

Implementasi Agresive Mobile Learning Menggunakan Notifikasi Email, RSS dan SMS Berbasis MLE

Ahmad Sirojuddin¹, Candra Ahmadi², Achmad Affandi³, Djoko Suprajitno R⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro - Institut Teknologi Sepuluh Nopember. ² STMIK STIKOM Bali

¹ Kampus ITS Sukolilo Gedung B-301, Telp. (031) 5922931

Email: shiro_jdn@elect-eng.its.ac.id¹, candra@stikom-bali.ac.id², affandi@ee.its.ac.id³

Abstrak

Belajar bisa dilakukan di mana saja dan kapan saja. Hal ini dapat dilakukan karena perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Para pertumbuhan pengguna ponsel juga memiliki peran dalam mengubah gaya belajar siswa dari-berbasis desktop ke ponsel berbasis. Ada e-learning teknologi tampaknya pasif karena hanya menunggu sampai siswa atau guru untuk login. Desain Manajemen Pembelajaran Sistem agresif (LMS) ini bertujuan untuk memberikan notifikasi kepada pengguna ketika ada penambahan, update, dan penghapusan materi dalam bentuk kursus, forum, chatting, wiki atau bahan lainnya. Pemberitahuan akan dikirim sebagai Short Message Service (SMS), Really Simple Syndication (RSS) dan surat elektronik (e-mail) kepada pengguna. Rancangan sistem ini akan menggunakan teknologi layanan web sederhana untuk membuat komunikasi antara server LMS di web hosting dengan server SMS yang berada pada komputer lokal.

Kata kunci: e-learning, agresif, notifikasi, webservice

Abstract

Learning can be done anywhere and anytime. This can be done because the development of information and communication technology. The growths of mobile phone users also have a role in changing the learning styles of students from the desktop-based to mobile-based. Existing e-learning technologies seem to be passive because just wait until the student or teacher to login. The design of aggressive Learning Management System (LMS) is aimed to provide notification to users when there are additions, updates, and removal of material in the form of courses, forums, chat, wiki or other material. Notification will be sent as a Short Message Service (SMS), Really Simple Syndication (RSS) and electronic mail (e-mail) to users. The design of this system will use a simple web service technology to make communication between the LMS server in the web hosting with SMS server residing on the local computer.

Keywords: e-learning, aggressive, notification, webservice

1. Pendahuluan

Sebagian besar sistem pembelajaran yang telah dikembangkan selama dekade terakhir telah client arsitektur atau terpusat dan berbasis server [1]. Yang mencirikan pendekatan ini sebagai analog kepada siswa-guru dan repositori-sentris, yang mencerminkan sekolah di mana guru kelas bertindak sebagai konten produsen dan mahasiswa sebagai konsumen konten. Sejak akhir 1960-an, telah ada logaritmik peningkatan penggunaan telepon seluler [2]. Lebih dari 90% dari siswa Finlandia [3] dan Irlandia siswa [4], misalnya, telepon seluler sendiri. Sebuah stabil bunga telah muncul untuk menggunakan teknologi mobile di pendidikan [5],[6].

Dalam lingkungan pendidikan, siswa sering pindah dari satu tempat ke tempat [7], namun telepon seluler mereka selalu dalam jaringan dan aktif [1]. Menggunakan ponsel sebagai alat pembelajaran interaktif telah mendapatkan dukungan teknis dan keuangan karena mayoritas siswa memiliki perangkat keras yang diperlukan, perangkat lunak dan komunikasi terjadi melalui jaringan mobile yang ada, sedangkan layanan koneksi telah disediakan oleh operator seluler [8].

Mobile learning, konsep yang relatif baru, telah semakin menarik minat pendidik, peneliti, dan perusahaan yang mengembangkan pembelajaran sistem dan materi instruksional. Meskipun saat ini baru diterapkan dalam proyek skala kecil, mobile learning memiliki potensi karena berukuran kecil dan siswa akrab dengan telepon seluler meskipun terkadang mengganggu di kelas [1]. Mobile Learning

tidak memerlukan pelatihan teknologi, dan tidak mengintimidasi para pengguna. Selanjutnya, teknologi Handphone berpotensi mempromosikan, memfasilitasi, dan meningkatkan peran serta dan interaksi siswa, proses yang berfungsi sebagai sarana untuk mengakses, menemukan, mendiskusikan, dan berbagi masalah lingkungan melalui Short Message Service (SMS), Surat Elektronik (e-mail), atau Really Simple Syndication (RSS).

2. Metode Penelitian

2.1 LMS Moodle

LMS Moodle adalah sebuah perangkat lunak, dan juga anggota komunitas open source yang telah digunakan lebih dari 350.000 anggota. Didirikan pada tahun 1999 oleh Martin Dougiamas, saat ini Moodle tersedia dalam 75 bahasa dan digunakan oleh lebih dari 15 juta siswa di seluruh dunia. Moodle merupakan course management sistem (CMS) yang merupakan software Open Source yang dirancang dengan menggunakan prinsip pedagogis, yang membantu pendidik untuk menciptakan komunitas pembelajaran yang efektif. Prinsip-prinsip pedagogis ini merupakan dasar dari pembangunan komunitas sosial yang merupakan platform khusus Moodle yang cocok untuk menciptakan komunitas pembelajaran (Alier 2007).

Moodle adalah suatu Learning management system (LMS), yang diperkenalkan pertama kali oleh Martin Daugiamas, seorang computer scientist dan educator, yang menghabiskan sebagian waktunya untuk mengembangkan sebuah Learning management system di salah satu Perguruan Tinggi di Kota Perth, Australia. Moodle merupakan program aplikasi yang bersifat open source dan free (gratis) di bawah ketentuan GPL (General Public License), boleh didistribusikan atau dimodifikasi di bawah ketentuan GNU General Public License sebagaimana dipublikasikan oleh Free Software Foundation. Moodle dapat berjalan di atas berbagai web server yang support bahasa pemrograman PHP dan sebuah database. Ia akan berjalan dengan sangat baik di atas web server Apache dengan database MySQL. (Alier, 2007).

