

## PENGEMBANGAN APLIKASI WEB E-LEARNING BERBASIS KOMPONEN

Irma Salamah<sup>1\*</sup>, Muhammad Aris Ganiardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup>Jurusan Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

\*[irma.salamah@yahoo.com](mailto:irma.salamah@yahoo.com)

### ABSTRAK

Aplikasi web *e-learning* merupakan salah satu bentuk teknologi informasi dan komunikasi yang digunakan dalam proses belajar di sekolah. Penggunaan aplikasi web *e-learning* memungkinkan seorang siswa dapat belajar dimana saja tanpa terikat oleh waktu. Kebutuhan akan aplikasi web *e-learning* menjadi lebih luas tidak hanya terbatas pada distribusi informasi berkaitan dengan mata pelajaran dan materi pelajaran. Pada ujian *online* yang bersifat esai, aplikasi web *e-learning* harus mampu memvalidasi pelajar yang akan mengikuti ujian dan memberikan nilai secara akurat jawaban yang dijawab oleh siswa beserta rangkingnya. Untuk mengantisipasi kebutuhan-kebutuhan penggunaan aplikasi web *e-learning* yang besar dan variatif maka aplikasi web *e-learning* harus bersifat *reusability* (penggunaan ulang) dan *maintainability* (mudah pemeliharaan). Diperlukan suatu paradigma pemrograman yang mampu memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut. Aplikasi web *e-learning* yang dikonstruksi oleh komponen-komponen program bersifat *reusability* dan *maintainability* sehingga mampu menjawab kebutuhan-kebutuhan pengguna aplikasi web *e-learning*. Ketika ada perubahan pada aplikasi web *e-learning* maka perubahan tersebut dilakukan pada komponen yang terkait dengan perubahan tersebut. Pada penelitian ini mengembangkan aplikasi web *e-learning* berbasis komponen dengan menggunakan teknologi *Enterprise Java Bean* (EJB). Metode pengembangan aplikasi web *e-learning* menggunakan metode spiral yang mengijinkan kembali ke fase sebelum ketika ditemukan kesalahan. Hasil yang didapatkan berupa aplikasi web *e-learning* yang mampu beradaptasi secara cepat terhadap perubahan kebutuhan-kebutuhan pengguna. Jika ada perubahan spesifikasi aplikasi web *e-learning* maka perubahan tersebut cepat dilakukan tanpa mengganggu struktur utama aplikasi web *e-learning*.

**Kata kunci** : Aplikasi Web, E-learning, Komponen, dan EJB

### ABSTRACT

*Web application e-learning is one form of information and communication technology that used in the learning process at school. The use of e-learning web application allows a student can learn anywhere without being bound by the time. The needs for e-learning web applications become more widespread not only limited to the distribution of information relating to the subjects and subject matter. In the on-line test that is esai, e-learning web application must be able to validate the students who will take the test and give accurate grade that are answered by the students and their rank. To anticipate the needs of the use of e-learning web applications large and varied, the web application e-learning should be reusability (re-use) and maintainability (easy maintenance). Required a programming paradigm that is able to meet those needs. E-learning web applications that are constructed by the components are reusability and maintainability can answer the needs of users of e-learning web applications. When there is a change in the e-learning web application then the changes made to the components associated with those changes. In this study developed a e-learning web application based component by using technology Enterprise Java Bean (EJB). E-learning web application development methods use spiral method that allow back to phase before when it was discovered the error. Results obtained in form of e-learning web application that is able to adapt quickly to changing user needs. If there are changes in the specifications of e-learning web applications*

then those changes quickly done without disrupting the main structure of the web application e-learning.

**Key Words :** Web Application, E-learning, Component, EJB

## PENDAHULUAN

*E-learning* merupakan salah satu produk teknologi informasi dan komunikasi yang dapat digunakan untuk membantu proses belajar mengajar antara siswa dan guru. Produk ini sering disebut juga sebagai *Web Based Learning*, *Online Learning*, *Computer-Assisted Instruction*, atau *Internet-based Learning*. *E-learning* terdiri dari dua bentuk yaitu menggunakan komputer tunggal dengan memanfaatkan teknologi multi media dan teknologi jaringan internet komputer (Jorge et al, 2006). Bentuk teknologi yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah *e-learning* yang memanfaatkan jaringan internet. Teknologi ini terdiri dari komponen-komponen perangkat lunak berbentuk aplikasi web, perangkat keras, infrastruktur jaringan, basis data, dan prosedur-prosedur penggunaan yang memungkinkan siswa dan guru dapat berkomunikasi secara *online* 24 jam. Perangkat lunak *e-learning* digunakan sebagai media interaksi antar pengguna, basis data digunakan sebagai tempat untuk menyimpan data *e-learning*, dan infrastruktur jaringan sebagai media pendistribusian data *e-learning* pada pengguna (Naidu, 2006).

