

# Membangun E-learning Berbasis Web Service untuk Memperluas Platform Aplikasi Smart Client

Wiharto

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas MIPA UNS  
Jl. Ir. Sutami No. 36 A  
wi\_harto@yahoo.com

Wisnu Widiarto

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas MIPA UNS  
Jl. Ir. Sutami No. 36 A  
behtoro\_wisnu@yahoo.co.id

Didiek S. Wiyono

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas MIPA UNS  
Jl. Ir. Sutami No. 36 A  
didiek\_sw@yahoo.com

## ABSTRAK

E-learning merupakan suatu model pembelajaran yang prospektif, tetapi mempunyai beberapa kendala diantaranya berkaitan dengan keterbatasan akses client e-learning. Keterbatasan akses client tersebut, salah satunya disebabkan banyaknya vendor pengembang aplikasi smart client. Para pengembang menggunakan bermacam-macam platform dan bahasa pemrograman. Hal tersebut menjadikan sistem e-learning hanya mendukung aplikasi smart client yang mempunyai platform dan bahasa pemrograman yang sama dengan server e-learning. Penelitian ini membangun sebuah prototype server e-learning menggunakan modifikasi arsitektur *Model View Controller* (MVC) pada framework CodeIgniter. Modifikasi tersebut dilakukan dengan menambahkan web service pada Controller. Penggunaan arsitektur tersebut menjadikan platform aplikasi smart client independent terhadap platform server e-learning, sehingga dapat memperluas platform aplikasi smart client. Berdasarkan hasil pengukuran kinerja sistem tersebut memberikan kinerja untuk proses query jauh lebih baik dibandingkan dengan proses delete atau download terlebih upload. Pengukuran kinerja dilakukan dengan menggunakan aplikasi smart client dengan platform dan bahasa pemrograman yang berbeda dengan server e-learning serta menggunakan jaringan telekomunikasi localhost, GPRS/EDGE dan CDMA.

## Kata Kunci

e-learning, MVC, SOAP, Smart Client, CodeIgniter

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu type system pembelajaran berbasis IT adalah sistem e-learning[1], dalam sistem tersebut, client *learner* dan *lecturer* hanya sebatas menggunakan media komputer desktop yang terhubung jaringan internet/intranet dan bersifat tidak *portable*. System tersebut, pembelajarannya terbatas pada lokasi tertentu selama masih ada koneksi internet/intranet menggunakan *wired*, *lecturer* tidak selalu ada ketika seorang *learner* membutuhkan asistensi serta tidak mendukung mobilitas[1][2]. Kondisi tersebut berakibat proses pembelajaran hanya dapat berlangsung dalam satu waktu dan pada lokasi tertentu.

Perkembangan sistem komunikasi seluler membawa perubahan dalam perilaku dan gaya hidup masyarakat. Berdasarkan hasil survei lembaga riset Morgan Stanley tahun 2010, mengungkapkan bahwa pengguna internet melalui device mobile (diantaranya handphone) di Indonesia menempati peringkat delapan besar dunia[3]. Hasil survei tersebut menunjukkan device mobile khususnya handphone tidak lagi menjadi barang mewah. Device mobile merupakan suatu device yang hampir setiap waktu dibawa kemana-mana karena bentuknya yang kecil. Device tersebut selalu terhubung kedalam jaringan internet dengan memanfaatkan teknologi GPRS/EDGE, 3G/UMTS, HSDPA atau CDMA. Tren tersebut dapat dimanfaatkan untuk memperluas akses client e-learning,

sehingga client e-learning dapat melakukan pembelajaran *any time and any where*.