2.2 Pedagogis Mobile Learning

Mobile Learning (m-learning) adalah generasi berikutnya e-learning. Satu keuntungan adalah ketersediaan tinggi dari perangkat tersebut: sebagai contoh penetrasi pasar ponsel di Austria saat ini pada tingkat 81% dan jumlahnya terus bertambah. Hal ini dapat ditekankan bahwa mayoritas penduduk memiliki ponsel yang mereka miliki. Akibatnya, m-learning akan menjadi instrumen penting untuk lifelong learning (Andreas, 2004)

Perbedaan utama pedagogis antara kedua disiplin ini terdapat pada perbedaan antara teks dan instruksi berbasis grafis. Dimana belajar sebelumnya terjadi di depan komputer, di kelas, laboratorium, atau di rumah, sekarang dapat dilakukan dimana saja, atau pada lokasi di mana perangkat mobile yang berfungsi penuh.

2.3 Notifikasi

Ketika materi baru dibuat, dimodifikasi, atau dihapus sistem yang telah memiliki informasi siswa mengirimkan SMS, RSS dan E-mail sehingga mereka dapat informasi. Sistem ini akan memastikan siswa tetap berhubungan dengan aktivitas yang sedang berlangsung pada platform pembelajaran. (An Adaptive E-learning Framework to supporting new ways of Teaching and Learning) Adapun notifikasi yang akan dibuat terdiri dari SMS, RSS dan e-mail.

- a. Short message service atau SMS adalah mekanisme pengiriman pesan singkat yaitu tidak lebih dari 160 karakter, melalui jaringan mobile. Prinsip kerja SMS adalah Store and forward. Pesan dikirim terlebih dahulu ke Short message center (SMSC) dan disimpan, baru kemudian dikirim ke nomor ponsel tujuan. Oleh karena itu, jika ponsel tujuan dalam keadaan tidak aktif, pesan tersebut masih dapat dikirim kembali sampai batas waktu validasi karena menunggu tersimpan di SMSC. Salah satu fitur dari SMS adalah pengirim dapat mengetahui status dari pesan yang telah dikirim. Apabila ponsel penerima dalam keadaan aktif dan menerima pesan yang dikirim, maka SMSC akan mengirimkan pesan bahwa SMS telah diterima.
- b. RSS feed digunakan untuk mempublikasikan update dengan konten ke situs web, seperti berita, blog, dll. Teknologi ini menyediakan mekanisme untuk melacak perubahan isi dengan cara otomatis dan tetap mengikuti perubahan peristiwa. Karena sifat phemeral dari headline berita, RSS feed biasanya perlu hanya berisi item yang mencakup hari lalu atau dua. Hal ini memastikan bahwa volume dari RSS feed disimpan ke minimum dan membuatnya mudah bagi pengguna untuk mengidentifikasi item kepentingan khusus.
- c. Notifikasi melalui email dipandang sebagai alternate memberikan informasi kepada siswa mengenai materi baru di situs e-learning. Saat ini email dapat dibaca melalui perangkat seluler dengan mudah. Email pada telepon seluler juga dapat menggunakan teknologi POP3 sehingga email dapat langsung

masuk ke ponsel tanpa perlu mengunjungi situs penyedia email terlebih dahulu. Komunikasi antara server email pada web e-learning dengan email provider menggunakan protocol Simple Mail Transfer Protocol (SMTP).

2.4 Mode Pengiriman Flash SMS

Menurut standart yang dikeluarkan oleh European Telecommunications Standards Institute (ETSI) GSM 03.38. Terdapat beberapa pembagian class SMS. Class tersebut ditentukan oleh bit pertama dan kedua.

Ketika perangkat mobile mendapati bahwa pesan tersebut diakhiri dengan angka 0 dan Mobile Station (MS) memiliki kemampuan menampilkan pesan singkat, maka MS akan segera menampilkan pesan dan mengirim pemberitahuan kepada Mobile Switching Center (MSC) bahwa pesan telah berhasil mencapai MS terlepas apakah ada memori yang tersedia dalam SIM atau Mobile Equipment (ME). Pesan tidak akan secara langsung disimpan pada SIM atau ME. Pengguna diberikan pilihan untuk menyimpannya atau mengabaikannya setelah membaca pesan tersebut.

Pada penelitian ini, bentuk notifikasi SMS yang dipakai adalah flash SMS. Pertimbangan yang dipilih adalah flash sms tidak memaksa MS untuk mentimpan SMS.