Penelitian-penelitian di bidang *e-learning* ini sudah banyak dilakukan oleh para peneliti dan penggiat di bidang pendidikan. Penelitian dibidang konten *e-learning* berfokus penggunaan multimedia sehingga pengguna lebih mudah berinteraksi dengan perangkat lunak *e-learning* (Dongsong, 2005). Penelitian dibidang teknologi berkaitan dengan perangkat lunak yaitu aplikasi *web* dan *mobile/wireless*. Penelitian dibidang fitur-fitur yang menfaatkan bagaimana perangkat lunak learning bisa efektif dan efisien dalam proses belajar mengajar (Jaidan dan Mohammad, 2010). Terakhir Penelitian pemanfaatan *e-learning* di bidang kedokteran dilakukan oleh (Jorge et al, 2006)

Permasalahan yang muncul dalam penggunaan aplikasi web *e-learning* adalah makin besarnya kebutuhan para penggunanya. Mulanya aplikasi web *e-learning* digunakan hanya untuk menulis artikel mata pelajaran dan bertukar file, tetapi sekarang ini aplikasi web

*e-learning* diperlukan untuk mengambil keputusan. Untuk itu diperlukan suatu paradigma pemrograman yang baru untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Salah satu paradigma pemrograman yang mampu beradaptasi dengan besarnya kebutuhan pengguna adalah pengembangan perangkat lunak berbasis komponen. Komponen perangkat lunak merupakan paradigma baru dalam pemrograman dan pengembangan perangkat lunak. prinsip paradigma ini adalah memodularisasi kode-kode program komputer yang membentuk suatu spesifikasi khusus yang nanti disebut dengan komponen. Selanjutnya komponen tersebut dirakit ke perangkat lunak yang membutuhkan spesifikasi komponen tersebut. Ciri khas sebuah komponen adalah komponen mempunyai antarmuka yang nanti digunakan sebagai media komunikasi antar komponen.

(Szyperski, 1999) memberikan dua definisi komponen perangkat lunak sebagai berikut :

- Komponen perangkat lunak adalah unit-unit biner yang dibuat secara independen, akusisi, dan disebarluaskan pada banyak perangkat lunak untuk memenuhi fungsional perangkat lunak tersebut.
- Sebuah komponen perangkat lunak adalah sebuah komposisi unit dengan spesifikasi yang tetap dan dibuat tidak bergantung antara satu dengan yang lain. Sebuah komponen perangkat lunak dapat dibuat secara terpisah yang dibuat oleh pihak ketiga.

Beberapa karakteristik dasar sebuah komponen program komputer (Prakitri et al, 2012) :

- Sebuah komponen program komputer berbentuk blok kode program, modul, fungsi, kelas, kontrol, atau projek dari perangkat lunak itu sendiri.
- Sebuah komponen program dapat bergantung atau tidak bergantung pada sebuah bahasa pemrograman.
- Sebuah komponen program dapat dikembangkan.
- Komunikasi sebuah komponen program komputer dengan komponen lain atau

program utama melalui sebuah antarmuka.

- e. Bahan dasar sebuah komponen program komputer adalah kelas.

Sebuah komponen program komputer dapat dibuat sendiri atau dibuat oleh pihak ketiga.

Penelitian berkaitan dengan pengembangan aplikasi web berbasis komponen telah diteliti oleh berbagai peneliti. (Martin dan Joern, 2000) meneliti tentang metamodel komponen program pada aplikasi web. (Stefani et al, 2013) mengembangkan komponen aplikasi web apada sebuah *Content Management System* (CMS).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi web *e-learning* berbasis komponen yang bersifat *reusability* dan *maintanability*.

## METODE PENELITIAN

Ada dua tahapan utama yang dilakukan pada penelitian yaitu : pengumpulan data dan pengembangan aplikasi web *e-learning* berbasis komponen.

### Metode Pengumpulan Data dan Kebutuhan

- a. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan mengkaji beberapa literatur yang berkaitan dengan penelitian *e-learning*, aplikasi *web*, dan pengembangan perangkat lunak berbasis komponen. Literatur-literatur tersebut diperoleh dari :

- Buku-buku dan jurnal-jurnal penelitian baik oleh penulis dari dalam negeri maupun dari luar negeri.
- Data sekolah menengah atas.
- Informasi dari media masa, seperti surat kabar dan internet.

