



UNIVERSITAS INDONESIA

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *ADAPTIVE ASSESSMENT* MENGGUNAKAN METODE *COMPUTERIZED CLASSIFICATION TEST* DENGAN GRAFIK KEMAMPUAN PEMBELAJARAN

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**MUHAMMAD INDRA RAHMANTO
0806366131**

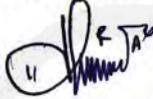
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
DESEMBER 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Muhammad Indra Rahmanto

NPM : 0806366131

Tanda Tangan : 

Tanggal : 17 Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Indra Rahmanto
NPM : 0806366131
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perancangan dan Implementasi Sistem *Adaptive Assessment* Menggunakan Metode *Computerized Classification Test* Dengan Grafik Kemampuan Pembelajaran.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna M.Eng.

Penguji 1 : Ir. A. Endang Sriningsih M.T. Si

Penguji 2 : Muhammad Salman S.T., MIT



(.....)
(.....)
(.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : Desember 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para Sahabat, Tabi'in dan Pengikutnya yang Insya Allah selalu istiqomah hingga akhir jaman. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) **Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna M.Eng.** selaku dosen pembimbing yang telah menentukan dan menyetujui judul Skripsi mengenai implementasi *adaptive Web* dan yang membantu dalam konsep dan ide serta memotivasi untuk menyelesaikan tahap demi tahap dalam pembuatan sistem hingga terlaksananya penulisan Skripsi ini.
- (2) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
- (3) Teman-teman saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas semangat dan pemberian tausiyahnya hingga penulisan Skripsi ini selesai.

Akhir kata semoga laporan Skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Depok, 17 Desember 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Indra Rahmanto
NPM : 0806366131
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

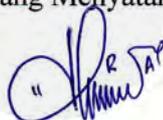
Perancangan dan Implementasi Sistem Adaptive Assessment Menggunakan Metode Computerized Classification Test Dengan Grafik Kemampuan Pembelajaran

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 17 Desember 2010

Yang Menyatakan



(Muhammad Indra Rahmanto)

Abstrak

Nama : Muhammad Indra Rahmanto
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perancangan dan Implementasi Sistem *Adaptive Assessment*
Menggunakan Metode *Computerized Classification Test* Dengan
Grafik Kemampuan Pembelajaran

Konsep *adaptive* di dalam lingkungan *e-learning* telah memiliki berbagai macam bentuk implementasi. Salah satu bentuk implementasinya adalah pada proses evaluasi hasil pembelajaran siswa, seperti dengan melaksanakan ujian yang bersifat *adaptive*. Dengan menerapkan konsep *adaptive* di dalam proses ujian maka akan memungkinkan siswa dengan kemampuan yang berbeda-beda untuk dapat memperoleh pertanyaan yang sesuai dengan tingkat kemampuannya masing-masing. Melalui *adaptive assessment* tingkat kemampuan siswa terhadap materi belajar yang diujikan akan dapat langsung diketahui.

Pada *adaptive assessment* terdapat suatu proses untuk memperkirakan tingkat kemampuan siswa, dan untuk menentukan soal yang akan diberikan selanjutnya. Proses tersebut dapat melakukan estimasi kemampuan siswa berdasarkan respon jawaban siswa terhadap setiap pertanyaan yang diberikan sebelumnya. Proses kemudian diolah sedemikian rupa sehingga bisa memilih serta memberikan pertanyaan berikutnya, yang sesuai dengan estimasi tingkat kemampuan siswa tersebut.

Pada skripsi ini diimplementasikan model algoritma *Computerized Classification Test* (CCT) dan konsep *Sequential Probability Ratio Test* (SPRT). Penggunaan model CCT digunakan untuk mengklasifikasikan lulus atau tidaknya, siswa yang melaksanakan ujian dan konsep SPRT digunakan untuk pemilihan soal selanjutnya. Dengan menggunakan model algoritma CCT dan konsep SPRT, maka sistem ujian adaptif berbasis *web* yang dihasilkan, mampu memperkirakan tingkat kemampuan siswa dengan tingkatan soal yang terdiri dari mudah, sedang, dan susah. Sedangkan sebagai sarana evaluasi dari setiap konsep penyusunan ujian, digunakanlah Grafik pembelajaran dalam bentuk grafik batang. Dengan menggunakan grafik pembelajaran ini, pengajar dapat mengetahui kemampuan siswanya untuk mata ujian yang diujikan kepadanya.

Berdasarkan hasil pengujian pada sistem *adaptive assessment*, waktu respon yang dihasilkan oleh sistem sebesar 0.089334 detik untuk memilih dan menampilkan soal ujian, dan sebesar 0.068622 detik untuk mengolah dan menampilkan hasil beserta dengan *feedback*-nya.

Kata kunci:

Adaptive assessment, Web adaptive, Metode Computerized Classification Test

Abstract

Name : Muhammad Indra Rahmanto
Study Program : Electrical Engineering
Title : System Design and Implementation of Adaptive Assessment Using Computerized Classification Test Method With Graphics Capabilities

Adaptive Concepts in e-learning environment has had various forms of implementation. One form of implementation is in the process of evaluating student learning outcomes, such as by conducting examinations that are adaptive. By applying the concept of adaptive in the examination process it will allow students with different abilities to be able to get the questions to suit their ability level. Through the adaptive assessment of students' ability levels to learn the material tested will be immediately known.

In the adaptive assessment there is a process to estimate the level of student ability, and to determine the problems that will be given next. The process can make a student's ability estimate based on responses to any questions the student answers given earlier. The process then processed in such a way that it can choose and give the next question, which according to the estimation of student ability levels.

This thesis implemented the model algorithms Computerized Classification Test (CCT) and the concept of Sequential Probability Ratio Test (SPRT). The use of CCT model was used to classify whether or not graduate, students who conducted the test and SPRT concept is used for the next selection item. By using the model of the CCT and the concept of SPRT algorithm, then the system web-based adaptive test was produced, able to estimate the ability of the students with a degree a matter of easy, moderate, and difficult. Meanwhile, as a means of evaluation of each concept exam preparation, learning graph is used in the form of bar charts. By using the graph of this learning, teachers can find out the ability of students to the exam that tested him.

Based on the results of testing on adaptive assessment system, the response time generated by the system amounted to 0.089334 seconds to select and display the exam, and amounted to 0.068622 seconds to process and display the results along with its feedback.

Keyword:

Adaptive assessment, Adaptive Web, Computerized Classification Test Method

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Lembar Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
BAB 1 Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 Landasan Teori Sistem <i>Adaptive</i> dan Penerapannya	
2.1 Sistem Adaptif (<i>Adaptive System</i>).....	5
2.2 Sistem <i>E-Learning</i> Adaptif (<i>Adaptive E-Learning System</i>)	5
2.2.1 Gaya Belajar.....	7
2.3 <i>Adaptive Assessment</i>	8
2.3.1 Pengertian <i>Adaptive Assessment</i>	10
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan <i>Adaptive Assessment</i>	11
2.3.3 Tahapan Proses <i>Adaptive Assessment</i>	14
2.4 <i>Computerized Classification Test (CCT)</i>	15
2.4.1 <i>Psychometric Model</i>	16
2.4.2 Kalibrasi <i>Item Bank</i>	17
2.4.3 Titik Awal	18
2.4.4 Algoritma Pemilihan <i>Item (Item Selection Algorithm)</i> ..	18
2.4.5 Kriteria Penghentian	21
2.4.6 <i>Feedback</i> Evaluasi Hasil Ujian	27
BAB 3 Perancangan Sistem Website <i>Adaptive Assessment</i>	
3.1 Algoritma Cara Kerja Sistem.....	29
3.2 Pendefinisian User dan Peranannya.....	30
3.3 Perancangan Sistem.....	32
3.3.1 Perancangan Modul Login dan Autentikasi.....	32
3.3.2 Perancangan Modul Admin	36
3.3.2.1 Perancangan Sub Modul Administrasi <i>User</i>	36
3.3.2.2 Perancangan Sub Modul Administrasi Ujian.....	38
3.3.3 Perancangan Modul Siswa	48
3.3.3.1 Perancangan Sub Modul Pengambilan Ujian ...	48
3.3.3.2 Perancangan Sub Modul Evaluasi Ujian	52

3.4	Penerapan Model CCT	52
3.5	Penggunaan Grafik Kemampuan	54
BAB 4	Uji Coba dan Analisa Sistem	
4.1	Pengujian Sistem Adaptive Assessment	55
4.2	Tampilan Implementasi Sistem Adaptive Assessment	55
4.2.1	Proses Pembuatan Soal Ujian	56
4.2.2	Proses Verifikasi Ujian	57
4.2.3	Proses Mengikuti Ujian	58
4.2.4	Proses Melihat Evaluasi Ujian	62
4.2.5	Waktu Respon Sistem	64
4.2.5.1	Pengukuran	64
4.2.5.2	Analisa Hasil Pengukuran	71
4.3	Analisa Hasil Uji Coba Sistem	76
BAB 5	Kesimpulan	78
Daftar Acuan	79
Daftar Pustaka	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Grafik Interval Kepercayaan Dengan Batas Nilai 0.75	23
Gambar 2.2 Spesifikasi P1 dan P2 Dengan Metode Reckase's (1983).....	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Sistem Secara Umum	29
Gambar 3.2 <i>UML Use Case Diagram</i> dari <i>User</i>	31
Gambar 3.3 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Login dan Autentikasi Admin	33
Gambar 3.4 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Login dan Autentikasi Siswa	33
Gambar 3.5 <i>UML Use Case Diagram</i> dari <i>User</i>	34
Gambar 3.6 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Perubahan <i>Password</i>	35
Gambar 3.7 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Logout.....	35
Gambar 3.8 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Melihat <i>List User</i> Siswa Terdaftar	37
Gambar 3.9 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Melihat Grafik <i>User</i> Siswa Terdaftar	38
Gambar 3.10 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Manajemen Penilaian Materi Ujian	39
Gambar 3.11 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Administrasi Soal	41
Gambar 3.12 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Pembuatan Soal	42
Gambar 3.13 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Pembuatan Kategori <i>Test</i> ...	43
Gambar 3.14 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Pembuatan Bab <i>Test</i>	44
Gambar 3.15 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Perubahan Kategori/Bab/Soal	45
Gambar 3.16 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Penghapusan Kategori/Bab/Soal	46
Gambar 3.17 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Pengambilan Ujian	50
Gambar 3.18 <i>UML Activity Diagram</i> dari Proses Evaluasi Ujian	52
Gambar 4.1 Tampilan Pembuatan Soal <i>Pretest</i>	57
Gambar 4.2 Tampilan Pembuatan Soal <i>Test</i>	57
Gambar 4.3 Tampilan Proses Verifikasi Ujian	58
Gambar 4.4 Tampilan Proses Mengikuti Ujian	59
Gambar 4.5 Tampilan Ujian Dalam Proses.....	59
Gambar 4.6 Tampilan Penilaian dari Proses Mengikuti Ujian	61
Gambar 4.7 Gambar <i>Respon History</i> dari Seorang Siswa	61
Gambar 4.8 Tampilan Evaluasi Ujian Untuk Siswa.....	62
Gambar 4.9 Tampilan Evaluasi Ujian Untuk Pengajar Bagian 1.....	63
Gambar 4.10 Tampilan Evaluasi Ujian Untuk Pengajar Bagian 2.....	63
Gambar 4.11 Tampilan Evaluasi Ujian Untuk Pengajar Bagian 3	64
Gambar 4.12a Proses Yang Menggunakan Memori Pada Komputer (bagian1)	72
Gambar 4.12b Proses Yang Menggunakan Memori Pada Komputer (bagian2)	73
Gambar 4.13 Persentase Penggunaan CPU	74

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel <i>User Admin</i>	36
Tabel 3.2 Tabel <i>User Siswa</i>	36
Tabel 3.3 Tabel <i>Kategori</i>	47
Tabel 3.4 Tabel <i>Bab</i>	47
Tabel 3.5a Tabel Soal <i>Pretest 4 Field Pertama</i>	47
Tabel 3.5b Tabel Soal <i>Pretest 4 Field Terakhir</i>	47
Tabel 3.6a Tabel Soal <i>5 Field Pertama</i>	47
Tabel 3.6b Tabel Soal <i>5 Field Terakhir</i>	47
Tabel 3.7 Tabel <i>Tingkat Kesulitan</i>	48
Tabel 3.8 Tabel <i>SoalUser</i>	51
Tabel 3.9a Tabel <i>Nilai 7 Field Pertama</i>	51
Tabel 3.9b Tabel <i>Nilai 6 Field Terakhir</i>	51
Tabel 3.10 Tabel <i>PretestUser</i>	51
Tabel 3.11 Tabel <i>MataUjian</i>	51
Tabel 4.1 Waktu untuk Proses Menampilkan Halaman Login	65
Tabel 4.2 Waktu untuk Proses Login dan Autentikasi	66
Tabel 4.3 Waktu untuk Proses Pembuatan Soal	66
Tabel 4.4 Waktu untuk Proses Perubahan Bobot Soal.....	67
Tabel 4.5 Waktu untuk Proses Aktivasi Ujian	68
Tabel 4.6 Waktu untuk Proses Menampilkan Informasi Ujian.....	68
Tabel 4.7 Waktu untuk Proses Mulai Ujian.....	69
Tabel 4.8 Waktu untuk Proses Menampilkan Hasil Ujian	70
Tabel 4.9 Waktu untuk Proses Menampilkan Soal Berikutnya	71
Tabel 4.10 Waktu Rata-rata Respon Sistem untuk Semua Proses yang Diuji	75

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi yang amat pesat didunia ini mempengaruhi sektor dunia pendidikan untuk menggunakan teknologi yang telah berkembang untuk kemajuan dunia pendidikan, salah satunya adalah e-learning.

Sistem pembelajaran elektronik atau *E-learning* merupakan suatu konsep pembelajaran jarak jauh yang dilaksanakan atau difungsikan dengan menggunakan bantuan media elektronik [1]. *E-learning* adalah dasar dan konsekuensi logis dari perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Dengan *e-learning*, peserta didik (*learner* atau siswa) dapat berhubungan dengan sumber informasi belajarnya menggunakan media internet, intranet atau media jaringan komputer lain [2]. *E-learning* juga dapat mempersingkat jadwal target waktu pembelajaran, dan tentu saja menghemat biaya yang harus dikeluarkan oleh sebuah program studi atau program pendidikan [3].

Dalam *e-learning*, faktor kehadiran guru atau pengajar otomatis menjadi berkurang atau bahkan tidak ada. Hal ini disebabkan karena yang membantu adalah komputer dan panduan-panduan elektronik yang dirancang oleh "*contents writer*", *designer e-learning* dan pemrogram computer [3].

Dengan adanya *e-learning* para pengajar akan lebih mudah :

1. Melakukan pemutakhiran bahan-bahan belajar yang menjadi tanggung jawabnya sesuai dengan tuntutan perkembangan keilmuan.
2. Mengembangkan diri atau melakukan penelitian guna meningkatkan wawasannya mengontrol kegiatan belajar peserta didik.

Kehadiran pengajar sebagai makhluk hidup yang dapat berinteraksi secara langsung dengan para murid telah menghilang dari ruang-ruang elektronik e-

learning ini. Inilah yang menjadi ciri khas dari *e-learning* dimana pertemuan langsung antara pengajar dengan muridnya mulai berkurang. Sebagaimana asal kata dari *e-learning* yang terdiri dari e (elektronik) dan *learning* (belajar).

Dalam proses pembelajaran, salah satu cara untuk mengetahui hasil belajar dari para peserta didik adalah melalui evaluasi bisa melalui ujian atau tes. Karena dengan evaluasilah tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi belajar yang diberikan bisa diketahui secara jelas. Sehingga untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai tingkat pemahaman peserta didik terhadap suatu materi belajar, evaluasi yang diberikan haruslah dapat menyesuaikan sesuai dengan tingkat kemampuan para peserta didik.

Berbagai metode evaluasi pembelajaran dalam teknologi *e-learning* berbasis web, yang ditawarkan saat ini. Salah satunya adalah metode *Computerized Classification Test* (CCT), dimana CCT adalah sebuah metode yang diberikan oleh komputer melalui pengklasifikasian ujian. Metode CCT yang paling umum adalah penguasaan ujian, dimana ujian dikategorikan sebagai lulus atau gagal, tetapi istilah ini juga termasuk tes yang mengklasifikasikan ujian menjadi lebih dari dua kategori. Sementara istilah umumnya dapat dianggap merujuk kepada semua tes komputer yang diberikan untuk klasifikasi, biasanya digunakan untuk merujuk pada tes yang diberikan secara interaktif atau dari variabel-panjang, mirip dengan pengujian adaptif komputer (CAT) [4]. Sehingga diharapkan nantinya dengan menggunakan metode CCT, kemampuan peserta didik pada suatu materi pembelajaran dapat lebih meningkat karena tingkat kesulitan pembelajaran ujian akan meningkat dan ketika peserta didik telah mencapai pada tingkatan lulus maka siswa dianggap telah mengerti dengan materi pembelajaran tersebut.

Oleh karena itu, untuk mendukung kegiatan belajar seperti yang telah diuraikan, dibuatlah sebuah konsep pengajaran adaptif yang berjudul “Perancangan dan Implementasi sistem *Adaptive Assessment* Menggunakan

Metode *Computerized Classification Test* Dengan Grafik Kemampuan Pembelajaran”.

1.2 TUJUAN

1. Membuat suatu sistem pengajaran adaptif berbasis *website* dengan pemrograman HTML, PHP dan MySQL sebagai *database*-nya.
2. Uji coba dan analisa implementasi dari sistem ujian adaptif yang menggunakan metode CCT dalam bentuk grafik kemampuan pembelajaran.

1.3 BATASAN MASALAH

Dalam skripsi ini akan dibuat *website adaptive assessment* menggunakan metode *Computerized Classification Test* dengan grafik kemampuan pembelajaran. Adapun dalam pembuatan sistem ujian adaptif ini dibatasi pada penyeleksian soal, penentuan gagal dan lulusnya siswa dalam ujian dan evaluasi hasil ujian dalam bentuk grafik kemampuan pembelajaran. Dan juga perhitungan didalam sistem tidak menggunakan rumusan yang terdapat pada teori, sistem hanya mengambil algoritma CCT dan konsep dari SPRT.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan skripsi ini disusun secara sistematis yang terdiri dari 5 bab. Adapun uraian singkat tentang hal ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, tujuan skripsi, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 KONSEP SISTEM ADAPTIVE DAN PENERAPANNYA

Bab ini menguraikan teori dasar yang berhubungan dengan sistem *adaptive*, *adaptive e-learning*, *adaptive assessment*, penjelasan metode CCT, dan konsep dari *Sequential Probability Ratio Test* (SPRT) sebagai kriteria kelulusannya.

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM WEBSITE ADAPTIVE ASSESSMENT

Bab ini akan menguraikan perancangan sistem dari program *website adaptive assessment* sesuai dengan batasan masalah.

BAB 4 UJI COBA DAN ANALISA SISTEM

Bab ini berisikan pengujian dan analisa terhadap implementasi dari keseluruhan sistem.

BAB 5 KESIMPULAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan.

BAB 2

LANDASAN TEORI SISTEM ADAPTIVE DAN PENERAPANNYA

2.1 Sistem Adaptif (*Adaptive System*)

Adaptasi sistem didefinisikan sebagai perubahan atau modifikasi dari beberapa fitur pada suatu sistem, atau aplikasi yang menyesuaikan dengan kondisi atau keadaan yang baru. Sebuah sistem adaptif adalah sebuah sistem dimana sistem dapat mengalami perubahan pada berbagai aspek dikarenakan respon dari interaksi pengguna dengan sistem tersebut[5].

Dalam pemakaiannya sistem adaptif bisa digunakan dalam bidang pendidikan maupun bidang teknologi. Salah satu contoh pemakaian dalam bidang teknologi adalah robot menggunakan sistem kontrol yang memanfaatkan umpan balik merasakan kondisi baru di lingkungan mereka dan beradaptasi karena lingkungan tersebut, sedangkan contoh penggunaan sistem adaptif dalam bidang pendidikan adalah *adaptive e-learning* dan *adaptive assessment*.

Seiring perkembangan jaman, penggunaan sistem adaptif dalam pengajaran amatlah diperlukan. Selain para pengajar dapat mengetahui tingkat pemahaman yang didapat oleh para peserta didik, para pengajar juga bisa mengetahui perkembangan para peserta didiknya sehingga nantinya diharapkan dari evaluasi yang didapat dari sistem bisa menemukan metode yang cocok dalam pengajaran terhadap peserta didiknya.

2.2 Sistem *E-Learning* Adaptif (*Adaptive E-Learning System*)

Sistem e-learning disebut bersifat adaptif apabila sistem mampu menyesuaikan secara otomatis kepada pengguna berdasarkan asumsi tentang pengguna tersebut [6]. Cristea dan De Bra berpendapat bahwa kemampuan sistem e-learning adaptif untuk dapat menyesuaikan secara otomatis dengan kondisi pengguna diperoleh dari model pengguna (*user*

model)[6]. Disamping bersifat adaptif, sistem e-learning adaptif perlu juga bersifat adaptable, yakni memberi kesempatan kepada pengguna untuk mengubah perilaku sistem sesuai dengan keinginan pengguna [6].

Teknologi e-learning (hypermedia) adaptif pada dasarnya merupakan penggabungan antara teknologi hypermedia dan sistem adaptif[6]. Sistem e-learning adaptif perlu mengakomodasi kondisi atau karakteristik pengguna dan menyimpan semua informasi ini dalam model pengguna dan selanjutnya sistem akan memanfaatkan informasi ini sebagai dasar untuk menyampaikan materi pembelajaran. De Bra berpendapat bahwa model pengguna memperoleh informasi tentang pengguna dengan cara memonitor interaksi, tingkah laku browsing, dan mengetes[6].

Sistem e-learning adaptif dikembangkan atas asumsi bahwa model pembelajaran individual mampu memberikan hasil yang lebih baik dari pada model pembelajaran lainnya[7]. Yang dimaksud dengan pembelajaran individual ini adalah pemberian materi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik. Oleh karena pembelajaran individual tidak mungkin dilaksanakan dalam kelas tradisional, maka perlu dikembangkan program pembelajaran berbasis web yang bersifat adaptif.

E-learning adaptif dapat menampilkan materi pembelajaran sesuai dengan karakteristik pengguna. Hal ini akan menyelesaikan permasalahan pada WBI (*web based instruction*) atau e-learning konvensional yaitu: (1) menampilkan halaman web yang sama kepada semua pengguna tanpa memperhatikan adanya perbedaan individu, (2) berorientasi pada kelas tradisional yakni materi ditujukan untuk target pengguna tertentu, sehingga kelompok pengguna lain akan sulit memahami materi, (3) beresiko terjadinya "*lost in space*" dalam mempelajari materi. Permasalahan tersebut akan menurunkan tingkat efektivitas pembelajaran dari elearning konvensional.

Sementara itu karena sifatnya yang berbasis web, maka e-learning adaptif akan mempunyai keuntungan yang sama seperti halnya pada WBI, yaitu tidak terbatas pada ruang kelas tertentu (dapat diakses dari mana

saja), tidak terbatas pada waktu tertentu (dapat diakses kapan saja), dan tidak terbatas pada platform tertentu (dapat diakses dari sistem operasi apa saja). Di samping itu, materi pembelajaran dalam WBI (dibanding CAI (*computer assisted instruction*) atau media pembelajaran lainnya) lebih cepat dan mudah untuk diperbaharui, lebih cepat dalam distribusi ke pengguna, lebih banyak pengguna yang dapat mengakses.

2.2.1 Gaya Belajar

Terdapat banyak definisi tentang gaya belajar atau learning style. Menurut James dan Blank [8], gaya belajar didefinisikan sebagai kebiasaan belajar dimana seseorang merasa paling efisien dan efektif dalam menerima, memproses, menyimpan dan mengeluarkan sesuatu yang dipelajari. McLoughlin [9], menyimpulkan bahwa istilah gaya belajar merujuk pada kebiasaan dalam memperoleh pengetahuan. Honey dan Mumford [10], mendefinisikan gaya belajar sebagai sikap dan tingkah laku yang menunjukkan cara belajar seseorang yang paling disukai.

