

PENERAPAN TEKNOLOGI CLOUD COMPUTING DI UNIVERSITAS

Studi Kasus: Fakultas Teknologi Informasi UKDW

Erick Kurniawan

Abstrak

Teknologi Cloud Computing adalah paradigma baru dalam penyampaian layanan komputasi. Cloud Computing memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sistem konvensional. Artikel ini membahas tentang arsitektur cloud computing secara umum dan beberapa contoh penerapan layanan cloud computing beserta manfaatnya di lingkungan universitas. Studi kasus yang diambil adalah penerapan layanan cloud computing di Fakultas Teknologi Informasi UKDW.

Kata Kunci : *cloud computing, arsitektur cloud computing, cloud computing* untuk pendidikan, *cloud computing* di universitas.

1. Pendahuluan

Peran yang dimiliki oleh Perguruan Tinggi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masyarakat pada suatu negara sudah tidak diragukan lagi. Kolaborasi yang terjadi antara universitas, pemerintah, industri, peneliti, dan mahasiswa telah terbukti memberi kontribusi dan dampak yang nyata pada masyarakat dan memberi dampak yang signifikan pada dunia ekonomi. Dalam beberapa tahun terakhir, universitas bertransformasi menjadi universitas yang berbasis riset (Mircea M., GhilicMicu B, & Stoica M, 2011). Universitas tersebut menggunakan infrastruktur berbasis IT sebagai pondasi untuk aktivitas belajar mengajar dan riset berbasis ilmu pengetahuan. Seiring dengan evolusi teknologi yang terjadi, banyak bentuk layanan edukasi tradisional yang bertransformasi menjadi bentuk online. Layanan tersebut membutuhkan infrastruktur IT yang handal, menggunakan teknologi yang tepat guna, memberi jaminan skalabilitas untuk digunakan oleh banyak pengguna, memiliki performa yang handal dan memiliki keamanan akses yang baik.

Perguruan tinggi di Indonesia masih menghadapi banyak tantangan untuk mengadopsi teknologi baru untuk mendukung layanan pendidikan yang berkualitas. Proses adaptasi teknologi baru pada PT berjalan relatif lambat, salah satunya dikarenakan mahalnya pengadaan infrastruktur IT. Transformasi yang dilakukan membutuhkan biaya dan investasi yang sangat besar yang tentu saja sulit untuk dipenuhi oleh kebanyakan perguruan tinggi di Indonesia yang mempunyai keterbatasan dana. Dana hibah dari pemerintah juga dirasa tidak cukup dan tidak semua dana hibah tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk infrastruktur IT. Dengan kondisi finansial yang terbatas departemen IT dari perguruan tinggi di Indonesia dituntut untuk mengelola dan mengalokasikan anggaran secara efektif dan efisien.

Beberapa tahun terakhir konsep Cloud Computing sudah banyak menarik minat dunia industri dan pendidikan. Solusi berbasis cloud sepertinya menjadi kunci bagi organisasi IT yang mempunyai masalah keterbatasan anggaran (Teng & Magoules, 2010). Cloud Computing merupakan paradigma yang baru dalam komputasi terdistribusi menyajikan banyak ide, konsep, teknologi, dan tipe arsitektur yang disajikan secara service-oriented. Menurut Foster Cloud Computing adalah “Paradigma komputasi terdistribusi dalam skala yang besar yang dilatar belakangi oleh faktor ekonomi, yang mana berisi kumpulan dari virtualisasi abstrak, skalabilitas yang dinamis, pengaturan kekuatan komputasi, tempat penyimpanan, platform, dan layanan yang dapat diakses sesuai dengan kebutuhan oleh pelanggan eksternal melalui media Internet” (Foster et al., 2008).

Pengguna dapat mengakses sumber daya tersebut melalui koneksi jaringan Internet berkecepatan tinggi tanpa harus terkoneksi secara langsung dengan perangkat keras yang menyimpan sumber daya tersebut. Karena proses komputasi berada pada *remote server*, maka kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengakses sumber daya lebih rendah, yang mana dapat mengurangi biaya dan proses perawatan (Erenben, 2009). Untuk beberapa alasan yang telah disebutkan maka seharusnya Cloud Computing menjadi solusi yang menarik bagi perguruan tinggi di Indonesia yang ingin mengurangi anggaran dibidang IT.