- b. Survei

Pelaksanaan metode ini dengan melakukan observasi, kuesioner dan wawancara langsung pada SMA N 6 di kota Palembang. Peneliti mendatangi langsung ke sekolah tersebut untuk melakukan pengamatan dan wawancara kepada guru, siswa, dan pimpinan sekolah mengenai bagaimana mereka memanfaatkan teknologi informasi yang ada dalam melakukan proses belajar mengajar.

### Pembangunan aplikasi web *e-learning* berbasis komponen

Metode pengembangan aplikasi web *e-learning* yang akan digunakan pada penelitian

ini adalah metode spiral. Secara umum metode spiral memiliki lima fase yaitu : (1) Analisis, (2) perancangan, (3) Pengkodean, (4) Pengujian, (5) Pemeliharaan. Metode spiral merupakan pengembangan dari metode *waterfall*. Metode ini dipilih dalam pengembangan perangkat lunak karena metode ini mengizinkan pengembang kembali ke fase sebelumnya ketika ditemukan sebuah kesalahan. Sebagai contoh jika saat ini pengembang berada di fase pengkodean dan pengembang menemukan kesalahan terjadi di fase analisis maka pengembang dapat kembali ke fase analisis. Pada fase analisis tersebut pengembang dapat memperbaiki kesalahan tersebut sampai benar. Aplikasi web yang akan dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Java menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*) Eclipse dan DBMS (*Database Management System*) MySQL di atas Sistem Operasi Windows 7 (*seven*). Pemilihan bahasa pemrograman Java, Eclipse dan MySQL dilakukan karena bersifat *freeware* kecuali untuk sistem operasi Windows 7 (*seven*).

Berikut ini penjelasan tahapan pengembangan perangkat lunak menggunakan metode spiral

- a. Analisis

1. *Pengumpulan kebutuhan*: data yang dikumpulkan adalah kebutuhan primer dan sekunder. Kebutuhan primer berasal dari data yang diambil langsung dari para *user* dan *stakeholder* pengguna perangkat lunak *e-learning* seperti guru, siswa, dan pakar di bidang ilmu pengetahuan dan kebutuhan sekunder berasal dari data buku dan internet. Tahap ini sering disebut juga dengan tahapan akuisisi kebutuhan aplikasi web. Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan kebutuhan adalah wawancara, observasi, kuesioner, dan dokumentasi.
2. *Analisis kebutuhan*: Kebutuhan yang telah terkumpul diinterpretasi maksud dari kebutuhan yang didapat. Kebutuhan-kebutuhan yang berasal dari *user* dan *stakeholder* dianalisis untuk menentukan prioritas implementasinya. Interpretasi sebuah kebutuhan dapat berupa data, batasan, aturan, skenario, dan fungsionalitas aplikasi web.
3. *Analisa basis data*: kasus yang telah terkumpul kemudian dibentuk sesuai

- dengan format basis data supaya bisa dimasukkan ke dalam basis data seperti pembuatan tabel kasus, pembuatan kunci, relasi antar tabel dan pembentukan *query*.
4. *Analisis model aplikasi*: model aplikasi yang akan digunakan berbasis *web* yang nantinya dapat didistribusikan secara melalui internet.
  5. *Analisis perangkat lunak*: perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman java, IDE Eclipse, DBMS MySQL serta Sistem Operasi Windows 7 (*seven*).
  6. *Analisis perangkat keras*: Analisis kebutuhan perangkat keras terhadap sistem seperti kecepatan *processor*, kapasitas memori utama dan memori sekunder.
- b. Perancangan
1. *Rancangan basis data*: Rancangan basis data merupakan lanjutan dari analisa basis data. Perancangan basis data dilakukan dengan menggunakan DBMS MySQL serta melakukan pembuatan *query-query* yang nanti akan digunakan oleh sistem.
  2. *Rancangan antarmuka*: Merancang tampilan masukan dan keluaran yang berbasis GUI (*Graphical User Interface*) menggunakan IDE Eclipse.
  3. *Rancangan komponen*: Merancang modul-modul program yang nantinya akan digunakan pada saat pengkodean sistem. Rancangan modul dapat berbentuk algoritma, notasi UML dan *pseudo-code*.
- c. Pengkodean
1. *Pembuatan kode modul basis data*: kode modul basis data dibuat terpisah dengan kode sistem sehingga lebih bersifat *reusable*. Kode modul basis data berisi operasi basis data seperti membuat koneksi ke basis data, *insert*, *update*, *delete* dan *query*.
  2. *Pembuatan kode komponen program*: kode program dibuat dan dimodularisasi berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan dari hasil analisis.
  3. *Perakitan komponen*: komponen-komponen yang telah dibuat dirakit ke aplikasi *web*.
- d. Pengujian
1. *Pengujian basis data*: pengujian koneksi basis data dan akurasi *query* basis data.
  2. *Pengujian sistem*: pengujian secara keseluruhan dari sistem baik dari masukan, proses dan keluaran sistem.
  3. *Pengujian program*: pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas komponen aplikasi web.
- e. Pemeliharaan
- Dilakukan dengan dua cara yaitu ketika proses pengembangan berlangsung melakukan *backup* kode-kode program yang dibuat jika melakukan revisi program dan setelah proses pengembangan dengan melihat kinerja sistem apakah masih menghasilkan akurasi yang baik selama sistem berjalan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi web *e-learning* berbasis komponen yang dikembangkan diberi kode FUOLC. Hasil-hasil yang didapatkan dari siklus pengembangan aplikasi web *e-learning* menggunakan model spiral.