Ringkasan dari beberapa penelitian mengenai gaya belajar menunjukkan bahwa (1) beberapa pelajar mempunyai kebiasaan belajar yang berbeda dengan yang lainnya, (2) beberapa pelajar belajar lebih efektif bila diajar dengan metode yang paling disukai, dan (3) prestasi pelajar berkaitan dengan bagaimana caranya belajar [11]. Gaya belajar mempengaruhi efektivitas pelatihan, tidak peduli apakah pelatihan tersebut dilakukan secara tatap muka atau secara on-line [12; 13]. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya peranan gaya belajar dalam proses belajar mengajar.

Gaya belajar sering diukur dengan menggunakan kuesioner atau tes psikometrik [9]. Terdapat berbagai macam alat untuk mengukur gaya belajar, diantaranya adalah:

- Honey and Mumford's Learning Styles Questionnaire [10], mempunyai 4 ruang lingkup yaitu, *Activist*, *Reflector*, *Theorist* dan *Pragmatist*.

- Grasha-Riechmann Student Learning Style Scales [14], mempunyai 4 ruang lingkup yaitu, *Learning*, *Classroom Activities*, *Teachers*, dan *peers*.
- Felder's Index of Learning Styles [15], mempunyai 4 ruang lingkup yaitu, *Active/Reflective*, *Sensing/Intuitive*, *Visual/Verbal*, dan *Sequential/Global*.

Salah satu gaya belajar yang dikenal dengan kesederhanaannya adalah VAK. Gaya belajar VAK menggunakan tiga penerima sensori utama, yakni visual, auditory dan kinestetik dalam menentukan gaya belajar seorang peserta didik yang dominan [16]. Gaya belajar VAK ini didasarkan atas teori modaliti, yakni meskipun dalam setiap proses pembelajaran peserta didik menerima informasi dari ketiga sensori tersebut, akan tetapi ada salah satu atau dua sensori yang dominan.

2.3 *Adaptive Assessment*

Assessment adalah merupakan salah satu bagian yang penting dalam proses belajar, karena dengan menggunakan *assessment* dapat diketahui sejauh mana pemahaman seorang siswa terhadap materi belajar yang diterimanya. Melalui penggunaan *assessment* seorang siswa akan dapat mengetahui materi belajar apa saja yang telah berhasil dikuasai dan materi belajar apa saja yang masih menjadi kelemahannya. Sehingga dengan demikian, siswa akan dapat memperbaiki pemahamannya terhadap materi belajar yang masih menjadi kelemahannya tersebut.

Suatu *assessment*, dapat terdiri dari beberapa macam bentuk pertanyaan. Beberapa macam bentuk pertanyaan yang umum dan biasa digunakan pada sebuah *assessment* diantaranya adalah:

a. *Multiple Choices Single Answer (MCSA)*

MCSA merupakan bentuk pertanyaan yang memiliki banyak pilihan jawaban dengan hanya satu pilihan jawaban yang benar dan harus dipilih. Banyaknya pilihan jawaban yang tersedia biasanya adalah sebanyak 4 pilihan, atau disesuaikan dengan kemauan pembuat

pertanyaan. Nilai untuk pertanyaan tipe MCSA hanya diberikan bila jawaban benar, sedangkan untuk jawaban yang salah diberikan nilai nol.

b. *True-False* (TF)

Pada pertanyaan tipe TF, siswa diberikan sebuah pernyataan dan kemudian ia harus memutuskan apakah pernyataan tersebut benar (*True*) ataukah salah (*False*). Untuk pemberian nilai pada TF, sama seperti pada MCSA, yaitu nilai hanya diberikan pada pertanyaan yang dijawab yang tepat saja.

c. *Multiple Choices Multiple Answers* (MCMA)

Untuk pertanyaan jenis MCMA, siswa diharuskan untuk memilih 2 atau lebih jawaban yang benar dari sejumlah pilihan jawaban yang tersedia. Sedangkan untuk pemberian nilainya, bergantung pada banyaknya persentase jawaban benar yang telah dipilih, yaitu nilai penuh diberikan bila semua jawaban benar telah dipilih dan banyaknya jawaban yang telah dipilih tersebut, harus sama dengan banyaknya pilihan jawaban benar yang harus dipilih (siswa tidak diperbolehkan untuk memilih semua jawaban yang tersedia). Sebagai contoh, apabila siswa hanya menjawab 1 jawaban benar dari 2 jawaban benar yang harus dipilih atau siswa memilih 2 jawaban namun hanya satu yang benar, maka ia akan diberikan nilai sebesar setengah dari nilai penuhnya. Sedangkan pada kasus siswa menjawab semua jawaban yang tersedia, dapat dicegah dengan memberikan verifikasi dan peringatan sebelum jawaban tersebut masuk ke dalam proses evaluasi.

d. *Short Answer* (Essay)

Pada pertanyaan dengan bentuk *short answer*, siswa diharuskan untuk menulis jawaban yang singkat dari sebuah pertanyaan yang diberikan. Untuk itu pembuat pertanyaan harus mendefinisikan kata kunci apa saja yang menjadi penyusun jawaban yang benar dari pertanyaan tersebut. Kata kunci ini, dapat berupa kata atau gabungan kata (frase) yang nantinya akan digunakan untuk memeriksa jawaban

siswa dengan menggunakan bantuan operator OR ataupun AND. Untuk pemberian nilai, dapat diberikan berdasarkan persentase banyaknya kata kunci yang sesuai dengan jawaban siswa.

e. *Ranking*

Ranking atau urutan, merupakan suatu bentuk pertanyaan yang mengharuskan siswa untuk mengurutkan sejumlah daftar agar sesuai dengan kriteria pertanyaan tersebut. Pada pertanyaan jenis ini, pemberian nilai tergantung pada benar atau tidaknya urutan daftar yang telah dijawab siswa. Dengan demikian, nilai penuh dapat diberikan bila urutan benar dan nilai nol bila salah.

f. Menjodohkan

Pada pertanyaan dengan tipe menjodohkan, siswa diharuskan untuk mencocokkan atau memasangkan antara 2 daftar *item* yang disediakan, berdasarkan pasangannya masing-masing. Cara pencocokannya biasanya dapat dilakukan dengan model *drag and drop* ataupun dengan mengisi secara langsung pada tempat yang disediakan. Sebagai contoh, adalah bentuk menjodohkan antara daftar teknologi dengan contohnya, daftar gambar dengan keterangannya, dan lain sebagainya. Untuk pemberian nilai pada pertanyaan ini, dapat bergantung pada persentase banyaknya pasangan *item* yang benar.

2.3.1 Pengertian *Adaptive Assessment*

Adaptive assessment adalah suatu bentuk *assessment* yang prosesnya berlangsung secara dinamis [17]. *Adaptive assessment* menggunakan konsep *adaptive* dalam hal penyeleksian pertanyaan yang akan diberikan kepada siswa. Pada *Adaptive assessment*, proses penyeleksian pertanyaan yang akan diberikan, dan juga keputusan untuk mengakhiri *assessment* adalah secara dinamis diadaptasi dari performa siswa selama *assessment* sedang berlangsung. Atau dengan kata lain, pada *adaptive assessment*, pertanyaan yang akan diberikan kepada siswa, diseleksi terlebih dahulu berdasarkan tingkat kemampuan dari setiap siswa.

Tingkat kemampuan dari setiap siswa yang berbeda-beda ini, dapat ditentukan berdasarkan jawaban dari masing-masing siswa terhadap

pertanyaan sebelumnya. Estimasi dari tingkat kemampuan siswa, tidak hanya bergantung pada banyaknya pertanyaan yang dapat dijawab dengan benar, akan tetapi juga bergantung pada tingkat kesulitan dari pertanyaan yang dijawab dengan benar tersebut.

Secara umum, cara kerja dari sebuah sistem *adaptive assessment* adalah sebagai berikut. Pertama-tama sebuah pertanyaan dengan tingkat kesulitan menengah diberikan kepada siswa. Pada saat itu, tingkat kemampuan dari siswa belum diketahui, sehingga diasumsikan tingkat kemampuannya adalah menengah. Kemudian bila jawaban dari pertanyaan tersebut benar, maka tingkat kemampuan siswa di-*update* menjadi lebih tinggi dari sebelumnya, sedangkan bila jawabannya salah maka di-*update* menjadi lebih rendah. Lalu pertanyaan berikutnya dipilih dan diberikan berdasarkan hasil estimasi dari tingkat kemampuan siswa yang baru tersebut. Setelah pertanyaan yang selanjutnya itu dijawab, maka tingkat kemampuan siswa kembali dihitung dan kemudian kembali diberikan pertanyaan, hingga dicapai estimasi yang akurat dari tingkat kemampuan siswa yang sebenarnya. *Assessment* baru akan berakhir, apabila salah satu kriteria yang diinginkan terpenuhi, yaitu bila waktu yang diberikan sudah habis, dan nilai patokan kelulusan telah tercapai.

Dengan demikian, pada *adaptive assessment*, bila siswa menjawab dengan benar pertanyaan yang diberikan, maka ia akan diberikan pertanyaan yang lebih sulit dari pertanyaan sebelumnya. Sedangkan sebaliknya, apabila ia menjawab salah, maka pertanyaan yang lebih mudah yang akan diberikan selanjutnya.

2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan *Adaptive Assessment*

Bila dibandingkan dengan berbagai bentuk *assessment* yang lain seperti *assessment* tradisional menggunakan kertas dan pensil, serta *assessment* berbasis computer lainnya, maka *adaptive assessment* memiliki beberapa kelebihan, diantaranya yaitu [18]:

1. Peningkatan efisiensi

Apabila dibandingkan dengan *assessment* tradisional yang masih menggunakan kertas dan pensil, maka *adaptive assessment* dapat menghemat waktu lebih baik dalam hal pengerjaan maupun dalam hal evaluasi.

2. Tingkat akurasi nilai yang lebih baik untuk siswa yang berkemampuan sangat tinggi dan sangat rendah

Adaptive assessment memiliki akurasi yang sama dengan *assessment* lainnya dalam hal menentukan lulus tidaknya siswa yang mengikuti *assessment* tersebut. Namun *adaptive assessment* memiliki akurasi yang lebih baik lagi pada kondisi siswa dengan kemampuan yang ekstrim. Hal ini disebabkan, *adaptive assessment* dapat menyediakan berbagai pertanyaan dengan tingkat kesulitan yang berbeda-beda, sesuai dengan tingkat kemampuan siswanya.

3. Keamanan yang lebih baik

Pada *adaptive assessment* pertanyaan yang diberikan untuk tiap siswa akan berbeda-beda tergantung dari tingkat kemampuan siswa. Oleh karena itu, akan menjadi mustahil bagi para siswa untuk memprediksi pertanyaan yang akan muncul. Selain itu, untuk meng-copy pertanyaan dari siswa lain yang sudah mengikuti ujian atau *assessment* juga tidak ada gunanya, karena kemungkinan besar pertanyaan setiap siswa tidak sama. Apalagi bila kumpulan pertanyaan yang digunakan besar jumlahnya.

4. Pertanyaan yang diberikan lebih menantang

Dengan *adaptive assessment*, siswa dapat mengerjakan pertanyaan-pertanyaan yang diberikan dengan lebih rileks. Hal ini disebabkan, rasa bosan dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terlalu mudah maupun frustrasi dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terlalu sulit, akan dapat dihindari. Karena siswa selalu diberikan pertanyaan dengan tingkat kesulitan yang sesuai kemampuannya.

5. Administrasi ujian yang lebih nyaman bagi siswa

Proses pengaturan kapan waktu ujian, dan dimana tempat ujian pada *adaptive assessment* dapat disesuaikan dengan keinginan siswa. Kondisi ini tentunya sangat menguntungkan bagi siswa yang memiliki jadwal yang padat. Sedangkan terhadap masalah keamanan atau kecurangan seperti meng-*copy* pertanyaan dan bertanya, akan dapat dihindari karena adanya algoritma *adaptive*.

Terlepas dari beberapa kelebihan di atas, *adaptive assessment* juga memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya adalah [18]:

1. Kalibrasi

Sebelum suatu pertanyaan dapat diikutsertakan ke dalam *adaptive assessment*, maka diperlukan kalibrasi terlebih dulu terhadap beberapa parameter pertanyaan dari *adaptive assessment*, seperti misalnya tingkat kesulitan. Adapun tujuan dari kalibrasi ini adalah untuk menentukan nilai awal yang tepat dari parameter tingkat kesulitan tersebut. Penentuan besarnya nilai dari tingkat kesulitan ini, merupakan suatu hal yang relative cukup sulit dilakukan. Karena, bisa saja soal yang dianggap mudah bagi pembuat soal, ternyata sangat sulit bagi semua siswa. Untuk itu, seiring dengan waktu, nilai dari tingkat kesulitan soal haruslah dapat disesuaikan dengan kondisi kelas. Hal ini dapat dilakukan dengan menyediakan fasilitas evaluasi yang bertujuan untuk menyesuaikan tingkat kesulitan pertanyaan dengan kondisi yang sebenarnya. Fasilitas seperti ini dapat dilakukan secara otomatis oleh sistem ataupun secara manual oleh pengajar atau pembuat soal. Namun, baik secara otomatis ataupun manual, keduanya tetap membutuhkan waktu penyesuaian.

2. *Review* pertanyaan

Untuk melihat atau kembali kepada pertanyaan yang sebelumnya telah dijawab, pada *adaptive assessment* hal ini tidak diperbolehkan, karena memang tidak dimungkinkan akibat dari sifat *adaptive assessment* itu sendiri. Pada *adaptive assessment*, setiap satu pertanyaan yang

diberikan dan dijawab, akan langsung diproses dan dinilai untuk menentukan kemampuan siswa dan menentukan satu pertanyaan berikutnya yang akan diberikan.

2.3.3 Tahapan Proses *Adaptive Assessment*

Pada saat *adaptive assessment* dimulai, terdapat beberapa tahap proses yang terjadi di dalamnya. Tahapan dari proses sistem *adaptive assessment* tersebut, adalah sebagai berikut:

1. Tingkat kemampuan siswa pada awalnya diestimasikan berada pada level menengah.
2. Memilih dan memberikan pertanyaan yang sesuai dengan tingkat kemampuan siswa.
3. Evaluasi jawaban siswa terhadap pertanyaan.
4. Estimasi tingkat kemampuan siswa.
5. Memeriksa kriteria penghentian ujian:
 - a. Jika terpenuhi maka ujian berakhir dan dilanjutkan ke langkah 6.
 - b. Jika tidak terpenuhi maka langkah 2 sampai dengan 5 kembali diulang.
6. Melakukan evaluasi hasil ujian dan memberikan hasil evaluasi tersebut sebagai *feedback* kepada siswa.

Dari deskripsi tahapan proses tersebut, terlihat bahwa terdapat empat hal penting yang harus diperhatikan di dalam sistem *adaptive assessment*, yaitu:

1. Mekanisme proses seleksi pertanyaan yang akan diberikan kepada siswa.
2. Mekanisme proses estimasi tingkat kemampuan siswa.
3. Kriteria apa saja yang akan digunakan untuk mengakhiri proses *assessment*.
4. Bentuk atau isi dari *feedback* yang akan diberikan kepada siswa.

2.4 *Computerized Classification Test (CCT)*

Computerized Classification Test (CCT) adalah sesuai dengan namanya, merupakan sebuah ujian yang diberikan oleh komputer untuk tujuan pengklasifikasian ujian. CCT yang paling umum adalah sebuah penguasaan ujian dimana pengklasifikasian ujian diistilahkan sebagai “*Pass*” atau “*Fail*”, tetapi istilah tersebut juga mencakup ujian yang pengklasifikasiannya menjadi lebih dari dua kategori. Sementara istilah umumnya dapat dianggap sebagai semua ujian dikelola oleh komputer untuk pengklasifikasian, ini biasanya digunakan untuk merujuk pada tes yang diberikan secara interaktif atau dari *variable-length*, hampir sama dengan *Computerized Adaptive Test (CAT)*. Seperti CAT, CCT atau nama lainnya adalah *variable-length CCT (VL-CCT)* dapat mencapai tujuan dari ujian (klasifikasi yang akurat) dengan sebagian kecil dari jumlah item yang digunakan didalam bagan ujian konvensional yang tetap.

Sebuah CCT memerlukan beberapa komponen, yaitu:

1. Sebuah *bank item (database soal)* dikalibrasi dengan model psikometri yang dipilih oleh pembuat ujian.
2. Sebuah titik awal.
3. Sebuah algoritma seleksi *item*.
4. Kriteria penghentian dan prosedur penilaian.

Titik awal bukan merupakan topik yang diperdebatkan, penelitian pada CCT terutama menyelidiki implementasi dari metode yang berbeda dari tiga komponen lainnya. Catatan: Kriteria penghentian dan prosedur penilaian itu terpisah pada CAT, tetapi tergabung didalam CCT karena ujian akan berhenti ketika klasifikasi telah tercapai. Oleh karena itu, terdapat 5 komponen yang harus ditentukan dalam pembuatan CAT.

CCT sangat mirip dengan CAT. *Items* diberikan dalam satu waktu untuk diujikan. Setelah *item* diperiksa, komputer menilainya dan menentukan apakah pengujian dapat diklasifikasikan atau belum. Jika iya, maka ujian berhenti dan pengujian diklasifikasikan. Jika tidak, *item* yang lain diberikan. Proses ini terus berulang hingga pengujian diklasifikasikan

atau titik akhir lainnya terpenuhi (semua *item* didalam *bank* data telah diberikan atau maksimal waktu yang diberikan telah tercapai).

2.4.1 *Psychometric Model*

Langkah pertama dalam pengembangan teknis dari VL-CCT adalah pemilihan *psychometric Model* yang akan digunakan sebagai dasar dari komponen yang tersisa. Kedua teori psikometrik yang berlaku, *Classical Test Theory* (CTT) dan *Item Responsive Theory* (IRT) bisa digunakan dalam pengembangan VL-CCT. Keduanya memerlukan sampling dari ujian untuk mendapatkan kalibrasi dari parameter *item*, tetapi penggunaan CTT memerlukan pembatas tambahan untuk dapat membedakan antara anggota kelompok yang dimaksud melalui cara lain.

CTT butuh pembedaan kelompok karena VL-CCT dengan model klasik dirancang untuk memiliki parameter yang terpisah untuk setiap kelompok [19; 20], khususnya tingkat kesulitan atau statistik proporsi benar. Sebagai contoh, sebuah tes untuk lisensi bisa mendapatkan contoh berlisensi, pelatihan profesional, dan contoh lain dari siswa yang dididik untuk memasuki bidang profesi. Secara teori, pelatihan profesional akan menjawab *item* secara benar, dan tes dirancang untuk menggunakan perbedaan ini. CTT menawarkan keuntungan dari kesederhanaan konsep dan penerapan untuk sampel kecil, tetapi bisa digunakan untuk merancang VL-CCT yang sangat efisien [20].

IRT sebenarnya adalah sebuah model induk yang menawarkan alternative yang kuat untuk CCT, tetapi dengan kelemahan yang memerlukan kalibrasi sampel yang jauh lebih besar, sampai dengan 1000 peserta ujian [21]. IRT mengevaluasi kemungkinan dari respon yang benar disemua tingkat kemampuan (θ), dengan perbedaan yang baik bukan hanya dikelompok besar. Sebuah studi standar pengaturan harus dilakukan untuk menentukan sebuah batas nilai atau batas-batas nilai pada θ . Sedangkan sebagian besar peneliti VL-CCT telah mempekerjakan *dichotomous* IRT [22; 23; 24], ini juga memungkinkan untuk menggunakan *polytomous* IRT [25] seperti model partial kredit yang

umum [26]. Keuntungan dari IRT adalah bahwa tempat item dan ujian ada pada skala umum (θ), begitu juga dengan batas nilainya. Skala ini umumnya berlaku memfasilitasi metode canggih untuk komponen yang tersisa.

2.4.2 Kalibrasi *Item Bank*

Karakteristik optimal dari *item bank* yang akan digunakan ditentukan oleh komponen lain dari VL-CCT. Tentunya, prosedur kalibrasi tergantung pada model psikometrik yang dipilih, dan struktur *item bank* berasal dari spesifikasi isi tes, biasanya didasarkan pada analisis pekerjaan. Kisaran statistic *item* tergantung pada seleksi algoritma *item* yang diharapkan. Sebagai contoh, jika algoritma seleksi *item* akan memilih *item* dengan nilai kesulitan dekat dengan batas nilai pada matrik θ , maka banyak *item* akan dibutuhkan dengan parameter kesulitan di wilayah ini. Jika algoritma seleksi *item* akan mencocokkan kesukaran *item* untuk memperkirakan θ penguji, maka berbagai kesulitan parameter diperlukan karena mungkin ada berbagai kemampuan penguji. Sayangnya, informasi terperinci mengenai *item bank*, terutama karakteristik maksimal yang berhubungan, tidak selalu dilaporkan dalam penelitian VL-CCT.

Sebuah pertanyaan penting untuk bertanya ketika mengembangkan *item bank* adalah berapa banyak *item* yang akan dibutuhkan. Jawabannya terletak pada beberapa isu. Jika tes ini taruhannya sangat tinggi dan hanya sejumlah kecil kesalahan klasifikasi yang dapat ditoleransi, seperti pemeriksaan lisensi medis, maka beberapa *item* dibutuhkan daripada tes yang taruhannya lebih rendah, seperti tes retensi pelatihan perusahaan. Jika IRT digunakan, maka lebih sedikit *item* yang dibutuhkan jika *item*-nya terdapat informasi yang sangat tinggi, yang dapat terjadi ketika mereka memiliki nilai diskriminasi yang relatif tinggi atau model *polytomous* IRT. Idealnya, simulasi akan dilakukan untuk menentukan efisiensi dari prosedur yang diusulkan, yang meliputi karakteristik dari *item bank*. Jika hasil dari simulasi tidak memuaskan, dapat menyelidiki komponen lainnya.

2.4.3 Titik Awal

Jika informasi yang sebelumnya tersedia mengenai ujian individu, ini dapat digunakan untuk memodifikasi titik awal pengujian [27; 28]. Sebagai contoh, jika ujian harus diambil kembali secara berulang untuk sertifikasi ulang dalam profesi, maka ujian sertifikasi sebelumnya mungkin memerlukan perkiraan kemampuan awal yang tinggi daripada penguji yang mengambil ujian untuk pertama kalinya. Nilai mereka sebelumnya bisa digunakan, jika tersedia. Meskipun, hal ini tidak sering terjadi dan nilai-nilai *default* dari kriteria pengakhiran biasanya digunakan, seperti rasio kemungkinan 1:0 (ratio sama) atau kemampuan penguji pada rata-rata penduduk.

2.4.4 Algoritma Pemilihan *Item* (*Item Selection Algorithm*)

Algoritma pemilihan *item* yang paling dasar untuk VL-CCT adalah pemilihan *item* secara acak [29]. Pada setiap titik dalam ujian, sebuah *item* dipilih secara acak dari *database*. Sayangnya, ini membuat tidak digunakannya informasi yang diketahui baik itu tentang *item*-nya ataupun tentang peserta ujiannya, dan karena itu mengorbankan efisiensi.

Sebuah pendekatan yang lebih sesuai adalah pemilihan *item* cerdas, dimana komputer mengevaluasi *item* yang tidak diberikan di *database* dan memutuskan mana yang “terbaik” untuk diberikan selanjutnya. Meskipun ini konsep secara langsung, tidak secara operasional begitu, karena ada beberapa metode yang berbeda untuk menghitung persis mana yang merupakan “terbaik”. Selain itu, beberapa metode tertentu lebih sesuai untuk atau hanya dapat digunakan dengan kriteria penghentian, karakteristik *item bank*, dan model psikometrik tertentu. Mengingat jumlah metode yang tersedia, dan perbedaan dalam kelayakan mengenai komponen lainnya, sejumlah besar penelitian VL-CCT berfokus pada pemilihan *item* [30; 24; 31].