Tabel 1: Pembagian Class SMS Menurut ETSI

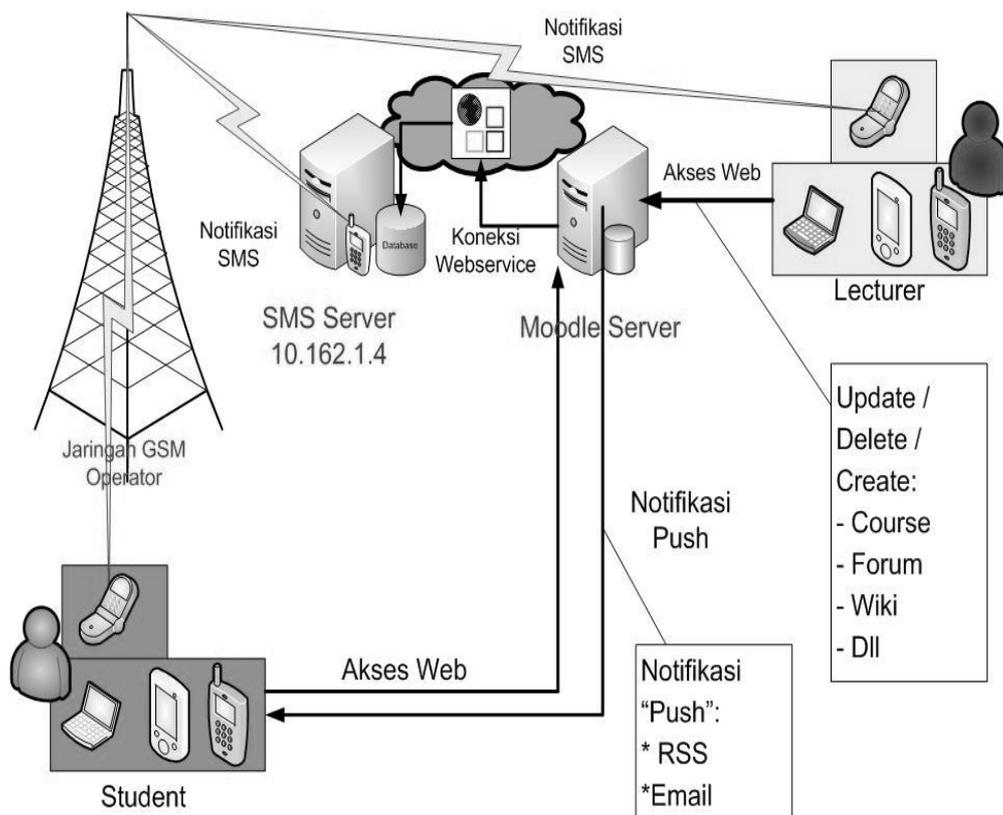
Bit 1	Bit 2	Class SMS
0	0	Class 0 / Flash SMS
0	1	Class 1 Default meaning: ME-specific.
1	0	Class 2 SIM specific message
1	1	Class 3 Default meaning: TE specific (see GSM TS 07.05)

2.5 Perancangan Agresive Mobile Learning

Agresive Mobile Learning dirancang dengan menggunakan 3 jenis notifikasi yang berguna untuk mengingatkan penggunanya mengenai adanya update course pada situs e-learning. Update ini terdiri dari SMS, RSS, dan E-mail. Notifikasi update menggunakan SMS diletakkan pada server dedicated tanpa IP public namun tetap terkoneksi dengan jaringan internet. Server e-learning yang diinstall MOODLE diletakkan pada shared webhosting untuk mempermudah setting pengiriman email menggunakan SMTP dan pengiriman RSS.

Letak server e-learning yang berada pada webhosting shared tidak memungkinkan dilakukannya akses root ke server. Hal ini menyebabkan tidak dimungkinkannya sinkronisasi database menggunakan metode R-sync. Masalah ini dapat diatasi dengan membuat sebuah webservice. Pada server e-learning, dibuat beberapa table tambahan yang berisi data-data yang dibutuhkan untuk pengiriman SMS kepada pengguna. Data-data ini antara lain nama pengguna, nomor ponsel pengguna, dan nama course. Hasil dari webservice pada sisi server e-learning berupa file xml yang akan diparsing oleh server SMS gateway untuk kemudian dikirim ke pengguna berupa layanan pesan singkat (SMS). Gambaran mengenai rancangan aggressive Mobile Learning ini dapat dilihat pada gambar 1.

Akses web ke server e-learning dapat dilakukan melalui Desktop, Laptop, maupun device mobile seperti smartphone, PDA, dll. Akses langsung ke webserver dari perangkat dengan resource besar dapat dilakukan melalui alamat <http://www.rekayasainternet.info> sedangkan akses melalui perangkat mobile dengan keterbatasan sumber daya dapat melalui <http://m.rekayasainternet.info> yang sudah dilengkapi dengan antar muka yang sesuai untuk perangkat mobile.



Gambar 1: Desain Agresive Moodle

2.6 Skema Webservie Server MOODLE dengan Server SMS Gateway

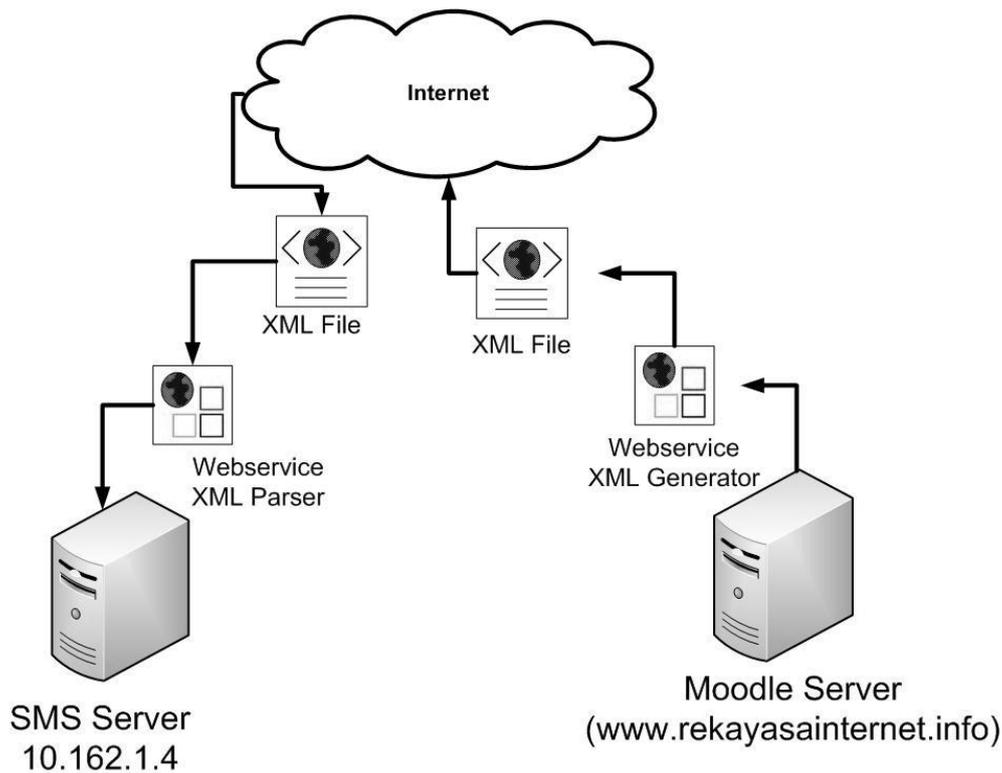
Keterbatasan hak akses ke server shared hosting menjadi suatu tantangan untuk membangun sebuah sms gateway. Namun hal ini dapat diatasi dengan pembuatan layanan webservice dari server e-learning. Adapun skema layanan webservice sederhana yang dibuat dapat dilihat pada gambar 2:

Server e-learning yang telah diinstall MOODLE dan dilengkapi dengan antar muka mobile juga dilengkapi dengan script PHP sederhana untuk menghasilkan sebuah file (Extensible Markup Language) XML. Server SMS gateway yang berperan sebagai slave akan mengakses file xml yang telah dihasilkan oleh server melalui koneksi internet. XML yang berhasil dibaca kemudian akan diparsing menjadi beberapa variable dan dimasukkan ke database. Untuk mengetahui adanya update pada server, client dilengkapi dengan software autorefresh yang akan memeriksa perubahan pada server secara berkala.

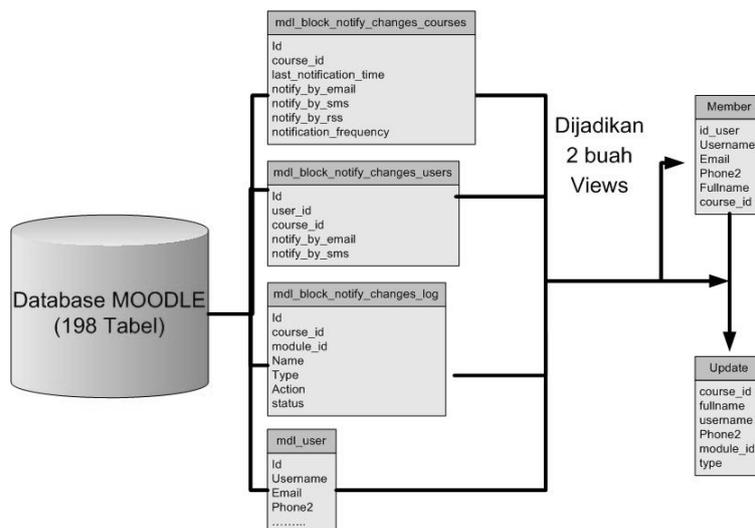
2.7 Pembuatan Views Pada Database MOODLE

Database MOODLE terdiri dari 198 tabel yang saling terhubung satu sama lain. Sedangkan kebutuhan data untuk SMS gateway hanya spesifik pada informasi data tentang pengguna, seperti nama pengguna, nomor posel pengguna, nama course, dan jenis course. Pembuatan views bertujuan untuk memberikan efisiensi dalam pembuatan file XML pada server Moodle. Adapun skema pembuatan views ditunjukkan pada gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan adanya 3 tabel tambahan yang dibuat dengan tujuan mengambil korelasi antara pengguna, course yang diikuti, dan course apa saja yang memiliki update. Operasi joint dilakukan pada table yang baru dibuat dengan table-table lain yang sudah ada untuk menghasilkan 2 buah view yang bernama member dan update. Kedua buah view inilah yang nantinya dipakai sebagai sumber data singkat untuk menjadi XML. Views dipilih karena sifatnya yang dinamis dan akan langsung melakukan update saat table dijadikan referensi melakukan update.



Gambar 2: Skema Webservice dari Server MOODLE dengan SMS Gateway



Gambar 3: Skema Tabel-tabel yang Dipakai untuk Membuat Views.

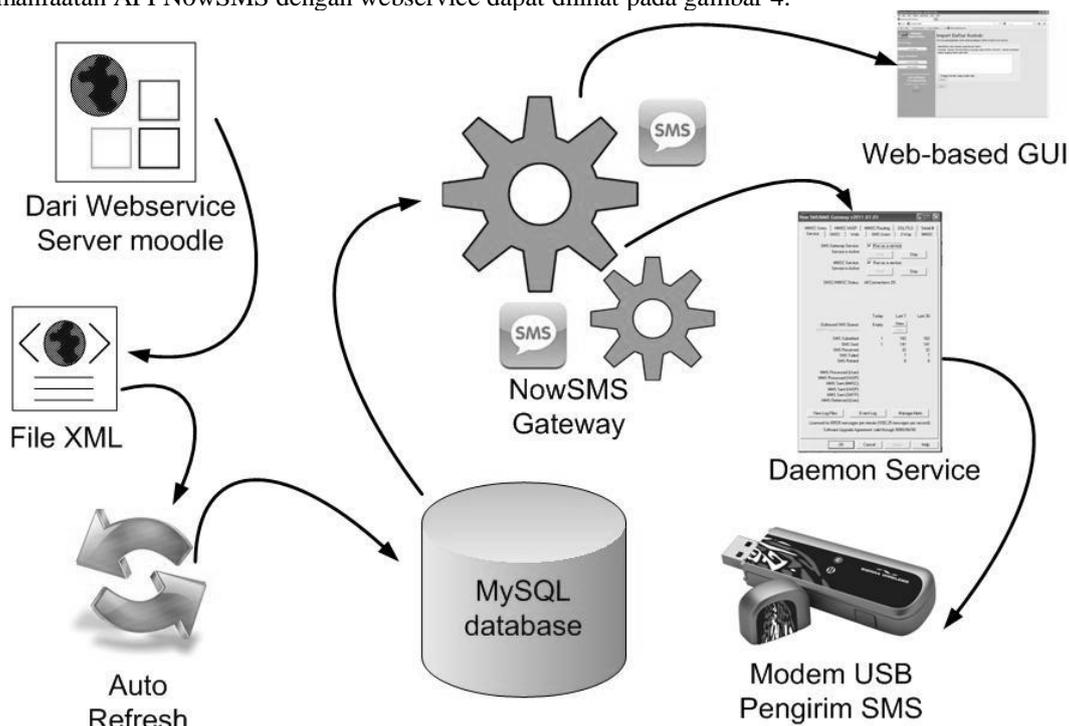
Gambar 3 menunjukkan adanya 3 tabel tambahan yang dibuat dengan tujuan mengambil korelasi antara pengguna, course yang diikuti, dan course apa saja yang memiliki update. Operasi joint dilakukan pada table yang baru dibuat dengan table-table lain yang sudah ada untuk menghasilkan 2 buah view yang bernama member dan update. Kedua buah view inilah yang nantinya dipakai sebagai sumber data singkat untuk menjadi XML. Views dipilih karena sifatnya yang dinamis dan akan langsung melakukan update saat table dijadikan referensi melakukan update.