Perluasan akses client e-learning dapat dilakukan dengan membangun suatu aplikasi khusus yang ditanam/diinstal dalam device mobile, aplikasi tersebut adalah aplikasi smart client. Aplikasi smart Client adalah perangkat lunak native executable yang pada umumnya dibangun dengan Java atau C++ pada *high-end mobile*[4]. Smart client merupakan teknologi aplikasi yang memanfaatkan sumber daya lokal, memanfaatkan web services serta dapat di *deploy* dan di update secara terpusat dari server. Teknologi ini menjadikan program memiliki performa yang lebih tinggi serta lebih cerdas dalam hal koneksi ke server data, sehingga memungkinkan aplikasi berjalan dengan baik dalam kondisi offline maupun online[4].

Pembangunan aplikasi smart client untuk mengakses e-learning harus memperhatikan keanekaragaman platform dan bahasa pemrograman yang digunakan. Berdasarkan data survei 2008 [5] platform yang digunakan pengguna device mobile adalah Symbian dengan pengguna 47.1%, RIM 19.5%, windows mobile 12.4%, Mac OSX 10.7%, Linux 8.4%, Palm OS 0.9% dan lainnya 1.1%. Selain itu ada platform pendatang baru Android. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk pengembangan aplikasi mobile juga beragam, seperti C++, Python, Java ME pada platform Symbian, .NET pada platform windows mobile.

Beberapa penelitian yang relevan yang telah dilakukan, diantaranya dilakukan Zhifen Cheng[6], membangun suatu system e-learning dengan berbasis platform SOA (*Service Oriented Architecture*) untuk mengimplementasikan fasilitas yang tersedia dalam sistem. Dalam platform tersebut mengaplikasikan *service oriented framework* dan *Model-Driven Architecture*. Sehingga system tersebut mampu mendukung distance learning, kompleksitas proses dan integrasi dengan beberapa variasi service sumber daya belajar mengajar lainnya. Realisasi system e-learning menggunakan SOAP (*Simple Object Access Protocol*) web service dan .NET Framework 3.0. Sistem ini sekalipun mampu mendukung distance learning, client yang mampu digunakan baru sebatas komputer yang terkoneksi dalam jaringan internet/intranet. Selain itu penelitian tersebut belum melakukan pengujian interoperabilitas, serta kinerja sistem dalam hal kecepatan beberapa proses yang biasa digunakan.

Penelitian berikutnya dilakukan N.Ch.S.N.Iyengar[7], dalam penelitian tersebut membahas tentang arsitektur system e-learning berbasis web service yang mampu mengatasi perbedaan hardware dan platform software. System berbasis web service ini, mampu digunakan untuk mengkonstruksi berbagai e-learning baru (bersifat adaptive) dengan cara memilih service-service yang disediakan oleh berbagai e-learning yang diinginkan. Implementasi suatu web service dapat dilakukan menggunakan XML, XML-RPC atau SOAP, tetapi dalam penelitian ini tidak menjelaskan secara eksplisit mana

yang digunakan. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa menggunakan web service berbasis XML lebih baik dari RPC (RPC ada yang berbasis XML dan juga ada yang tidak). Kesimpulan yang diambil penelitian tersebut, bahwa dengan web service mampu menaikkan interoperabilitas, reusable, scalable, customization dan interactivity dalam lingkungan heterogen e-learning.

Penelitian yang dilakukan Soetam [8] membahas pembangunan model pengumpulan tugas praktikum yang tersebar dalam komputer di laboratorium, Model pengumpulan tugas tersebut merupakan bagian dari sistem e-learning. Inti dari penelitian tersebut membangun sebuah sistem yang digunakan untuk mengumpulkan tugas dalam praktikum secara online dengan dilengkapi rule-rule yang mendukungnya. Implementasi sistem tersebut menggunakan framework .NET dan berbasis web. Sistem yang dibangun dalam penelitian tersebut belum mampu mendukung interoperabilitas, sehingga akan sulit dalam perluasan akses clientnya. Beberapa penelitian berikutnya yang berkaitan dengan sistem e-learning dilakukan Rahani [9], penelitian tersebut sebatas pada penggunaan e-learning untuk mensupport programs of education & training, Research and development untuk meningkatkan kualitas sumberdaya manusia. Berikutnya penelitian Andi [10], membahas perbaikan sistem e-learning moodle untuk memberikan penilaian secara otomatis untuk model soal essay menggunakan ontology.

