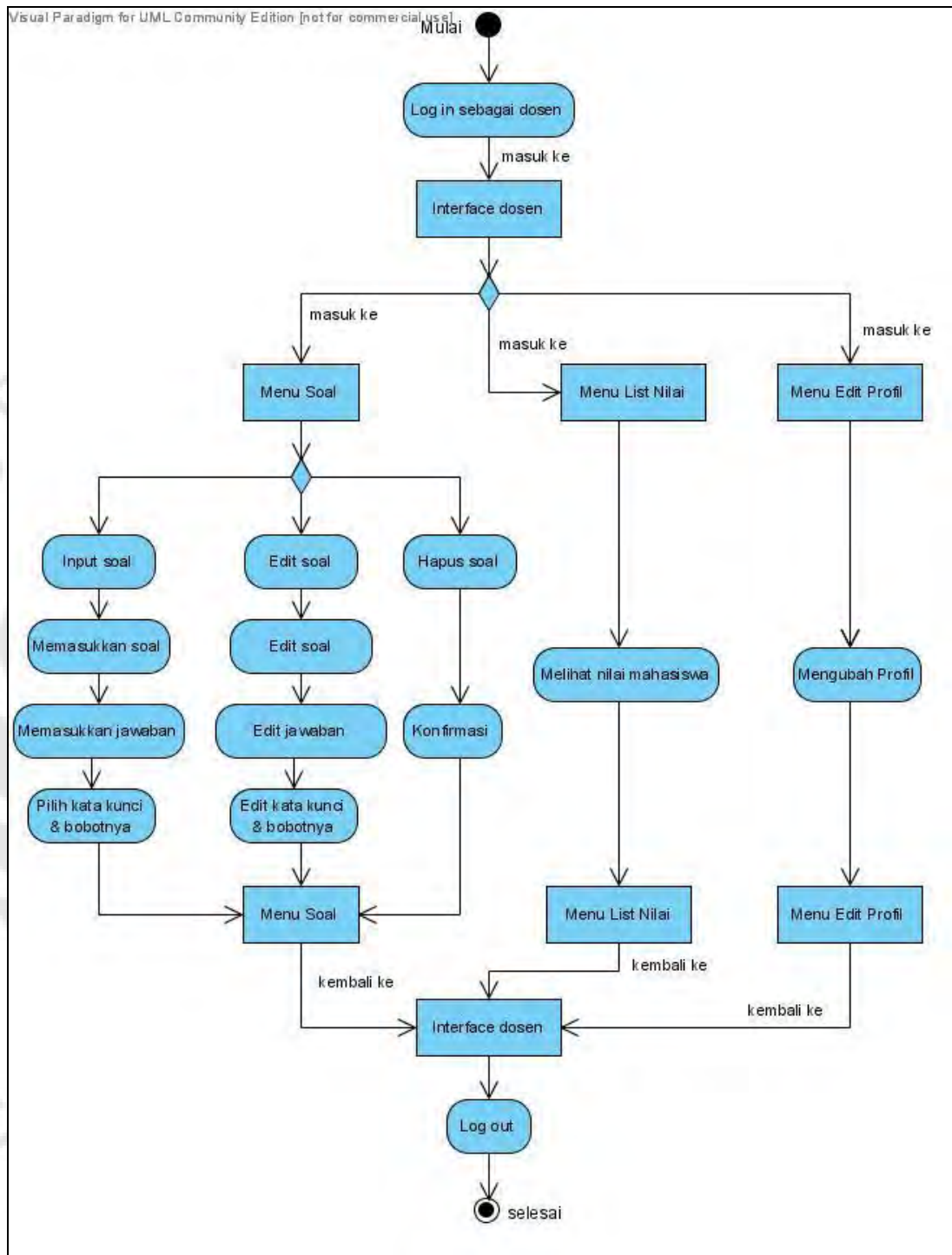
1. Administrator sistem (*root*), memiliki wewenang untuk mengatur mata kuliah dan mengatur *user*.
2. Dosen, memiliki wewenang untuk mengatur soal ujian, mengatur bobot jawaban ujian serta melihat nilai ujian untuk mata kuliahnya.

- Mahasiswa, memiliki wewenang untuk memilih dan menjawab ujian yang ada, dan melihat nilai ujian yang telah dilakukannya.

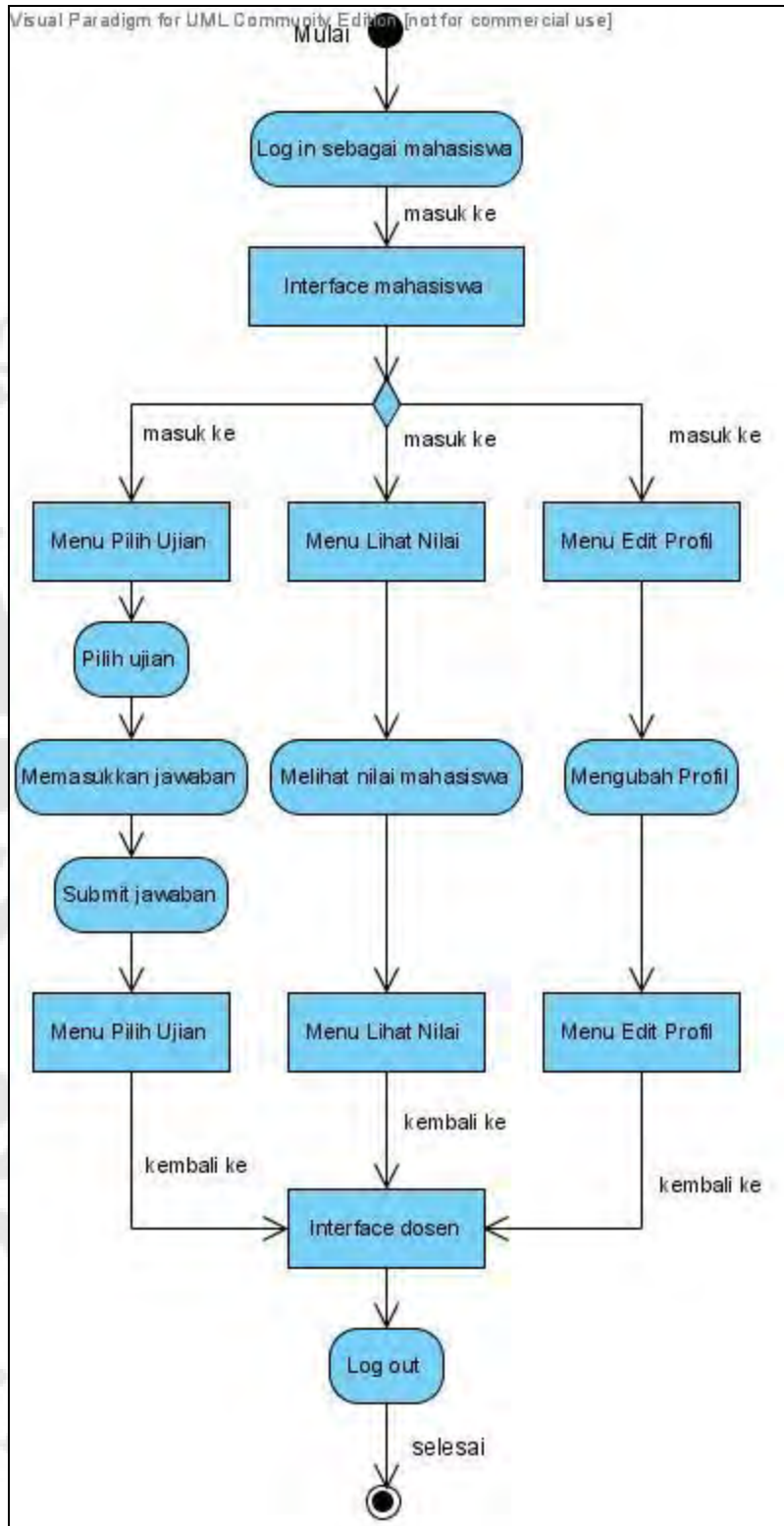
Pada Gambar 3.2, Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 dapat dilihat *activity diagram* dari masing-masing jenis user pada sistem ini :



Gambar 3.2 *Activity Diagram* administrator pada aplikasi Simple-O



Gambar 3.3 Activity Diagram dosen pada aplikasi Simple-O



Gambar 3.4 Activity Diagram mahasiswa pada aplikasi Simple-O

### 3.2.1.1 Manajemen pengguna

Fitur manajemen pengguna berisi seluruh kegiatan yang berhubungan dengan manajemen, identifikasi serta wewenang *user*. Seorang user dapat menggunakan sistem jika user tersebut telah terdaftar (*member*), proses pendaftaran user ini dapat melalui dua cara, yaitu :

1. Dengan cara melakukan proses registrasi pada halaman depan, kemudian mengisi isian data-data dirinya. Serelah proses registrasi selesai, baru kemudian user dapat *log in* dan mengakses sistem. Pendaftaran yang melalui cara ini hanya terbatas untuk *user* yang bertipe mahasiswa.
2. Melalui Administrator sistem. Administrator memiliki wewenang untuk menambah pengguna tanpa melalui proses registrasi dengan cara memasukkan data-data pengguna. Administrator dapat memilih tipe user yang didaftarkan apakah mahasiswa atau dosen.