Metode pemilihan *item* cerdas secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, berdasarkan batas nilai dan berdasarkan perkiraan [32]. Metode berdasarkan batas nilai memaksimalkan sejumlah informasi yang

tersedia didalam *item* pada batas nilai (dengan IRT), atau dengan ekuivalen untuk membedakan antara dua kelompok dibagi dengan batas nilai (klasik). Metode berdasarkan perkiraan memilih *item* berikutnya berdasarkan dari perkiraan kemampuan peserta uji, terlepas dari letak batas nilai.

Ketika model psikometrik adalah *classical test theory*, tiga metode berbasis batas nilai telah diajukan [20]: diskriminasi maksimum, memperoleh informasi, dan biaya minimum yang diharapkan. Informasi maksimal adalah konsep paling sederhana, pilihan *item* berikutnya adalah yang menawarkan diskriminasi terbaik diantara kelompok-kelompok, atau yang memiliki perbedaan yang besar dalam proporsi P dari respon yang benar dalam setiap kelompok dari sampel kalibrasi. Rudner [20] menghitung ini sebagai

$$M_i = \left| \log \frac{P(z_i = 1 | m_k)}{P(z_i = 1 | m_{k+1})} \right| \quad (2.1)$$

Dimana $z_i = 1$ adalah sebuah respon yang benar untuk *item* i , dan kelompok penguasaan atas yang dipertimbangkan adalah m_{k+1} . Sebagai contoh, sebuah *item* yang dijawab benar dengan 0.80 dari m_{k+1} penguasaan dan 0.30 dari m_k bukan penguasaan lebih diskriminatif dari sebuah *item* yang dijawab benar dengan 0.60 penguasaan dan 0.50 bukan penguasaan. Memperoleh informasi mengevaluasi konsep yang sama melalui perhitungan lebih canggih yang menggunakan indeks dari entropi *Shannon's information* [33],

$$H(S) = - \sum_{k=1}^K P_k \log_2 P_k \quad (2.2)$$

Memperoleh informasi dimaksimalkan dengan pengurangan terbesar dari entropi,

$$H(S_0) - H(S_i) \quad (2.3)$$

Dimana (HS_0) adalah tingkat entropi saat ini dan $H(S_i)$ adalah tingkat entropi yang diharapkan setelah *item* i , dinyatakan sebagai

$$H(S_i) = P(Z_i = 1) H(S_i | Z_i = 1) + P(Z_i = 0) H(S_i | Z_i = 0) \quad (2.4)$$

Memperoleh informasi meningkat dengan perbedaan besar antara statistik grup kesulitan [20].

Biaya minimum yang diharapkan adalah kriteria Bayesian yang sesuai dengan kerangka teori keputusan Bayesian yang diterapkan untuk VL-CCT dengan *classical test theory*. Ini mengasumsikan bahwa pengguna tes dapat semanya menentukan biaya relative atau kerugian dari setiap jenis kesalahan klasifikasi, dan untuk meminimalkan biaya yang diharapkan, yang dihitung dengan kemungkinan selanjutnya dari penguji yang diklasifikasikan tersebut. If c_{21} adalah biaya pembuatan keputusan klasifikasi dalam kelompok 2 (d_2) ketika penguji sebenarnya ada didalam kelompok utama 1 (m_1), dan c_{12} adalah sebaliknya, maka biaya yang diharapkan adalah

$$B = c_{21} P(d_2 | m_1) P(m_1) + c_{12} P(d_1 | m_2) P(m_2) \quad (2.5)$$

Item yang dipilih adalah untuk meminimalkan biaya yang diharapkan setelah pemberian,

$$MEC = B(X=1) P(X=1) + B(X=0) P(X=0) \quad (2.6)$$

Dimana probabilitas dari masing-masing respon dikalikan dengan biaya yang diharapkan B jika penguji merespon dengan respon yang diberikan [20]. Probabilitas dari respon diasumsikan dengan:

$$P(x = X) = P(x = X | m_1) P(m_1) + P(x = X | m_2) P(m_2) \quad (2.7)$$

Metode berbasis 3 batas nilai juga telah disarankan dengan IRT[31]: maksimum informasi Fisher, maksimum informasi Kullback-Lieber dan rasio log ganjil. Maksimum informasi Fisher berusaha untuk memaksimalkan informasi pada satu titik, memberikan probabilitas untuk respon yang benar P dan respon yang salah Q [34].

$$I_i(\theta) = \frac{\left[\frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta} \right]^2}{P_i(\theta) Q_i(\theta)} \quad (2.8)$$

Sedangkan Kullback-Lieber informasi mengevaluasi informasi melintasi daerah θ_0 hingga θ_1 disekitar batas nilai [24].

$$K_i(\theta_1 | \theta_0) = P_i(\theta_1) \log \frac{P_i(\theta_1)}{P_i(\theta_0)} + Q_i(\theta_1) \log \frac{Q_i(\theta_1)}{Q_i(\theta_0)} \quad (2.9)$$

Lin dan Spray [31] mengusulkan tambahan transformasi rasio antara probabilitas respon yang benar untuk titik diatas batas nilai dan titik dibawah batas nilai, sebagaimana didefinisikan oleh kriteria penghentian SPRT. Perhatikan bahwa metode tiga secara konsep setara, sebuah *item* dengan informasi terbesar (kemiringan) dibatas nilai adalah *item* yang akan memiliki informasi terbesar di daerah kecil di sekitar batas nilai, atau menghasilkan perbedaan terbesar dalam nilai-nilai probabilitas di kedua sisi batas nilai. Oleh karena itu, mereka melakukan perbandingan[31].

Demikian juga, informasi Kullback-Liebler dan Fisher dapat digunakan sebagai kriteria untuk seleksi *item* berbasis perkiraan[22;30;24]. Persamaan perhitungan tetap sama, tetapi sekarang dihitung dengan perhatian pada estimasi keadaan dari penguji θ disetiap titik dalam ujian. Konsep kesetaraan juga menggunakan implementasi ini, *item* dengan informasi tertinggi pada estimasi keadaan θ juga adalah *item* dengan informasi tertinggi di daerah kecil di sekitar estimasi keadaan θ . Pemilihan *item* berbasis perkiraan juga dapat disebut sebagai pemilihan *item* adaptif, karena menggunakan informasi individu dari penguji, yaitu vector respon, dalam upaya untuk mengadaptasikan tes kepada individu penguji. Pemilihan *item* berbasiskan batas nilai kadang-kadang disebut pemilihan yang berkesinambungan.

Sebuah metode tambahan yang terlalu luas untuk menyesuaikan pemilihan *item* disebut informasi bersama, yang mengevaluasi informasi *item* disekitar jarak dari θ . Karena begitu luas, ini tidak dapat dipakai untuk situasi dimana lingkungan yang sama dari informasi yang diinginkan telah diketahui, seperti batas nilai tunggal. Namun, ini sangat berguna ketika informasi dibutuhkan di sekitar θ yang lebih luas, seperti awal dari CAT ketika sedikit yang diketahui tentang θ penguji, atau ketika ada beberapa batas nilai [35].

2.4.5 Kriteria Penghentian

Tiga kriteria penghentian yang digunakan dalam VL-CCT: interval kepercayaan berbasis IRT, uji rasio probabilitas sekuensial (*sequential*

probability ratio test (SPRT)) dan teori keputusan. Masing-masing menawarkan tes substansial yang lebih pendek daripada bentuk tes konvensional tetap yang panjang sambil mempertahankan tingkat akurasi klasifikasi yang serupa [29; 20]. Namun, kesesuaian kriteria masing-masing dan pemaksimalan dari manfaatnya tergantung pada beberapa faktor lain, seperti model psikometrik dan algoritma pemilihan *item*. Sebagai contoh, penggunaan interval kepercayaan berbasis IRT membutuhkan sebuah *database* kalibrasi *item* IRT yang besar, yang pada gilirannya memerlukan sampel kalibrasi yang besar.

Pendekatan interval kepercayaan merumuskan tujuan klasifikasi sebagai masalah estimasi statistik [36]. Tes ini dirancang untuk mendapatkan perkiraan dari θ untuk penguji j , dan menentukan apakah itu dalam jarak θ sesuai dengan keanggotaan dalam kelompok tertentu, dimana keanggotaan kelompok ditentukan oleh jarak θ yang digambarkan oleh batas nilai. Untuk mengukur definisi ini, interval kepercayaan sekitar dibuat menggunakan standar error bersyarat dari pengukuran (CSEM), dinyatakan sebagai [32]:

$$\hat{\theta}_j - z_\alpha(CSEM) \leq \theta_j \leq \hat{\theta}_j + z_\alpha(CSEM) \quad (2.10)$$

Dimana z_α adalah penyimpangan normal yang berhubungan dengan interval kepercayaan $1-\alpha$. Meskipun pada awalnya metode ini dengan Bayesian [37] prosedur estimasi [29; 23], ini juga dapat digunakan dengan estimasi maksimum likelihood [36; 28]. Demikian pula, yang pada awalnya disarankan sebagai interval dua sisi, algoritma ini juga dapat dirancang sebagai sebuah interval satu sisi dengan perlindungan β [38].

Sebuah contoh dari pendekatan ini sederhananya, dalam keadaan menguji dua kelompok utama adalah untuk saling mengevaluasi setiap *item* selesai apakah interval kepercayaan diatas atau dibawah batas nilai. Jika interval benar-benar berada diatas batas nilai, penguji bisa diklasifikasikan “*Pass*”, dan jika benar-benar dibawah, diklasifikasikan “*Fail*”. Jika interval berisi batas nilai “*Fail*”, *item* lain diberikan. Contoh dari hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.1, dimana seorang penguji

diberikan 16 *item* sebelum interval kepercayaan jatuh sempurna diatas batas nilai 0.75.

Gambar 2.1 Gambar Grafik Interval Kepercayaan Dengan Batas Nilai 0.75

Pendekatan ini pada awalnya disebut “Penguasaan Pengujian Adaptive (*Adaptive Mastery Testing*)” [29], tetapi “adaptif” adalah istilah yang lebih tepat diberikan untuk algoritma pemilihan *item* berbasis perkiraan, dan pendekatan interval kepercayaan tidak memerlukan pemilihan *item* adaptif sebagaimana awalnya disarankan. Selain itu, ini mudah dikembangkan diluar kondisi pengujian penguasaan untuk tiga atau lebih kategori [36], sehingga dimasukkannya “penguasaan” didalam istilah yang tidak perlu membatasi.

SPRT merumuskan tujuan klasifikasi sebagai masalah pengujian hipotesis[36], membandingkan rasio kemungkinan dari dua hipotesis bersaing. Dalam CCT, kemungkinan-kemungkinan dihitung menggunakan probabilitas P dari respon penguji jika masing-masing hipotesis adalah benar, yaitu, jika penguji benar-benar klasifikasi “*Pass*” (P_2) atau “*Fail*” (P_1). Hal ini dinyatakan dalam bentuk umum setelah *item n*, dimana X adalah respon diamatinya *item i*:

$$LR = \frac{\prod_{i=1}^n P_{2i}^{X_i} (1 - P_{2i})^{1-X_i}}{\prod_{i=1}^n P_{1i}^{X_i} (1 - P_{1i})^{1-X_i}} \quad (2.11)$$

Rasio ini kemudian dibandingkan dengan dua keputusan titik A dan B [39]:

$$\text{Titik keputusan bawah} = B = \beta / (1 - \alpha) \quad (2.12)$$

$$\text{Titik keputusan atas} = A = (1 - \beta) / \alpha \quad (2.13)$$

Jika rasio berada di atas titik keputusan atas setelah n item, penguji diklasifikasikan di atas batas nilai tersebut. Jika rasio tersebut berada dibawah titik keputusan bawah, penguji diklasifikasikan di bawah batas nilai tersebut. Jika rasio berada di antara titik-titik keputusan, *item* lain diberikan.

Sementara parameter P sering kali ditulis dengan 0 dan 1 untuk menyamakan dengan notasi tradisional pengujian hipotesis dari H_0 dan H_1 , tidak setiap VL-CCT dengan SPRT terbatas pada dua hipotesis *pass* dan *fail*. Jika ada dua atau lebih batas nilai digunakan untuk mengklasifikasikan pengujian menjadi tiga atau lebih kelompok, maka akan ada setidaknya tiga nilai P yang perlu ditentukan [36; 20; 40]. Jika notasi dimulai pada 1 bukan dari 0, nilai-nilai ini akan diberi nomor berurutan dan lebih tepat mencerminkan kondisi multi-batas nilai.

Beberapa metode telah ditawarkan untuk menentukan parameter P_1 dan P_2 . Awalnya, SPRT dikembangkan dengan parameter P_1 dan P_2 setara untuk setiap langkah dalam tes [39], dan pertama kali diterapkan untuk pengukuran pendidikan [41]. Mereka diperkenankan untuk berbeda dengan memperkirakan proporsi jumlah penduduk di masing-masing kelompok yang menjawab dengan benar, menggunakan statistik kesulitan klasik [19; 20]. Weitzman [42; 43] menyarankan merata-ratakan statistik kesulitan klasik di beberapa subkelompok dalam masing-masing kelompok.

Metode yang paling umum digunakan [22; 44] adalah untuk mendefinisikan sebagai kemungkinan respon jawaban yang benar untuk masing-masing *item* dari penguji dengan tingkat kemampuan yang sesuai θ_1 dan θ_2 yang dihitung dengan fungsi respon *item* IRT. Kedua tingkat kemampuan didefinisikan dalam keadaan pengujian penguasaan sebagai θ terendah yang diterima untuk penguji yang lulus ujian dan θ tertinggi yang

diterima untuk penguji yang gagal ujian. Rentang antara dua nilai ini disebut sebagai “daerah pengabaian”, dan sering ditentukan dalam prakteknya dengan menambahkan dan mengurangi sebuah konstanta δ kecil dari batas nilai [24; 36]. Pendekatan ini digambarkan dalam grafik pada Gambar 2.2, dengan batas nilai 0,0 dan $\delta = 0,3$, membuat $P_1 = 0,52$ dan $P_2 = 0,72$. Sebuah daerah pengabaian yang lebih luas akan mengakibatkan kesalahan meningkat tetapi menurunkan lama ujian[22;24].

Baik SPRT dan interval keyakinan IRT mudah diperluas untuk beberapa batas nilai, dan meskipun dua metode telah disarankan untuk SPRT multi-batas nilai [45; 46], mereka setara ketika diberikan sebuah perbandingan genap [47]. Jiao, Wang, dan Lau [40] membandingkan keduanya didalam simulasi belajar, tetapi dengan daerah pengabaian yang berbeda, dimana menyebabkan ditemukannya hasil yang berbeda. VL-CCT merupakan metode yang sangat efisien untuk mengklasifikasikan penguji menjadi tiga atau lebih kelompok [48; 49; 36; 28].

Kriteria ketiga adalah kerangka teori keputusan Bayesian [50; 51]. Dalam pendekatan ini, struktur kerugian atau kegunaan harus didefinisikan dengan mempertimbangkan probabilitas skenario klasifikasi yang mungkin untuk setiap penguji dan biaya yang terkait dengannya, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan 2.5, dengan jangka waktu tambahan biaya dari memberikan *item* lainnya. Vos [52] menyatakan bahwa ambang batas struktur kerugian adalah konseptual yang tepat, tetapi fungsi kesalahan linear atau kuadrat dapat digunakan, karena lebih tepat menggambarkan keadaan pengujian klasifikasi berisiko tinggi. Hal ini jauh lebih sedikit perhatiannya untuk lisensi dokter dimana nilai benarnya sedikit dibawah batas nilai daripada yang nilai benarnya substantial dibawah.

Gambar 2.2 Spesifikasi P1 dan P2 Dengan Metode Reckase's (1983)

Karena ada jumlah tak terbatas dari fungsi kriteria kemungkinan, tidak ada fungsi spesifik yang paling mewakili pendekatan ini, dimana telah memimpin perkembangan metode optimasi [52]. Fungsi jumlah tak terbatas ini adalah suatu keuntungan dan kelemahan dari teori keputusan Bayesian. Para pendukungnya menunjukkan bahwa itu menyajikan fleksibilitas yang lebih besar dan memungkinkan berbagai biaya untuk secara eksplisit diperhitungkan. Namun, pemilihan dari fungsi memperlihatkan sejumlah kesembarangan. Selain itu, baik SPRT dan interval kepercayaan IRT memungkinkan biaya dari kesalahan klasifikasi akan ditentukan melalui rata-rata nominal kesalahan.

Teori keputusan Bayesian VL-CCT telah ditetapkan secara tradisional dengan model binomial klasik untuk respon *item*, karena bila digunakan dalam penggabungan dengan beta distribusi pengujian, nomer nilai benar itu sendiri dapat digunakan untuk menghitung kerugian yang diperkirakan pada tahap pengujian kedepannya [52]. *Item* yang dipilih dan ujian dihentikan untuk meminimalkan fungsi kerugian yang ditentukan. Namun, IRT dan teknik pemilihan *item* adaptif belakangan ini telah dimasukkan dengan kriteria penghentian ini [53].

2.4.6 *Feedback* Evaluasi Hasil Ujian

Pada saat *assessment* berakhir, maka proses yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap hasil *assessment*, dan kemudian menampilkannya sebagai *feedback* kepada siswa. Isi *feedback* yang diberikan, tergantung kepada tujuan dari pelaksanaan *assessment* itu sendiri. Bila *assessment* bertujuan sebagai *self-assessment* maka *feedback* yang diberikan harus berisikan informasi yang cukup agar siswa dapat belajar dari *assessment* tersebut. Informasi yang ada pada *feedback* untuk *self-assessment*, selain berupa nilai hasil ujian, biasanya juga berupa informasi mengenai jawaban siswa benar atau salah, jawaban apa yang benar, serta penjelasan atau *link* mengenai konsep materi yang berhubungan dengan jawaban itu.

Sedangkan, bila *assessment* dimaksudkan sebagai sarana evaluasi hasil belajar, dimana nilai berperan penting dalam menentukan lulus tidaknya siswa, maka *feedback* yang diberikan biasanya hanya berupa nilai saja, Hal ini dilakukan untuk menghindari kecurangan yang mungkin terjadi. Sebagai akibatnya, kemungkinan siswa untuk dapat belajar dari *assessment* menjadi berkurang. Akan tetapi, dengan menggunakan *adaptive assessment*, maka permasalahan tersebut dapat diatasi. Sehingga, *feedback* yang lebih banyak dapat diberikan dengan lebih leluasa, seperti halnya pada *self-assessment*. Namun, ada baiknya pula jika *feedback* yang diberikan ini, tidak menyertakan jawaban yang benar, melainkan hanya informasi benar salahnya jawaban siswa, serta informasi pada bagian materi apa siswa dapat menemukan jawabannya. Hal ini dilakukan agar siswa mau membaca dan lebih memahami materi yang bersangkutan, serta mencegah siswa hanya untuk menghapuskan pertanyaan dan jawabannya saja. Dengan demikian, bila siswa diberikan pertanyaan yang berbeda, namun berisikan konsep yang sama, maka siswa diharapkan akan dapat menjawab dengan benar.

Selain itu, pada akhir *feedback* diatas, dapat pula ditambahkan hasil analisa sistem terhadap total performa siswa pada materi belajar yang diujikan tersebut. Seperti misalnya, konsep apa saja yang menjadi

kelemahannya, konsep apa saja yang telah dikuasai dengan baik, serta saran mengenai prioritas konsep apa saja yang harus ia pelajari lebih mendalam lagi.

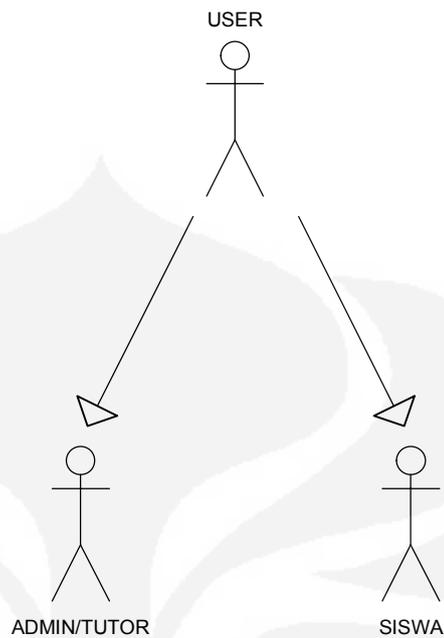


Alur dari algoritma *flowchart* Gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pertama-tama admin atau dalam hal ini juga langsung bertindak sebagai tutor, memiliki peranan untuk membuat database sebagai tempat penyimpanan data-data yang diperlukan untuk sistem ujian adaptif, menyiapkan materi ujian yang nantinya bisa ditampilkan pada *website* ujian adaptif kemudian bisa diambil oleh siswa, dan bisa melihat profil siswa yang telah mengikuti ujian adaptif.
2. Siswa disini bertindak sebagai user atau pengguna *website* ujian adaptif, dimana siswa dapat memilih materi ujian yang ingin diambil. Ketika Siswa pertama kali mengikuti ujian adaptif maka siswa akan diberikan ujian *pretest* untuk menyeleksi tingkat soal yang nantinya akan diberikan pada ujian *test*, setelah siswa menyelesaikan ujian *pretest* maka siswa selanjutnya bisa mengikuti ujian *test* yang kemudian hasil dari ujian tersebut akan membentuk profil yang bisa dilihat baik itu oleh siswanya (dalam bentuk evaluasi) maupun oleh admin/tutor.
3. *Website* ujian adaptif akan menampilkan data-data yang telah dibuat oleh admin berdasarkan evaluasi dari jawaban siswa yang mengikuti ujian adaptif sehingga nantinya soal-soal yang keluar pada saat siswa mengikuti ujian adaptif akan berkembang mengikuti tingkat kemampuan siswa.

3.2 Pendefinisian User dan Peranannya

Seperti yang terlihat pada algoritma cara kerja sistem secara umum, terdapat 2 macam *user* yang berhak melakukan akses ke dalam sistem. Kedua *user* tersebut, masing-masing memiliki ruang lingkup akses yang berbeda-beda, tergantung dari peranannya. Kedua macam peranan *user* ini didefinisikan sebagai admin/tutor, dan siswa, seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 UML Use Case Diagram dari User

Adapun diluar dari kedua *user* ini, maka sistem tidak akan memberikan akses untuk masuk kedalamnya. Sehingga untuk dapat mengakses kedalam sistem, *user* diluar diharuskan melakukan pendaftaran terlebih dahulu sebagai siswa.