2.8 Konfigurasi Software SMS Gateway dengan Webservice

Pada awal penelitian ini, kami menggunakan Gammu sebagai software SMS gateway. Alasan utama pemilihan Gammu adalah lisensi software ini yang free dan open source. Namun daemon Gammu ini kurang stabil jika bekerja dengan modem USB Sierra Wireless 301 yang kami pakai. Service yang berjalan hanya mampu bertahan kurang lebih 5 menit kemudian mati.

Sebagai solusi, kami menggunakan NowSMS versi trial 30 hari sebagai software SMS gateway. NowSMS memiliki daemon yang lebih stabil dan bisa bekerja dengan baik menggunakan modem USB Sierra Wireless 301. Seperti software SMS gateway lainnya, NowSMS memiliki persyaratan minimal modem yang dapat digunakan. Modem yang dipakai sebagai pengirim SMS harus memiliki port AT Command yang terbuka. AT command adalah suatu fasilitas yang memungkinkan koneksi hardware dengan Command Line Interface (CLI).

NowSMS memiliki sebuah Application Program Interface (API) yang memungkinkan developer menggunakannya untuk berbagai layanan SMS. Salah satu fitur API NowSMS yang kami pakai adalah URL command. Fitur ini memungkinkan kami mengirimkan SMS dengan mengetikkan perintah pada URL di web browser. Perintah ini yang selanjutnya akan member trigger kepada NowSMS untuk mengirimkan pesan kepada pengguna yang dalam hal ini adalah peserta e-learning. Gambaran pemanfaatan API NowSMS dengan webservice dapat dilihat pada gambar 4.



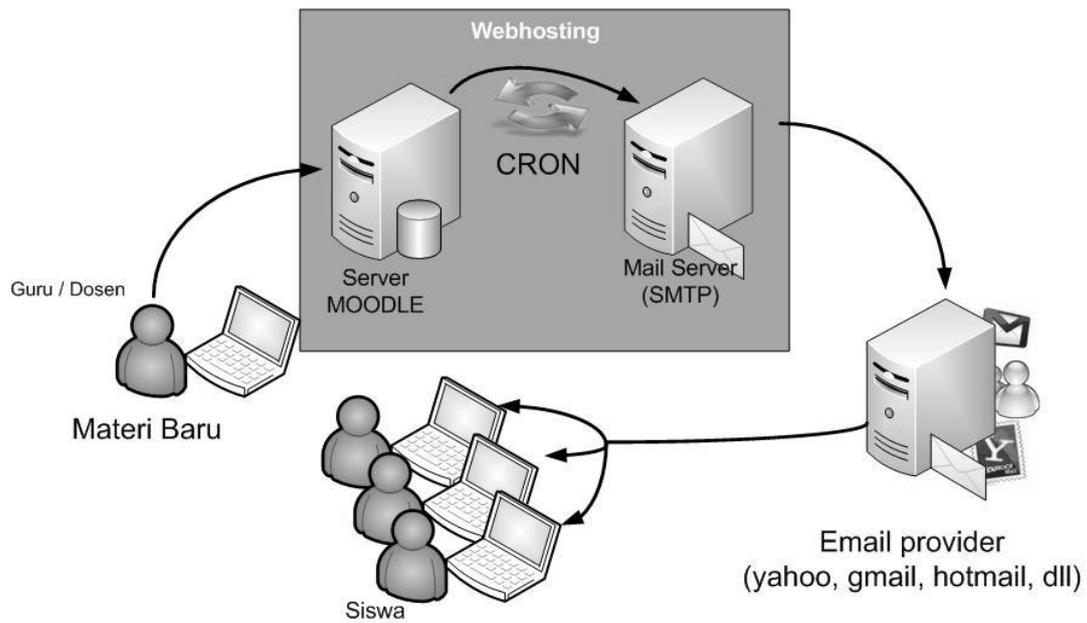
Gambar 4: Desain SMS Gateway

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil webservice digunakan untuk mengkonfigurasi URL command yang akan dieksekusi dengan sebuah file PHP. Data paling penting yang didapat dari layanan webservis adalah nomer ponsel pengguna yang akan menjadi nomor tujuan pengiriman SMS yang dikirim oleh NowSMS. Data pendukung lainnya adalah jenis materi yang dibuat, diupdate, atau dihapus.