Dalam konteks manajemen pengguna, administrator bertindak sebagai pengelola yang memiliki kekuasaan penuh atas seluruh user. Administrator memiliki hak untuk melihat daftar user yang terdaftar, menghapus dan mengubah profil seluruh user. User lainnya baik itu dosen maupun mahasiswa hanya memiliki hak untuk mengubah dirinya sendiri. Isian yang dapat diubah antara lain password, nama, npm dan email.

### 3.2.1.2 Mata kuliah

Fitur mata kuliah terdiri atas manajemen mata kuliah dan pengaturan dosen setiap mata kuliah. Manajemen mata kuliah terdiri dari menambah, mengubah serta menghapus mata kuliah. Manajemen mata kuliah ini hanya dapat dilakukan oleh administrator. Untuk dapat menambah mata kuliah administrator harus mengisi isian seperti kode dan nama mata kuliah. Pengaturan dosen untuk tiap mata kuliah juga hanya bisa dilakukan oleh administrator, hal ini dilakukan untuk memudahkan pengawasan di tiap mata kuliah.

### 3.2.1.3 Ujian

Fitur ujian mencakup semua hal yang berkaitan dengan proses-proses yang dilakukan dalam sebuah ujian, seperti menambah, mengubah dan menghapus soal

ujian, membuat jawaban ujian, dan pengaturan kata kunci jawaban. Pengaturan proses ujian ini hanya dapat dilakukan oleh dosen masing-masing mata kuliah.

Untuk membuat sebuah ujian, dosen mula-mula harus memasukan soal dan jawaban yang dibuatnya. Setelah soal dan jawaban dari dosen dimasukkan maka dosen harus memilih kata-kata kunci dari jawaban yang dimasukkan. Jika terjadi kesalahan dalam memasukan soal, jawaban atau kata kunci, dosen dapat mengubah soal dan jawaban serta mengubah kata kuncinya.

User yang berjenis mahasiswa hanya dapat melihat soal dan melakukan pengisian ujian, dan tidak dapat melihat jawaban dan kata kunci yang dimasukkan oleh dosen. Untuk dapat melakukan proses ujian mahasiswa hanya tinggal memilih mata kuliah yang diujikan, kemudian mengisi jawaban dari soal-soal yang ada. Setelah selesai mengisi jawaban, proses penghitungan nilai dari ujian tersebut langsung dilakukan sehingga mahasiswa yang sudah melakukan ujian dapat melihat nilai yang ia dapat saat itu juga.

#### **3.2.1.4 Daftar nilai**

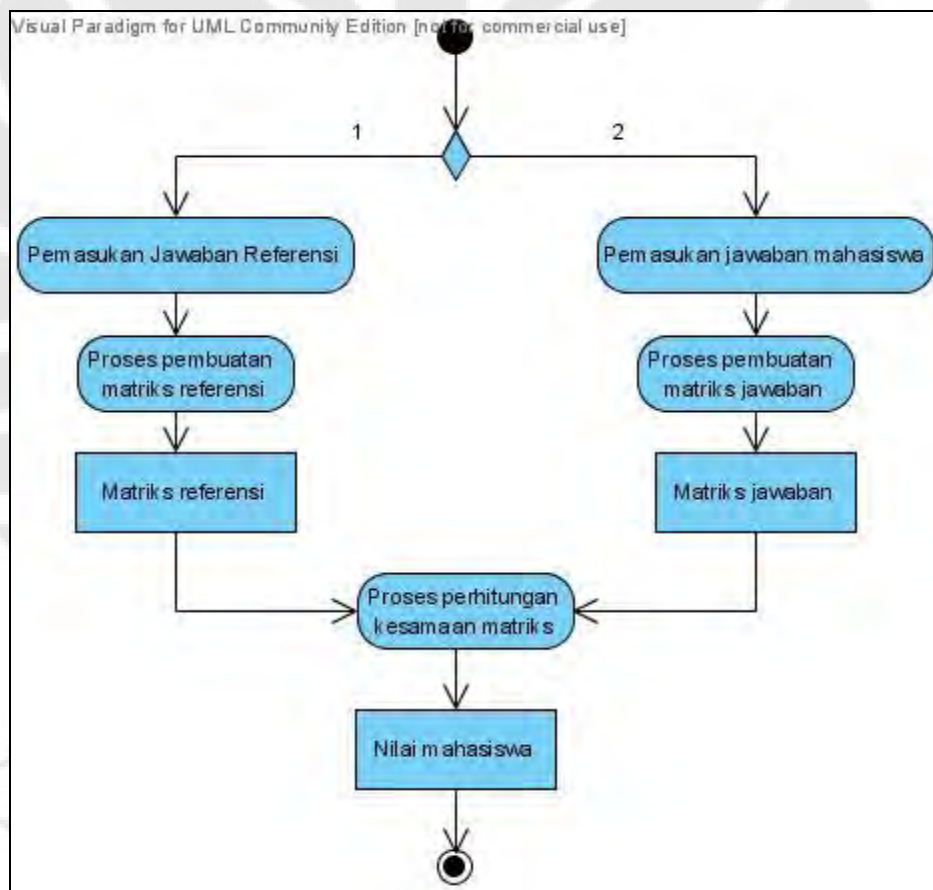
Fitur daftar nilai berhubungan dengan semua hal yang menyangkut nilai ujian. Daftar nilai suatu mata kuliah hanya dapat dilihat oleh dosen mata kuliah tersebut. Dosen juga dapat mengosongkan daftar nilai mata kuliah yang dia kelola dengan cara menghapus semua nilai yang ada pada mata kuliah tersebut. Mahasiswa dapat melihat seluruh nilai yang telah diperolehnya untuk seluruh mata kuliah yang ia ikuti.

Pada antarmuka pertama yaitu untuk root terdapat dua pilihan yaitu Mata kuliah dan *User Management*. Pada menu mata kuliah root dapat melakukan penambahan mata kuliah dan melakukan perubahan (kode & nama) mata kuliah sedangkan pada menu *User Management* root dapat melakukan penambahan user (dosen & mahasiswa) serta melakukan perubahan user. Untuk melakukan penambahan mata kuliah, root perlu memasukkan kode mata kuliah dan nama mata kuliah. Untuk melakukan penambahan user, root perlu mengisi beberapa isian seperti group, userid, password, nama, email dan mata kuliah.

### 3.2.2 Struktur penilaian jawaban esai

Proses perhitungan nilai dari jawaban esai pada sistem ini terdiri dari 3 tahapan utama yaitu pemasukan input, *processing* dan penampilan output. Input yang dibutuhkan di sini berupa jawaban ujian yang dimasukkan oleh mahasiswa. Pada tahap kedua, jawaban tersebut akan dibandingkan dengan jawaban referensi yang dimasukkan dosen. Selanjutnya hasil dari proses tersebut akan disimpan pada *database* dan ditampilkan pada user berupa nilai. Pengolahan jawaban esai yang dilakukan pada sistem ini dilakukan dengan menggunakan metode LSA, dan proses perhitungannya menggunakan bantuan *software* Matlab.

Secara umum proses penilaian jawaban esai pada sistem ini dapat digambarkan pada Gambar 3.5 :



Gambar 3.5 Activity Diagram perhitungan nilai pada Simple-O

Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa nilai yang diperoleh mahasiswa merupakan hasil perbandingan antara matriks jawaban referensi dan matriks jawaban mahasiswa. Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa ada 3 komponen



penting dalam penilaian jawaban esai pada sistem ini, yaitu jawaban referensi, jawaban mahasiswa dan proses penyamaan matriks. Berikut ini adalah pembahasan dari masing-masing komponen tersebut.

### **3.2.2.1 Jawaban referensi**

Jawaban referensi merupakan jawaban yang dimasukkan oleh dosen setelah dosen selesai memasukkan pertanyaan. Matriks jawaban referensi sangat ditentukan oleh pemilihan kata-kata kunci yang dilakukan oleh dosen. Pada skripsi ini ada 3 tingkatan bobot kata kunci yang dapat dipilih oleh dosen. Bobot tersebut ditentukan oleh tingkat kepentingan sebuah kata pada jawaban suatu soal. Semakin penting kunci suatu kata pada suatu jawaban maka akan semakin tinggi nilai bobotnya, begitu pula sebaliknya jika kata kunci itu tidak terlalu penting maka nilai bobotnya tidak tinggi.

Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan matriks jawaban referensi :

- 1) Dosen memasukkan soal.
- 2) Dosen memasukkan jawaban.
- 3) Dosen memilih kata-kata kunci dan menentukan bobotnya.
- 4) Sistem memproses kalimat jawaban menjadi matriks.
- 5) Melakukan proses SVD pada matriks.
- 6) Matriks hasil SVD merupakan matriks jawaban referensi.

### **3.2.2.2 Jawaban mahasiswa**

Jawaban mahasiswa dimasukkan ketika mahasiswa tersebut mengikuti suatu ujian. Setelah mahasiswa selesai memasukkan jawabannya pada ujian, maka sistem akan langsung menghitung nilai yang didapatkannya untuk ujian tersebut secara otomatis.

Langkah-langkah pembuatan matriks jawaban mahasiswa adalah sebagai berikut :

- 1) Mahasiswa memasukkan jawabannya.
- 2) Sistem memproses kalimat jawaban menjadi matriks.
- 3) Melakukan proses SVD pada matriks.
- 4) Matriks hasil SVD merupakan matriks jawaban mahasiswa.

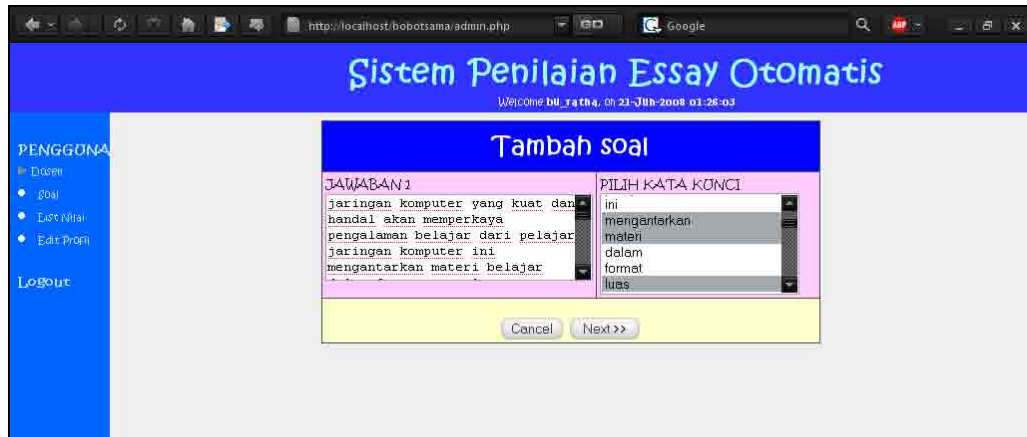
### 3.2.2.3 Perhitungan nilai

Setelah didapatkan matriks jawaban referensi dan matriks jawaban mahasiswa, maka tahap yang terakhir adalah melakukan perhitungan nilai ujian. Nilai ujian didapat dengan menggunakan normalisasi *frobenius* pada matriks jawaban mahasiswa atau dengan menggunakan rumus *cosinus alpha*.

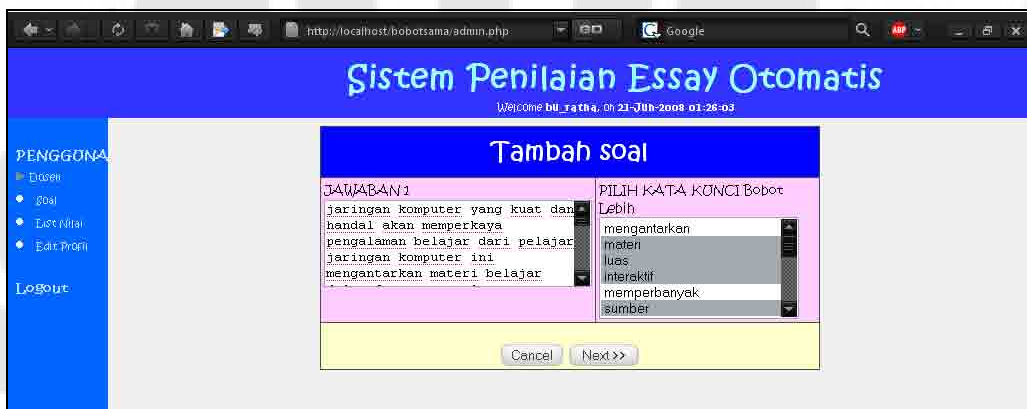
### 3.3 MEKANISME PEMBOBOTAN

Pada suatu sistem penilaian esai otomatis dibutuhkan suatu teknik pembobotan kata kunci yang tepat agar performansi penilaian yang dihasilkan mendapatkan hasil yang maksimal. Pembobotan kata kunci dilakukan berdasarkan tingkat kepentingannya dengan pertanyaan yang diajukan. Semakin penting suatu kata kunci pada suatu jawaban, maka akan semakin tinggi nilai bobotnya, begitu pula sebaliknya jika kata kunci itu tidak terlalu penting maka nilai bobotnya tidak tinggi. Pada skripsi ini digunakan 3 tingkatan bobot kata kunci yang dapat dipilih oleh dosen, masing-masing kata kunci memiliki bobot nilai 1, 2 dan 3.

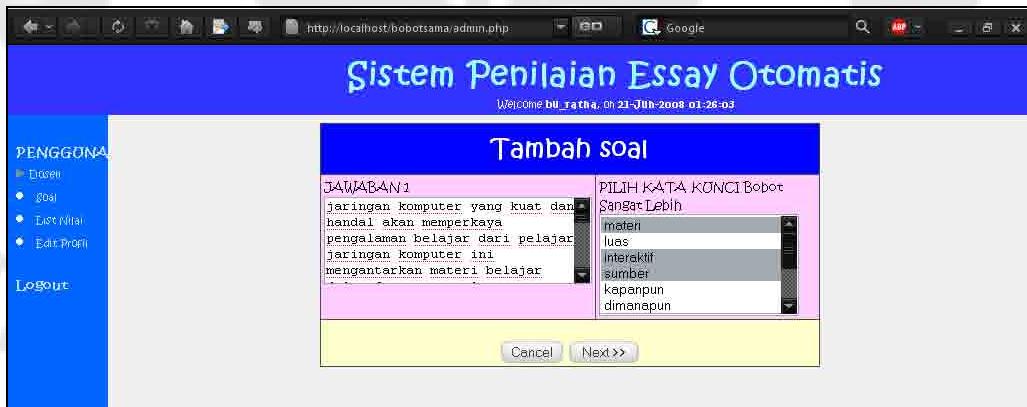
Pembobotan kata kunci dilakukan oleh dosen, langsung setelah proses memasukkan soal dan jawaban referensi. Pemilihan kata-kata kunci yang berbobot nilai 1 dilakukan pertama, pemilihan kata-kata kunci ini dipilih berdasarkan jawaban referensi. Kemudian dilakukan pemilihan kata-kata kunci yang berbobot nilai 2, pemilihan kata-katanya dilakukan berdasarkan kata-kata kunci yang berbobot nilai 1. Setelah itu dilakukan pemilihan kata-kata kunci yang berbobot nilai 3, pemilihan kata-katanya dilakukan berdasarkan kata-kata kunci yang berbobot nilai 2. Setelah dilakukan pemilihan pembobotan pada kata kunci, sistem akan secara otomatis melakukan penyimpanan soal, jawaban referensi dan kata-kata kunci ke dalam database. Pada tahap ini sistem juga membuat matriks referensi dengan menggunakan bantuan software Matlab. Pada Gambar 3.6, Gambar 3.7 dan Gambar 3.8 dapat dilihat tahap pemilihan bobot kata-kata kunci :



Gambar 3.6 Pemilihan kata-kata kunci dengan bobot nilai 1



Gambar 3.7 Pemilihan kata-kata kunci dengan bobot nilai 2



Gambar 3.8 Pemilihan kata-kata kunci dengan bobot nilai 3

## BAB IV

### UJI COBA DAN ANALISIS APLIKASI

#### 4.1 UJI COBA APLIKASI

##### 4.1.1 Spesifikasi *hardware* dan *software*

Aplikasi penilaian esai otomatis ini merupakan aplikasi yang berbasis web, sehingga dibutuhkan suatu *web server*. Selain itu ada beberapa hal lain yang dibutuhkan seperti *database server* dan beberapa perangkat lunak tambahan lainnya. Berikut ini adalah spesifikasi perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini :

1. Pada pengujian yang dilakukan sistem operasi yang digunakan adalah Microsoft Windows XP Professional SP2.
2. Apache *Web Server* versi 2.0.49. *Web server* berfungsi untuk menerima input dari user dan memprosesnya agar bisa dijalankan pada aplikasi dan mengirimkannya kembali pada user melalui *web browser*.
3. PHP *engine* versi 4.3.9. PHP digunakan sebagai salah satu bahasa pemrograman utama pada sistem ini.
4. MySQL *Database Server* versi 4.1.20. *Database server* berfungsi untuk menyimpan data-data pada *server*.
5. Matlab versi 5.3. Matlab digunakan dalam aplikasi ini untuk melakukan komputasi matriks yang diperlukan dalam metode LSA, terutama pada proses SVD, serta dalam perhitungan nilai ujian.
6. *Web browser* yang digunakan Mozilla Firefox versi 2.0.0.14. *Web browser* berperan sebagai *interface* untuk menerima input dari user dan menampilkan aplikasi yang ditulis dalam bahasa pemrograman web seperti HTML.
7. PHP MyAdmin versi 2.10.1. PHP MyAdmin digunakan untuk membantu pengelolaan *database* MySQL agar menjadi lebih mudah untuk dilakukan.