Mahasiswa saat ini tidak dapat hidup jauh dari Internet. Melalui program seperti facebook, twitter, instagram, dan gmail, mahasiswa sudah terbiasa untuk menggunakan layanan teknologi berbasis cloud computing (Ercan, 2010). Oleh sebab itu mahasiswa berharap untuk dapat mengakses layanan teknologi digital di lingkungan kampus dimanapun dan kapanpun, termasuk layanan cloud yang mendukung media sosial. Sebagai tambahan, ada beberapa riset yang menunjukkan bahwa solusi berbasis cloud sangat efektif untuk mendukung pembelajaran yang kooperatif dan kolaboratif (Thorsteinsson, 2010).

Dari data statistik yang diperoleh pada penelitian di lingkungan universitas, ditemukan bahwa dengan menggunakan Cloud Computing maka 40% biaya dapat direduksi tanpa mengurangi efektifitas, juga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya. Sudah dibuktikan bahwa penggunaan pembelajaran eletronik berbasis cloud akan meningkatkan waktu belajar dari 25% sampai dengan 50% (Praveena & Betsy, 2009).

2. Metode

Untuk mengetahui arsitektur dan penerapan strategi teknologi Cloud Computing pada Universitas, akan digunakan metode studi literatur. Pencarian literatur dengan topik cloud computing dan edukasi dilakukan dengan mencari artikel dari jurnal IEEE dan ScienceDirect selama periode tahun 2009 sampai dengan tahun 2012. Kata kunci yang digunakan adalah “cloud computing”, “cloud in education education”, “cloud architecture”, “cloud strategy” dan “cloud in university”. Dari hasil pencarian di kedua jurnal dengan kata kunci yang sudah ditentukan, maka ditemukan lebih dari 50 artikel. Dari hasil pencarian tersebut kemudian dipilih artikel yang memang memiliki korelasi kuat dengan topik yang akan dibahas yaitu penerapan teknologi cloud computing di Universitas. Cara penyaringan artikel tersebut adalah dengan membaca bagian abstrak keyword. Selain menggunakan data yang diperoleh dari studi literatur di jurnal, metode pendukung yang digunakan adalah dengan melakukan pengamatan penerapan teknologi cloud computing di Universitas dengan mengambil studi kasus penerapan cloud computing pada Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana.

3. Karakteristik Cloud Computing

Definisi dari cloud computing masih bervariasi dan banyak orang masih tidak sepaham tentang apa itu cloud computing. Untuk aplikasi dan pengguna IT, cloud computing merupakan ItaaS (IT as a services). Menyediakan layanan komputasi, penyimpanan data, dan aplikasi dapat diakses melalui media Internet dari pusat data yang tersentralisasi. Untuk pengembang aplikasi Internet, cloud computing adalah platform pengembangan aplikasi berbasis Internet yang *scalable*. Untuk penyedia jasa layanan infrastruktur, cloud computing merupakan pusat data terdistribusi yang sifatnya masif dan terkoneksi dengan IP jaringan (G. Lin et al., 2009). Perbedaan pandangan tersebut secara jelas terefleksikan dalam layanan yang disediakan oleh penyedia layanan cloud seperti Google, Microsoft, dan Amazon (J. Cappos, et al., 2009).

Secara umum ada tiga jenis tipe layanan pada cloud computing, dimana pada ketiga arsitektur tersebut pengguna tidak mengatur secara langsung yaitu:

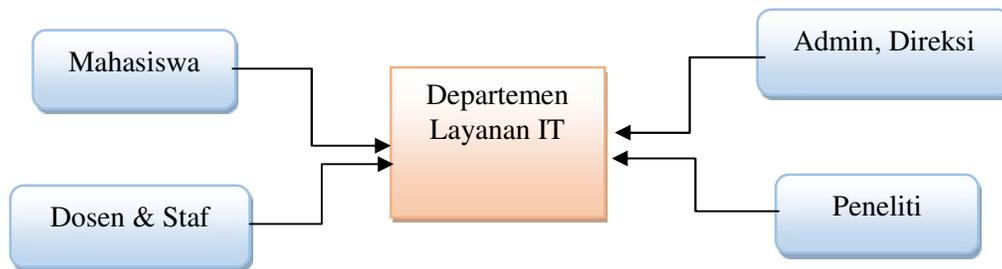
- Infrastructure as a Service (IaaS): IaaS menyediakan layanan sampai pada level Sistem Operasi. Jadi pengguna dapat memilih sistem operasi yang akan digunakan dalam bentuk virtual machine. Pengguna juga dapat mengatur sumber daya untuk alokasi hardware seperti ukuran memory, ukuran hardisk, dan ukuran processor. Contoh dari layanan IaaS adalah Microsoft Azure IaaS, Amazon EC2, Rackspace Cloud, dan Open Stack.
- Platform as a Services (PaaS): PaaS menyediakan layanan pada level platform, jadi pengguna tidak lagi direpotkan dengan instalasi sistem operasi, web server, database server, dan aplikasi lainnya. Penyedia layanan PaaS sudah menyediakan sistem operasi lengkap beserta aplikasi yang dibutuhkan untuk *hosting* aplikasi seperti web server dan database server. Pengguna dapat mengunggguh aplikasi yang dibuat melalui panel kontrol yang sudah disediakan. Pengguna juga dapat memilih paket sesuai kebutuhan untuk kebutuhan aplikasi kecil dengan pengguna terbatas, hingga aplikasi dengan pengguna yang besar. Conton dari layanan PaaS adalah: Microsoft Azure PaaS (IIS, ASP.NET, Open Source technology), Google App Engine, Amazon Elastic Beanstalk, Cloud Foundry, dan Heroku.
- Software as a Service (SaaS): SaaS menyediakan layanan langsung kepada pengguna dalam bentuk aplikasi yang sudah jadi. Bentuk layanan aplikasi yang ditawarkan seperti layanan aplikasi office, email, layanan penyimpanan data, dll. Contoh layanan SaaS adalah: Office 365, Gmail, Google Docs, DropBox, dan Salesforce.

| On | IaaS | PaaS | SaaS |
|-------|-------|-------|-------|
| Appli | Appli | Appli | Appli |
| Runti | Runti | Runti | Runti |
| App | App | App | App |
| OS | OS | OS | OS |
| Hard | Hard | Hard | Hard |

Gambar 1. Jenis layanan pada Cloud Computing, warna biru menandakan bagian tersebut dioperasikan oleh pengguna, dan warna merah dioperasikan oleh penyedia layanan cloud

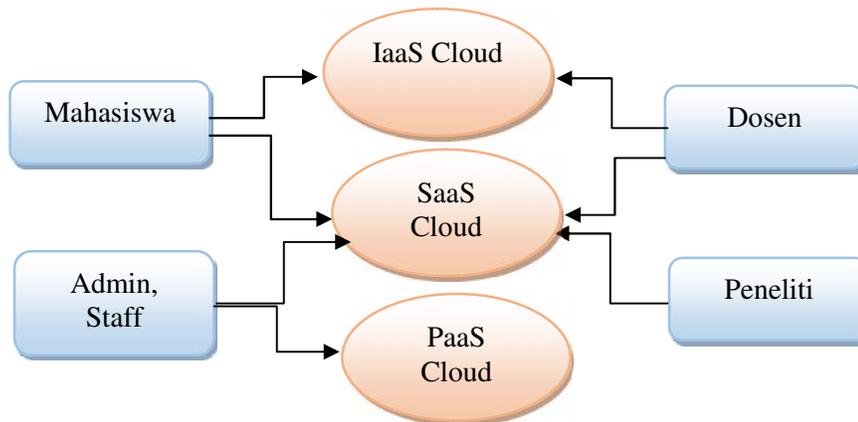
4. Manfaat Cloud Computing untuk Universitas

Banyak manfaat dari penerapan cloud computing di Universitas. Manfaat ini dirasakan langsung oleh semua pihak yang terlibat dalam lingkungan universitas seperti mahasiswa, dosen, staf IT, staf administratif, hingga jajaran direksi universitas. Namun tidak semua pihak mendapatkan manfaat yang sama dari cloud computing, ada yang merasakan manfaat dari sisi peningkatan kualitas media belajar dan mengajar, ada juga yang mendapatkan manfaat dari sisi ekonomi seperti penghematan sumber daya, dan ada yang mendapatkan manfaat dari sisi kemudahan perawatan aplikasi dan infrastruktur.