### Hasil Pengelolaan Statistik

Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan data dalam bentuk kuantitatif dengan tidak menyertakan pengambilan keputusan melalui hipotesis. Data dipresentasikan kedalam bentuk deskriptif tanpa diolah dengan teknik-teknik analisis statistik lainnya. Analisis deskriptif digunakan untuk menghitung nilai minimum, maksimum, rata-rata, standar deviasi, dan jumlah total (Jonathan Sarwono, 2009).

Untuk itulah digunakan analisis deskriptif pada penelitian ini. Analisis deskriptif pada penelitian ini hanya untuk mengetahui bagaimana pengetahuan siswa dan guru mengenai internet, *e-learning*, frekuensi penggunaan internet, dan fasilitas pendukung untuk *e-learning*.

Dari kedua hasil pengolahan data diatas dapat disimpulkan bahwa di SMU N 6 Palembang, proses belajar mengajar masih dilakukan secara konvensional, dan pengetahuan internet yang masih kurang. Untuk itu diperlukan penerapan *e-learning* agar proses belajar mengajar dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

### Kebutuhan Fungsional dan Non Fungsional FUOLC

Hasil analisis kebutuhan didapatkan kesimpulan bahwa guru dan siswa menginginkan aplikasi web *e-learning* FUOLC bersifat sederhana dan mudah digunakan.

Adapun fungsionalitas yang dimiliki oleh FUOLC adalah sebagai berikut :

#### **Kebutuhan Fungsionalitas**

Kebutuhan-kebutuhan fungsionalitas dari sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

1. Sistem mampu melakukan proses Autentifikasi yaitu proses keamanan yang akan memvalidasi pengguna pada saat memasuki sistem melalui mengecek langsung ke daftar mereka yang diberikan hak untuk memasuki sistem tersebut.
2. Sistem dapat mengolah data mata pelajaran baik itu menambahkan, mengubah atau menghapus data mata pelajaran pada sistem.
3. Sistem dapat mengolah data guru baik itu menambahkan, mengubah atau menghapus data guru pada sistem.
4. Sistem dapat mengolah data siswa baik itu menambahkan, mengubah atau menghapus data siswa pada sistem.
5. Sistem dapat mengolah data kelas baik itu menambahkan, mengubah atau menghapus data kelas pada sistem.
6. Sistem dapat on-line 24 jam melalui jaringan internet.
7. Proses pencarian data dapat dilakukan  $\pm$  1 sekon dalam satu kali pencarian

#### **Kebutuhan Non Fungsionalitas**

Kebutuhan non fungsionalitas adalah batasan layanan atau fungsi yang ditawarkan sistem seperti batasan waktu, batasan pengembangan proses, standarisasi. Adapun beberapa kebutuhan non fungsionalitas sebagai berikut:

1. Sistem dapat diakses pada semua *web browser*
2. Sistem dapat dijalankan di berbagai sistem operasi
3. Sistem dapat diakses oleh pengguna sesuai hak akses
4. Sistem memiliki basisdata yang dilengkapi kata kunci
5. Sistem ergonomik digunakan pengguna.

#### **Prosedur dan Proses Bisnis FUOLC**

Perangkat lunak yang akan dikembangkan diberi kode FUOLC. Secara umum proses bisnis penggunaan FUOLC dibagi menjadi lima kategori sebagai berikut :

1. Pendaftaran guru dan siswa

Seorang guru dan siswa untuk dapat menggunakan fasilitas FUOLC harus terlebih mendaftarkan diri ke FUOLC. Cara pendaftaran guru dilakukan dengan menghubungi administrator FUOLC melalui via *e-mail*. Administrator akan membuat konten pelajaran berdasarkan permintaan guru. Pendaftaran siswa dilakukan dengan mengisi *form* pendaftaran yang ada di halaman depan FUOLC. Setelah siswa mendaftar ke FUOLC, siswa dapat login ke FUOLC. Di halaman siswa terdapat *form* pendaftaran peserta pelajaran. Siswa dapat mengikuti perpelajaran sebagai peserta pelajaran setelah mengisi *form* pendaftaran peserta pelajaran.