Ujicoba aplikasi ini dilakukan pada sebuah perangkat komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Prosesor : Intel core 2 duo E4500 2.2 Ghz
2. RAM : 2 GB DDR 2
3. Mainboard : ASUS P5LD2-X

#### 4.1.2 Penambahan dan perubahan fitur pada sistem

Pada sistem ini ada beberapa penambahan fitur yang dilakukan untuk memperbaiki kekurangan yang ada pada sistem sebelumnya. Penambahan tersebut antara lain :

1. Menu registrasi bagi mahasiswa pada halaman depan.
2. Menu *edit profil* pada menu utama user mahasiswa dan dosen.
3. Menu *user management* pada menu utama root untuk memudahkan administrator untuk mengatur user yang ada.

Pada sistem ini, pengguna yang belum melakukan pendaftaran dapat melakukan proses registrasi sendiri dengan memilih menu registrasi dari halaman depan. Pada halaman registrasi, ada beberapa isian yang harus diisi oleh *user* untuk melakukan pendaftaran, isian tersebut antara lain *userid*, *password*, *nama*, *npm* dan *email*. Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat dilihat halaman depan dan halaman registrasi dari sistem sekarang.

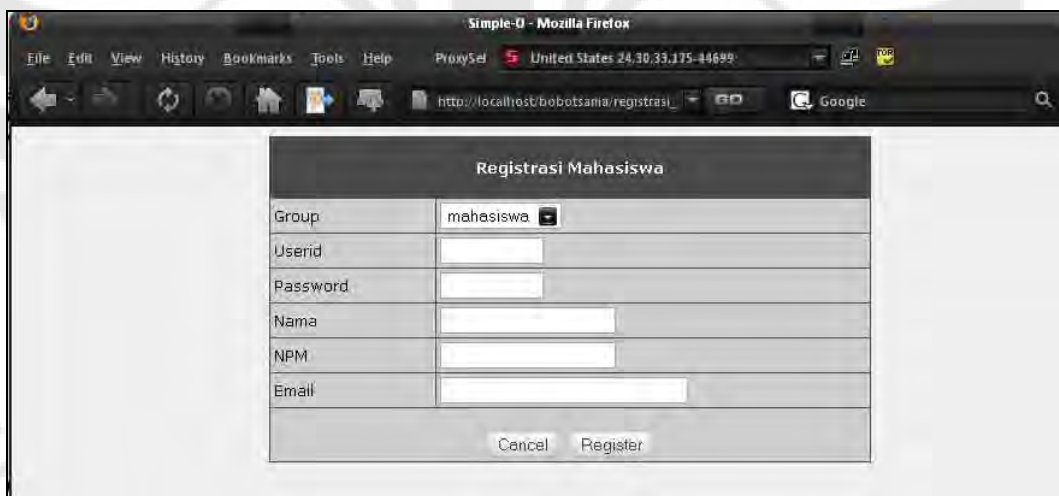
Menu *edit profil* disediakan untuk memudahkan pengguna baik itu mahasiswa maupun dosen untuk mengganti data-data pribadinya. Pada menu ini pengguna dapat mengganti data seperti *nama*, *password*, *npm / nip* dan *email*. Pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dapat dilihat halaman utama dari *user* dosen dan halaman menu *edit profil*. Pada bagian dosen dihilangkan menu *mata kuliah* untuk membuat pembagian tugas yang jelas dengan administrator. Dosen tidak dapat memilih/mengganti sendiri *mata kuliah* apa yang diajarnya, jika ingin melakukan penggantian maka dosen diharuskan menghubungi administrator.

Pada bagian administrator disediakan menu *user management* pada menu utama. Hal ini bertujuan memudahkan administrator untuk mengatur user yang ada. Pada bagian administrator juga dihilangkan menu untuk melihat nilai, hal ini bertujuan untuk membuat pembagian tugas yang jelas, administrator hanya

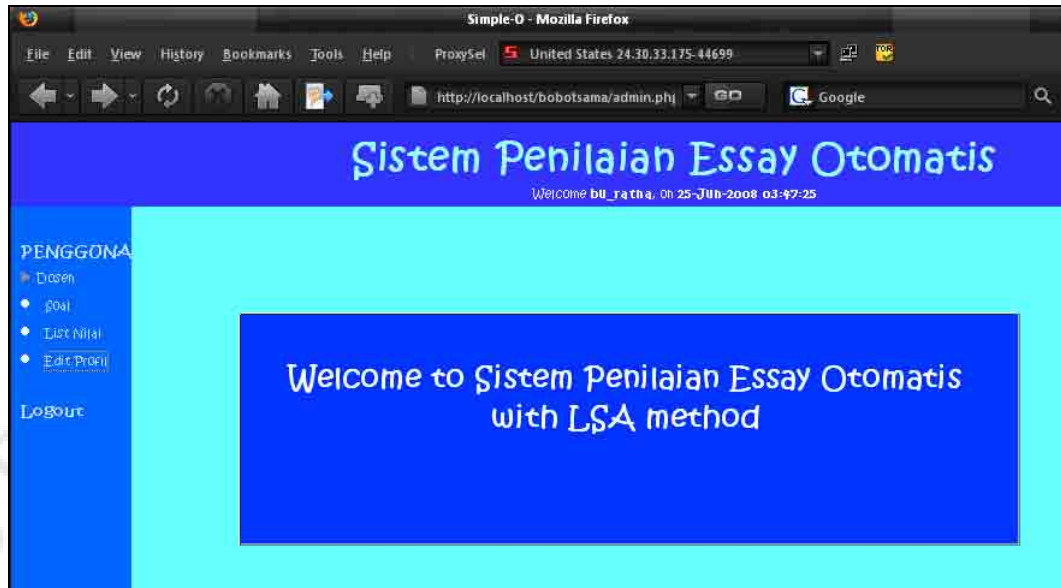
bertugas mengurus hal-hal teknis pada sistem seperti pendaftaran user dosen dan penunjukkan dosen untuk suatu mata kuliah. Sedangkan dosen mengurus hal-hal mengenai ujian dan nilai. Pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat dilihat halaman utama dari administrator dan halaman menu *user management*.