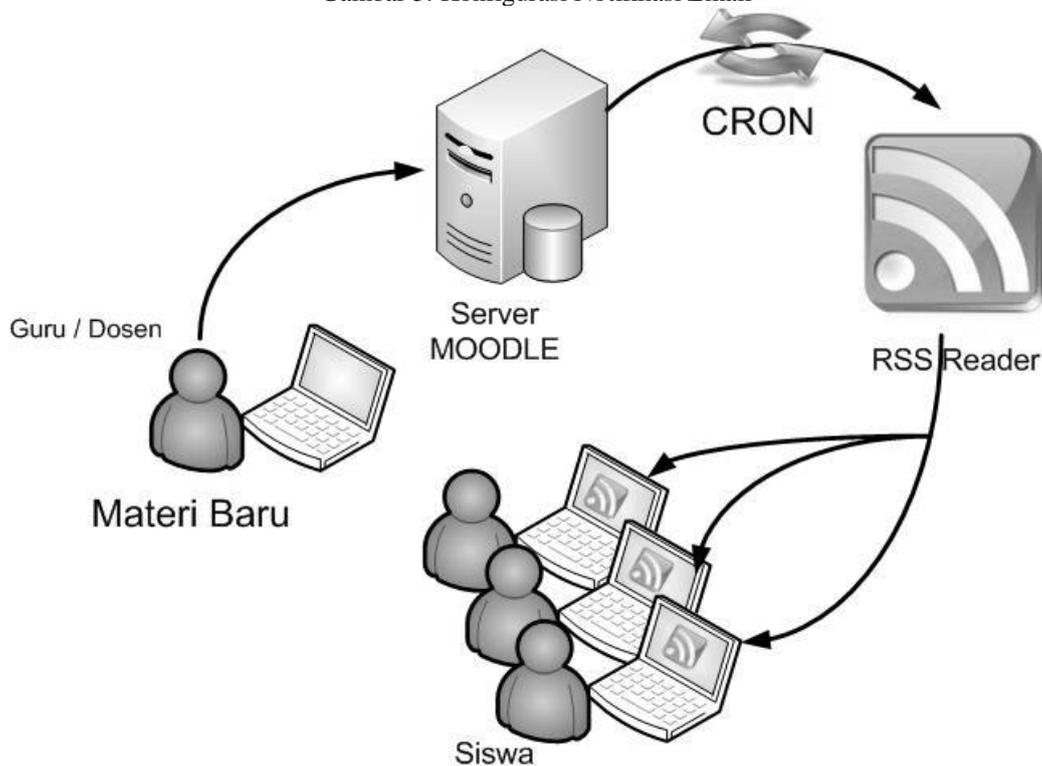
2.9 Konfigurasi Notifikasi Email dan RSS

Ketika guru melakukan update pada course, maka table notifikasi yang telah dibuat akan melakukan update dan selanjutnya akan dikirim pada peserta course melalui email maupun RSS. Pada notifikasi menggunakan email, data course terbaru akan dikirim kepada email pengguna menggunakan SMTP ke server penyedia email yang dipakai oleh pengguna. Selanjutnya email ini dapat dibaca oleh pengguna melalui webbased maupun melalui POP3 sehingga dapat segera masuk ke perangkat pengguna. Beberapa perangkat smartphone seperti Blackberry maupun Android menyediakan layanan push mail yang membuat penggunanya dapat membaca email seketika setelah update dilakukan. Konfigurasi Notifikasi melalui Email dapat dilihat pada gambar 5.

Update juga akan dikirim melalui RSS kepada peserta course. RSS ini dapat dibaca menggunakan RSS reader pada perangkat computer maupun ponsel. Adapun konfigurasi notifikasi melalui RSS dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Konfigurasi Notifikasi Email



Gambar 6: KONfigurasi Notifikasi RSS

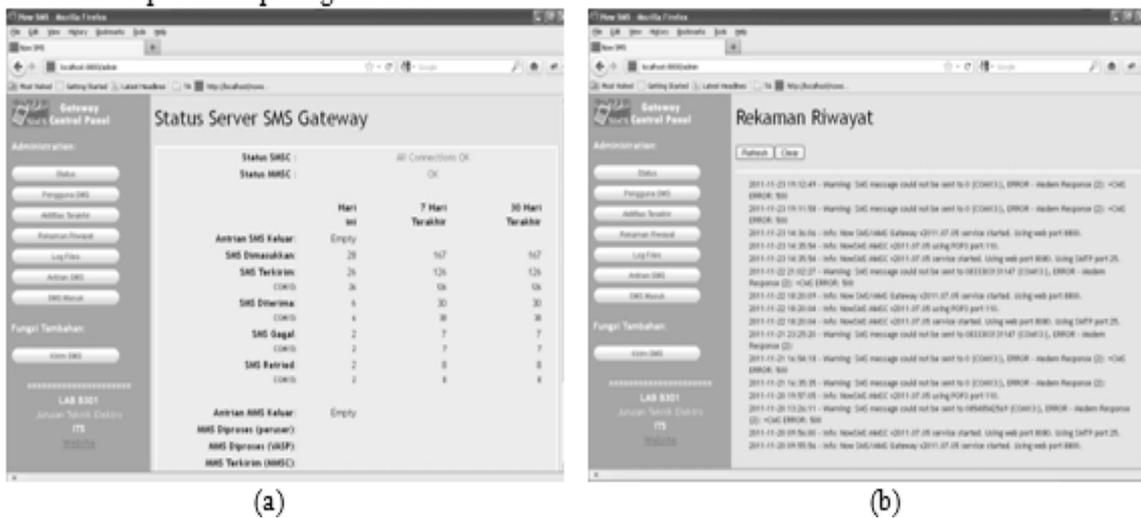
Gambar 5 dan 6 memperlihatkan adanya peran dari cron untuk menjadwalkan kapan update akan di cek. Cron berfungsi layaknya auto refresh untuk sebuah file yang dilakukan oleh server. Setting cron dapat disesuaikan dengan tingkat kunjungan situs e-learning. Semakin ramai kunjungan, tentu frekuensi update pada materi akan semakin cepat dan menuntut notifikasi lebih sering dikirim pula.