Beberapa penelitian berikutnya sudah mengkhususkan ke mobile-learning (m-learning) yaitu integrasi e-learning dengan device mobile. Penelitian tersebut diantaranya Bambang Riyanto[11]. Dalam penelitian tersebut membahas desain m-learning dengan menggunakan teknologi java yang memanfaatkan konsep XML-RPC. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem m-learning untuk multiplatform. Rancangan tersebut memanfaatkan karakteristik teknologi java write once run any where. Tetapi untuk dapat menjalankan aplikasi smart client dengan java harus membutuhkan Java Virtual Machine(JVM) yang sesuai dengan platform device mobile. Penggunaan teknologi XML-RPC mempunyai keterbatasan tipe data yang dapat didukung [12], size data yang dapat ditransfer jauh lebih kecil (beberapa kilobyte), tetapi tidak mendukung otentikasi, keamanan, transaksi serta informasi routing. Kelemahan tersebut dapat diatasi jika menggunakan teknologi web service SOAP[13].

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan David Person[14]. Dalam penelitian tersebut menggunakan arsitektur web service, server m-learning menggunakan pemrograman java servlet. Web service yang digunakan menggunakan XML biasa (tidak XML-RPC atau SOAP). Aplikasi smart client m-learning menggunakan Java ME yang mendukung platform independent, penelitian tersebut tidak melakukan pengujian kinerja dampak keanekaragaman bahasa pemrograman aplikasi smart client. Kinerja yang diukur adalah kecepatan download (read) dengan variasi jaringan telekomunikasi yang digunakan. Penelitian tersebut dalam implementasi server m-learning, layer busines service menggunakan sub-layer Hibernate ORM, Hibernate ORM digunakan untuk melakukan mapping dari database relational ke objek atau sebaliknya. Layer tersebut mengakibatkan kinernjanya lebih lambat dalam proses read, write, delete dan query [15].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian ini menyelesaikan beberapa permasalahan utama yang belum dibahas dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian ini akan membahas pembangunan system e-learning dengan menggunakan modifikasi arsitektur MVC pada framework CodeIgniter. Modifikasi tersebut dengan cara menambahkan teknologi web service SOAP pada bagian

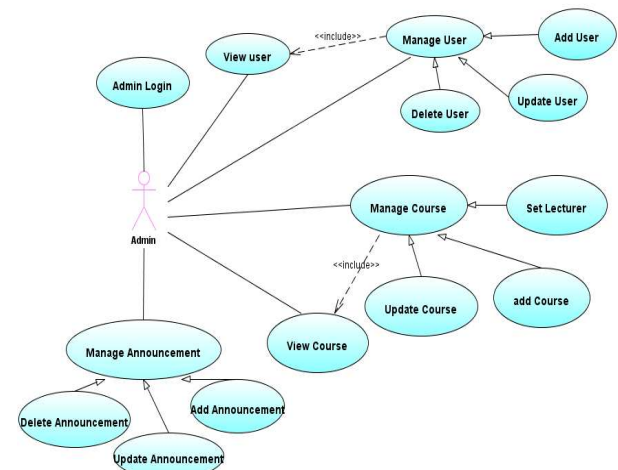
controler dari arsitektur MVC. Penambahan web service SOAP tersebut bertujuan untuk memperluas platform aplikasi smart client. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian kinerja untuk proses-proses yang umum digunakan dalam sistem e-learning yaitu *query*, *delete*, *upload* dan *download*. Pengujian dilakukan untuk client yang berbeda platform dan bahasa pemrograman dengan server e-learning. Selain itu pengujian juga dilakukan dalam jaringan telekomunikasi yang bervariasi seperti GPRS/EDGE dan CDMA.