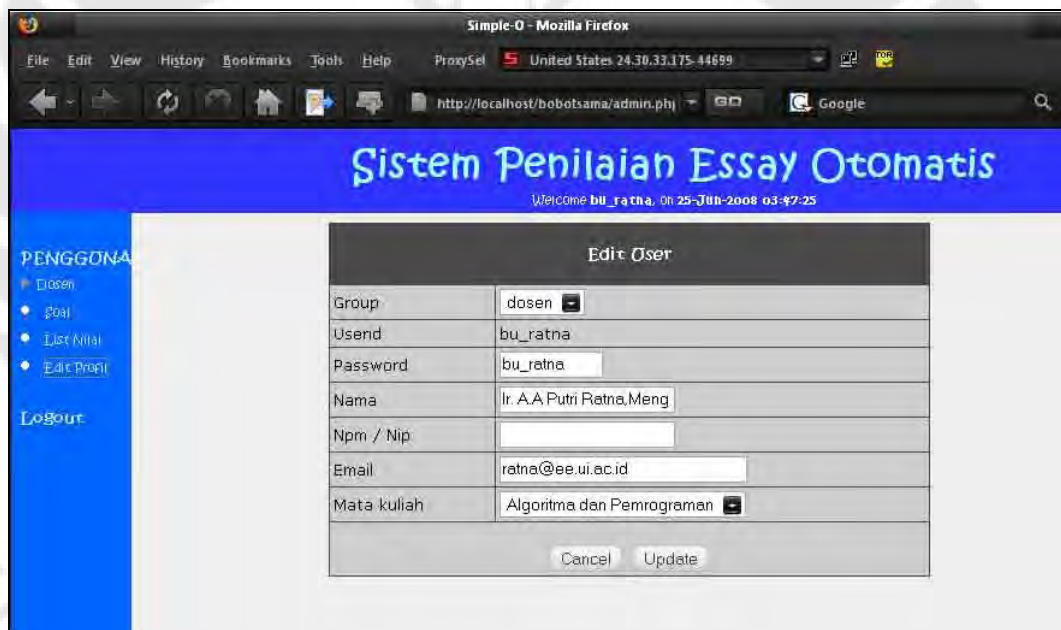
Gambar 4.1 Halaman *log in*



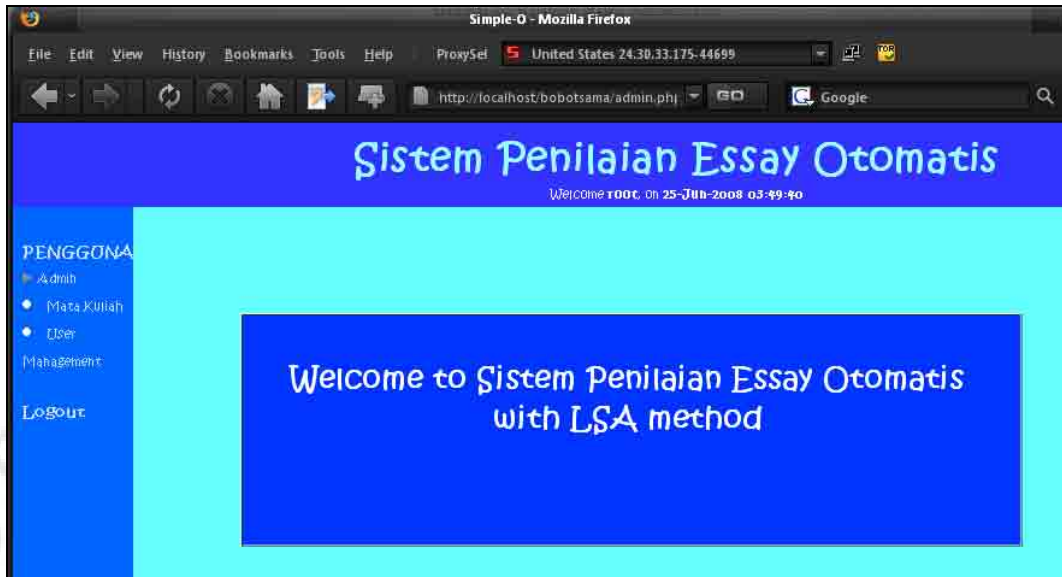
Gambar 4.2 Halaman registrasi mahasiswa



Gambar 4.3 Halaman utama dosen



Gambar 4.4 Halaman *edit profil* pada user dosen



Gambar 4.5 Halaman utama administrator



Gambar 4.6 Halaman menu *User Management*



## 4.2 ANALISIS KECEPATAN PROSES

### 4.2.1 Perubahan Konfigurasi PHP

Secara *default* PHP mempunyai suatu konfigurasi yang membatasi pemakaian *memory* dan waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan suatu skrip PHP. Karena proses penghitungan yang dilakukan pada sistem penilaian esai otomatis ini cukup rumit dan menggunakan software bantuan Matlab yang membutuhkan *resource memory* yang relatif besar, ada kekhawatiran proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama, terutama apabila soal yang diujikan banyak dan jawaban yang dimasukkan oleh pengguna ujian panjang. Untuk mencegah terjadinya kegagalan sewaktu mengeksekusi suatu skrip PHP maka perlu ada perubahan pada konfigurasi PHP, terutama pada bagian alokasi memori dan waktu proses yang dibutuhkan. Untuk merubah konfigurasi PHP, buka *file* "php.ini" yang ada didalam *folder* aplikasi PHP atau *folder web server* menggunakan *script editor*. Cari bagian "*resource limits*" kemudian lakukan beberapa perubahan seperti pada Gambar 4.7.

```
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
; Resource Limits ;
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;

max_execution_time = 300
max_input_time = 300
memory_limit = -1
```

Gambar 4.7 Perubahan konfigurasi PHP

Variabel `max_execution_time` merupakan variabel yang menetapkan berapa lama waktu maksimal untuk melakukan eksekusi (waktu proses) sebuah skrip PHP. Variabel `max_input_time` berisi nilai yang menetapkan waktu maksimal sebuah skrip PHP memasukkan input. Sementara `memory_limit` menjelaskan besarnya memori maksimal untuk alokasi skrip PHP. Ketiga variabel ini memiliki nilai *default* dari PHP berturut-turut 30 (satuan sekon), 30 (satuan sekon) dan 8 (satuan *MegaByte*). Ketiga buah nilai ini ternyata tidak cukup untuk menjalankan skrip aplikasi sistem penilaian otomatis, untuk itu dilakukan perubahan seperti yang terlihat dalam blok. Perubahan menjadi 300 sekon untuk `max_execution_time`, 300 sekon untuk `max_input_time` dan -1 untuk `memory_limit` (-1 berarti alokasi memori tak dibatasi sesuai dengan kebutuhan).

#### 4.2.2 Analisis Kecepatan Proses Entri Soal dan Jawaban

Tahap pertama sebelum melakukan proses ujian dengan sistem ini adalah dosen memasukkan soal yang akan diujikan dan memasukkan jawaban referensi beserta kata-kata kunci yang mempunyai bobot berbeda-beda. Setelah proses tersebut dilakukan maka sistem akan secara otomatis membuat matriks referensi dengan bantuan program Matlab dan kemudian menyimpannya ke dalam *database*. Pada Tabel 4.1 dapat dilihat lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memasukkan sebuah soal dan jawaban serta membuat matriks referensinya dan menyimpannya ke dalam *database* :

**Tabel 4.1. Hubungan antara waktu proses dan banyaknya kata pada entri soal dan jawaban**

Soal No	Banyaknya kata pada soal	Banyaknya kata pada jawaban	Banyaknya kata kunci (bobot 1)	Banyaknya kata kunci (bobot 2)	Banyaknya kata kunci (bobot 3)	Waktu proses (s)
1	22	48	7	4	3	0.5263471603
2	11	34	5	4	3	0.5188360214
3	9	81	11	8	4	0.5342068672
4	6	66	11	8	5	0.5306081771
5	6	26	4	4	3	0.5257120132
6	27	132	16	10	7	0.5390458106
7	22	154	16	11	7	0.5615010261
8	7	135	16	13	10	0.5449969768
9	12	48	8	6	4	0.5266950130
10	17	165	18	11	7	0.5528008937

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan entri soal dan jawaban relatif cepat yaitu 0.536075. Dari tabel tersebut juga dapat disimpulkan bahwa banyaknya kata pada jawaban referensi dan banyaknya kata kunci mempengaruhi lamanya waktu pemrosesan. Hal ini sesuai dengan algoritma yang digunakan untuk membentuk matriks referensi, dimana ukuran matriks referensi dibuat berdasarkan banyaknya bagian tiap 10 kata pada jawaban referensi dan banyaknya kata kunci. Jumlah kolom matriks referensi bergantung pada banyaknya bagian tiap 10 kata pada jawaban referensi, dan jumlah barisnya bergantung pada banyaknya kata kunci.

### 4.2.3 Analisis Kecepatan Proses Penghitungan Nilai dengan Pengaksesan Tiap 1 User

Proses penghitungan nilai ujian, terjadi setelah pengguna selesai memasukkan jawabannya. Sistem akan langsung menghitung berapa nilai yang didapatkan dengan mencocokkannya dengan jawaban referensi, setelah selesai maka nilai tersebut akan disimpan dalam *database*. Proses penghitungan ini juga menggunakan bantuan program Matlab. Pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 dapat dilihat lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses penghitungan nilai dengan jumlah soal ujian sebanyak 5 dan 10 buah :