Adapun fungsi dari kedua jenis *user* tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Admin/Tutor

User dengan peranan seperti ini dapat melakukan:

- a. Administrasi *user* siswa, berupa:
 - Melihat *list user* (pendaftar baru)
 - Melihat grafik profil *user*
- b. Administrasi mata kuliah, berupa:
 - Penambahan ujian
 - Pengubahan data ujian
 - Penghapusan data ujian
- c. Administrasi *personal*, berupa:
 - Mengubah *password*

2. Siswa

User dengan peranan seperti ini dapat melakukan:

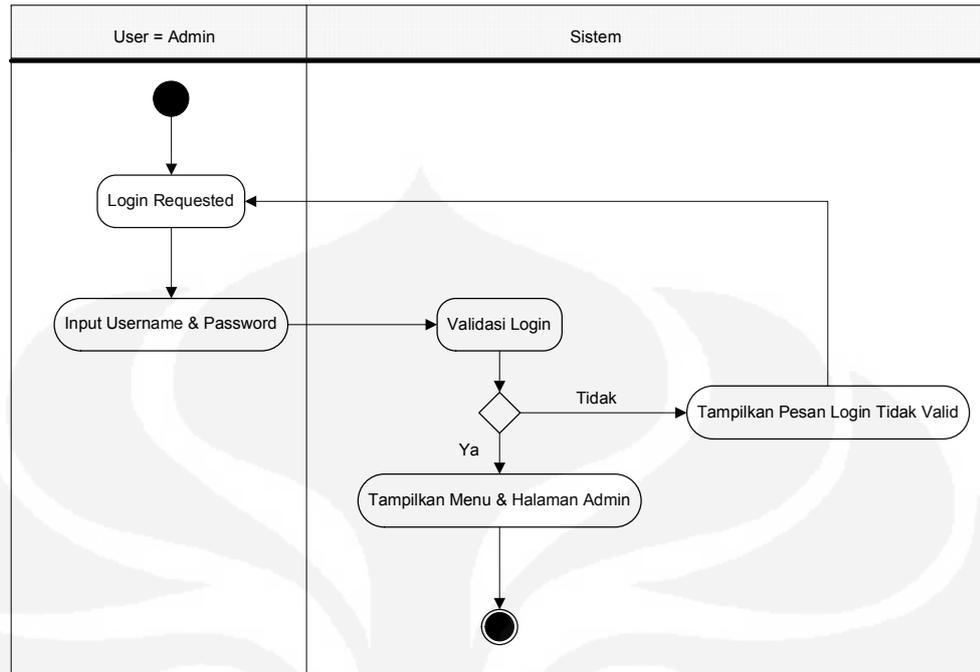
- a. Administrasi *personal*, berupa:
 - Melihat detail profil siswa
 - Mengubah detail profil siswa
 - Mengubah *password*
- b. Administrasi mata kuliah, berupa:
 - Melihat *list* materi ujian
 - Melihat detail materi ujian
 - Mengambil materi ujian
- c. Administrasi ujian, berupa:
 - Mengikuti ujian
 - Melihat evaluasi ujian

3.3 Perancangan Sistem

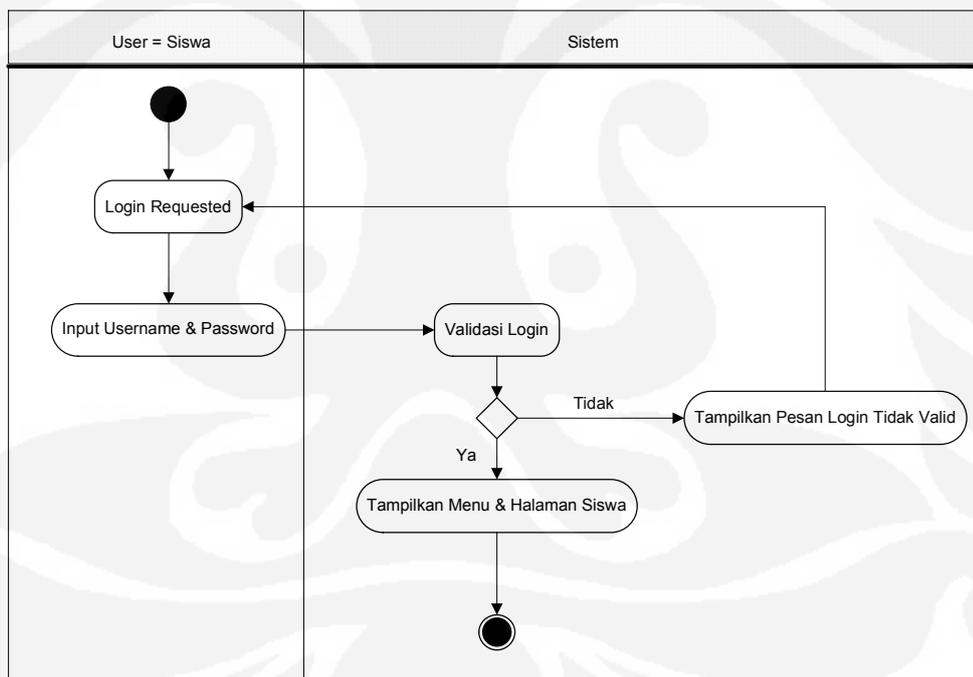
Berdasarkan pendefinisian *user* dan peranannya tersebut, maka sistem *adaptive assessment* ini dapat dibagi menjadi 3 buah modul utama, yaitu modul *login* dan autentikasi, modul admin, dan modul siswa.

3.3.1 Perancangan Modul Login dan Autentikasi

Modul ini berfungsi untuk membatasi dan menentukan akses *user* ke dalam sistem, sehingga dengan adanya modul ini *user* yang belum terdaftar tidak akan bisa mengakses ke dalam sistem. Proses dari *login* dan autentikasi ini terdapat 2 macam, yaitu proses *login* dan autentikasi admin dan proses *login* dan autentikasi siswa. Kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.



Gambar 3.3 UML Activity Diagram dari Proses Login dan Autentikasi Admin

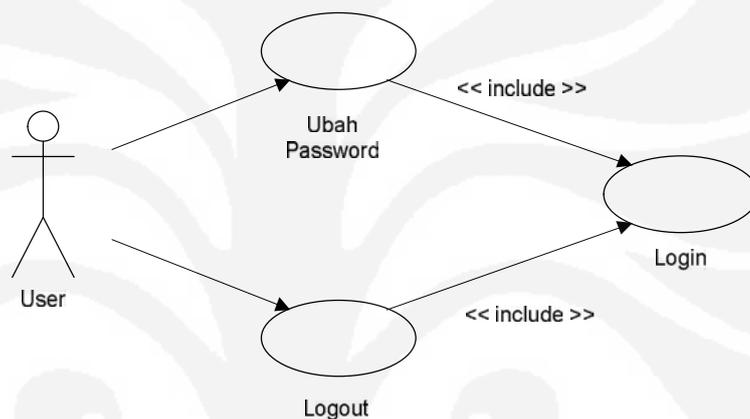


Gambar 3.4 UML Activity Diagram dari Proses Login dan Autentikasi Siswa

Dari Gambar 3.3 dan Gambar 3.4, dapat dilihat bahwa sistem akan memeriksa terlebih dahulu validitas dari *user* apakah sudah terdapat didalam *database* atau belum. Jika belum terdaftar, maka sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan kembali meminta *user* untuk

menginput *username* dan *password*. Namun apabila *user* valid maka akan dilanjutkan kepada tampilan menu dan halaman *web* yang sesuai.

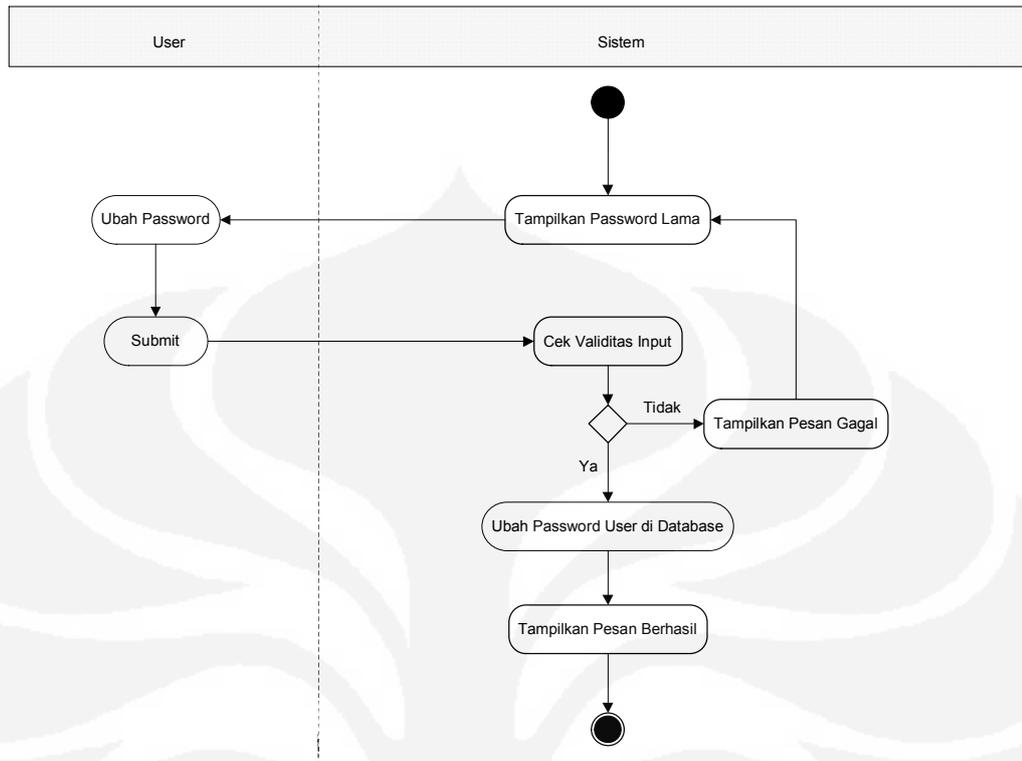
Setelah *user* masuk kedalam sistem dengan sukses, maka *user* akan dihadapkan pada beberapa pilihan menu. Tampilan menu dan halaman ini berbeda-beda tergantung dari peranan *user* didalam sistem. Akan tetapi kedua macam peranan *user* tersebut, terdapat dua fungsi menu yang sama, yaitu fungsi untuk mengubah *password* dan untuk *logout* dari sistem. Hubungan antara *user* dengan kedua fungsi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5.



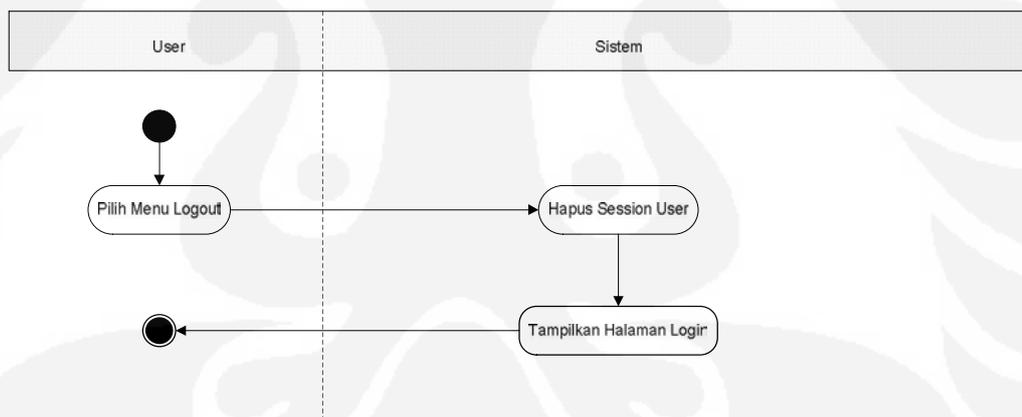
Gambar 3.5. UML Use Case Diagram dari User

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.5, fungsi ubah *password* dan *logout* turut menyertakan modul *login* dan autentikasi *user*. Ini menunjukkan bahwa, *user* diharuskan untuk *login* terlebih dahulu sebelum dapat mengubah *password* miliknya, ataupun untuk *logout* dari sistem.

Untuk lebih jelasnya, masing-masing tahapan proses dari fungsi pengubahan *password* dan fungsi *logout*, dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7.



Gambar 3.6 UML Activity Diagram dari Proses Pengubahan *Password*



Gambar 3.7 UML Activity Diagram dari Proses Logout

Untuk tempat penyimpanan data dari *password* maka diperlukan sebuah tabel, tabel untuk *user* itu sendiri terdiri dari dua tabel, dimana masing-masing tabel berfungsi sesuai dengan peran dari *user* itu sendiri. Adapun untuk tabel *user* yang berperan sebagai admin, maka tabelnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan untuk *user* yang berperan sebagai siswa, tabelnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Tabel *User Admin*

Username	Password
varchar(255)	varchar(255)

Tabel 3.2 Tabel *User Siswa*

Nim	Username	Nama	Telepon	Email	Password	SyaratPre
varchar(12)	varchar(255)	varchar(255)	varchar(255)	varchar(255)	varchar(255)	int(11)

Tabel 3.1 berisikan tentang informasi *login* untuk admin yang *fieldnya* adalah *username*, dan *password*. Sedangkan untuk Tabel 3.2 berisikan tentang informasi *login* untuk siswa yang *fieldnya* adalah *nim*, *username*, *nama*, *telepon*, *email*, *password*, dan *syaratpre*. Untuk field *username* pada kedua tabel adalah merupakan *nick* atau identitas yang bersifat unik dan digunakan sebagai *primary key*.

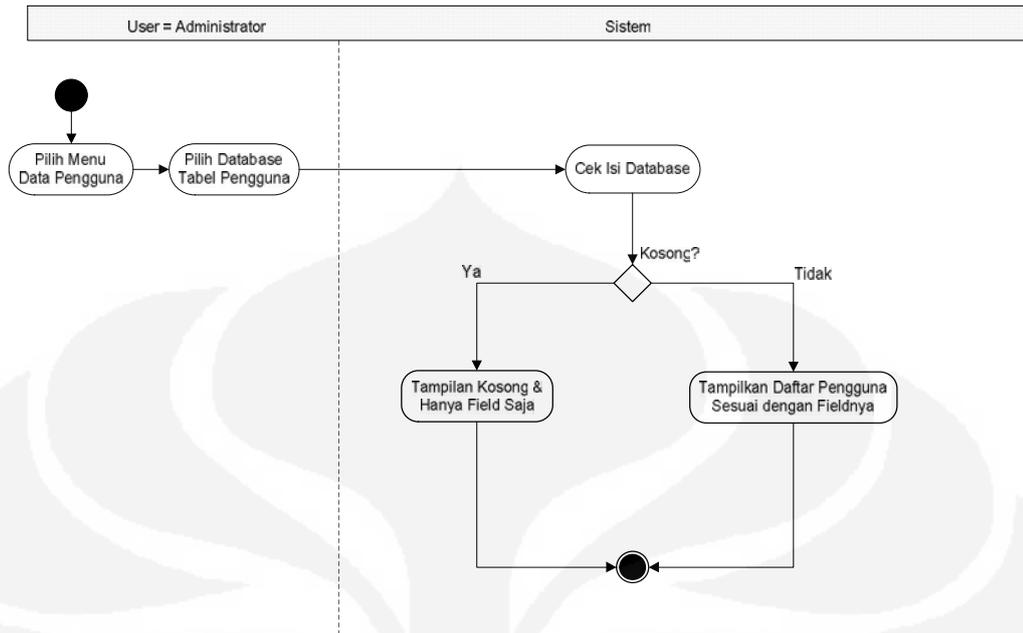
Untuk pengisian data *login* dari *user admin*, harus dilakukan secara langsung ke dalam *database* dan dilakukan pertama kali sebelum *user* lainnya. Sedangkan untuk *user* lainnya dapat dilakukan melalui sistem dengan menggunakan modul siswa.

3.3.2 Perancangan Modul Admin

Pada perancangan modul admin, modul dibagi menjadi 2 buah sub modul sesuai dengan fungsi administrasi yang ada didalamnya. Kedua sub modul tersebut adalah administrasi *user* dan administrasi ujian.

3.3.2.1 Perancangan Sub Modul Administrasi *User*

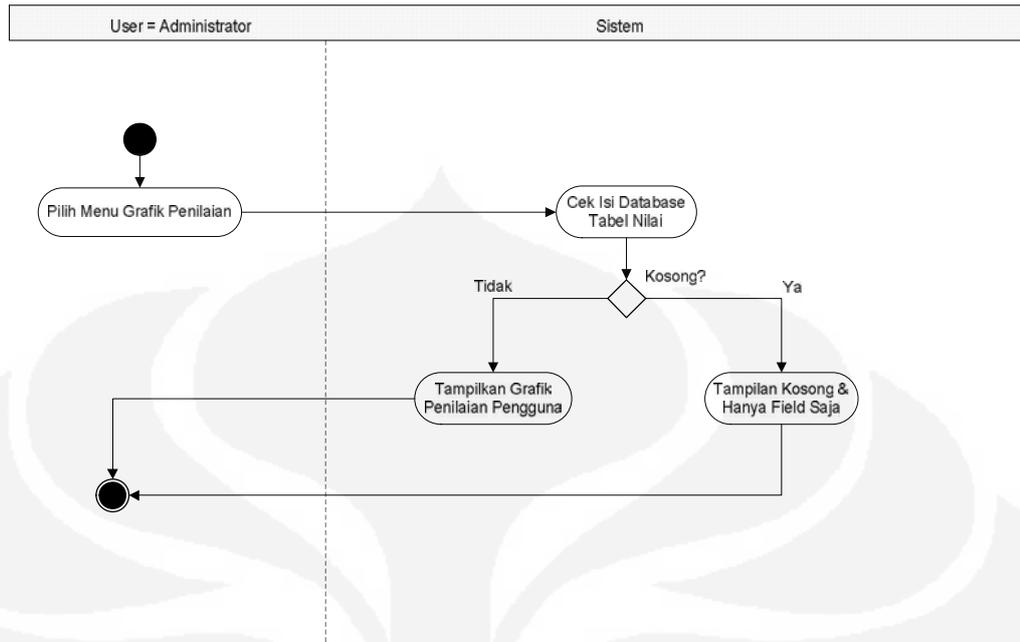
Pada sub modul administrasi *user*, terdapat dua buah fungsi didalamnya. Fungsi-fungsi tersebut adalah melihat *list user* siswa yang telah terdaftar, dan melihat grafik *user* siswa yang telah mengikuti ujian adaptif. Tahapan proses untuk melihat *list user* siswa yang telah terdaftar dapat digambarkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 UML Activity Diagram dari Proses Melihat List User Siswa Terdaftar

Setelah admin memilih menu data pengguna, maka sistem akan terlebih dahulu memeriksa isi *database* dari pengguna/siswa yang telah terdaftar. Bila belum ada siswa yang terdaftar, maka sistem hanya menampilkan *field-field* kosong dimana tidak terdapat data *user* didalamnya. Sedangkan bila *database* tidak kosong, maka isi tabel pengguna tersebut ditampilkan sesuai dengan *field-field*nya kecuali data *password* pengguna, dimana data ini tidak akan ditampilkan.

Untuk tahapan proses melihat grafik *user* siswa yang telah mengikuti ujian adaptif dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 UML Activity Diagram dari Proses Melihat Grafik User Siswa Terdaftar

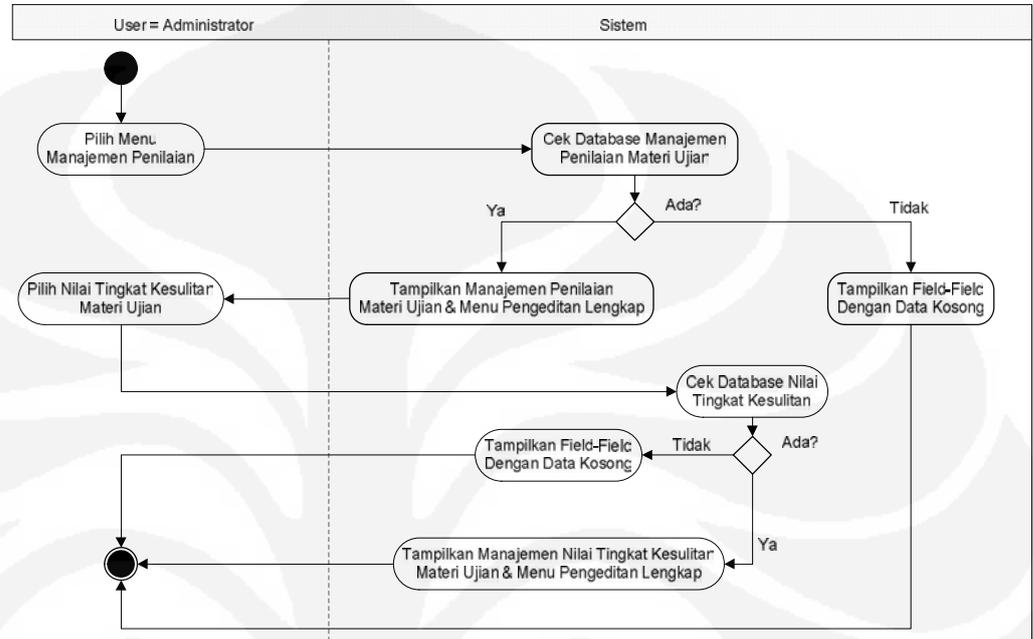
Setelah admin memilih menu data grafik penilaian, maka sistem akan terlebih dahulu memeriksa isi *database* dari pengguna/siswa pada tabel nilai apakah sudah mengikuti ujian atau belum. Bila belum ada siswa terdaftar yang mengikuti ujian, maka sistem hanya menampilkan *field-field* kosong dimana tidak terdapat data nilai *user* siswa didalamnya. Sedangkan bila *database* tidak kosong, maka akan ditampilkan grafik penilaian pengguna sesuai dengan siswa yang ingin dilihat oleh admin.

3.3.2.2 Perancangan Sub Modul Administrasi Ujian

Pada perancangan sub modul administrasi ujian, dibagi menjadi 3 buah fungsi yang sesuai dengan peran dari admin itu sendiri yaitu sebagai pengajar juga. Fungsi peranan dari seorang pengajar terhadap sistem adalah bagaimana pengajar tersebut dapat menyusun konsep penilaian terhadap materi ujian, dan administrasi soal baik itu untuk *pretest* maupun *test*.

1. Fungsi Manajemen Penilaian Terhadap Materi Ujian

Untuk menyusun ulang nilai dan menentukan bobot yang terdapat pada materi ujian, maka pengajar harus menggunakan fungsi ini. Proses yang terjadi pada fungsi ini dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 UML Activity Diagram dari Proses Manajemen Penilaian Materi Ujian

Pada proses manajemen penilaian materi ujian ini, pengajar diharuskan untuk memilih menu manajemen penilaian terlebih dahulu, kemudian sistem akan mengecek *database* dari nilai yang terdapat pada materi ujian di tabel bab. Kemudian sistem akan memeriksa apakah terdapat data tersebut atau tidak, jika tidak ada maka sistem hanya akan menampilkan *field-field* kosong yang tidak terdapat data apapun. Sedangkan bila terdapat data, maka sistem akan menampilkan *field* data beserta menu edit untuk mengubah nilai yang terdapat pada materi ujian. Nilai yang dimaksud disini adalah nilai untuk batas kelulusan siswa pada materi ujian. Lalu ketika pengajar memilih nilai tingkat kesulitan materi ujian maka sistem kembali mengecek database nilai yang terdapat pada tabel tksoal. Jika terdapat data pada tabel tksoal tersebut maka sistem akan menampilkan manajemen nilai tingkat kesulitan beserta dengan menu editnya. Pada nilai tingkat kesulitan ini terdapat 3 tingkat, yaitu mudah, sedang, dan susah, sistem secara

default memberikan ketiga tingkat kesulitan ini dengan nilai 1, 2, dan 3 yang nantinya bisa diubah oleh pengajar sesuai dengan yang diinginkan hingga maksimal angka 9.

Berhasil tidaknya proses pembuatan konsep manajemen penilaian, dapat dilihat dari pesan yang diberikan sistem kepada pengajar, setelah men-*submit form* isian konsep tersebut. Hanya saja pada manajemen penilaian materi ujian (batas nilai bab) bila pengajar memasukkan data berupa huruf akan dianggap 0, karena pada bagian tersebut sistem tidak mengenal data huruf, yang dianggap hanyalah data yang berupa angka.

2. Fungsi Administrasi Soal

Untuk dapat melakukan manajemen terhadap soal yang ada pada setiap materi ujian yang dimiliki pengajar, maka disediakanlah fungsi administrasi soal. Melalui fungsi administrasi soal ini, pengajar dapat melakukan pembuatan soal, perubahan soal dan penghapusan soal. Dimana untuk soal itu sendiri terdiri dari 2 jenis soal, yaitu soal *pretest* dan soal *test*. Soal *pretest* adalah soal yang wajib dilakukan oleh *user* siswa sebelum siswa mengambil materi ujian yang akan diambil nantinya, sedangkan soal *test* adalah soal yang akan diberikan kepada *user* siswa ketika siswa mulai melakukan ujian terhadap materi ujian yang dipilih.