3. Hasil dan Analisis

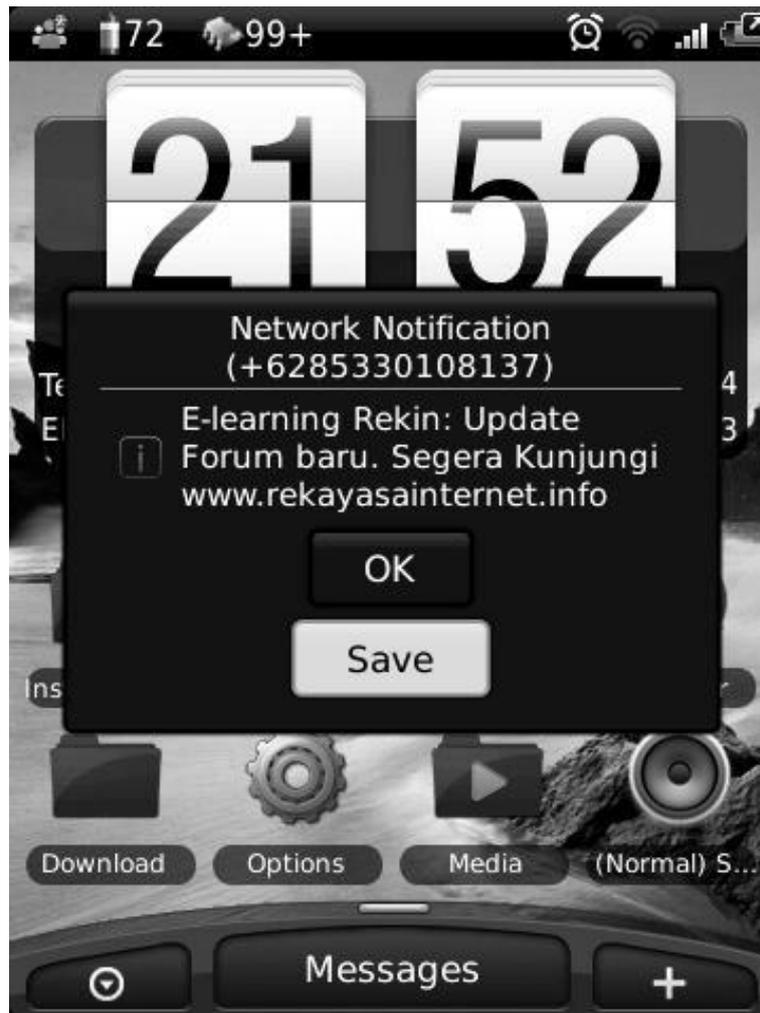
Desain yang telah dibuat kemudian diimplementasikan pada sebuah domain dengan nama <http://rekayasainternet.info>. Alamat ini juga dapat diakses dalam format mobile-friendly melalui alamat <http://m.rekayasainternet.info>. Server SMS gateway diletakkan pada satu jaringan private di Lab Jaringan Telekomunikasi elektro ITS dengan alamat IP: 10.162.1.4:8080.

Server SMS gateway yang dirancang telah berhasil mengirimkan SMS dengan mode flash SMS. Telah dibuat pula General User Interface (GUI) untuk mempermudah admin melakukan pengaturan terhadap sms yang masuk. Tampilan GUI untuk admin dapat dilihat pada gambar 7.

Administrator SMS gateway dapat melakukan pengawasan terhadap status server. Administrator juga dapat melihat rekaman riwayat / log yang terjadi pada server. Adapun tampilan SMS yang diterima oleh pengguna dapat dilihat pada gambar 8. Informasi yang dikirim melalui SMS hanya garis besar saja, mengingat terbatasnya jumlah karakter yang dapat dikirim melalui SMS.



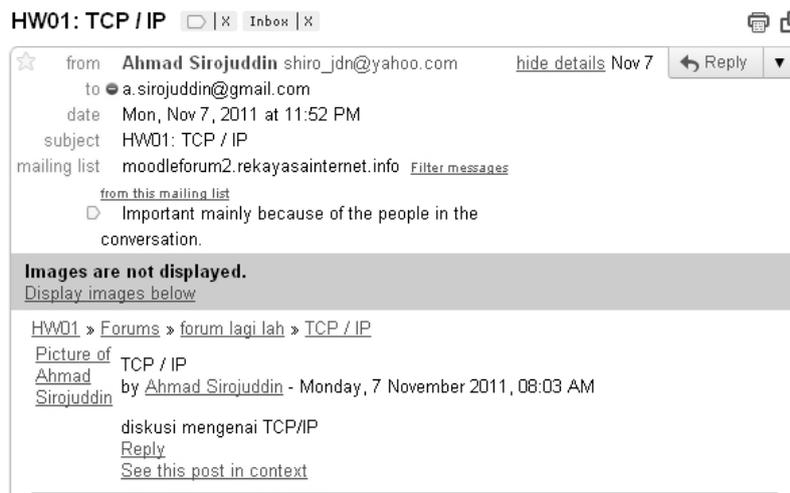
Gambar 7. (a) Tampilan Monitoring Status Layanan SMS; (b) Tampilan Rekaman Riwayat / Log yang terjadi pada server SMS Gateway