## 2. METODE PENELITIAN

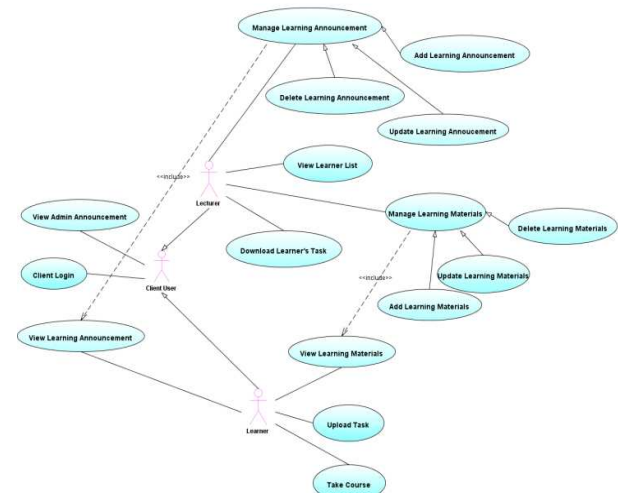
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, tahapan yang pertama adalah analisis kebutuhan sistem e-learning, perancangan arsitektur aplikasi server, perancangan database, perancangan web service, perancangan arsitektur aplikasi smart client, perancangan interface admin dan smart client dan yang terakhir implementasi dan pengujian.

### 2.1 Analisa Kebutuhan sistem

Analisa kebutuhan sistem e-learning dimodelkan menggunakan diagram UML, salah satu diagram yang digunakan adalah diagram use case. Sistem e-learning dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian pertama sistem untuk actor admin dan yang kedua sistem actor learner dan lecturer. Berikut diagram use case untuk kedua bagian yang menggambarkan fungsionalitas dari sistem e-learning tersebut.



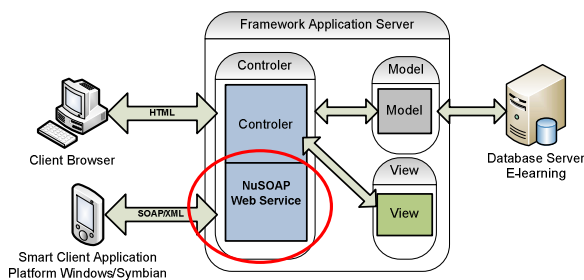
Gambar 1 : Admin Use case Diagram



Gambar 2 : Diagram Usecase lecture and learner

**2.2 Perancangan Arsitektur Aplikasi server**

Arsitektur aplikasi yang banyak digunakan saat ini adalah arsitektur Model-View-Controller (MVC). MVC merupakan sebuah konsep arsitektur aplikasi yang memisahkan layanan yang berkaitan dengan data, controller dan tampilan[16]. Salah satu framework yang mengimplementasikan arsitektur MVC adalah Framework CodeIgniter (CI). Pada framework tersebut samapai versi 2.0.2 hanya mampu memberikan dukungan untuk XML-RPC. XML-RPC mempunyai banyak kelemahan jika dibandingkan dengan SOAP. Rancangan arsitektur aplikasi server sistem e-learning dibangun menggunakan framework CodeIgniter dengan melakukan modifikasi pada bagian controller. Modifikasi tersebut dengan cara menambahkan teknologi web service SOAP. Penambahan komponen tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 3. Sedangkan implementasi web service SOAP memanfaatkan library open source NuSOAP.