**Tabel 4.2. Hubungan antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 5 soal ujian**

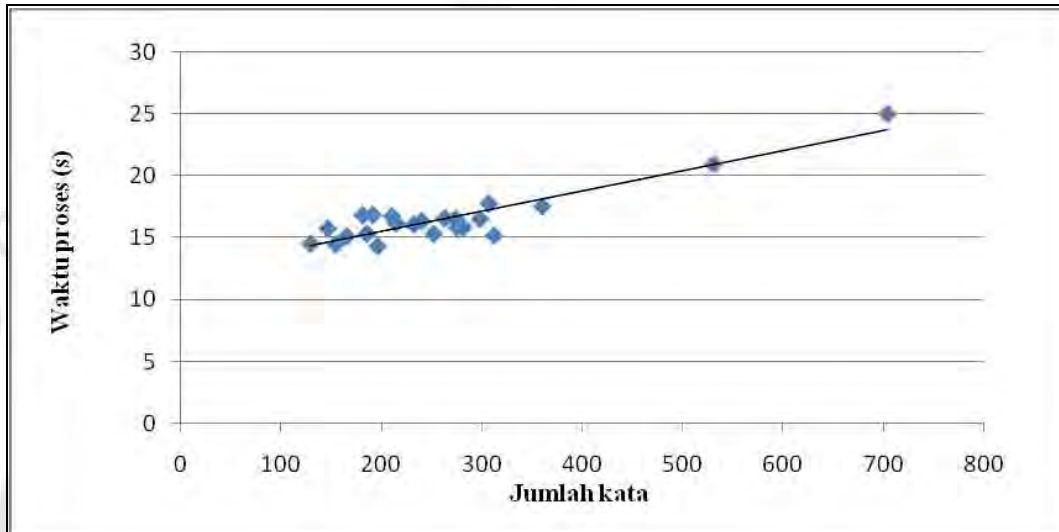
Data	Banyaknya kata pada jawaban	Waktu proses (s)
1	263	16.54136300087
2	210	16.710573911667
3	312	15.139310836792
4	196	14.265517234802
5	232	16.044434070587
6	281	15.806416988373
7	129	14.481133937836
8	214	16.140142917633
9	275	15.792681932449
10	360	17.497062921524
11	240	16.305369138718
12	181	16.791415214539
13	531	20.91526389122
14	191	16.808135986328
15	274	16.488204956055
16	298	16.478156089783
17	252	15.283714771271
18	165	15.07629108429
19	307	17.725059986115
20	146	15.703253984451
21	704	24.958279132843
22	154	14.423192024231
23	185	15.284499883652

**Tabel 4.3. Hubungan antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 10 soal ujian**

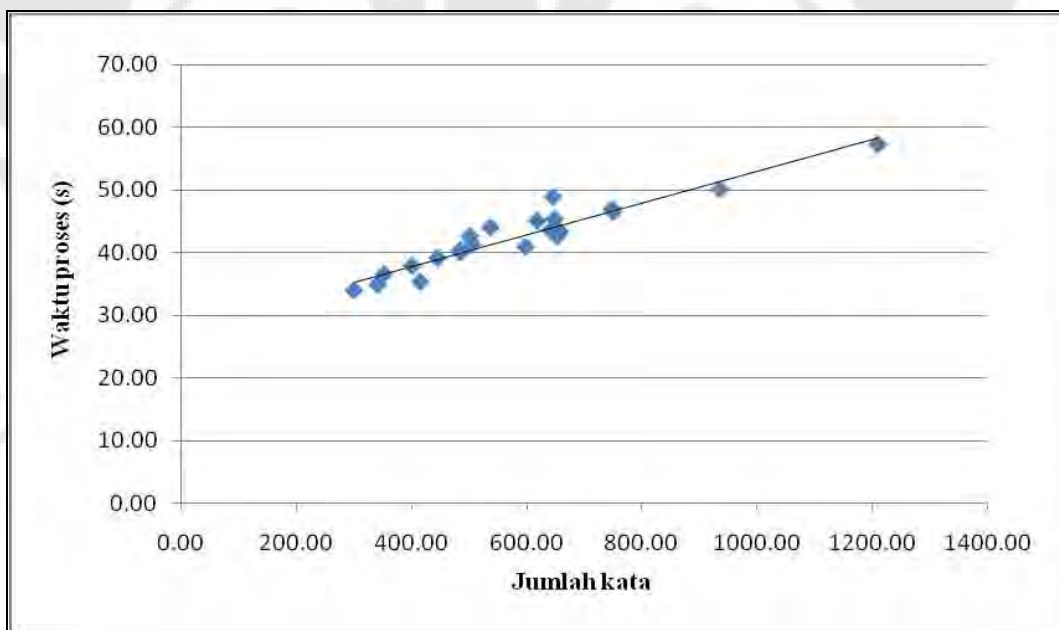
Data	Banyaknya kata pada jawaban	Waktu proses (s)
1	658	43.351609945297
2	486	40.410218954086
3	650	42.879042863846
4	486	39.989294052124
5	416	35.275074958801
6	749	46.955710887909
7	301	33.911473035812
8	646	48.888787984848
9	502	42.564208984375
10	654	42.631459951401
11	619	45.031918048859
12	538	44.003839015961
13	936	50.067198991776
14	506	41.253918170929
15	649	45.351321935654
16	642	43.496330022812
17	599	40.884036064148
18	342	34.8141040802
19	750	46.484331846237
20	353	36.522480010986
21	1210	57.30365395546
22	446	39.110183000565
23	402	37.82346200943

Dari Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk memproses penghitungan nilai berbanding lurus dengan jumlah kata-kata dari jawaban yang dimasukkan oleh pengguna dan jumlah soal ujian yang ada. Rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk menghitung nilai dari 5 soal adalah 16,55 detik dengan rata-rata panjang jawaban yang dimasukkan pengguna 265 kata, secara kasar dapat dikatakan sistem dapat memproses 16,01 kata tiap detiknya. Sedangkan rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk menghitung nilai dari 10 soal adalah 42,57 detik dengan rata-rata panjang jawaban yang dimasukkan pengguna 588 kata, secara kasar dapat

dikatakan sistem dapat memproses 13,81 kata tiap detiknya. Dengan membandingkan jumlah kata yang dapat diproses tiap detiknya maka dapat dikatakan bahwa sistem berjalan lebih optimal jika jumlah soal yang diujikan lebih sedikit.



Gambar 4.8 Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 5 soal ujian



Gambar 4.9 Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 10 soal ujian

#### 4.2.4 Analisis Kecepatan Proses Penghitungan Nilai dengan Pengaksesan 5 User Secara Bersama-sama

Pelaksanaan ujian umumnya dilakukan secara bersama-sama oleh peserta ujian pada satu mata kuliah. Pada bagian ini akan dilakukan pengujian sistem untuk melakukan penghitungan nilai ujian untuk 5 *user* secara langsung. Pada pengujian pertama, soal yang diujikan berjumlah 5 soal, dan pada pengujian kedua jumlah soal yang diujikan berjumlah 10 soal.

**Tabel 4.4. Hubungan antara jumlah kata jawaban dan waktu penghitungan nilai untuk 5 soal ujian yang dilakukan oleh 5 *user* secara bersama-sama**

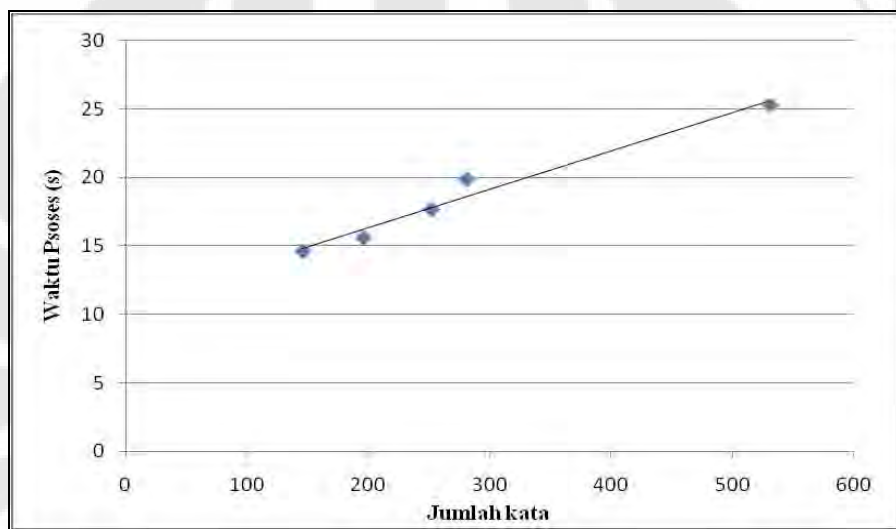
Data	Banyaknya kata pada jawaban	Waktu proses (s)
1	146	14.60681
2	196	15.57727
3	252	17.64871
4	281	19.84502
5	531	25.24458

**Tabel 4.5. Hubungan antara jumlah kata jawaban dan waktu penghitungan nilai untuk 10 soal ujian yang dilakukan oleh 5 *user* secara bersama-sama**

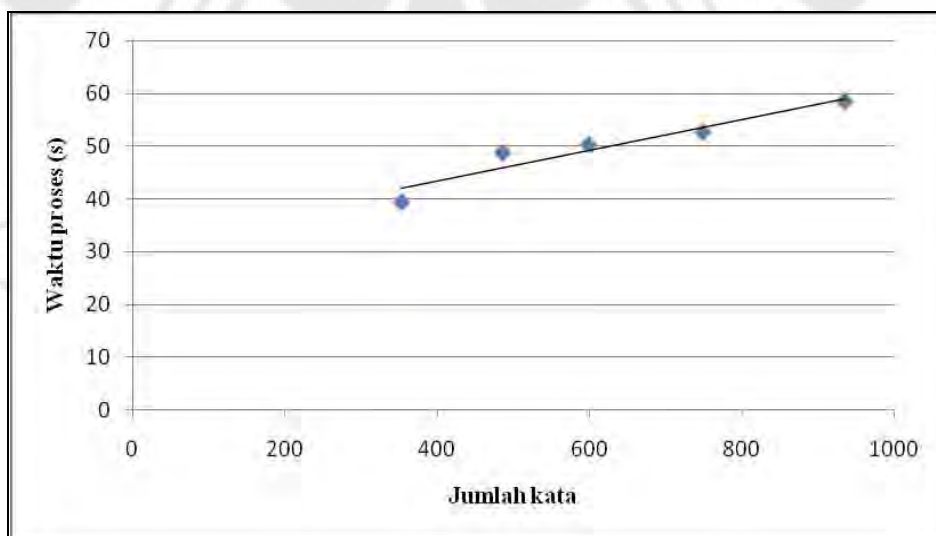
Data	Banyaknya kata pada jawaban	Waktu proses (s)
1	353	39.33317
2	486	48.69097
3	599	50.23607
4	749	52.62623
5	936	58.47769