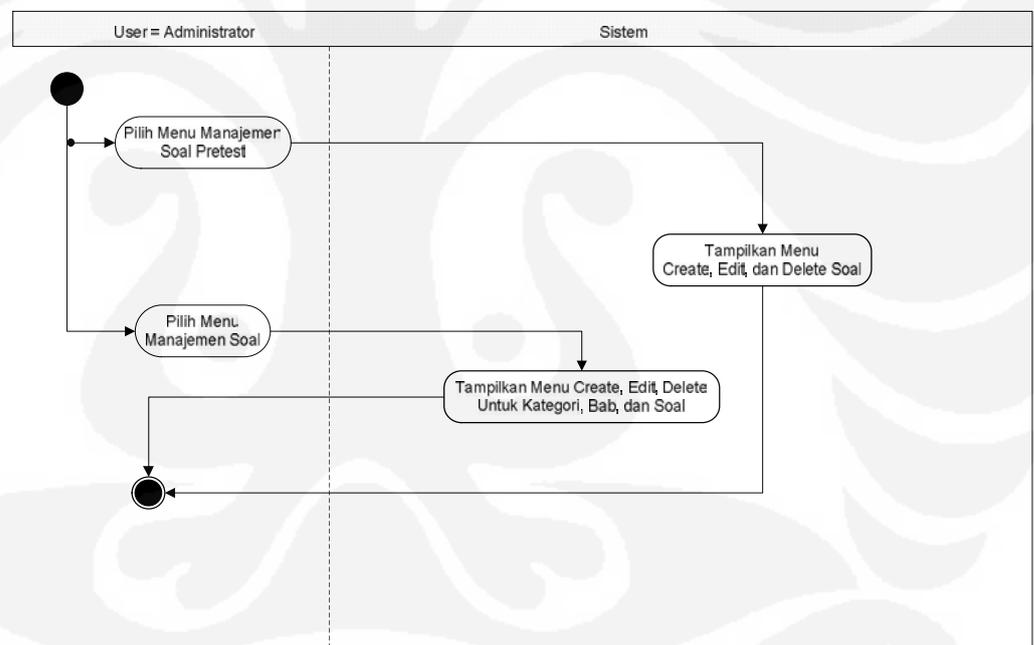
Perbedaan yang diantara kedua jenis soal tersebut adalah pada soal *pretest* tidak terdapat bagian kategori dan bab, dikarenakan soal *pretest* adalah soal yang nantinya hanya menentukan tipe soal apa yang pertama kali diberikan kepada siswa ketika ia baru pertama kali menggunakan sistem ujian adaptif. Sedangkan pada soal *test* terdapat bagian kategori dan bab, khusus untuk bagian bab terdapat pengisian batas nilai untuk lulus dari bab tersebut. Perbedaan selanjutnya adalah pada soal *pretest* tidak terdapat bagian *feedback*, sedangkan pada soal *test* terdapat bagian *feedback*. *Feedback* itu sendiri merupakan sebuah tulisan yang isinya merupakan petunjuk jawaban apabila soal yang dijawab oleh *user* siswa salah, sehingga siswa diharapkan nantinya

mengerti apabila menemukan soal yang mirip seperti soal yang dijawab salah.

Sedangkan persamaan diantara kedua jenis soal antara soal *pretest* dan soal *test* adalah kedua soal memerlukan bobot soal yang nantinya akan berpengaruh terhadap penilaian pada materi ujian.

Proses pembuatan kategori, bab, dan soal nantinya akan berpengaruh terhadap proses pengubahan dan penghapusan kedepan. Sebab apabila pada proses pembuatan tidak berhasil maka tidak ada data yang akan ditampilkan ketika pengajar membuka menu perubahan ataupun penghapusan.

Untuk lebih jelasnya, proses yang harus dilalui pengajar untuk menjalankan fungsi administrasi soal dengan benar dapat dilihat pada Gambar 3.11.



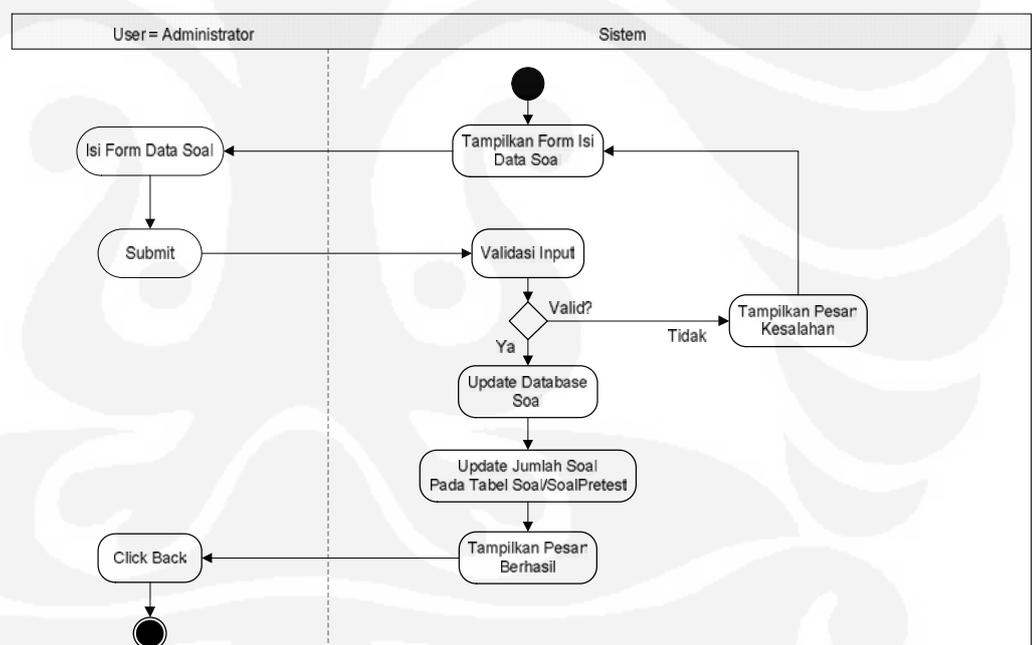
Gambar 3.11 *UML Activity Diagram* dari Proses Administrasi Soal

Fungsi-fungsi yang terdapat pada proses administrasi soal di atas dibagi menjadi dua berdasarkan jenis soalnya, yaitu soal *pretest* dan soal *test*. Adapun tahapan proses yang terjadi didalamnya akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Fungsi penambahan/pembuatan soal *pretest* dan *test*

Pada fungsi ini, pengajar akan memilih satu dari 3 jenis bobot soal yang ada. Kemudian dilanjutkan dengan mengisi *form* soal yang isinya berupa memilih bab tempat soal akan ditempatkan, tingkat kesulitan soal, soal untuk pertanyaannya, pilihan-pilihan jawaban, jawaban yang benar dan khusus untuk fungsi penambahan/pembuatan soal *test* terdapat *feedback*. Semua data ini harus diisi seluruhnya, karena jika tidak, maka sistem akan menampilkan pesan peringatan. Tahapan aktivitas yang terjadi pada proses pembuatan ketiga jenis bobot soal tersebut adalah sama, yang membedakan hanyalah nilai bobot soalnya saja, yaitu disesuaikan berdasarkan bobot soal yang dipilih.

Proses pembuatan ketiga jenis soal ini, dapat dilihat pada Gambar 3.12.

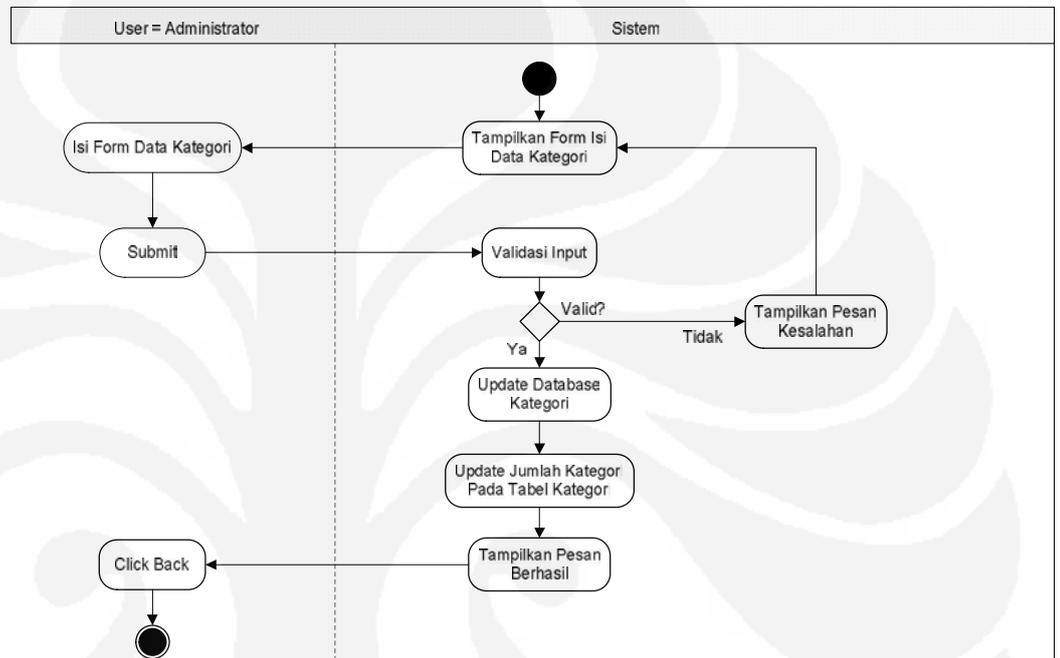


Gambar 3.12 UML Activity Diagram dari Proses Pembuatan Soal

2. Fungsi Penambahan Kategori *Test*

Pada fungsi ini, pengajar diharuskan untuk mengisi *form* kategori yang isinya berupa id kategori, judul kategori, dan keterangan kategori. Semua data harus diisi semuanya, karena jika tidak,

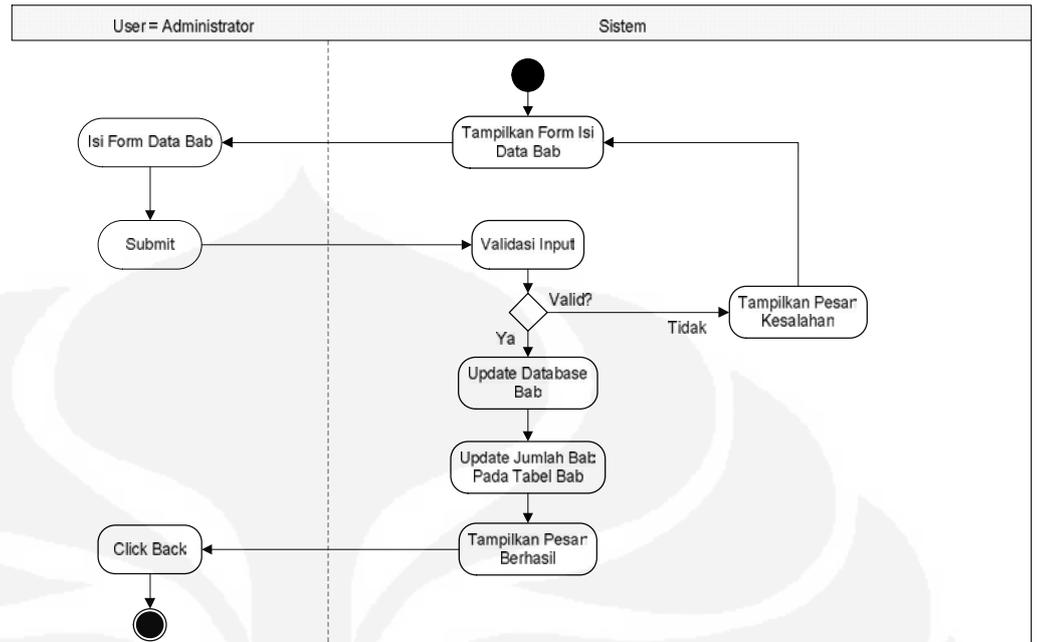
sistem akan menampilkan pesan peringatan. Selain itu, setiap pengisian id kategori, dan judul kategori dijaga agar tidak ada yang sama, karena bila ada, maka sistem kembali menampilkan pesan peringatan. Proses pembuatan kategori ini, dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 UML Activity Diagram dari Proses Pembuatan Kategori Test

3. Fungsi Penambahan Bab Test

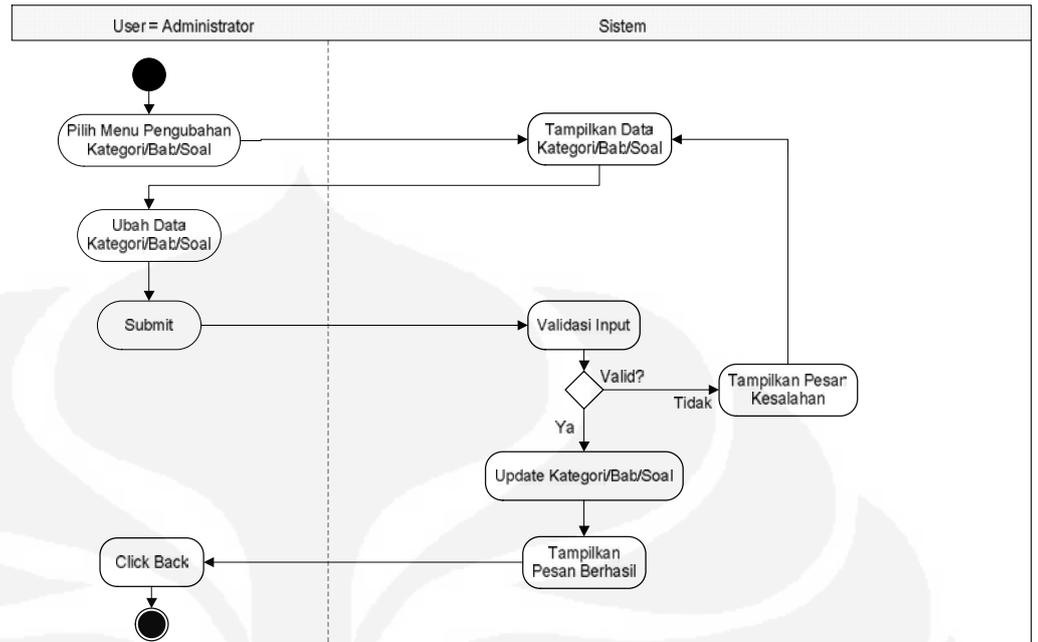
Pada fungsi ini, pengajar diharuskan untuk mengisi *form* bab yang isinya berupa id bab, nama bab, keterangan, dan batas nilai untuk lulus. Semua data harus diisi semuanya, karena jika tidak, sistem akan menampilkan pesan peringatan. Selain itu, setiap pengisian id bab dan nama bab dijaga agar tidak ada yang sama, karena bila ada, maka sistem kembali menampilkan pesan peringatan. Proses pembuatan kategori ini, dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 UML Activity Diagram dari Proses Pembuatan Bab
Test

4. Fungsi Pengubahan Kategori/Bab/Soal

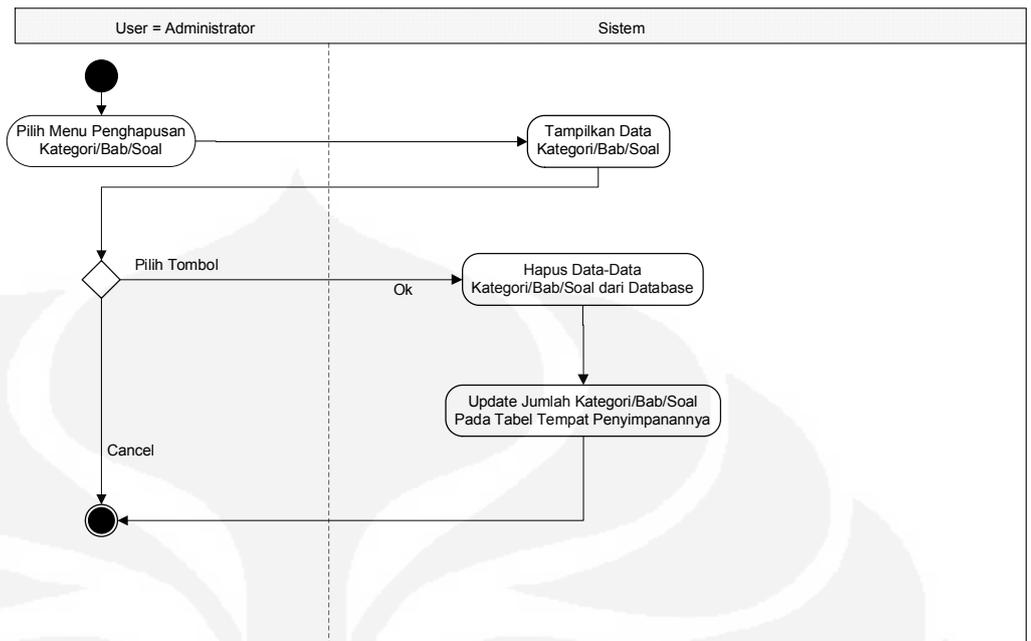
Pada fungsi pengubahan ini, ketiga macam pengubahan yaitu untuk kategori, bab, dan soal prosesnya sama, yang membedakan hanyalah isi *field* yang ditampilkan dan tampilan *form* untuk tiap-tiap macam pengubahan berbeda antara satu dengan yang lainnya. Tahapan proses yang terjadi ketika pengajar melakukan fungsi pengubahan dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 UML Activity Diagram dari Proses Pengubahan Kategori/Bab/Soal

5. Fungsi Penghapusan Kategori/Bab/Soal

Kategori/bab/soal yang dibuat, harus dapat dihapus dari dalam *database*. Oleh karena itu, untuk memenuhi keperluan ini, dibuatlah fungsi penghapusan. Tahapan proses penghapusan yang terjadi untuk ketiga jenis penghapusan hampir sama antara satu dengan yang lainnya. Yang membedakan hanyalah jenis data dan tampilan *form* yang digunakan. Selain itu, setelah data dihapus, maka sistem akan meng-*update* secara otomatis data pada tabel tempat data tersebut disimpan. Tahapan proses dari fungsi penghapusan ini dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 *UML Activity Diagram* dari Proses Penghapusan Kategori/Bab/Soal

Pada perancangan fungsi administrasi soal ini, dibutuhkan pula tempat penyimpanan data-data baik itu untuk kategori, bab, ataupun untuk soal yang *test* atau *pretest* dan juga bobot nilai soal. Untuk tabel penyimpanan data kategori digunakan satu buah tabel kategori dengan id kategori sebagai *primary key*-nya, untuk tabel bab digunakan satu buah tabel kategori dengan id bab sebagai *primary key*-nya, adapun waktu yang dibutuhkan nantinya untuk berapa lama siswa mengerjakan soal ujiannya, sudah di *set* oleh sistem selama 10 menit, jadi pengajar tidak perlu mengisi waktu lagi. Adapun untuk mengantisipasi apabila secara tidak sengaja pengajar mengubah waktu yang diberikan oleh sistem, maka pada *form* waktu sudah dibuat disabled sehingga tidak bisa diganti oleh pengajar. Untuk tabel penyimpanan soal, digunakan satu buah tabel soal, yang berisikan idsoal (sebagai *primary key*), idbab (tempat soal akan ditampilkan pada materi ujian yang mana), tingkat kesulitan soal (bobot), teks pertanyaan, pilihan jawaban dari pilihan A sampai dengan D, jawaban yang benar, dan *feedback*.

Pada proses pembuatan soal, isi dari bobot nilai awal-awalnya telah di-*set* oleh sistem, namun apabila dikemudian hari ingin mengganti nilainya, bisa diubah melalui fungsi manajemen penilaian. Bentuk dan isi dari tabel kategori ditunjukkan oleh Tabel 3.3, tabel bab ditunjukkan oleh Tabel 3.4, tabel soal *pretest* ditunjukkan oleh Tabel 3.5a dan Tabel 3.5b, tabel soal *test* ditunjukkan oleh Tabel 3.6a dan Tabel 3.6b, kemudian untuk tabel tingkat kesulitan ditunjukkan oleh Tabel 3.7.

Tabel 3.3 Tabel Kategori

idkategori	namakategori	keterangan
int(11)	varchar(50)	text

Tabel 3.4 Tabel Bab

idbab	namabab	keterangan	waktu	untuklulus	idkategori
int(11)	varchar(50)	text	int(11)	int(11)	int(11)

Tabel 3.5a Tabel Soal *Pretest* 4 Field Pertama

idsoal	soal	jwbna	jwbnb
int(11)	text	varchar(255)	varchar(255)

Tabel 3.5b Tabel Soal *Pretest* 4 Field Terakhir

jwbnc	jwbnd	jawaban	bobot
varchar(255)	varchar(255)	varchar(255)	int(11)

Tabel 3.6a Tabel Soal 5 Field Pertama

idsoal	idbab	feedback	soal	jwbna
int(11)	int(11)	text	text	varchar(255)

Tabel 3.6b Tabel Soal 5 Field Terakhir

jwbnb	jwbnc	jwbnd	jawaban	bobot
varchar(255)	varchar(255)	varchar(255)	varchar(255)	int(11)

Tabel 3.7 Tabel Tingkat Kesulitan

idtksoal	tksoal	nilai
int(11)	varchar(255)	int(11)

Penyimpanan tabel tingkat kesulitan untuk tksoal, sudah di *set* oleh sistem menjadi 3 jenis, yaitu mudah, sedang, dan susah dan untuk nilainya di *set* 1 untuk mudah, 2 untuk sedang dan 3 untuk susah. Adapun nantinya apabila pengajar ingin mengganti nilainya bisa menggunakan fungsi dari manajemen penilaian.

3.3.3 Perancangan Modul Siswa

Untuk perancangan modul siswa, dibagi menjadi 2 sub modul utama, yaitu sub modul ambil ujian dan sub modul lihat hasil ujian. Untuk sub modul ambil ujian ada 2 jenis, yaitu ujian *pretest* dan *test*. Sedangkan untuk sub modul evaluasi ujian hanya terfokus pada hasil ujian dari *test* dalam bentuk tombol evaluasi sedangkan untuk *pretest* bisa dilihat di menu grafik penilaian dimana pada menu ini semua hasil ujian yang pernah diikuti siswa akan ditampilkan baik itu *pretest* maupun *test*.