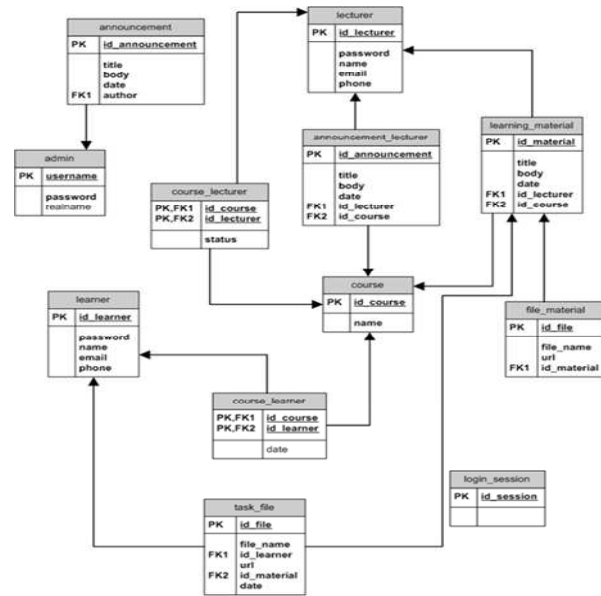


Gambar 3 : Framework aplikasi server menggunakan CI

Berdasarkan gambar 3, bagian controller framework application server terdiri atas dua sub bagian yaitu controller itu sendiri dan web service. Pada sub bagian controller berisi class-class yang didalamnya ada sejumlah method. Method tersebut digunakan untuk memproses request dari web browser (interface web yang digunakan oleh actor admin untuk manajemen e-learning). Sedangkan pada sub bagian web service, berisi class-class yang didalamnya terdapat sejumlah method untuk memproses request dari aplikasi smart client.

**2.3 Perancangan Database Relational**

Rancangan database sistem e-learning menggunakan relational database management system (RDBM) MySQL. Database ini nantinya digunakan untuk menyimpan semua data yang terkait dengan sistem e-learning seperti data lecturer, learner dan course. Rancangan database tersebut dapat ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 4 : Relasi Database

**2.4 Perancangan Web service**

Tahapan ini adalah merancang web service yang disediakan dalam komponen controller pada framework application server. Web service tersebut terdiri atas sejumlah method yang akan digunakan untuk melayani request smart client application. Berikut daftar service method yang ada dalam controller web service

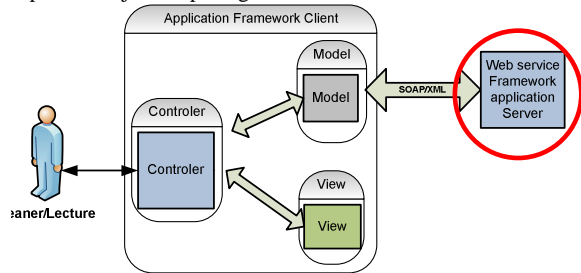
Tabel 1 : Daftar method dalam web servicie

Service	Aktor	Method
ManageLearning Material	Lecturer	add ( ) delete() update() update_select ( ) viewMaterialList ( ) viewDetail ( )
ManageLearningA nouncement	Lecturer	addAnnouncement ( ) view ( ) viewDetail ( ) delete ( ) update ( )
ViewLearnerList	Lecturer	viewLearnerList ( )
DownloadLearner Task	Lecturer	downloadTask ( )
ViewAdminAnno nouncement	Lecturer Learner	view ( ) viewDetail ( )
Course	Lecturer Learner	getCourseList ( )
Login	Lecturer Learner	validateLogin ( )
ChangePassword	Lecturer Learner	validateOldPassoword ( )
ViewCourseList	Lecturer Learner	get_lecturer_course_list ( ) get_learner_course_list ( )

**2.5 Perancangan Arsitektur aplikasi smart client**

Rancangan arsitektur smart client application, juga menggunakan konsep MVC. Konsep dari MVC pada smart client pada dasarnya sama dengan konsep pada framework application server. Hal yang membedakan dengan framework

application server adalah bagian model dan controller. Pada smart client application bagian model berhubungan dengan controller web service pada framework application server, sedangkan pada framework application server berhubungan dengan database server. Perbedaan berikutnya adalah bagian controller, pada smart client application tidak ada sub bagian web service. Berikut rancangan arsitektur aplikasi smart client seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 : Framework aplikasi smart client

**2.6 Perancangan interface admin dan smart client**

Tahapan prancangan interface adalah merupakan tahapan untuk membangun bentuk user interface dengan sistem dalam menjalankan aplikasi, sehingga pemakai mendapatkan kemudahan dalam menggunakannya. Perancangan user interface ini ada dua bagian, bagian pertama user interface berbasis web yang nantinya digunakan oleh actor admin, sedangkan bagian kedua user interface smart client application yang nantinya akan digunakan untuk interface actor learner dan lecturer.