Gambar 2. Struktur pengguna layanan cloud computing di Universitas

Cloud Computing menyediakan banyak layanan online yang dapat membantu pihak Universitas untuk mendukung skenario proses belajar dan mengajar secara lebih luas. Aplikasi yang disediakan umumnya adalah aplikasi berbasis web yang mudah untuk diakses dari mana saja, kapan saja melalui media Internet (Wu & Huang, 2011).



Gambar 3. Layanan cloud yang diakses oleh pengguna di lingkungan Universitas

Ada banyak layanan cloud computing (Google Docs, Dropbox, dll) yang sudah banyak digunakan di Universitas karena aplikasi tersebut murah, mudah digunakan, dan dapat diandalkan. Mahasiswa umumnya juga sudah terbiasa dengan berbagai layanan tersebut sehingga lebih mudah beradaptasi jika aplikasi tersebut digunakan dalam proses belajar dan mengajar di lingkungan Universitas. *High availability*, *low response time*, dan *scalability* adalah beberapa kelebihan yang ditawarkan oleh layanan cloud computing ini, yang membuat layanan ini sangat menarik untuk diimplementasikan di dunia pendidikan terutama Universitas.

Aplikasi umum seperti Google Apps for Education atau Microsoft Office 365 menawarkan aplikasi online untuk mendukung produktifitas seperti penggunaan word processing, spread sheet, dan presentation yang dapat digunakan di kelas. Pengajar dapat menggunakan teknologi tersebut dalam berbagai cara, sebagai contoh pengajar menggunakan Google Spreadsheet untuk menampilkan nilai yang di bagikan secara online kepada mahasiswa (Blood, 2011). Dosen dan mahasiswa juga dapat menggunakan akun Google atau Microsoft untuk email yang dikombinasikan dengan nama domain dari institusi tersebut (Sclater, 2010), menggunakan media video streaming

youtube untuk menampilkan video pembelajaran (Dmitriev et al, 2012), atau memanfaatkan media penyimpanan berbasis cloud seperti OneDrive atau Dropbox (Lennon, 2010).

5. Studi Kasus FTI UKDW

Fakultas Teknologi Informasi UKDW memiliki dua jurusan yaitu jurusan Teknik Informatika dan jurusan Sistem Informasi, gabungan kedua jurusan tersebut memiliki jumlah mahasiswa aktif lebih dari 450 orang. Fakultas Teknologi Informasi UKDW mulai menerapkan teknologi cloud computing sejak tahun 2012, layanan cloud computing yang pertama kali digunakan adalah layanan email yang menggunakan domain resmi Universitas. Sebelum menggunakan email yang berbasis layanan cloud, UKDW sudah memiliki email sendiri yang dikelola oleh unit khusus yaitu PUSPINDIKA (Pusat Pelayanan Informasi dan Intranet Kampus). Unit ini menyediakan server khusus yang digunakan untuk layanan email yang digunakan oleh seluruh staf dan mahasiswa (dengan domain ukdw.ac.id untuk staf dan student.ukdw.ac.id untuk mahasiswa), walaupun layanan ini masih berfungsi dengan baik, namun ada beberapa kendala yang dihadapi diantaranya adalah:

- a. Antar muka pengguna yang disediakan untuk mengakses layanan tersebut tidak *user friendly*, walaupun antar muka pengguna tersebut sudah berbasis web, namun kurang responsif untuk digunakan. Antar muka pengguna tersebut juga kurang maksimal jika pengguna menggunakan perangkat yang mempunyai ukuran layar yang kecil seperti smartphone dan tablet.
- b. Pada beberapa kasus email yang ditujukan ke server ukdw.ac.id tidak sampai atau ditolak oleh mail server ukdw.ac.id.
- c. Tidak *reliable*, karena masih menggunakan mesin server sendiri yang disimpan di ruang server, sehingga ada kemungkinan kejadian tidak terduga seperti listrik padam yang menyebabkan pengguna tidak dapat mengakses mail server ukdw.ac.id.
- d. Pengguna merasa kesulitan untuk melakukan sinkronisasi email dari mail server ukdw.ac.id ke PC atau smartphone pengguna.
- e. Tidak adanya daftar pengguna atau *contact* dari pengguna lain dalam satu Universitas. Sehingga pengguna merasa kesulitan untuk mengetahui alamat email dari pengguna lain yang masih dalam satu domain. Dibutuhkan fitur untuk pencarian pengguna yang ada dalam satu domain.
- f. Tidak adanya keseragaman *username* dan *password* yang dapat digunakan untuk mengakses semua sistem (*single sign on*). Pengguna di lingkungan UKDW harus menggunakan beberapa akun yang berbeda untuk mengakses beberapa layanan seperti email, eclass, ssat, dll.