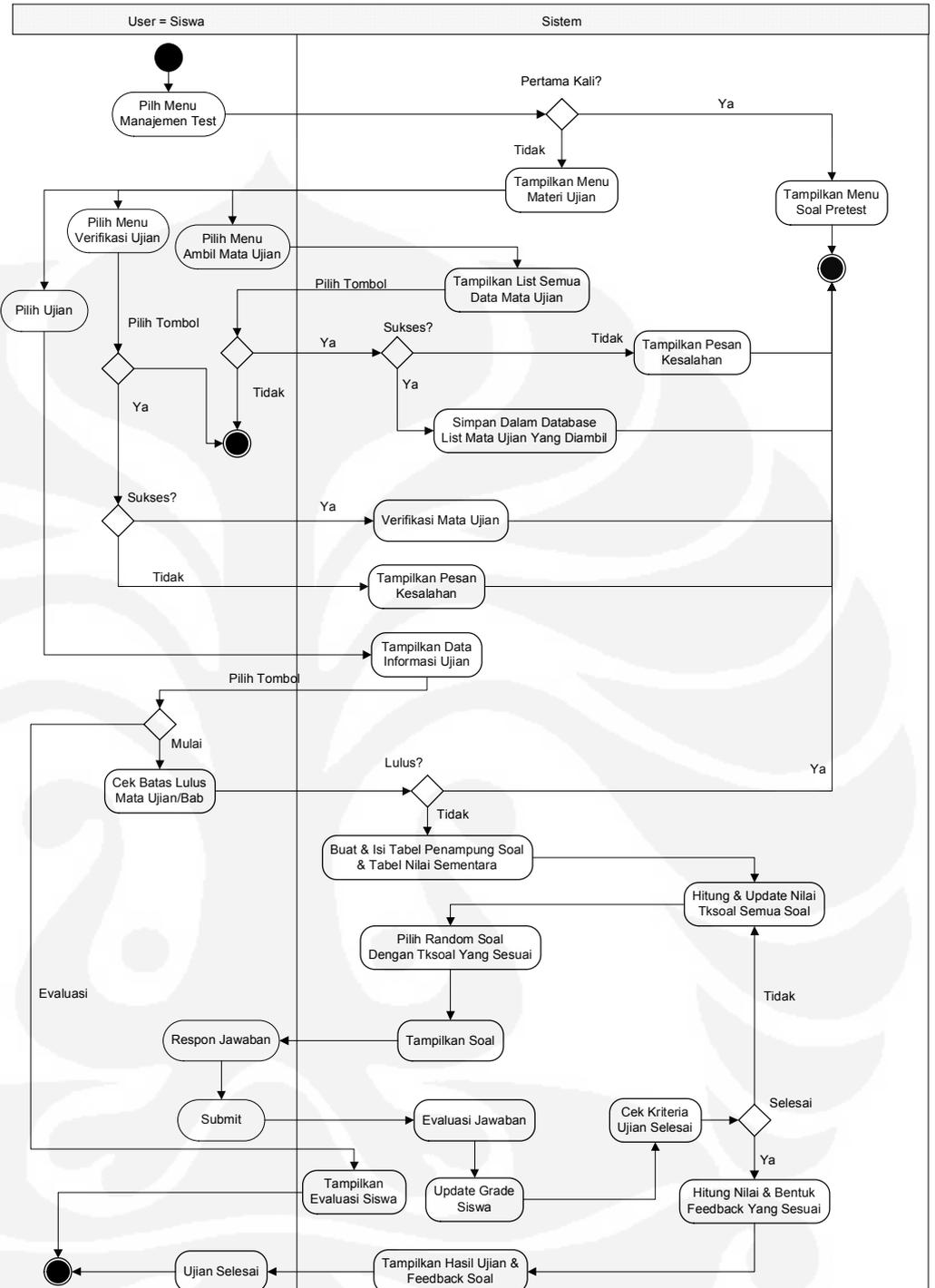
3.3.3.1 Perancangan Sub Modul Pengambilan Ujian

Pada perancangan sub modul ini, siswa dapat mengambil ujian yang telah diverifikasi sebelumnya oleh sistem. Sebelum siswa dapat mengambil materi ujian sebenarnya, siswa diwajibkan untuk mengikuti ujian *pretest* terlebih dahulu. Ujian *pretest* adalah ujian yang diadakan sebelum ujian *test* untuk mengukur tingkat kemampuan dari siswa, agar soal yang selanjutnya diberikan ketika ujian *test* akan sesuai dengan kemampuan siswa. Jika siswa tidak mengikuti ujian *pretest* maka sistem akan memberikan pesan peringatan ketika siswa mengambil materi ujian sebenarnya, dan mewajibkan siswa untuk mengambil *pretest*. Untuk menghindari kecurangan siswa tanpa melalui ujian *pretest* maka sistem dirancang sedemikian rupa sehingga ketika siswa memilih menu manajemen *test* maka sistem akan mengarahkan siswa kepada menu ujian

pretest, jika siswa sudah pernah mengikuti ujian *pretest* maka sistem akan mengarahkan kepada menu ujian *test*.

Tahapan pengambilan ujian dimulai ketika siswa memilih menu ambil materi ujian. Pada menu ini ditampilkan seluruh *list* mata ujian yang bisa diambil oleh siswa. Siswa bisa melihat *detail* mata ujian yang ingin diambil pada tombol *detail*, sehingga siswa akan mengerti mata ujian seperti apa yang akan dia ambil. Setelah siswa memilih mata ujian tersebut maka sistem akan menyimpan data mata ujian yang diambil siswa kedalam *database*, apabila siswa mencoba untuk mengambil mata ujian yang sama, maka sistem akan memberikan pesan peringatan. Kemudian siswa diwajibkan untuk memverifikasi mata ujian yang diambil pada menu verifikasi ujian, apabila siswa tidak memverifikasi ujiannya terlebih dahulu maka sistem akan memberikan pesan peringatan. Verifikasi dikatakan berhasil apabila pada *list* verifikasi mata ujian statusnya sudah OK!. Pada saat ini siswa sudah bisa melakukan ujian *test* dengan memilih menu mulai ujian dan memilih materi ujian yang telah diverifikasi sebelumnya. Setelah siswa memilih tombol ujian dan memulai ujian maka pada saat inilah, algoritma dari *adaptive assessment* mulai bekerja, yang dimulai dari menyeleksi nilai siswa terbesar dari ujian yang telah dilakukan oleh siswa pada mata ujian (bab) yang sama, menampilkan soal yang sesuai dengan kemampuannya, mengevaluasi hasil jawabannya, meng-*update* grade soal apabila siswa telah melewati batas tingkat kemampuan yang telah ditentukan, dan memeriksa kriteria penghentian ujian.

Keseluruhan tahapan proses yang terjadi pada saat siswa mengambil ujian, hingga siswa selesai ujian, dan sistem menampilkan hasil ujian beserta dengan *feedback*nya, dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 UML Activity Diagram dari Proses Pengambilan Ujian

Pada bagian sub modul ini, dibutuhkan tabel tambahan untuk memverifikasi mata ujian, kemudian menampung soal yang telah dijawab oleh siswa dan bobot nilai yang diperoleh siswa pada

setiap mata ujian yang dikerjakan. Tabel tersebut adalah tabel soaluser untuk memverifikasi mata ujian, tabel nilai untuk soal *test* dan tabel pretestuser untuk menyimpan nilai dari siswa yang telah selesai mengikuti ujian *pretest*. Tabel nilai digunakan untuk menampung setiap nilai total siswa ketika selesai mengerjakan ujian yang diberikan. Tabel ini sifatnya umum karena digunakan oleh semua siswa yang sedang ujian. Struktur dari tabel soaluser dapat dilihat pada Tabel 3.8, tabel nilai dapat dilihat pada Tabel 3.9a dan Tabel 3.9b. dan Tabel pretestuser dapat dilihat pada Tabel 3.10

Tabel 3.8 Tabel SoalUser

idsoaluser	username	idkat	idbab	tkkesukaran	verifikasi
int(11)	varchar(255)	int(11)	int(11)	float	varchar(255)

Tabel 3.9a Tabel Nilai 7 Field Pertama

idnilai	idbab	username	idkategori	nilai	tgl_ambil	cobake
int(11)	int(11)	varchar(255)	int(11)	float	date	int(11)

Tabel 3.9b Tabel Nilai 6 Field Terakhir

gradesoal	totalnilai	benar	salah	waktumulai	lamapengerjaan
int(11)	int(11)	int(11)	int(11)	time	varchar(255)

Tabel 3.10 Tabel PretestUser

idpretest	username	score	totalbenar	totalsalah	totalnilai
int(11)	varchar(255)	float	int(11)	int(11)	int(11)

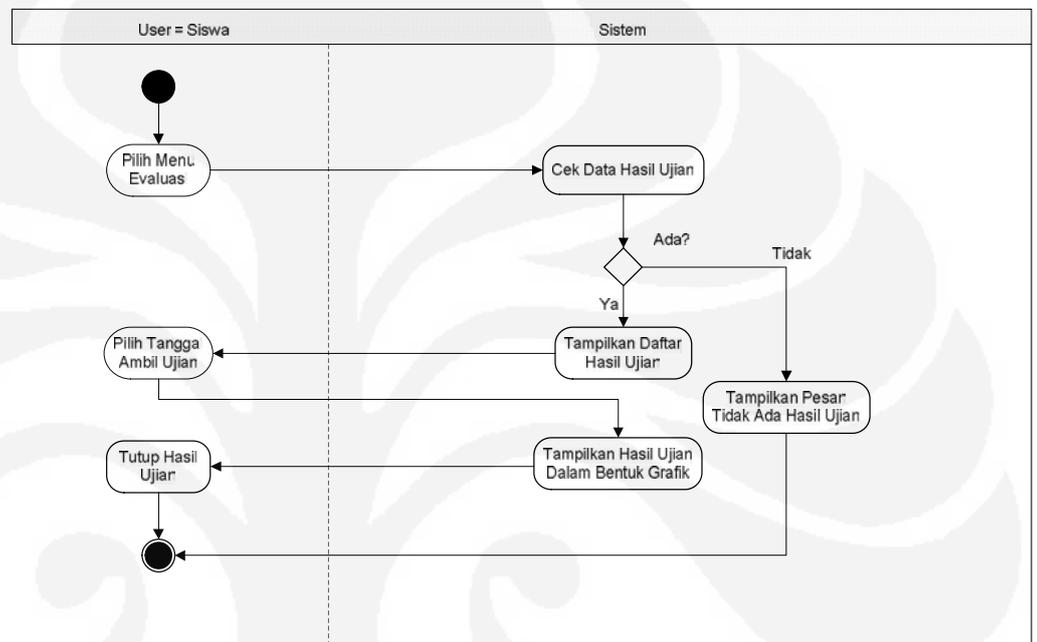
Adapun sebagai tempat penyimpanan data untuk mata ujian yang diambil dibuat tabel yang terpisah, yaitu tabel mataujian. Struktur dari tabel ini dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Tabel MataUjian

idmataujian	idkategori	idbab	username	lulusbab
int(11)	int(11)	int(11)	varchar(255)	int(11)

3.3.3.2 Perancangan Sub Modul Evaluasi Ujian

Setelah siswa menyelesaikan ujian, siswa dapat melihat kembali hasil ujian yang telah dilakukannya kapanpun ia kehendaki. Hasil ujian ini akan terus disimpan didalam tabel nilai selama hasil ujian tersebut belum dihapus atau selama pengajar tidak menghapus ujiannya. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 UML Activity Diagram dari Proses Evaluasi Ujian

Sebelum proses melihat evaluasi ujian dapat ditampilkan, sistem pertama-tama akan mengecek terlebih dahulu di *database* apakah siswa telah mengikuti ujian tersebut atau belum, jika belum maka akan ditampilkan pesan tidak ada hasil ujian jika sudah maka akan ditampilkan daftar hasil ujiannya, setelah itu siswa bisa memilih hasil ujian mana yang ingin dilihat dengan memilih tanggal mengambil ujiannya. Tampilan evaluasi yang akan diperlihatkan kepada siswa dalam bentuk grafik batang, dimana siswa bisa melihat tingkat perkembangan nilai yang diperoleh dalam mengikuti ujian dari grafik tersebut.

3.4 Penerapan Model CCT

Sistem *adaptive assessment* ini, dibuat dengan menggunakan model CCT dan penghentian ujian dengan konsep SPRT yaitu

pengklasifikasian siswa apakah sudah lulus atau belum dalam bab/mata ujian tersebut, penentuan lulus atau tidaknya siswa dalam bab yang diambil dengan membandingkan nilai yang didapat dengan batas lulus bab yang telah ditentukan sebelumnya. Apabila siswa memperoleh nilai diatas batas lulus bab maka siswa akan dinyatakan lulus yaitu dalam bentuk tulisan anda sudah lulus tetapi apabila siswa belum dinyatakan lulus atau memperoleh nilai dibawah batas lulus bab maka siswa masih bisa mengambil ujian untuk bab yang sama. Alasan penggunaan model CCT ini adalah dikarenakan model ini selain sederhana juga cocok untuk sistem *adaptive assessment* yang tidak memerlukan data dalam jumlah yang besar.

Kemudian pada sistem juga diterapkan pemilihan pertanyaan untuk siswa berdasarkan batas nilai kemampuan dari siswa. Adapun batas nilai yang digunakan didalam sistem dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Tingkat Mudah (nilai ≤ 20)
2. Tingkat Sedang (nilai > 20 atau nilai ≤ 45)
3. Tingkat Susah (nilai > 45)

Ketiga tingkatan batas nilai ini sudah terdapat didalam sistem dalam bentuk kode PHP, sehingga pengajar tidak perlu lagi untuk mengubah tingkatannya. Pemakaian ketiga tingkatan nilai tersebut berdasarkan nilai maksimal yang didapat oleh siswa dalam menjawab 5 soal yang bobot awalnya untuk soal susah adalah 3, yaitu 15. Dengan mengacu pada nilai maksimal ini maka nilai minimal yang dijawab oleh siswa dengan 1 jawaban benar pada soal susah adalah $(100:15) = 6,67$. Maka untuk selanjutnya perkalian yang digunakan adalah jumlah jawaban bobot soal benar akan dikali 6,67. Selanjutnya pada model CCT ini, soal yang akan diberikan kepada siswa adalah soal yang sesuai dengan tingkat kemampuan siswa, atau dengan kata lain soal yang memiliki nilai yang sesuai dengan tingkatan diatas.

Dengan menggunakan aturan ini, maka untuk setiap nilai yang dihasilkan, soal yang terpilih akan selalu merupakan soal dengan nilai rata-

rata hasil dari ujian yang telah dilakukan oleh siswa dan akan diambil nilai yang paling maksimumnya.

Sedangkan untuk tingkat kesulitan soal, dibagi menjadi 3 tingkatan. Ketiga tingkatan tersebut adalah:

1. Mudah
2. Sedang
3. Susah

Ketiga tingkat kesulitan ini, sudah dibuat oleh sistem secara *default* dengan nilai yang diberikan adalah Mudah = 1, Sedang = 2, dan Susah = 3. Apabila pengajar ingin mengubah nilai tingkat kesulitan ini, maka pengajar dapat mengubahnya dengan menggunakan fungsi manajemen penilaian.

3.5 Penggunaan Grafik Kemampuan

Penggunaan grafik kemampuan disini hanya diterapkan pada proses evaluasi pembelajaran siswa. Dimana grafik nantinya akan ditampilkan dalam bentuk grafik batang. Sehingga siswa dapat membandingkan hasil yang dia peroleh sekarang dengan sebelum-sebelumnya. Dengan grafik batang tersebut siswa juga dapat melihat sampai sejauh mana tingkat kemampuan yang diperolehnya selama ini. Naik ataupun turunnya tingkat kemampuan siswa dapat dilihat dengan perubahan yang terjadi pada grafik batang yang ditampilkan. Apabila grafik terus mengalami peningkatan berarti bisa dikatakan bahwa tingkat kemampuan siswa terus menaik, sedangkan apabila grafik mengalami penurunan berarti tingkat kemampuan siswa menurun sehingga diperlukan perhatian lebih untuk siswa yang grafiknya menurun.

BAB 4

UJI COBA DAN ANALISA SISTEM

4.1 Pengujian Sistem Adaptive Assessment

Pengujian sistem *adaptive assessment* berbasis web ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman HTML, PHP, Javascript dan sebuah *software package* dari XAMPP for Windows v.1.7.3, yang didalamnya telah berisikan:

1. Apache 2.2.14 (IPv6 enabled) + OpenSSL 0.9.8i
2. MySQL 5.1.41 + PBXT engine
3. PHP 5.3.1
4. phpMyAdmin 3.2.4
5. Perl 5.10.1
6. FileZilla FTP Server 0.9.33
7. Mercury Mail Transport System 4.72

Kemudian untuk keperluan pembuatan *database* MySQL menggunakan *software* SQLyog Community v8.3. Sedangkan untuk keperluan pengujian pada *localhost*, semua perangkat lunak tersebut dapat dijalankan pada semua komputer yang mempunyai *Operating System* windows minimal 95. Pengujian sistem ini dilakukan pada *localhost* dengan menggunakan komputer yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Prosesor Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T2370 @1.73GHz (2CPUs)
2. Memory RAM 1024MB
3. Sistem Operasi Windows XP Professional SP2.

Web browser yang digunakan pada saat pengujian sistem ini adalah dengan menggunakan browser Flock versi 2.6.1 dan untuk soal-soal yang diujikan adalah soal Bahasa Indonesia SMP dan soal Bahasa Inggris SMA.

4.2 Tampilan Implementasi Sistem Adaptive Assessment

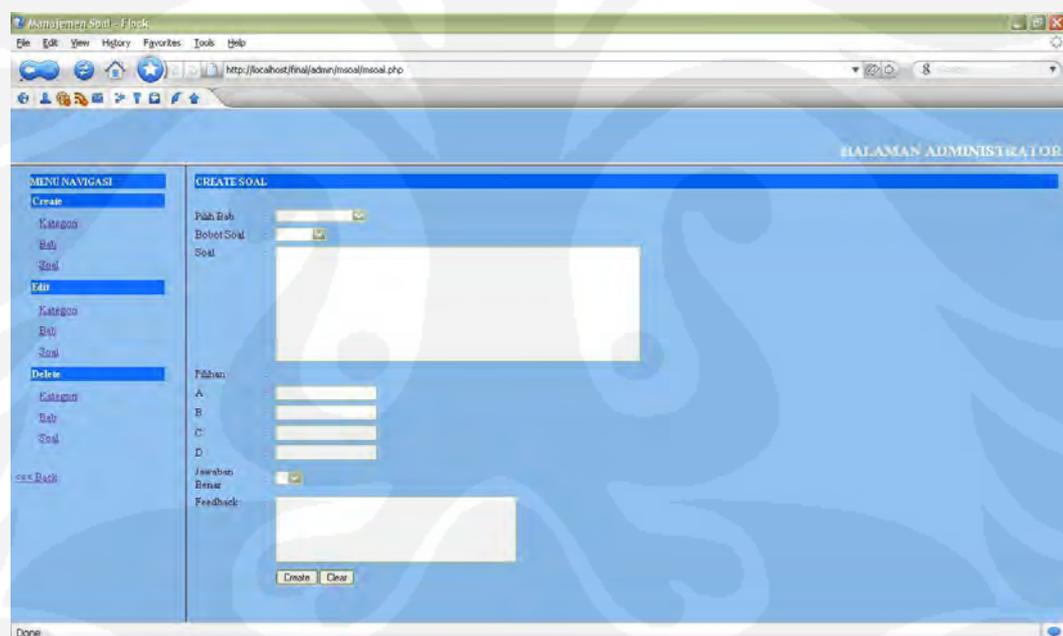
Dalam sistem *adaptive assessment* ini terdapat banyak proses yang berjalan, akan tetapi karena penggunaan dari sistem ini adalah untuk

keperluan ujian maka proses yang akan dibahas di sini hanyalah proses yang berhubungan dengan sistem ujian *adaptive online*, yaitu:

1. Proses pembuatan soal ujian
2. Proses verifikasi ujian
3. Proses mengikuti ujian
4. Proses melihat evaluasi ujian
5. Waktu respon sistem

4.2.1 Proses Pembuatan Soal Ujian

Sebelum melaksanakan ujian maka diperlukan soal untuk ujian. Admin atau pengajar adalah yang berhak membuat soal dalam sistem ini. Pengajar membuat, mengubah atau menghapus soal untuk kategori dan bab yang ingin diujikan kepada siswanya. Pada saat membuat soal, pengajar diharuskan terlebih dahulu untuk membuat kategori, dan bab sebagai tempat nantinya soal akan diujikan. Proses pembuatan soal ujianpun terdapat dua macam, yaitu untuk soal *pretest* dan soal *test*, pada saat pembuatannya, pengajar diharuskan memasukkan kategori soal, bab soal, materi soal, tingkat kesulitan soal yang sesuai dengan soal yang diujikan, pilihan-pilihan jawaban dan jawabannya. Khusus untuk pembuatan soal *test* maka pengajar diharuskan untuk memasukkan *feedback* untuk penjelasan jawaban soal. Halaman pembuatan soal berada pada halaman administrator. Tampilan proses pembuatan soal *pretest* dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan untuk Tampilan proses pembuatan soal *test* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Gambar 4.1 Tampilan Pembuatan Soal *Pretest*Gambar 4.2 Tampilan Pembuatan Soal *Test*

4.2.2 Proses Verifikasi Ujian

Agar siswa dapat melakukan ujian maka pertama-tama ujian harus di verifikasi terlebih dahulu oleh sistem. Jika siswa sudah ingin mengakses ujian yang dipilih tetapi ternyata ujiannya belum diverifikasi maka sistem akan membuat ujian tidak dapat diakses dengan menu ujiannya ditampilkan peringatan harus verifikasi ujian terlebih dahulu. Hal ini

menandakan bahwa ujian tidak dapat diikuti oleh siswa. Untuk memverifikasi mata ujian, pertama-tama siswa harus memilih menu ambil ujian kemudian setelah memilih ujian yang diinginkan maka selanjutnya siswa memilih menu verifikasi ujian. Pada menu verifikasi ini akan muncul list mata ujian yang telah diambil sebelumnya beserta tulisan verifikasi. Setelah mahasiswa menekan tulisan verifikasi, maka sistem akan merespon dengan member status OK! pada mata ujian yang diverifikasi. Status ini menandakan bahwa mata ujian siap untuk diujikan kepada siswa.

Tampilan untuk semua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tampilan Proses Verifikasi Ujian

4.2.3 Proses Mengikuti Ujian

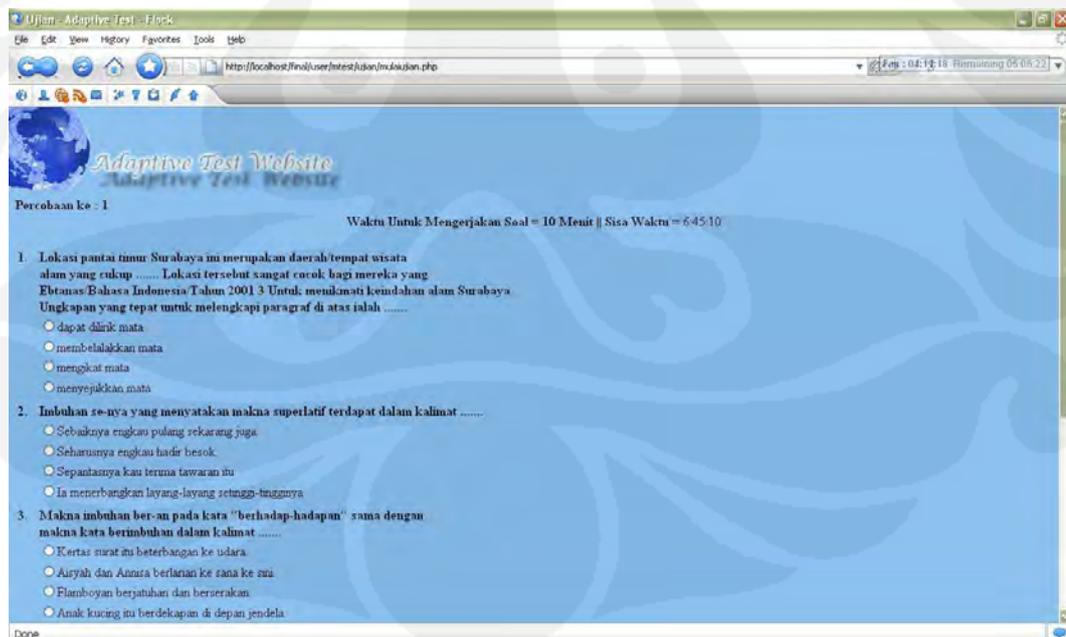
Setelah semua proses pendukung ujian telah dibuat dan mata ujian telah di verifikasi maka siswa pun bisa melakukan ujiannya. Setelah siswa memilih menu ujian kemudian mengklik ujian pada *list* mata kuliah yang tertera maka halaman profil ujian dan tombol mulai ujian akan ditampilkan. Profil ujian disini terdiri dari Nama Kategori, Nama Bab,

Nilai Batas Lulus, Jumlah Soal dan Waktu pengerjaan ujian. Tampilan dari proses mengikuti ujian ini dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Tampilan Proses Mengikuti Ujian

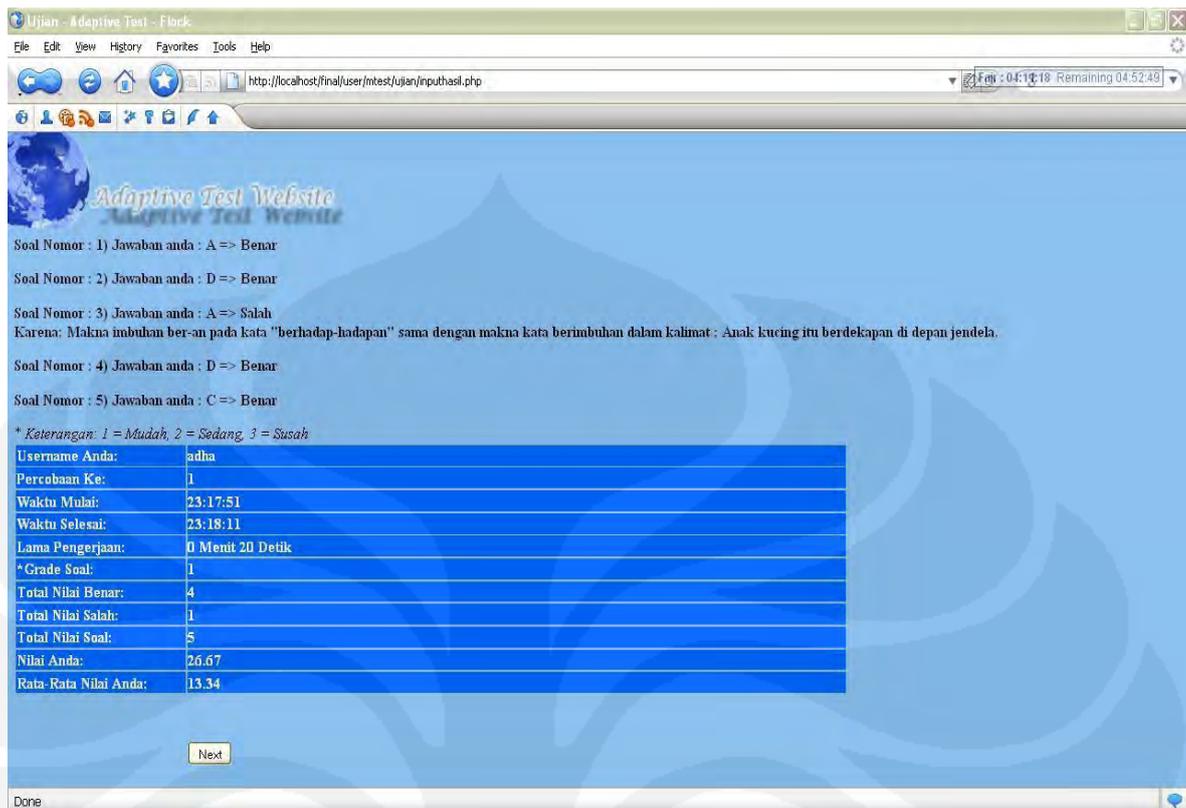
Setelah siswa mengklik tombol mulai ujian, maka ujian dalam diproses. Tampilan ujian dalam proses dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tampilan Ujian Dalam Proses

Soal-soal ujian yang dikeluarkan oleh sistem menggunakan proses CCT (*Computerized Classification Test*). Proses CCT digunakan untuk mengukur kemampuan peserta ujian (siswa) dalam menjawab soal ujian. Proses CCT ini pertama kali didapat melalui ujian *pretest* dimana nilai dari ujian tersebut dijadikan pedoman untuk tingkat kesulitan soal pertama kali diujikan kepada siswa pada mata ujiannya. Untuk soal berikutnya dihitung menggunakan proses SPRT (*Sequential Probability Ratio Test*) dimana nilai dari soal yang diperoleh untuk ujian pertama kali akan dibandingkan dengan batas nilai kemampuan yang telah di-*set* oleh sistem. Bila kemampuan peserta ujian pada soal banyak memberikan jawaban salah maka tingkat kesulitan soal berikutnya kan menjadi mudah apabila nilai yang diperoleh telah memasuki daerah kesulitan mudah.