**2.7 Implementasi dan Pengujian**

Pada tahapan ini, merupakan tahapan implementasi sistem e-learning berdasarkan hasil rancangan pada tahapan sebelumnya. Implementasi framework application server menggunakan codeIgniter versi 2.0.2 dengan menambahkan web service SOAP pada controller. Library yang digunakan untuk membangun web service SOAP adalah NuSOAP. Server database implementasinya menggunakan MySQL, web server yang digunakan menggunakan apache sedangkan implementasi pada smart client application menggunakan J2ME pada platform Symbian.

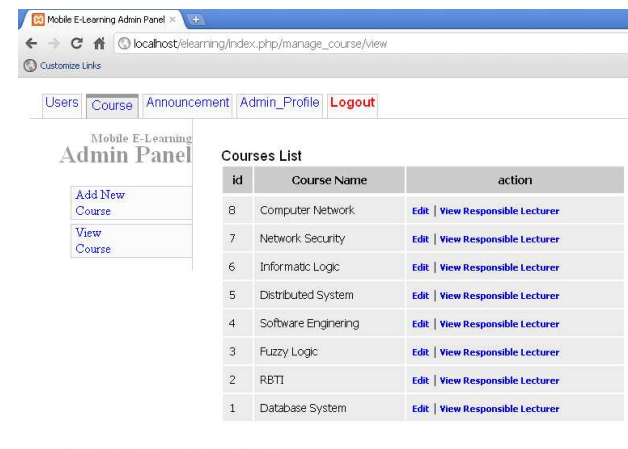
Tahapan selanjutnya adalah pengujian, tahapan ini melakukan pengujian terhadap sistem apakah sudah sesuai dengan rancangan dan apakah ada kesalahan. Jika sudah tidak ada kesalahan dilanjutkan pengujian kinerja sistem. Ukuran kinerja sistem sebatas kecepatan proses download, upload, delete dan query data dalam system e-learning. Pengujian tersebut dilakukan dalam jaringan localhost, GPRS/EDGE dan CDMA.

**3. PEMBAHASAN**

Penelitian ini menghasilkan suatu modifikasi arsitektur aplikasi MVC pada framework CodeIgniter menggunakan web service. Modifikasi dilakukan dengan menambah komponen web service pada bagian controller, penambahan tersebut mengakibatkan perubahan alur kerja framework. Alur kerja framework CodeIgniter sebelum dimodifikasi adalah, jika request dari client berbasis HTML/XHTML, maka akan dilayani bagian controller. Controller akan mengecek apakah request membutuhkan data atau tidak. Jika request membutuhkan data maka controller akan memanggil model untuk mendapatkan data dari database server. Setelah data diperoleh, kemudian memanggil view yang sesuai untuk menampilkan data yang akan dikirim menuju client. Sedangkan

jika request tidak memerlukan data, maka prosesnya dari controller langsung ke view, untuk kemudian dikirimkan ke client. Sedangkan alur kerja framework setelah dilakukan modifikasi, jika suatu client melakukan request terhadap sistem, maka akan dilayani oleh bagian controller. Jika request berbasis SOAP, maka akan dilayani controller pada sub bagian web service, selanjutnya jika web service-nya membutuhkan data dari database, maka web service akan mengambil data melalui bagian model. Artinya yang berhubungan langsung dengan database adalah bagian model. Sedangkan tampilan pada saat request client berbasis SOAP akan dilayani oleh view pada framework aplikasi smart client. Bagian view pada framework codeIgniter tidak pernah digunakan untuk request berbasis SOAP.