Dari Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11. Dari data tersebut didapat rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk menghitung nilai dari 5 soal yang dilakukan secara bersamaan oleh 5 *user* adalah 18,58 detik dengan rata-rata panjang jawaban yang dimasukkan pengguna 281,2 kata, artinya sistem dapat memproses 15,13 kata per detiknya. Sedangkan rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk menghitung nilai dari 10 soal yang dilakukan secara bersamaan oleh 5 *user* adalah 49,87 detik dengan rata-rata panjang jawaban yang dimasukkan pengguna 624,6 kata, artinya sistem dapat memproses 12,52 kata per detiknya. Bila dibandingkan dengan pengujian sebelumnya, dimana ujian dilakukan oleh user satu per satu maka terjadi sedikit

penurunan performa jumlah kata yang dapat diproses tiap detiknya. Untuk pengujian dengan 5 soal terjadi penurunan performa dari 16,01 kata per detik menjadi 15,13 kata per detik. Sedangkan untuk pengujian 10 soal dari 13,81 kata per detik menjadi 12,52 kata per detik. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa jumlah *user* yang mengakses sistem secara bersamaan mempengaruhi kecepatan pemrosesan penghitungan nilai yang dilakukan oleh sistem. Semakin banyak *user* yang mengakses sistem pada saat bersamaan maka proses penghitungan nilai yang dilakukan oleh sistem menjadi semakin lambat.



Gambar 4.10 Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 5 soal ujian yang dilakukan oleh 5 *user* secara bersama-sama



Gambar 4.11 Grafik antara jumlah kata pada jawaban dan waktu proses penghitungan nilai untuk 10 soal ujian yang dilakukan oleh 5 *user* secara bersama-sama

### 4.3 ANALISIS PERFORMANSI APLIKASI

Untuk mengetahui seberapa baik kualitas penilaian yang dilakukan oleh sistem ini, maka akan dilakukan perbandingan hasil penilaian yang dilakukan oleh sistem ini dengan penilaian manusia (*human rater*). Penilaian unjuk kerja akan didasarkan pada besarnya korelasi dan rata-rata selisih antara sistem dengan *human rater*. Pada pengujian ini, jumlah soal yang diujikan sebanyak 10 soal dengan materi yang diujikan adalah dasar jaringan komputer. Pada Tabel 4.3 dapat dilihat rata-rata hasil penilaian sistem terhadap jawaban mahasiswa :

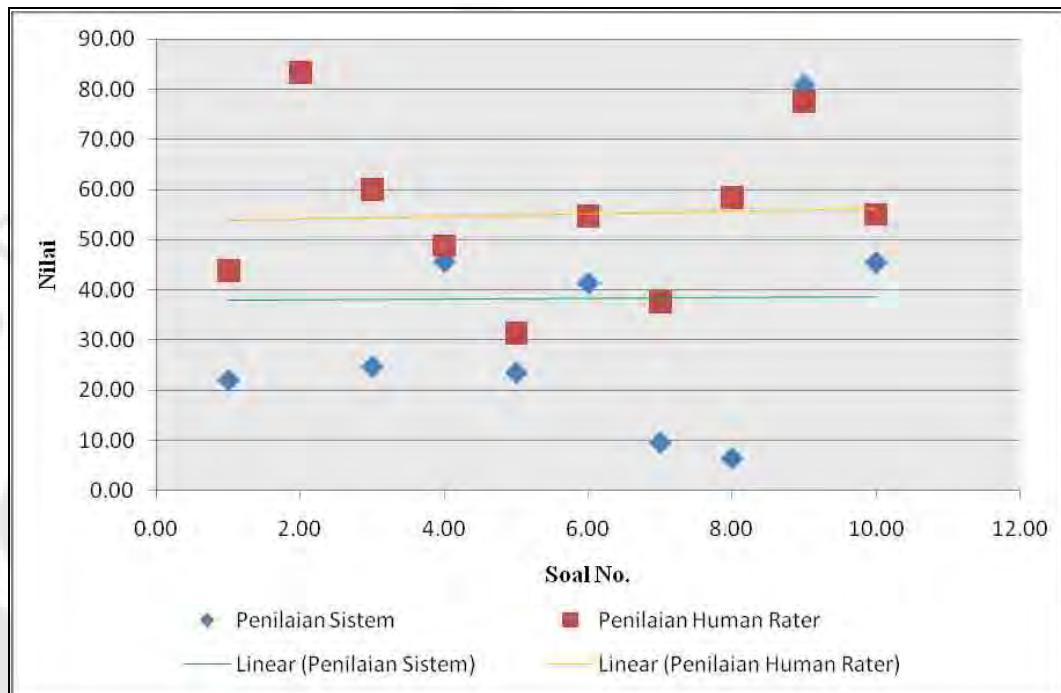
**Tabel 4.6. Perbandingan antara penilaian sistem dan *human rater***

Soal No	Rata-rata Hasil Penilaian Sistem (a)	Rata-rata Penilaian Human Rater (b)	Selisih (a) dan (b)
1	22.05	43.75	21.70
2	83.38	83.33	0.05
3	24.73	60.00	35.27
4	45.66	48.75	3.09
5	23.57	31.25	7.68
6	41.38	54.58	13.20
7	9.60	37.50	27.90
8	6.44	58.30	51.86
9	80.85	77.50	3.35
10	45.46	55.00	9.54

Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut maka dapat dibandingkan korelasi dan persentase selisih dari hasil penilaian sistem dan *human rater*. Dari data tersebut didapat bahwa korelasi dari dua penilaian tersebut menunjukkan angka 0,777402209 dengan rata-rata selisih nilai 17,36. Secara umum nilai yang diperoleh peserta ujian dari sistem tidak dapat dikatakan baik. Hal ini mungkin dikarenakan adanya beberapa kesalahan penulisan kata-kata yang dilakukan oleh *user* terutama dalam penulisan istilah asing, karena sistem tidak dirancang untuk membetulkan kata-kata yang salah penulisannya maka nilai yang didapat oleh *user* tidak terlalu bagus. Sedangkan dari sisi *human rater* mengenai kesalahan penulisan kata tidak terlalu mempengaruhi penilaian, karena *human rater* masih



dapat mengetahui maksud dari jawaban *user* walaupun adanya penulisan kata-kata yang salah. Pada Gambar 4.12 dapat dilihat perbandingan antara penilaian sistem dengan *human rater*.



Gambar 4.12 Grafik perbandingan antara penilaian sistem dan *human rater*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil ujicoba dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Waktu yang diperlukan untuk melakukan entri soal dan jawaban ditentukan oleh banyaknya kata pada jawaban referensi dan banyaknya kata kunci, rata-rata waktu yang diperlukan dari 10 kali memasukkan soal dan jawaban relatif cepat yaitu 0,536075 detik.
2. Waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk memproses penghitungan nilai berbanding lurus dengan jumlah kata-kata dari jawaban yang dimasukkan oleh pengguna dan jumlah soal ujian yang ada.
3. Kecepatan pemrosesan penghitungan nilai yang dilakukan oleh sistem dipengaruhi oleh beberapa hal seperti banyaknya persamaan kata yang dimasukkan ke dalam database, hardware yang digunakan, jumlah soal yang diujikan juga banyaknya user yang mengakses secara bersamaan.
4. Korelasi antara penilaian yang dilakukan oleh sistem dengan *human rater* menunjukkan angka 0,777402209 dengan rata-rata selisih nilai untuk setiap soal sebesar 17,36.