Untuk menghentikan ujian terdapat 2 parameter yaitu soal yang diujikan telah terjawab semua dan waktu ujian yang telah habis. Waktu ujian yang diberikan oleh sistem adalah selama 10 menit dengan soal yang ditampilkan sebanyak 5 soal. Setelah proses ujian terhenti maka tampil penilaian dari ujian yang berupa jawaban benar atau salah untuk soal yang dijawab, jika soal dijawab salah maka akan tampil feedback yang akan menjadi pembelajaran untuk siswa. Kemudian juga ditampilkan username, percobaan yang telah dicoba untuk mengambil ujian, waktu mulai, waktu selesai, lama pengerjaan, tingkat kesulitan soal, total nilai benar, total nilai salah, total nilai yang bisa diperoleh, nilai yang diperoleh, dan rata-rata nilai yang didapat selama mengikuti ujian untuk mata ujian tersebut. Tampilan dari penilaian setelah proses ujian terhenti dapat dilihat pada Gambar 4.6. Dan sebagai contoh untuk perubahan tingkat kesulitan soal bisa dilihat datanya pada Gambar 4.7, dimana gambar ini merupakan hasil estimasi kemampuan dari seorang siswa yang telah mengikuti ujian.



Gambar 4.6 Tampilan Penilaian dari Proses Mengikuti Ujian

idnilai	idbab	username	idkategori	nilai	tgl_ambil	cobake	gradesoal	persen	totalnilai	benar	salah	waktumulai	lamapengerjaan
20	10	coolbear91	1	10	2010-12-16	1	3	0	15	3	12	17:51:22	0 Menit 15 Detik
21	10	coolbear91	1	15	2010-12-16	2	1	0	5	3	2	17:52:36	0 Menit 51 Detik
22	10	coolbear91	1	19.59	2010-12-16	3	1	0	5	4	1	17:54:07	1 Menit 15 Detik
23	10	coolbear91	1	20.77	2010-12-16	4	1	0	5	4	1	17:55:34	0 Menit 32 Detik
24	10	coolbear91	1	34.84	2010-12-16	5	2	0	10	8	2	17:56:28	4 Menit 11 Detik
25	10	coolbear91	1	36.69	2010-12-16	6	2	0	10	8	2	18:01:00	0 Menit 40 Detik
26	10	coolbear91	1	38.08	2010-12-16	7	2	0	10	8	2	18:02:02	0 Menit 29 Detik
27	10	coolbear91	1	45.83	2010-12-16	8	2	0	10	10	0	18:02:44	0 Menit 10 Detik
28	10	coolbear91	1	43.8	2010-12-16	9	3	0	15	9	6	18:03:09	2 Menit 56 Detik
29	10	coolbear91	1	41.37	2010-12-16	10	2	0	10	8	2	18:06:28	0 Menit 47 Detik
30	10	coolbear91	1	48.63	2010-12-16	11	2	0	10	10	0	18:07:33	0 Menit 24 Detik
31	10	coolbear91	1	56.12	2010-12-16	12	3	0	15	12	3	18:08:09	1 Menit 16 Detik
32	10	coolbear91	1	67.12	2010-12-16	13	3	0	15	15	0	18:09:32	0 Menit 26 Detik
33	10	coolbear91	1	68.38	2010-12-16	14	3	0	15	15	0	18:10:09	0 Menit 28 Detik
34	10	coolbear91	1	69.51	2010-12-16	15	3	0	15	15	0	18:10:51	0 Menit 11 Detik
35	10	coolbear91	1	70.53	2010-12-16	16	3	0	15	15	0	18:11:14	0 Menit 12 Detik

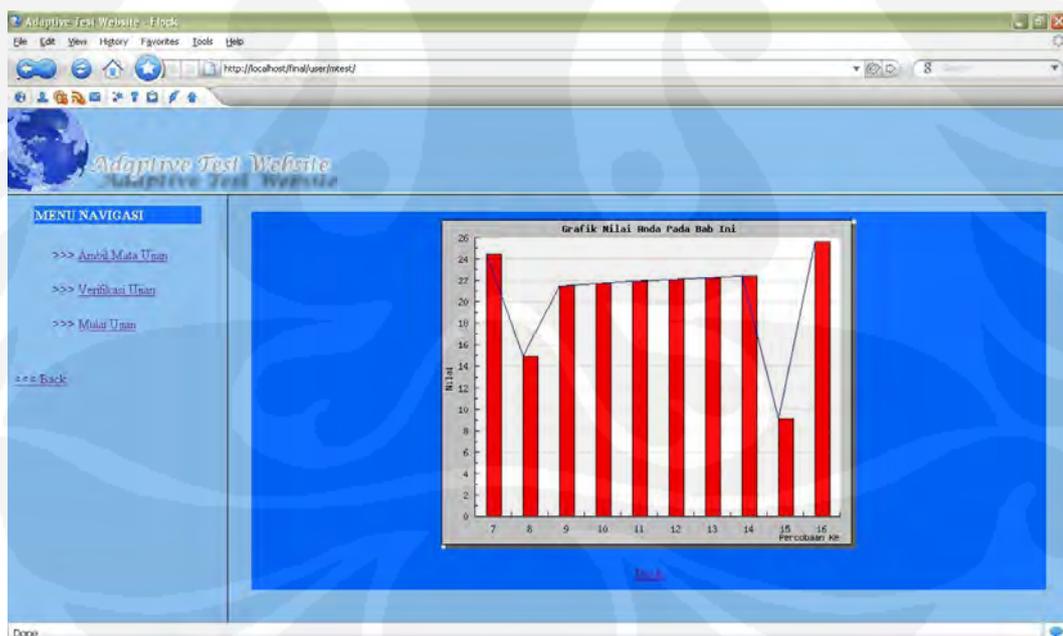
Gambar 4.7 Gambar *Respon History* dari Seorang Siswa

Dari Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa estimasi grade soal atau tingkat kesulitan soal dari siswa yang dihasilkan sistem tidak selamanya berubah-ubah setelah siswa selesai melakukan ujian, akan tetapi berubah berdasarkan nilai yang diperoleh oleh siswa. Sehingga dengan demikian

berdasarkan Gambar 4.7 ini, sistem dapat dikatakan telah berhasil melakukan adaptasi terhadap siswa dalam memberikan soal yang menyesuaikan tingkat kemampuan siswa dalam menjawab soal.

4.2.4 Proses Melihat Evaluasi Ujian

Setelah semua soal telah selesai dikerjakan atau waktu pengerjaan telah habis. Maka secara otomatis sistem akan menghitung besar nilai total yang didapat oleh siswa dan juga besar nilai yang didapat untuk setiap ujian. Hasil tersebut kemudian disimpan didalam *database* untuk proses evaluasi nantinya. Hasil ujian ini juga dapat dilihat kembali oleh siswa pada menu evaluasi ataupun menu grafik penilaian kapan pun ia inginkan asalkan selama ujian tersebut belum dihapus oleh pengajar. Hal ini, dapat berguna bagi siswa apabila sewaktu-waktu ia ingin melihat hasil ujiannya itu. Tampilan untuk evaluasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.8 dalam bentuk grafik batang



Gambar 4.8 Tampilan Evaluasi Ujian untuk Siswa.

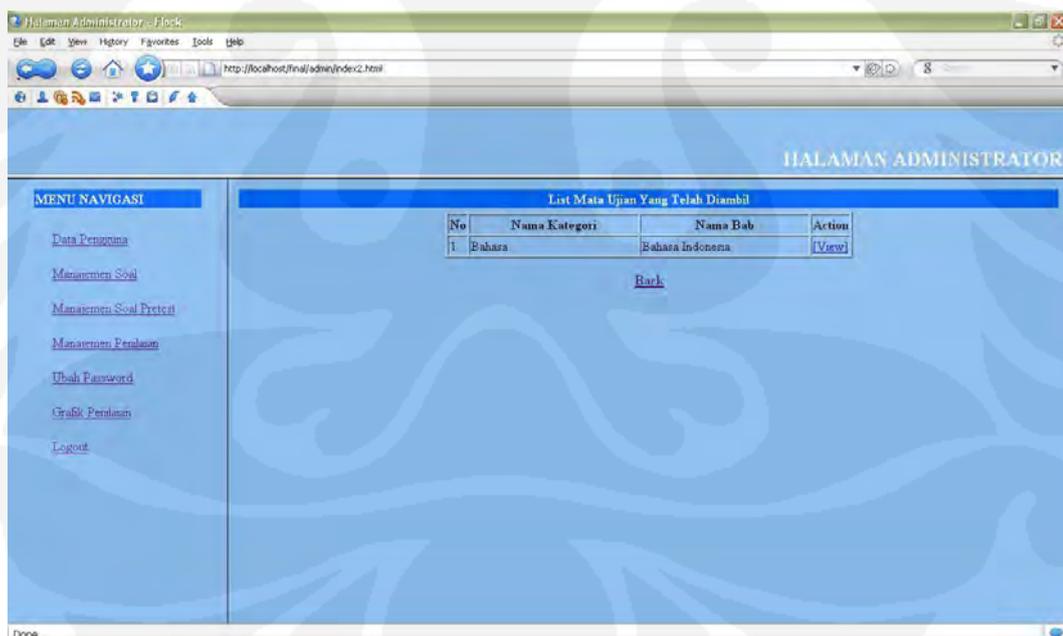
Selain siswa, pengajar juga dapat melihat hasil ujian dari setiap siswa yang telah mengikuti ujian pada sistem *adaptive assessment*. Bentuk tampilan dari hasil ujian versi pengajar ini, ditampilkan dalam bentuk

grafik batang. Adapun tampilan evaluasi hasil ujian dari siswa bisa dilihat pada Gambar 4.9, Gambar 4.10 dan gambar grafik batang ditunjukkan oleh Gambar 4.11.



NIM	Username	Evaluasi
0806365980	jan	[Evaluasi]
0806366123	test2	[Evaluasi]
0806366131	tester01	[Evaluasi]
0806366321	test05	[Evaluasi]
0806366434	coolbear91	[Evaluasi]
0806366456	test03	[Evaluasi]
0809366144	adha	[Evaluasi]
130403015x	indrakidz	[Evaluasi]

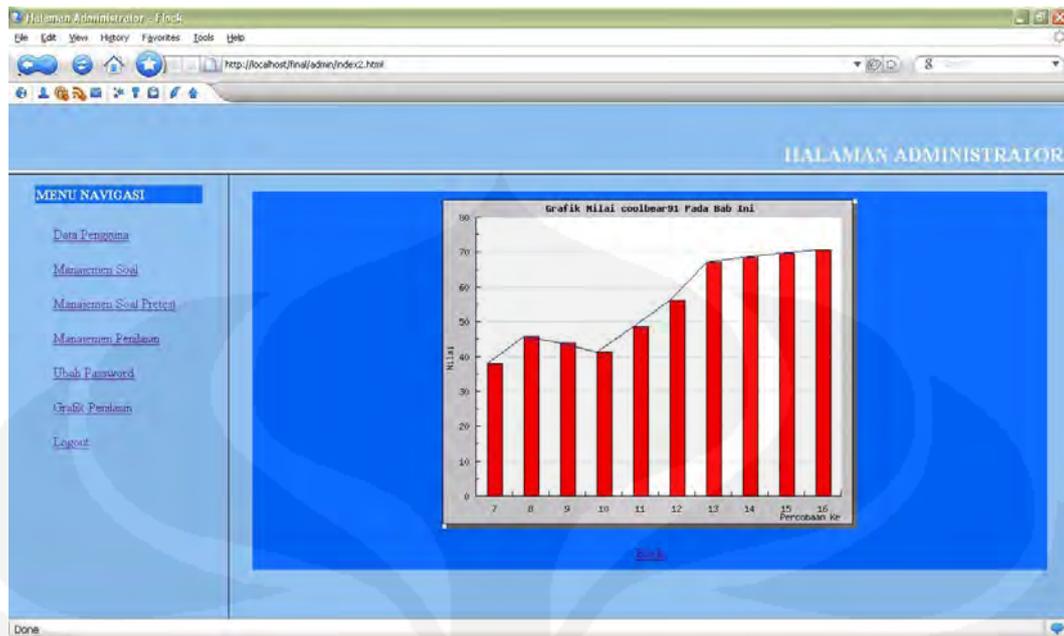
Gambar 4.9 Tampilan Evaluasi Ujian Untuk Pengajar Bagian 1



No	Nama Kategori	Nama Bab	Action
1	Bahasa	Bahasa Indonesia	[View]

[Back](#)

Gambar 4.10 Tampilan Evaluasi Ujian Untuk Pengajar Bagian 2



Gambar 4.11 Tampilan Evaluasi Ujian Untuk Pengajar Bagian 3

4.2.5 Waktu Respon Sistem

Pada uji coba sistem, juga dilakukan pengukuran terhadap nilai waktu respon sistem terhadap permintaan layanan *user*. Permintaan yang akan diukur waktu responnya adalah beberapa proses yang terjadi pada saat persiapan dan pelaksanaan ujian. Pemilihan proses tersebut dikarenakan proses tersebut dianggap yang paling berhubungan dengan sistem ujian yang telah dibuat.

4.2.5.1 Pengukuran

Pengukuran waktu respon ini, dilakukan dengan mengambil data sebanyak 10 kali pengukuran terhadap masing-masing proses. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan script PHP pengukur waktu yang sederhana, dimana script ini akan menghitung selisih waktu pada saat dimulainya proses hingga berakhirnya proses. Data hasil pengukuran beserta dengan analisa dari masing-masing proses akan dijelaskan pada bagian berikut:

1. Proses Menampilkan Halaman *Login*

Proses ini merupakan proses yang pertama kali terjadi sebelum *user* melakukan proses *login* dan autentikasi. Pada proses ini sistem akan menampilkan halaman *login* sebagai tempat *user* memasukkan *username* dan *password*-nya. Data hasil pengukurannya ditunjukkan oleh Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Waktu untuk Proses Menampilkan Halaman Login

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.00180
2	0.00195
3	0.00138
4	0.00078
5	0.00091
6	0.00087
7	0.00116
8	0.00157
9	0.00112
10	0.00061
Rata-rata	0.001221

2. Proses Login dan Autentikasi

Proses ini merupakan proses untuk menentukan seorang *user* terdaftar atau tidak pada *database*, dan kemudian menampilkan halaman yang sesuai dengan peranan *user* didalam sistem. Pengukuran pada proses ini dihasilkan data waktu respon sistem seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Waktu untuk Proses Login dan Autentikasi

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.00007
2	0.00009
3	0.00008
4	0.00009
5	0.00006
6	0.00006
7	0.00058
8	0.00009
9	0.00007
10	0.00007
Rata-rata	0.000126

3. Proses Pembuatan Soal Oleh Pengajar

Proses ini adalah proses untuk menambahkan data soal yang baru ke dalam *database*, yang dimulai dengan validasi data tersebut. Hasil pengukuran waktu prosesnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Waktu untuk Proses Pembuatan Soal

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.07013
2	0.07738
3	0.08355
4	0.12980
5	0.13579
6	0.08041
7	0.10113
8	0.09101
9	0.11067
10	0.21527
Rata-rata	0.109514

4. Proses Pengubahan Nilai Bobot Soal Oleh Pengajar

Proses ini adalah proses ketika pengajar ingin mengubah nilai bobot soal yang telah ditentukan oleh sistem. Hasil dari pengukuran respon waktu sistem untuk proses ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Waktu untuk Proses Pengubahan Bobot Soal

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.16761
2	0.07472
3	0.14438
4	0.12945
5	0.10523
6	0.08555
7	0.05386
8	0.13177
9	0.13603
10	0.04229
Rata-rata	0.107089

5. Proses Aktivasi Ujian Oleh Sistem

Proses aktivasi ujian melakukan penyimpanan data didalam *database* kemudian memberikan status OK! kepada ujian yang diaktivasi oleh siswa. Data hasil pengukuran waktunya ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Waktu untuk Proses Aktivasi Ujian

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.05349
2	0.09618
3	0.02738
4	0.03882
5	0.02682
6	0.14824
7	0.03088
8	0.13793
9	0.04190
10	0.02784
Rata-rata	0.062948

6. Proses Menampilkan Informasi Ujian

Proses ini merupakan proses menampilkan halaman awal sebelum siswa benar-benar mulai mengerjakan soal-soal ujian yang diberikan oleh sistem. Proses ini hanya melakukan pembacaan data dari *database* mata ujian dan menampilkan hasilnya. Data pengukuran untuk respon waktunya ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Waktu untuk Proses Menampilkan Informasi Ujian

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.00445
2	0.00341
3	0.00373
4	0.00356
5	0.00686
6	0.00424
7	0.00391
8	0.00360
9	0.00378
10	0.00254
Rata-rata	0.004008

7. Proses Mulai Ujian

Proses ini adalah proses yang dimulai pada saat sistem mempersiapkan semua bahan yang diperlukan untuk ujian, hingga sistem berhasil menampilkan soal yang pertama dan seterusnya. Data hasil pengukuran waktunya ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Waktu untuk Proses Mulai Ujian

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.09829
2	0.05494
3	0.05215
4	0.10846
5	0.04696
6	0.06270
7	0.17788
8	0.16558
9	0.07048
10	0.05590
Rata-rata	0.089334

8. Proses Mengolah dan Menampilkan Hasil Ujian dan Segala Macam *Feedback*nya.

Proses ini merupakan akhir dari pelaksanaan ujian, dimana sistem akan mengolah nilai yang didapat siswa dari jawaban yang diberikan kepada soal yang ditampilkan oleh sistem kemudian dihitung nilai totalnya dan juga sistem memberikan *feedback* untuk setiap jawaban soal yang salah. Semua hasil olahan dan perhitungan ini, akan ditampilkan beserta dengan informasi tingkat kesulitan soal dan lainnya pada saat siswa mengikuti ujian. Data hasil pengukuran waktu respon sistem untuk proses ini dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Waktu untuk Proses Menampilkan Hasil Ujian

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.06484
2	0.12793
3	0.06817
4	0.04768
5	0.03749
6	0.03514
7	0.05548
8	0.04165
9	0.06290
10	0.14494
Rata-rata	0.068622

9. Proses Menampilkan Soal Berikutnya

Proses ini dimulai dari evaluasi terhadap jawaban siswa yang telah menyelesaikan ujian, kemudian berdasarkan nilai yang didapat dibandingkan dengan batasan nilai tingkat kesulitan lalu sistem akan mulai memilih dan menampilkan soal berikutnya berdasarkan hasil yang diperoleh dari perbandingan nilai tersebut. Data hasil pengukuran waktunya dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Waktu untuk Proses Menampilkan Soal Berikutnya

No. Percobaan	Waktu Respon Sistem (detik)
1	0.04160
2	0.05324
3	0.05858
4	0.03822
5	0.08983
6	0.07953
7	0.03899
8	0.05042
9	0.05677
10	0.05325
Rata-rata	0.056043

4.2.5.2 Analisa Hasil Pengukuran

Dari semua hasil yang telah didapat, terkadang terdapat data pengukuran untuk suatu proses yang agak besar daripada data yang lain padahal masih dalam proses yang sama. Sebagai contoh, yaitu pada proses login dan autentikasi memiliki data percobaan ke-7 sebesar 0.00058 detik. Nilai ini agak berbeda jauh dengan nilai pada percobaan lainnya, yaitu bernilai antara 0.00006 hingga 0.00009 detik. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh banyaknya proses windows ataupun aplikasi lainnya yang memang sedang menggunakan memori komputer. Proses-proses yang ada pada memori pada saat pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.12a. dan Gambar 4.12b.