#### 2. Otentikasi dan otorisasi

Seorang pengguna akan login terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam FUOLC dengan memasukkan NIP, NIS, kata kunci dan level pengguna. FUOLC akan melakukan otentikasi dan otorisasi setiap pengguna yang login. Hasil otentikasi dan otorisasi maka akan diketahui hak akses setiap pengguna.

#### 3. Pengelolaan data FUOLC

Proses pengelolaan data dilakukan oleh administrator. Bentuk pengelolaan data berupa menambah, menghapus, mengubah, dan menampilkan data program studi, guru, siswa, mata pelajaran, dan berita. Khusus pengelolaan data mata pelajaran merupakan implementasi dari konten pelajaran. Mata pelajaran ditambahkan ke FUOLC karena permintaan guru.

#### 4. Distribusi bahan pelajaran

Proses distribusi bahan pelajaran dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama yang bisa dilakukan dengan menuliskan langsung bahan pelajaran dihalaman *form* bahan pelajaran. Cara kedua guru dapat meng-*up load file* bahan pelajaran. Besar ukuran *file* yang dapat di-*up load* maksimum lima MB. Pendistribusian bahan pelajaran berdasarkan mata pelajaran yang diasuh oleh guru. Siswa dapat men-*down load file* bahan pelajaran *form* bahan pelajaran di konten pelajaran yang dikuti oleh siswa.

#### 5. Pengiriman tugas

Guru dapat memberikan tugas ke siswa melalui *form* pengumuman pelajaran.

Siswa dapat mengumpulkan tugas pelajaran melalui *form* tugas siswa FUOLC. Besarnya *file* yang dapat di-*up load* maksimum lima MB. *File-file* tugas siswa dapat di-*down load* oleh guru di daftar tugas siswa sesuai dengan kategori konten pelajaran.

6. Media informasi pelajaran

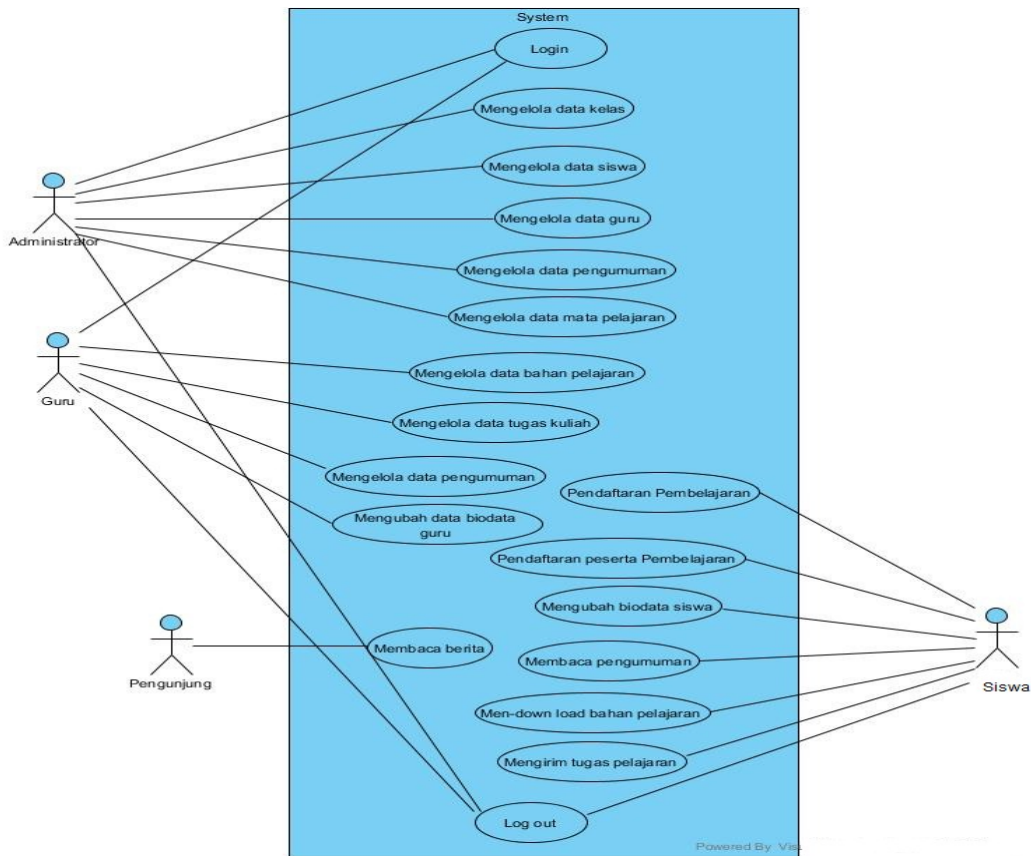
Administrator dan guru dapat memberikan informasi berkaitan dengan penggunaan FUOLC. Administrator dapat memberikan berita yang berhubungan dengan kegiatan akademik di SMU N 6. Guru dapat