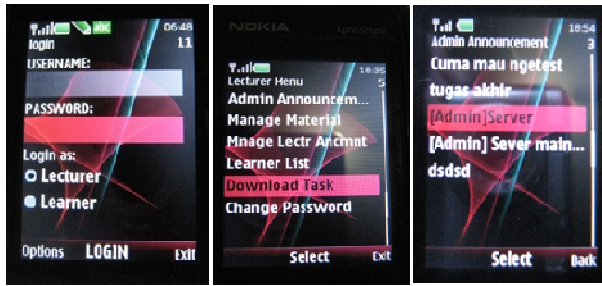
Sistem e-learning yang dihasilkan menggunakan dua jenis aplikasi client, pertama berbasis web. Aplikasi client tersebut digunakan oleh actor admin untuk mengontrol aktivitas learner dan lecturer seperti ditunjukkan dalam diagram use case pada gambar 1. Contoh tampilan aplikasi berbasis web seperti ditunjukkan pada gambar 6 berikut



Gambar 6 : User interface actor admin

Aplikasi client yang kedua adalah smart client, aplikasi ini merupakan interface bagi lecturer dan learner dalam menggunakan sistem. Contoh tampilan aplikasi ditunjukkan pada gambar 7.

Penggunaan modifikasi arsitektur MVC framework CodeIgniter dalam sistem e-learning, mampu memperluas platform aplikasi smart client. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan terbangunnya aplikasi server e-learning dengan bahasa pemrograman PHP dan berada dalam platform windows. Sedangkan aplikasi smart client yang akan memanfaatkan layanan yang disediakan server dibangun menggunakan J2ME dengan platform Symbian. Kedua sistem yang berbeda dalam platform dan bahasa pemrograman tersebut dapat terintegrasi dengan baik. Berikut user interface aplikasi smart client beserta tampilan data hasil respon server dengan platform yang berbeda ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7 : User interface aplikasi smart client

Pengujian kinerja dilakukan dengan cara menghitung waktu yang diperlukan untuk proses query, delete, upload dan download. Pengujian kinerja juga dilakukan pada berbagai jaringan telekomunikasi diantaranya yang diujikan adalah localhost, GPRS/EDGE, CDMA 384 Kbps. Sedangkan ukuran file dan jumlah pengujian sama untuk masing-masing jenis proses. Hal ini untuk melihat perbedaan pada tiap jenis pengujian pada berbagai proses dan jaringan telekomunikasi yang digunakan. File yang digunakan untuk pengujian ber-type .JPG dan berukuran 4 KByte.

Pengujian pertama pada localhost dilakukan dengan menggunakan emulator untuk menjalankan aplikasi smart client, sedangkan server web service e-learning berada dalam satu computer dengan emulator. Web Server yang digunakan adalah Apache yang terbungkus dalam XAMPP 6.3. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa proses upload memakan waktu yang paling lama dibandingkan dengan proses download dan juga proses yang lainnya. Proses yang memakan waktu paling sedikit adalah proses query.

Proses pengujian untuk jaringan telekomunikasi GPRS/EDGE, dilakukan dengan cara menginstal aplikasi smart client pada device mobile yang support dengan platform J2ME dan kedua teknologi tersebut. Hasil pengukuran diperoleh kecepatan proses upload paling besar memakan waktu dibandingkan dengan download. Sedangkan proses query juga memakan waktu yang paling kecil. Dalam pengukuran kinerja dengan menggunakan teknologi GPRS dan EDGE digabungkan, karena pada saat proses pengukuran device mobile selalu bergantian, mana sinyal yang paling kuat. Jika sinyal yang paling kuat GPRS maka koneksinya menggunakan GPRS namun jika lemah pindah ke EDGE.