Image Name	User Name	CPU	Mem Usage
alg.exe	LOCAL SERVICE	00	332 K
ApntEx.exe	indrakid86	00	504 K
Apoint.exe	indrakid86	00	480 K
AppleMobileDeviceService.exe	SYSTEM	00	252 K
ATTCM.exe	indrakid86	04	13,080 K
BitMeter2.exe	indrakid86	01	9,572 K
bmctl.exe	indrakid86	00	1,108 K
cfp.exe	indrakid86	02	7,436 K
chrome.exe	indrakid86	00	19,036 K
chrome.exe	indrakid86	00	39,796 K
chrome.exe	indrakid86	00	3,860 K
chrome.exe	indrakid86	00	26,904 K
chrome.exe	indrakid86	00	436 K
chrome.exe	indrakid86	00	37,328 K
chrome.exe	indrakid86	00	26,964 K
chrome.exe	indrakid86	00	6,616 K
chrome.exe	indrakid86	00	48,676 K
chrome.exe	indrakid86	00	12,128 K
ClamTray.exe	indrakid86	00	3,196 K
cmdagent.exe	SYSTEM	00	2,148 K
csrss.exe	SYSTEM	00	3,216 K
ctfmon.exe	indrakid86	00	552 K
daemon.exe	indrakid86	00	1,020 K
Dreamweaver.exe	indrakid86	03	50,352 K
EnergyCut.exe	indrakid86	00	588 K
explorer.exe	indrakid86	01	15,476 K
flock.exe	indrakid86	00	44,216 K
FNPLicensingService.exe	SYSTEM	00	448 K
GrooveMonitor.exe	indrakid86	00	1,940 K
hkcmd.exe	indrakid86	00	492 K
hpcmpmgr.exe	indrakid86	00	980 K
hpwu5chd2.exe	indrakid86	00	380 K
hpztsb10.exe	indrakid86	00	588 K
httpd.exe	indrakid86	00	8,796 K
httpd.exe	indrakid86	00	204 K
IDMAN.EXE	indrakid86	00	1,024 K
IEMonitor.exe	indrakid86	00	1,940 K
igfxpers.exe	indrakid86	00	340 K
igfxsrvc.exe	indrakid86	00	176 K
jqs.exe	SYSTEM	00	1,884 K
jusched.exe	indrakid86	00	172 K
lsass.exe	SYSTEM	00	2,668 K
mDNSResponder.exe	SYSTEM	00	896 K

Processes: 72 CPU Usage: 23% Commit Charge: 1404M / 2440M

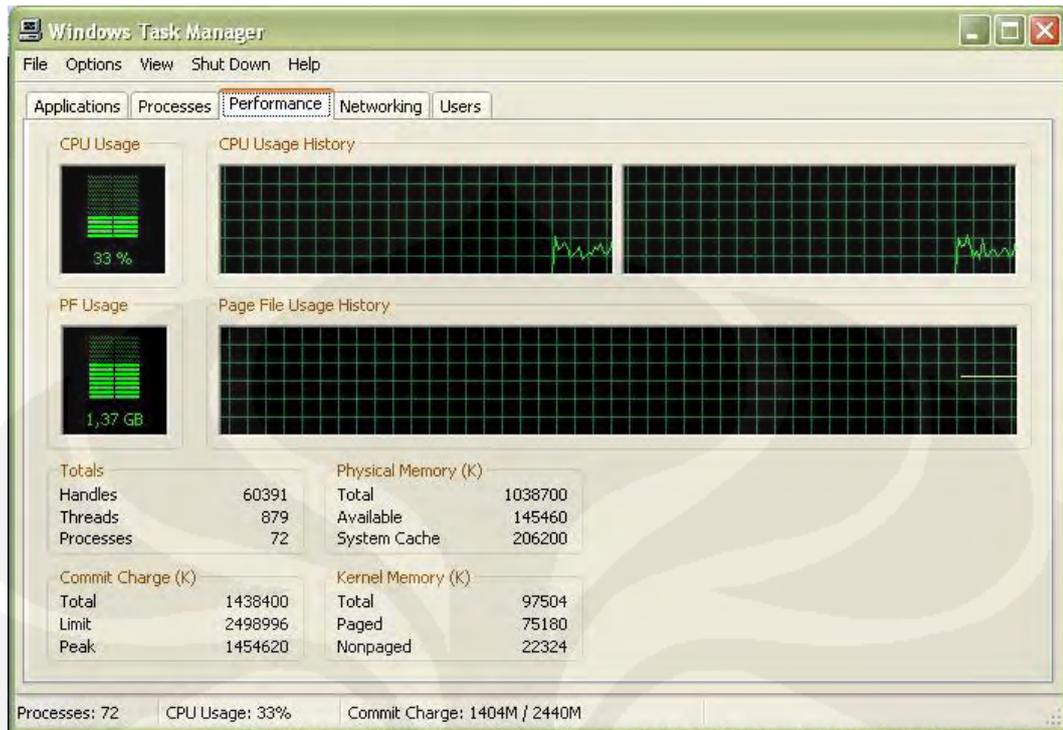
Gambar 4.12a Proses Yang Menggunakan Memori Pada Komputer (bagian 1)

Name	PID	Session Name	Private Bytes
mspaint.exe	00	indrakid86	27,076 K
mysqld.exe	00	indrakid86	5,844 K
RcAppSvc.exe	00	SYSTEM	192 K
RTHDCPL.exe	00	indrakid86	1,828 K
services.exe	00	SYSTEM	1,552 K
Shollu3.exe	00	indrakid86	3,860 K
sm56hlpr.exe	00	indrakid86	496 K
smss.exe	00	SYSTEM	68 K
spoolsv.exe	00	SYSTEM	1,492 K
SQLyogCommunity.exe	00	indrakid86	8,520 K
svchost.exe	00	LOCAL SERVICE	312 K
svchost.exe	00	SYSTEM	1,848 K
svchost.exe	00	NETWORK SERVICE	1,848 K
svchost.exe	00	LOCAL SERVICE	868 K
svchost.exe	00	SYSTEM	10,120 K
svchost.exe	00	SYSTEM	224 K
svchost.exe	00	SYSTEM	2,068 K
System	01	SYSTEM	56 K
System Idle Process	78	SYSTEM	28 K
taskmgr.exe	01	indrakid86	3,492 K
utility.exe	00	indrakid86	832 K
winamp.exe	01	indrakid86	24,988 K
winampa.exe	00	indrakid86	348 K
winlogon.exe	00	SYSTEM	1,496 K
WINWORD.EXE	00	indrakid86	52,804 K
wimiprvse.exe	00	NETWORK SERVICE	3,988 K
wscntfy.exe	00	indrakid86	380 K
xampp-control.exe	02	indrakid86	1,060 K
YAHOO!~1.EXE	00	indrakid86	47,212 K

Processes: 72 CPU Usage: 24% Commit Charge: 1398M / 2440M

Gambar 4.12b Proses Yang Menggunakan Memori Pada Komputer (bagian 2)

Proses-proses yang ada pada memori seperti yang terlihat pada gambar, terkadang juga menggunakan memori dari komputer pada saat hampir bersamaan ketika pengukuran terhadap proses-proses sedang berlangsung. Misalnya sebagai respon dari gerakan *mouse*, pengetikan di *keyboard* yang terjadi pada saat pengukuran sedang berlangsung. Hal ini ditunjukkan pada tingkat penggunaan CPU yang selalu turun-naik antara 17%, 22%, bahkan hingga 33% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Persentase Penggunaan CPU

Selain beberapa faktor diatas, dapat pula disebabkan oleh adanya sistem *temporary internet files* pada *browser*. *Temporary internet files* ini, merupakan hasil simpanan sementara dari halaman *web* yang pernah ditampilkan pada *browser*. Dengan adanya *temporary internet files* maka pada percobaan selanjutnya, *browser* tinggal mengambil data pada kumpulan *temporary internet files*, selama halaman yang ditampilkan tidak mengalami perubahan.

Kemudian, dari hasil pengukuran yang telah dilakukan maka akan dapat ditentukan nilai rata-rata respon waktu dari setiap proses yang telah diukur. Keseluruhan nilai rata-rata dari tiap respon waktu yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Waktu Rata-rata Respon Sistem untuk Semua Proses yang Diujikan

No.	Proses Yang Diujikan	Waktu Rata-rata Respon Sistem (detik)
1	Menampilkan Halaman Login	0.001221
2	Login dan Autentikasi	0.000126
3	Pembuatan Soal	0.109514
4	Pengubahan Bobot Soal	0.107089
5	Aktivasi Ujian	0.062948
6	Menampilkan Informasi Ujian	0.004008
7	Mulai Ujian	0.089334
8	Menampilkan Hasil Ujian	0.068622
9	Menampilkan Soal Berikutnya	0.056043

Waktu rata-rata respon sistem dimulai dari proses persiapan ujian (mulai dari proses menampilkan halaman login hingga proses verifikasi mata ujian) dan proses pelaksanaan ujian (mulai dari proses tampilan informasi ujian hingga proses menampilkan hasil ujian) dapat dilihat pada Tabel 4.10. Dari semua proses yang telah diukur, dapat dilihat pada Gambar 4.10, waktu yang paling besar dibutuhkan adalah dalam proses pembuatan soal (proses no.3). Hal ini disebabkan pada proses pembuatan soal, sistem melakukan pembuatan tabel untuk tempat soal dan kemudian menyimpan data soal yang telah diisi kedalam tabel. Semakin besar jumlah data yang dimasukkan kedalam soal maka waktu respon yang dibutuhkan hingga proses berhasil akan semakin lama. Pada pengukuran respon ini, digunakan 5 soal untuk setiap jenis soal yang diujikan sehingga menghasilkan 15 soal. Bila jumlah soal yang digunakan nantinya semakin banyak maka akan semakin lama pula waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk membuat soal tersebut.

Untuk proses pelaksanaan ujian, yaitu pada proses 6 sampai dengan 9, terlihat bahwa pada proses 7 hingga 9 membutuhkan waktu yang lebih banyak daripada proses 6. Ini dikarenakan pada proses 7 hingga 9 sistem

banyak melakukan akses mengambil, meng-*update*, dan menyimpan data baru ke dalam *database* dan juga melakukan beberapa proses hitungan matematis. Sedangkan pada proses 6 sistem hanya mengambil data dari *database* kemudian menampilkannya. Dari sini juga terlihat bahwa dari proses 7 hingga 9, proses 7 lah yang membutuhkan waktu paling banyak, yaitu proses mulai ujian. Ini dikarenakan pada proses tersebut, sistem melakukan persiapan yang dibutuhkan sebelum siswa memulai ujian. Persiapan tersebut diantaranya adalah pembuatan dan pengisian tabel nilai siswa, membandingkan nilai sebelumnya dengan batas nilai tingkat kesulitan soal dengan seleksi SPRT, kemudian penggunaan metode CCT dalam menganalisa lulus tidaknya siswa terhadap mata ujian yang diuji, penyeleksian soal secara acak, dan penampilan soal tersebut pada halaman ujian.

4.3 Analisa Hasil Uji Coba Sistem

Berdasarkan hasil uji coba pengukuran waktu yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dikatakan sistem merespon dengan baik. Kemudian dari hasil uji coba juga diperoleh bahwa sistem telah mampu beradaptasi dengan siswa dalam memberikan soal yang sesuai dengan tingkat kemampuan siswanya dengan hasil yang tidak terlalu fluktuatif.

Selain itu, dari hasil uji coba juga terlihat bahwa sistem memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Beberapa kelebihan yang dimiliki sistem, diantaranya adalah:

1. Sistem mampu melakukan estimasi kemampuan siswa dengan bantuan awal ujian *pretest* dan memilih soal yang sesuai dengan kemampuan tersebut.
2. Sistem mampu menampilkan soal secara acak.
3. Sistem dapat menampilkan nilai total dan nilai rata-rata yang diperoleh siswa pada setiap menyelesaikan ujian.
4. Sistem dapat memberikan *feedback* yang sederhana dalam bentuk penjelasan terhadap soal yang dijawab salah oleh siswa.

5. Sistem dapat membuat ujian dengan porsi soal yang sama besar untuk setiap jenis tingkat kesulitan.

Sedangkan beberapa kekurangan yang terdapat dari sistem ini, diantaranya adalah:

1. Waktu respon untuk proses pembuatan ujian tergantung pada besar data yang akan disimpan, maksudnya adalah semakin banyak jumlah pertanyaannya, maka semakin besar kapasitas datanya dan semakin besar pula waktu responnya.
2. Sistem hanya memiliki 3 macam jenis soal dan tidak mendukung soal dengan gambar dan multimedia.
3. Soal yang diberikan tidak ditampilkan satu-satu melainkan sekaligus sehingga adaptasi soal terhadap kemampuan siswa agak kurang cepat.
4. Soal yang diberikan hanya dalam bentuk pilihan ganda, dan tidak dalam bentuk lainnya seperti esai, *true/false*, dan lainnya.
5. Soal yang diberikan tetap berjumlah 5 dan jika ingin memperbanyak soal yang ditampilkan, harus melalui mekanisme manual.
6. Waktu yang diberikan untuk pengerjaan soal tetap 10 menit dan tidak bisa diubah.
7. Rumus penghitungan masih berdasarkan *default* nilai bobot soal maksimum yang diberikan oleh sistem yaitu 3 dan jika bobot soal maksimum diubah maka selanjutnya perhitungannya harus diubah melalui mekanisme manual.

BAB 5

KESIMPULAN

Dari sistem yang telah dibuat, dapat diambil beberapa hal penting yang merupakan hasil kesimpulan skripsi ini, yaitu:

1. Model CCT dengan penyeleksian SPRT yang digunakan sebagai inti dari algoritma *adaptive*, telah berhasil di implementasikan untuk menentukan tingkat kemampuan siswa pada suatu ujian.
2. Grafik penilaian yang dihasilkan dapat membantu siswa melihat kembali sampai sejauh mana kemampuan ia pada bab yang diuji, kemudian membantu untuk pengajar/admin dalam melihat kemampuan siswanya/penggunanya.
3. *Feedback* yang diberikan sesuai dengan hasil ujian siswa, dapat digunakan sebagai pedoman dalam memperbaiki jawabannya yang salah.
4. Uji coba yang dilakukan pada *localhost* dengan kondisi spesifikasi komputer Prosesor Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T2370 @1.73GHz (2CPUs), *Memory* RAM 1024MB, Sistem Operasi Windows XP Professional SP2, dan 72 *services* yang bekerja pada komputer, sistem memiliki waktu respon yaitu sebesar 0.089334 detik untuk memilih dan menampilkan soal ujian, dan sebesar 0.068622 detik untuk mengolah dan menampilkan hasil beserta dengan *feedback*-nya.

DAFTAR ACUAN

- [1] IsoDynamic, "E-Learning A White Paper from IsoDynamic", September 2001, http://www.isodynamic.com/web/pdf/IsoDynamic_elearning_white_paper.pdf, Diakses Tanggal 30 November 2010.
- [2] http://www.teleforedu.org/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=60, Diakses Tanggal 20 November 2010.
- [3] http://id.wikipedia.org/wiki/Pembelajaran_elektronik, Diakses Tanggal 20 November 2010.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Computerized_classification_test, Diakses Tanggal 20 November 2010.
- [5] Bintoro, Zanuvar Didik."Adaptive Quiz System Berbasis Web (Studi Kasus: Mata Pelajaran Biologi SMU)". Slide 5.
- [6] Surjono, Herman Dwi & Nurkhamid. "Pengembangan Model E-Learning Adaptif Terhadap Keragaman Gaya Belajar Mahasiswa Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran".Yogyakarta. pp 6.
- [7] Surjono, Herman Dwi. "The Development Of An Adaptive E-Learning Toward The Learning Style Diversity Of Visual-Auditory Kinesthetic".Yogyakarta. pp 257.
- [8] James, W. B., & Blank, W. E. (1993). "Review and critique of available learningstyle instruments for adults". In D. Flannery (Ed.), "Applying cognitive learning styles". (pp. 47-58). San Francisco: Jossey-Bass.
- [9] McLoughlin, C. (1999). "The implications of research literature on learning styles for the design of instructional material". Australian Journal of Educational Technology, 15(3), 222-241.

- [10] Honey, P., & Mumford, A. (1992). "The Manual of Learning Styles (3rd ed.)". Maidenhead, UK: Peters Honey.
- [11] Riding, R., & Rayner, S. (1998). "Cognitive styles and learning strategies". London: David Fulton Publisher.
- [12] Benham, H. C. (2002). "Training effectiveness, online delivery and the influence of learning style". Paper presented at the 2002 ACM SIGCPR Conference on Computing Personal Research, Kristiansand, Norway.
- [13] Surjono, H.D. (2006). "Development and Evaluation of an Adaptive Hypermedia System Based on Multiple Student Characteristics". Unpublished doctoral dissertation, Southern Cross University, Lismore NSW Australia.
- [14] <http://web.cortland.edu/andersmd/learning/Grasha.htm>, Diakses Tanggal 01 Desember 2010.
- [15] <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpage.html>, Diakses Tanggal 01 Desember 2010.
- [16] Rose, Colin, (1987). "Accelerated Learning". New York: Bantam Dell Pub Group.
- [17] Evangelia Gouli, Harry Kornilakis, kyparissia Papanikolaou, Maria Grigoriadou, "Adaptive Assessment Improving Interaction in an Educational Hypermedia System", http://hermes.di.uoa.gr/lab/cvs/papers/papanikolaou/gkpg_phci.pdf, Diakses Tanggal 30 November 2010.
- [18] Rigas Parathyras,"Smart Test Creator: A Computer-Based Assessment Tool for Creating Adaptive Tests", Imperial College Of Science Technology And Medicine (University Of London) Department Of Computing. www.rigasp.com/files/smart_test_creator.pdf. Diakses Tanggal 01 Desember 2010.

- [19] Frick, T. W. (1992). "Computerized adaptive mastery tests as expert systems". *Journal of Educational Computing Research*, 8, 187-213.
- [20] Rudner, L. M. (2002). "An examination of decision-theory adaptive testing procedures". Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, April 1-5, 2002, New Orleans, LA.
- [21] Wainer, H., & Mislevy, R.J. (2000). "Item response theory, calibration, and estimation." In Wainer, H. (Ed.). "Computerized Adaptive Testing: A Primer (2nd ed.)". Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [22] Reckase, M. D. (1983). "A procedure for decision making using tailored testing". In D. J. Weiss (Ed.), "New horizons in testing: Latent trait theory and computerized adaptive testing". (pp. 237-254). New York: Academic Press.
- [23] Spray, J. A., & Reckase, M. D. (1996). "Comparison of SPRT and sequential Bayes procedures for classifying examinees into two categories using a computerized test". *Journal of Educational & Behavioral Statistics*, 21, 405-414.
- [24] Eggen, T. J. H. M. (1999). "Item selection in adaptive testing with the sequential probability ratio test". *Applied Psychological Measurement*, 23, 249-261.
- [25] Lau, C. A., & Wang, T. (1998). "Comparing and combining dichotomous and polytomous items with SPRT procedure in computerized classification testing". Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego.
- [26] Muraki, E. (1992). "A generalized partial credit model: Application of an EM algorithm. *Applied Psychological Measurement*, 16(2)", 159-176.
- [27] Weiss, D. J., & Kingsbury, G. G. (1984). "Application of computerized adaptive testing to educational problems". *Journal of Educational Measurement*, 21, 361-375.

- [28] Yang, X., Poggio, J.C., & Glasnapp, D.R. (2006). "Effects of Estimation Bias on Multiple-Category Classification with an IRT-Based Adaptive Classification Procedure". *Educational and Psychological Measurement*, 66, 545-564.
- [29] Kingsbury, G.G., & Weiss, D.J. (1983). "A comparison of IRT-based adaptive mastery testing and a sequential mastery testing procedure". In D. J. Weiss (Ed.), "New horizons in testing: Latent trait theory and computerized adaptive testing". (pp. 237-254). New York: Academic Press.
- [30] Spray, J. A., & Reckase, M. D. (1994). "The selection of test items for decision making with a computerized adaptive test". Paper presented at the Annual Meeting of the National Council for Measurement in Education (New Orleans, LA, April 5-7, 1994).
- [31] Lin, C.-J. & Spray, J.A. (2000). "Effects of item-selection criteria on classification testing with the sequential probability ratio test". (Research Report 2000-8). Iowa City, IA: ACT, Inc.
- [32] Thompson, N. A. (2006). "Variable-length computerized classification testing with item response theory". *Clear Exam Review*, 17(2), 21-26.
- [33] Shannon, C.E. (1948). "A mathematical theory of communication, *Bell System Technical Journal*", 27, 379-423 and 623-656, July and October. Available online:
<http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/paper.html>, Diakses Tanggal 02 Desember 2010.
- [34] Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). "Item response theory for psychologists". Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [35] Weissman, A. (2004). "Mutual information item selection in multiple-category classification CAT". Paper presented at the Annual Meeting of the National Council for Measurement in Education, San Diego, CA.

- [36] Eggen, T. J. H. M, & Straetmans, G. J. J. M. (2000). "Computerized adaptive testing for classifying examinees into three categories". *Educational and Psychological Measurement*, 60, 713-734.
- [37] Owen, R. J. (1975). "A Bayesian sequential procedure for quantal response in the context of adaptive mental testing". *Journal of the American Statistical Association*, 70, 351-356.
- [38] Chang, Y.-c. I. (2005). "Application of Sequential Interval Estimation to Adaptive Mastery Testing". *Psychometrika*, 70, 685-713.
- [39] Wald, A. (1947). "Sequential analysis". New York: Wiley.
- [40] Jiao, H., Wang, S., & Lau, C. A. (2004). "An Investigation of Two Combination Procedures of SPRT for Three-category Classification Decisions in Computerized Classification Test". Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Antonio, April 2004.
- [41] Ferguson, R. L. (1969). "The development, implementation, and evaluation of a computer-assisted branched test for a program of individually prescribed instruction". Unpublished doctoral dissertation, University of Pittsburgh.
- [42] Weitzman, R. A. (1982a). "Sequential testing for selection". *Applied Psychological Measurement*, 6, 337-351.
- [43] Weitzman, R. A. (1982b). "Use of sequential testing to prescreen prospective entrants into military service". In D. J. Weiss (Ed.), "Proceedings of the 1982 Computerized Adaptive Testing Conference". Minneapolis, MN: University of Minnesota, Department of Psychology, Psychometric Methods Program, 1982.
- [44] Parshall, C.G., Spray, J.A., Kalohn, J.C., & Davey, T. (2006). "Practical considerations in computer-based testing". New York: Springer.

- [45] Sobel, M. & Wald, A. (1949). "A sequential decision procedure for choosing one of three hypotheses concerning the unknown mean of a normal distribution". *Annals of Mathematical Statistics*, 20, 502-522.
- [46] Armitage, P. (1950). "Sequential analysis with more than two alternative hypotheses, and its relation to discriminant function analysis". *Journal of the Royal Statistical Society*, 12, 137-144.
- [47] Govindarajulu, Z. (1987). "The sequential statistical analysis of hypothesis testing, point and interval estimation, and decision theory". Columbus, OH: American Sciences Press.
- [48] Spray, J. A. (1993). "Multiple-category classification using a sequential probability ratio test". (Research Report 93-7). Iowa City, Iowa: ACT, Inc.
- [49] Xiao, B. (1999). "Strategies for computerized adaptive grading testing". *Applied Psychological Measurement*, 23, 136-146.
- [50] Lewis, C., & Sheehan, K. (1990). "Using Bayesian decision theory to design a computerized mastery test". *Applied Psychological Measurement*, 14, 367-386.
- [51] Sheehan, K., & Lewis, C. (1992). "Computerized mastery testing with nonequivalent testlets". *Applied Psychological Measurement*, 16, 65-76.
- [52] Vos, H.J. (2000). "A Bayesian Procedure in the Context of Sequential Mastery Testing". *Psicológica*, 21, 191-211.
- [53] Glas, C.A.W., & Vos, H.J. (2006). "Testlet-Based Adaptive Mastery Testing". (Computerized Testing Report 99-11). Newtown, PA: Law School Admission Council.

DAFTAR PUSTAKA

- Nathan A Thompson, Thomson Prometric, “A Practitioner’s Guide for Variable-length Computerized Classification Testing”, January 2007, <http://pareonline.net/pdf/v12n1.pdf>, Diakses Tanggal 18 November 2010.
- Nugroho, Bunafit. (2009). *Latihan Membuat Aplikasi Web PHP dan MySQL dengan Dreamweaver MX (6, 7, 2004) dan 8*. Gava Media:Yogyakarta.
- Dwi Prasetyo, Didik. (2003). *Tip dan Trik Kolaborasi PHP dan MySQL untuk Membuat Web Database yang Interaktif*. PT.Elex Media Komputindo:Jakarta.
- Martin Barroso, Estefania. (2008). “*Creación de entornos adaptativos móviles: recomendación de actividades y generación dinámica de espacios de trabajo basadas en información sobre usuarios, grupos y contextos*”. April 3, 2010. <http://eciencia.urjc.es/dspace/bitstream/10115/3406/1/Tesis-EstefaniaMartinBarroso.pdf>. Diakses Tanggal 10 Oktober 2010.
- Setyawardono, Dwi.,”Perancangan dan Implementasi Sistem Adaptive Assessment Menggunakan Model Item Response Theory dan Metode Evaluation Balance Table”, Skripsi, Departemen Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2004.
- Hadiwijaya, Eman.,”Implementasi Sistem Adaptive Assessment Menggunakan Model Item Response Theory Dengan Grafik Estimasi Kemampuan”, Skripsi, Departemen Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2004.
- Yuana, Rosihanari., “67 Trik & Ide Brilian Master PHP”, 2010. Lokomedia:Yogyakarta.