## DAFTAR ACUAN

- [1] Landauer, T. K., Psozka, J., “**Simulating Text Understanding for Educational Applications with Latent Semantic Analysis Introduction to LSA**”, University of Colorado at Boulder, US Army Research Institute, 2001.
- [2] C. Bambang Dwi K., Suhardi, “**Identifikasi Faktor-Faktor Pengukur Kualitas Layanan Data pada Ganesha E-Learning System**”, Information Network and System Research Group Laboratorium of Signal and System Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Bandung.
- [3] Heinich, R. “**Instructional Media and Technology for Learning**”, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1996.
- [4] Streeter L., Psozka, J., Laham, D., MacCuish, D., “**The Credible Grading Machine: Automated Essay Scoring in the DOD**”, Juli 2002.
- [5] Valenti, S., Neri, F., Cucchiarelli, A., “**An Overview of Current Research on Automated Essay Grading**”, Universita Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, 2003.
- [6] Rudner, L., Gagne, P., “**An Overview of Three Approaches to Scoring Written Essays by Computer**”, University of Maryland, College Park, 2001.
- [7] Dikli, S., “**Automated Essay Scoring**”, Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE, January 2006.
- [8] Chung, K. W. K., O’Neil, H. F., “**Methodological approaches to online scoring of essays**“, ERIC reproduction service no ED 418 101, 1997.
- [9] Shermis, Mark, D., Barrera, Felicia D., “**Exit assessments: evaluating writing ability through automated essay scoring**“, ERIC document reproduction service no ED 464 950, 2002.
- [10] Elliot, S., “**A true score study of 11th grade student writing responses using IntelliMetric Version 9.0**”, Newtown, PA: Vantage Learning, 2003.

- [11] Landauer, T. K., Dumais, S. T., “**A solution to Plato's problem: The Latent Semantic Analysis theory of the acquisition, induction, and representation of knowledge**”, Psychological Review, 1997.
- [12] Golub, G. H., Van Loan, C. F., “**Matrix Computations**”, The Johns Hopkins University Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 1989.
- [13] Erica Chisholm, Tamara G. Kolda, “**New Term Weighting Formulas for the Vector Space Method in Information Retrieval**”, Oak Ridge National Laboratory, US 1999.
- [14] Imansyah, M., “**PHP & MySQL untuk Orang Awam**”, CV. Maxikom, Mei 2003.

## DAFTAR PUSTAKA

- C. Bambang Dwi K., Suhardi, “**Identifikasi Faktor-Faktor Pengukur Kualitas Layanan Data pada Ganesha E-Learning System**”, Information Network and System Research Group Laboratorium of Signal and System Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Bandung.
- Chung, K. W. K., O’Neil, H. F., “**Methodological approaches to online scoring of essays**“, ERIC reproduction service no ED 418 101, 1997.
- Dikli, S., “**Automated Essay Scoring**”, Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE, January 2006.
- Elliot, S., “**A true score study of 11th grade student writing responses using IntelliMetric Version 9.0**”, Newtown, PA: Vantage Learning, 2003.
- Foltz, P., Laham, D., Landauer, T., “**The Intelligent Essay Assessor: Applications to Educational Technology**”, Colorado, 2002
- Hearst, A. M.,”**The Debate on Automated Essay Grading**”, University of California, Berkeley, Oktober 2002.
- Heinich, R. “**Instructional Media and Technology for Learning**”, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1996.
- Imansyah, M., “**PHP & MySQL untuk Orang Awam**”, CV. Maxikom, Mei 2003
- Landauer, T. K., Dumais, S. T., “**A solution to Plato's problem: The Latent Semantic Analysis theory of the acquisition, induction, and representation of knowledge**”, Psychological Review, 1997.
- Landauer, T. K., Psofka, J., “**Simulating Text Understanding for Educational Applications with Latent Semantic Analysis Introduction to LSA**”, University of Colorado at Boulder, US Army Research Institute, 2001.
- M. Melfachrozi, “**Penggunaan Aplikasi e-learning (Moodle)**”, Komunitas eLearning ilmukomputer.com, 2006
- M.W. Berry, S.T. Dumais, G.W. O’Brien, “**Using Linear Algebra for Intelligent Information Retrieval**”, SIAM Review 2004
- Miller, T., “**Essay Assessment with Latent Semantic Analysis**”, Journal of Educational Computing Research, 2003.

- Rehder, B., Schreiner, M. E., Wolfe, M. B. W., Laham, D., Landauer, T. K., Kintsch, W., **“Running head: Latent Semantic Analysis and knowledge Assessment. Using Latent Semantic Analysis to Assess Knowledge: Some Technical Considerations”**, University of Colorado, Boulder.
- Rudner, L., Gagne, P., **“An Overview of Three Approaches to Scoring Written Essays by Computer”**, University of Maryland, College Park, 2001.
- Shermis, Mark, D., Barrera, Felicia D., **“Exit assessments: evaluating writing ability through automated essay scoring“**, ERIC document reproduction service no ED 464 950, 2002.
- Streeter L., Psootka, J., Laham, D., MacCuish, D., **“The Credible Grading Machine: Automated Essay Scoring in the DOD”**, Juli 2002.
- Valenti, S., Neri, F., Cucchiarelli, A., **“An Overview of Current Research on Automated Essay Grading”**, Universita Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, 2003.

## LAMPIRAN

**LAMPIRAN 1** Hasil penilaian sistem untuk 23 mahasiswa :

	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Soal 6	Soal 7	Soal 8	Soal 9	Soal 10
Mhs 1	86.14	88.64	13.18	0	0	37.13	91.59	0	28.6	27.85
Mhs 2	12.4	98.2	0	0	53.88	16.1	0	0	100	33.93
Mhs 3	6.2	88.64	18.9	39.49	0	41.07	0	1.13	100	45.14
Mhs 4	0	100	21.82	0	64.76	46.62	0	17.8	100	20.43
Mhs 5	27.74	100	18.9	28.28	89.8	30.22	0	12.59	100	85.02
Mhs 6	0	100	84.61	99.09	0	51.8	0	0	100	100
Mhs 7	6.2	100	35.86	31.66	0	37.35	14.93	0	100	42.7
Mhs 8	24.51	99.22	26.73	29.57	53.88	28.59	0	0	100	83.62
Mhs 9	97.66	100	15.15	0	0	26.41	0	0	0	81.7
Mhs 10	18.49	0	0	100	74.05	16.33	0	17.8	100	82.3
Mhs 11	0	100	11.82	85.48	0	51.7	0	14.65	100	31.14
Mhs 12	16.01	82.38	26.73	84.73	35.92	48.06	0	25.12	100	41.96
Mhs 13	0	100	21.06	73.89	62.22	37.23	0	0	100	0.81
Mhs 14	13.87	0	13.36	0	0	21.18	0	0	100	15.46
Mhs 15	9.81	100	18.9	75.82	0	37.58	0	0	100	41.27
Mhs 16	0	68.14	26.36	95.75	25.4	41.44	0	0	100	38.96
Mhs 17	100	100	46.29	100	0	29.21	11.97	0	100	82.53
Mhs 18	27.74	100	0	0	0	45.75	0	0	30.93	19.54
Mhs 19	0	100	17.09	0	19.93	90.61	78.55	17.33	0	33.87
Mhs 20	0	0	0	0	0	32.05	0	23.88	0	38.9
Mhs 21	0	92.58	79.67	100	62.22	100	0	0	100	49.07
Mhs 22	0	100	53.45	8.83	0	35.84	23.75	0	100	28.42
Mhs 23	60.45	100	18.9	97.55	0	49.42	0	17.8	100	20.94

**LAMPIRAN 2** Hasil penilaian *Human Rater* untuk 23 mahasiswa :

	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Soal 6	Soal 7	Soal 8	Soal 9	Soal 10
Mhs 1	50	100	50	0	0	100	100	80	80	70
Mhs 2	50	100	60	30	0	20	20	60	80	40
Mhs 3	70	60	60	50	10	10	30	100	80	70
Mhs 4	50	100	60	10	0	20	0	70	80	50
Mhs 5	40	20	40	100	10	50	0	30	70	60
Mhs 6	50	100	60	70	10	30	20	70	80	40
Mhs 7	40	100	60	60	0	50	40	40	60	70
Mhs 8	50	50	70	70	20	80	70	60	80	80
Mhs 9	50	100	70	50	30	40	10	80	40	40
Mhs 10	30	80	60	100	10	70	20	60	80	80
Mhs 11	60	80	80	60	70	100	20	70	100	80
Mhs 12	50	100	70	60	80	70	90	100	90	80
Mhs 13	40	100	60	100	30	100	10	70	90	80
Mhs 14	40	100	80	70	80	100	10	80	100	0
Mhs 15	40	80	60	80	10	60	30	70	100	10
Mhs 16	50	100	70	20	100	20	20	60	100	30
Mhs 17	100	100	30	60	80	100	50	60	100	70
Mhs 18	30	70	60	10	10	10	20	10	40	20
Mhs 19	0	100	40	10	80	100	60	40	20	10
Mhs 20	40	20	30	20	10	30	10	30	10	30
Mhs 21	30	100	80	20	10	80	10	10	100	50
Mhs 22	30	80	60	40	30	20	90	60	100	100
Mhs 23	30	80	70	40	40	30	80	30	80	60