Pengukuran kinerja selanjutnya adalah menggunakan teknologi CDMA dengan bandwidth 384 Kbps. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa proses upload memerlukan waktu yang paling lama dibandingkan dengan proses yang lainnya. Proses query merupakan proses yang paling singkat dalam jaringan telekomunikasi CDMA 384 Kbps

Tabel 2 : Hasil pengukuran kinerja aplikasi smart client

Aktiviti	Localhost (ms)	GPRS/EDGE (ms)	CDMA 384Kbps (ms)
Query	7	839	108
Delete	12	1446	131
Upload	58	1579	165
Download	23	1266	110

#### 4. PENUTUP

Sistem e-learning yang dihasilkan, yang dibangun dengan menggunakan arsitektur MVC termodifikasi menggunakan web service SOAP pada framework CodeIgniter, mampu memberikan perluasan platform aplikasi smart client. Hal tersebut dibuktikan dengan aplikasi smart client tidak harus menggunakan platform dan bahasa pemrograman yang sama dengan server e-learning. Sistem e-learning dibangun menggunakan PHP sedangkan aplikasi smart client dibangun menggunakan J2ME.

Hasil pengukuran kinerja aplikasi smart client yang memanfaatkan layanan tersebut, menunjukkan bahwa proses query memberikan kinerja dalam hal kecepatan proses yang paling baik dibandingkan dengan proses upload. Kinerja untuk proses upload paling rendah untuk berbagai jenis jaringan telekomunikasi yang digunakan (localhost, GPRS/EDGE dan CDMA).

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Devinder Singh dan Zaitun A.B. Mobile Learning In Wireless Classrooms. Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT). 2006. Vol. 3. No. 2;26-42
- [2] Boyinbode O. K. dan Akinyede R. O. Mobile Learning : An Application of Mobile and Wireless Technologies in Nigerian Learning System. IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security.2008. VOL.8; No.11;386-392
- [3] Morgan Stanly. Internet Trands. Sumber : <http://www.morganstanley.com/> diakses 13 April 2011
- [4] Gao, J., & dkk. Engineering Wireless-Based Software Systems and Application. Norwood: Artech House.2006.
- [5] Gartner. Survei SmartPhone Operating System 2008. Sumber : <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=910112>
- [6] Zhifen Cheng, Tinglei Huang, Jia Nong.An Extensible Development Platform for SOA-Based E-Learning System. IEEE International Conference on Computer Science and Software Engineering. China. 2008;901-904.
- [7] N.Ch.S.N.Iyengar, Jaghadeesh.R, Karthik.T.U dkk. Distributed and Learner Adaptive E-Learning System Using Service Oriented Architecture.IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. 2009. VOL.9 No.6;187-190.
- [8] Soetam RW,2010, Web Based Laboratory Task-Submitter Application Model. Jurnal Telkomnika Vol. 8., No. 1, April 2010;9-16.
- [9] Rohani JW. 2011. E-Learning for Improvement Quality of the Indonesian Human Resources. Jurnal Telkomnika Vol.5 No.2 Agustus 2007. pp.-
- [10] Andi BF, Daniel OS,Umi LY, Toshihiro K. 2008. Sistem Penilaian Otomatis Jawaban Essay Menggunakan Ontologi pada Moodle. Jurnal Telkomnika Vol. 6. No.3 . Desember 2008;167-172.
- [11] Bambang Riyanto, Muh. Tamimuddin H., dan Sri Widayati. Perancangan Aplikasi M-learning Berbasis Java. Proceeding Konferensi Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi untuk Indonesia. Bandung. 2006;386-392.
- [12] Mike Jasnowski.Java, XML, and Web Service Bible. Hungry Minds. Inc. 2002;223-225
- [13] Scott Short.Building XML Web Services for the Microsoft .NET Platform. Microsoft Press.2002;30-33.
- [14] David Parsons & Joshua N. A Web Service Architecture for Rich Content Mobile Learning Clients. Australasian Conference on Information System. Australia. 2006.

- [15] Object Oriented software Benchmarking. Sumber : <http://www.db4o.com/about/productinformation/benchmarks/> access : 8 agust 2011
- [16] Bambang Purnomosidi D.P. Web Engineering dalam Konteks Web Science : Isu Terkini dan Tantangan. Proceeding Siminar Nasional Riset Teknologi Informasi 2010. Yogyakarta. 2010;7-15 .