memberikan pengumuman seperti pembatalan atau penambahan pelajaran, pemberian dan pengumpulan tugas kuliah, atau ada bahan pelajaran yang baru saja di-*up load*.

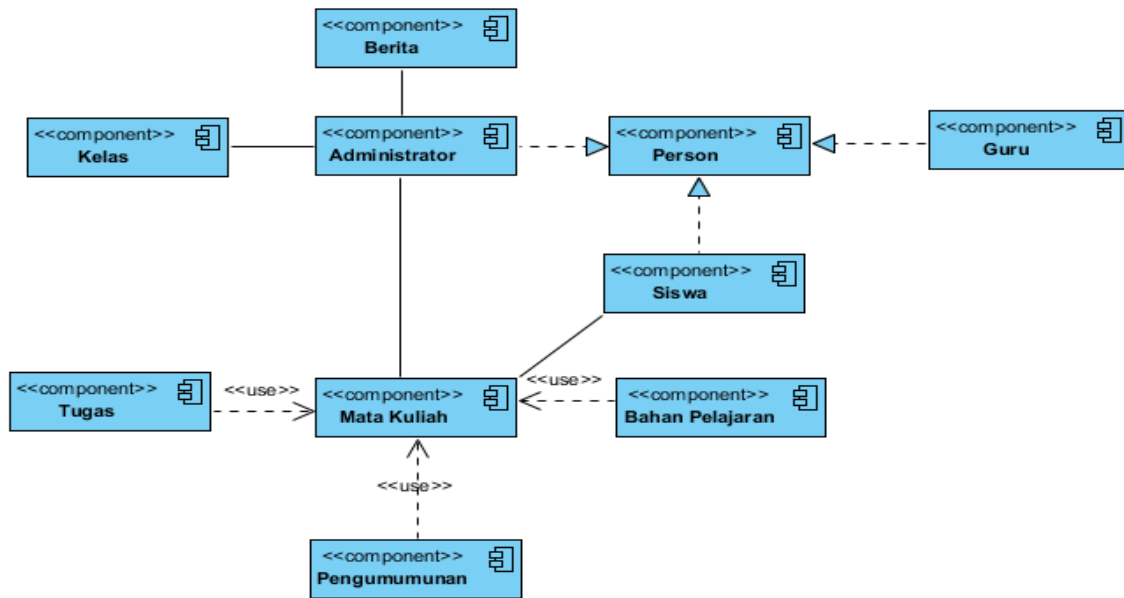
**Diagram Use Case Aplikasi web E-learning**

Diagram *use case* menunjukkan interaksi antara aktor dengan dengan aplikasi web *e-learning*. Ada tiga aktor yang berinteraksi dengan FUOLC yaitu Administrator yang bertanggung jawab dengan keseluruhan sistem, guru dan siswa sebagai pengguna utama FUOLC dan pengunjung yang mempunyai hak hanya melihat-lihat halaman utama FUOLC. Bentuk interaksi antara aktor dan FUOLC merupakan implementasi dari kebutuhan-kebutuhan fungsionalitas dari guru dan siswa.

Gambar 2 menunjukkan komponen-komponen entitas yang mengkonstruksi FUOLC. Penentuan komponen-komponen ini berdasarkan *use case-use case* yang terdapat di diagram *use case*.