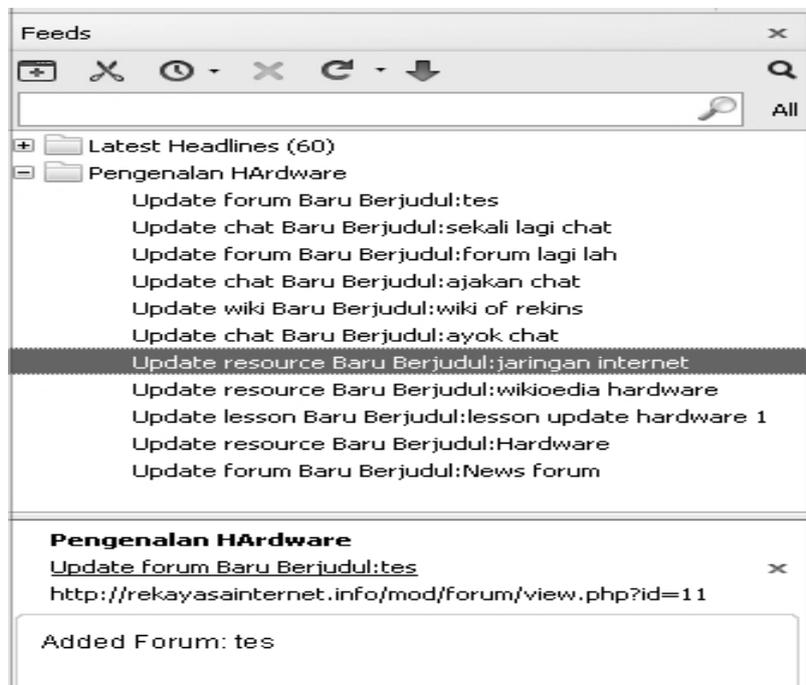
Gambar 8:Tampilan Flash SMS yang Diterima oleh Pengguna

Notifikasi dalam bentuk email juga dikirimkan kepada pengguna e-learning. Notifikasi berupa email memiliki data yang lebih komplit karena tanpa dibatas jumlah karakter. Tampilan notifikasi yang dikirim melalui email dapat dilihat pada gambar 9.

Notifikasi Melalui RSS dapat dibaca melalui RSS reader. Pada penelitian ini dipakai RSS reader berupa ads-on dari web browser Firefox. Tampilan dari RSS yang diterima oleh pengguna dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 9. Notifikasi Email yang Diterima oleh Pengguna



Gambar 10. Tampilan RSS Reader pada Browser Firefox

Pengukuran throughput dilakukan pada pengujian proses sinkronisasi server MLE yang berada pada webhosting dengan server SMS yang berada pada jaringan local. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan koneksi internet pada media kabel RJ45. Melalui throughput dapat dilihat kualitas jaringan terhadap data yang dikirimkan atau disinkronisasikan secara baik atau buruk. Semakin besar throughput yang didapatkan, maka semakin optimal transmisi data yang dilakukan dalam jaringan. Pengamatan dilakukan dengan variasi ukuran file XML yang dikirimkan melalui webservice. Capture throughput dilakukan dengan bantuan perangkat lunak wireshark. Adapun data yang di-capture adalah data yang melalui protocol TCP dengan melakukan filter hanya pada data yang berasal dari alamat IP server MLE dan alamat serverSMS.

Pada gambar 12 di bawah ini menunjukkan perbandingan throughput yang dihasilkan pada pengukuran layanan webservice dengan 4 jenis variasi bandwidth yakni 1,2,5, dan 10 kbps. Grafik juga dibedakan berdasarkan ukuran file yang dikirim. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai bandwidth maka semakin tinggi pula throughput yang diperoleh. Ukuran file tidak mempengaruhi nilai throughput yang didapatkan.



Gambar 12. Grafik perbandingan hasil troughput layanan webservice dengan variasi bandwidth dan ukuran file

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil awal yang didapatkan, dapat diambil beberapa kesimpulan:

- MOODLE dapat diubah menjadi sebuah piranti Mobile Learning yang agresif dengan menambahkan notifikasi untuk mengingatkan pengguna mengenai adanya update baru.
 - Dengan menggunakan Flash SMS, maka kita dapat menekan biaya pembelajaran jarak jauh, karena device yang dibutuhkan juga sederhana.
 - Dengan penambahan ini maka proses pembelajaran akan semakin baik dan lancer, karena pembelajaran dapat dilaksanakan kapan saja dan dimana saja.
- Sedangkan saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian dan percobaan adalah,
- Pengembangan ini masih dapat terus dilakukan dengan menambahkan aplikasi yang lain seperti QR Code, AR Code, Video serta voice.
 - Hasil ini merupakan hasil awal yang sudah di ujicobakan dan akan menjadi pondasi dalam pengembangan sistem selanjutnya.

Daftar Pustaka:

- [1] N. Cavus, H. Uzunboylu, A COLLABORATIVE MOBILE LEARNING ENVIRONMENTAL EDUCATION SYSTEM FOR STUDENTS, CIMCA 2008, IAWTIC 2008, and ISE 2008
- [2] S.J.H. Yang, "Context aware ubiquitous learning environments for peer-to-peer collaborative learning", Educational Technology & Society, 9(1) (2006), pp. 188-201.
- [3] R. Ling, and Vaage, O. F. "Internet og mobiltelefon: Ikke lenger bare for de få", Samfunnspeilet, 6 (2000), Statistisk sentralbyrå.
- [4] M. Divitini, O.K. Haugalokken, and P.A. Norevik, Improving communication through mobile technologies: Which possibilities? Paper presented at the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, 2002, Växjö, Sweden.
- [5] S. Hegarty, "Can't live with them, can't live without them", Irish Times, (2004), p. 17, Dublin, Ireland
- [6] F. Chen, B. Myers, and D. Yaron, Using handheld devices for tests in classes, (July 2000), Tech. Rep. CMUCS-00-152, Carnegie Mellon University School of Computer Science, and Tech. Rep. CMU-HCII-00-101, Human Computer Interaction Institute.

- [7] J. Roschelle, and R. Pea, "A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change CSCL". In G. Stahl (Ed.). *Proceedings of Computer Support for Collaborative Learning, 2002*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum & Associates.
- [1] M. Muhlhauser, and C. Trompler, *Learning in the digital age: Paving a smooth path with digital lecture halls*. In *IEEE 35th Hawaii International Conference on System Sciences, 2002*, Hawaii.