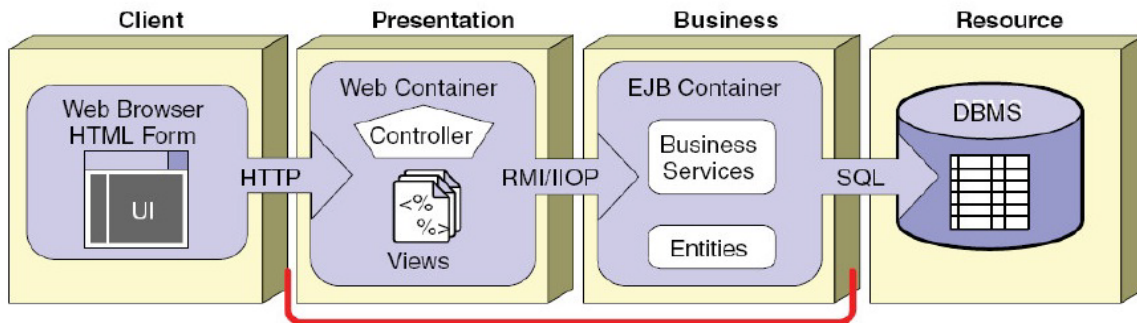


Gambar 1. Diagram *use case* FUOLC



Gambar 2. Diagram Komponen FUOLC

**Arsitektur Aplikasi Web E-learning**

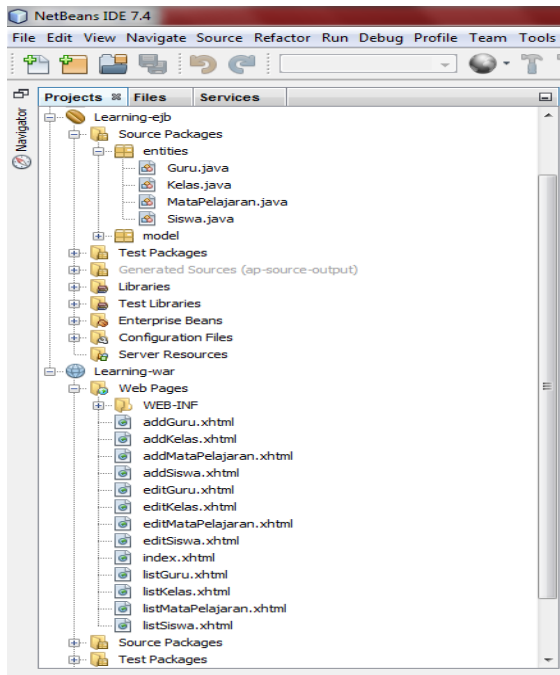


Gambar 3. Arsitektur FUOLC

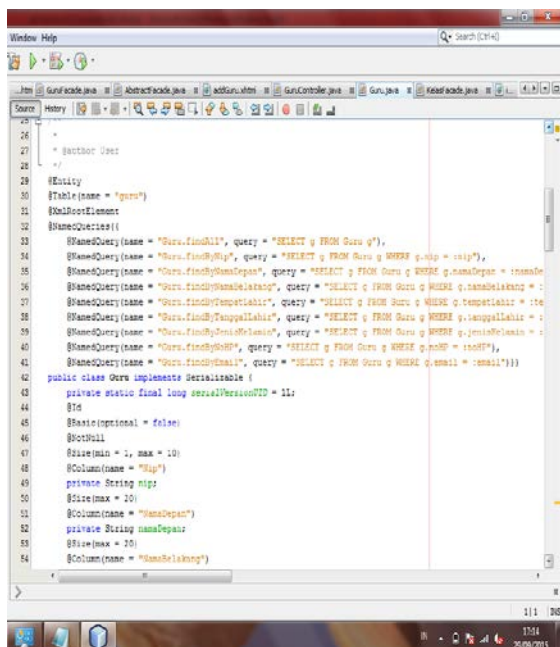
Arsitektur FUOLC terdiri dari 3 komponen utama yaitu komponen entitas yang berfungsi sebagai komponen penghubung antara FUOLC dengan *database server*. Komponen ini dibuat dengan teknologi EJB 3.0 (*Enterprise Java Beans*). Komponen *controller* yang berfungsi sebagai pengatur komponen-komponen FUOLC yang akan digunakan. Komponen ini dibuat dalam bentuk kelas *servlet*. Komponen *view* berfungsi untuk menerima dan menampilkan data yang diperlukan oleh guru dan siswa. *Frameworks* yang digunakan untuk membuat komponen *view* adalah JSF (*Java Server Faces*).

Untuk menggunakan FUOLC para guru dan siswa terlebih dahulu harus membuka *web browser* seperti Internet Explorer, Chrome, atau Mozilla Firefox. Selanjutnya guru dan siswa memasukkan data atau aksi ke FUOLC. Data atau aksi yang dimasukkan oleh guru dan siswa akan direspon oleh komponen *controller* untuk diteruskan ke komponen yang diperlukan oleh guru dan siswa. Jika guru dan siswa memerlukan data yang berasal dari database maka komponen *controller* akan meneruskannya ke komponen entitas. Jika guru dan siswa membutuhkan sebuah tampilan maka komponen *controller* akan meneruskan ke komponen *view*. Susunan

kelas-kelas pembentuk komponen ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Susunan file-file FUOLC dengan menggunakan IDE Netbeans 7.4



Gambar 5. Potongan kode komponen FUOLC

## KESIMPULAN dan SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan selama melakukan penelitian ini adalah

- Aplikasi web e-learning FUOLC berbasis komponen mempunyai struktur program yang sederhana dan mudah dipahami. Komponen-komponen aplikasi web e-learning ini dibuat berdasarkan kebutuhan-kebutuhan guru dan siswa SMA N 6 Palembang.
- Komponen-komponen yang sudah dibuat dirakit antara satu dengan yang lain berdasarkan antarmuka setiap komponen membentuk aplikasi web.
- Komponen-komponen aplikasi web *e-learning* FUOLC memiliki kualitas *reusability* dan *maintainability*. *Reusability* adalah kemampuan dari komponen untuk digunakan ulang ketika ada spesifikasi yang sama dari aplikasi web *e-learning*. Aplikasi web *e-learning* menjadi efisien karena kode program tidak perlu ditulis secara berulang-ulang. *Maintainability* adalah kemudahan yang dimiliki oleh komponen untuk dilakukan perbaikan-perbaikan jika ditemukan *error*.
- Kedua faktor kualitas ini memudahkan pengembangan aplikasi web *e-learning* FUOLC untuk mengantisipasi perubahan-perubahan kebutuhan guru dan siswa yang besar dan variatif.

### Saran

Aplikasi web saat ini tidak hanya diakses lewat komputer tunggal, tetapi sudah banyak diakses lewat berbagai perangkat keras elektronik lain seperti smartphone dan tablet. Perlu dilakukan penelitian-penelitian lebih lanjut berkaitan dengan pengoperasian aplikasi web di berbagai perangkat elektronik tersebut terutama faktor-faktor kualitas yang berkaitan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brown AW and Wallnau KC. 1998. *The Current State of CBSE*. IEEE Software. 15(5):37-46.
- Dongsong Zhang. 2005. *Interactive Multimedia-Based E-learning : A Study of Effectiveness*. The American Journal of Distance Education. 19(3), 149-162.
- Jaidan Jauhari and Mohammad Ibrahim. 2010. *Intelligent Tutoring System Sebagai Upaya Inovatif dalam Pembelajaran Untuk Pembelajaran Berbantuan Komputer*.



- JURNAL GENERIC, 5 (2). pp. 1-6, ISSN 1907-4093
- Jorge G. Ruiz, MD, Michael J. Mintzer, MD, and Rosanne M. Leipzig, MD, PhD. 2006. The Impact of E-Learning in Medical Education. *Academic Medicine*, Vol. 81, No. 3
- Kappel, G., Proll, B., Reich, S., & Retschitzegger, W. 2006. *An Introduction to Web Engineering*. In G. Kappel, B. Proll, S. Reich, & W. Retschitzegger, Web Engineering - The Discipline of Systematic Development of Web Applications (pp. 1-21). Heidelberg, Germany: John Wiley & Sons, Ltd
- Martin Gaedke, Joern Rehse. 2000. Supporting Compositional Reuse in Component-Based Web Engineering. *Proceeding SAC 00 Proceeding of the 2000 ACM symposium on Applied computing – Volume 2 Pages 927-933*. USA
- Mohammed Ally. 2014. *Increasing Access through Mobile Learning*. Commonwealth of Learning and Athabasca University Vancouver.
- Naidu, Som. 2006. *E-Learning A Guidebook of Principles, Procedures and Practices*. Commonwealth Educational Media Centre for Asia.
- Neil Crook. 2008. *What are Web 2.0 Technologies and Why do They Matter*. Engineering and Physical Council.
- P Nagarajan G and G Wiselin Jiji. 2010. *Online Education System (e-learning)*. *International Journal of u- and e- Service Science and Technology*, Vol 3, No 4.
- Prakriti Trivedi, Rajeev Kumar, 2012, Software Metrics to Estimate Software Quality using Software Component Reusability. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 9, Issue 2, No 2
- Richard E Ferdig, Punya Mishra and Yong Zhao. 2004. *Component Architectures and Web-based Learning Environments*. *JI of Interactive Learning Research*. 12(1),75-90.
- Stefania Leone, Alexandre de Spindler, Moira C. Norrie, Dennis McLeod, 2013. Integrating Component-Based Web Engineering into Content Management Systems. *Proceeding 3th International Conference*, Aalborg, Denmark
- Szyperski C. 1999. *Component Software – Beyond Object Oriented Programming*. Addison-Wesley. Boston USA.