Karena beberapa masalah yang sudah disebutkan diatas, maka dosen-dosen di lingkungan Fakultas Teknologi Informasi UKDW berinisiatif untuk mencari alternatif lain layanan email yang dapat menggantikan sistem email yang lama, dan memiliki banyak kelebihan yang dapat menjadi solusi terhadap berbagai masalah yang ada. Sebagai proyek percontohan maka Fakultas Teknologi Informasi sepakat untuk menggunakan layanan email berbasis cloud computing yang disediakan oleh google yaitu Google Apps for Education. Pilihan untuk menggunakan layanan ini didasari oleh beberapa hal yaitu:

- a. Layanan disediakan oleh vendor besar penyedia layanan cloud computing yang mempunyai reputasi sangat baik yaitu google. Google sudah membuktikan diri sebagai penyedia layanan cloud computing yang handal, ini dapat dilihat dengan banyaknya produk layanan yang dimiliki seperti gmail, youtube, google plus, google docs dan masih banyak lagi.
- b. Sangat ekonomis karena google menawarkan layanan Google Apps for Education secara gratis untuk institusi pendidikan.
- c. Terintegrasi dengan layanan cloud computing yang lain seperti google docs, google plus, google scholar, dan lain sebagainya.

- d. Pengguna dalam hal ini mahasiswa, dan staf universitas sudah terbiasa menggunakan layanan tersebut secara personal.

FTI UKDW mencoba untuk menyeragamkan layanan email berbasis cloud computing ini di lingkungan fakultas. Staf dilingkungan fakultas dibuatkan email dengan domain staff.ukdw.ac.id, dan mahasiswa diberikan email dengan domain ti.ukdw.ac.id untuk jurusan Teknik Informatika dan domain si.ukdw.ac.id untuk jurusan Sistem Informasi. Setelah menerapkan layanan email berbasis cloud selama kurang lebih satu semester, maka dari pengamatan yang dilakukan ditemukan bahwa penerapan layanan ini mempunyai banyak manfaat dan kelebihan yaitu:

- a. Mahasiswa lebih sering mengakses email dibandingkan dengan sebelum menggunakan layanan Google Apps. Mahasiswa berpendapat bahwa layanan email yang baru lebih dapat diandalkan, mempunyai kapasitas penyimpanan yang lebih besar, memiliki antar muka pengguna yang lebih mudah digunakan, dan dapat diakses dari berbagai perangkat bergerak yang mereka miliki seperti smartphone dan tablet.
- b. Staf universitas terutama tenaga administrator dan dosen juga berpendapat bahwa layanan yang baru lebih dapat diandalkan dan lebih mudah untuk digunakan. Beberapa dari mereka juga berpendapat bahwa penggunaan layanan yang baru lebih mudah karena terintegrasi dengan layanan yang lain seperti google docs untuk penyimpanan dan pengaksesan data.
- c. Karena berbasis cloud computing maka layanan ini tidak pernah terganggu seperti layanan sebelumnya, sebagai contoh pada saat listrik padam.
- d. Kapasitas penyimpanan yang besar. Karena Google Apps for Education sendiri memberikan kapasitas yang tidak terbatas (*unlimited*) sehingga pengguna tidak perlu risau karena kehabisan tempat penyimpanan.
- e. Dari segi ekonomi, layanan ini juga sangat menguntungkan karena tidak perlu menyediakan server khusus untuk mail server, tidak perlu tenaga untuk perawatan server, tidak perlu membeli hardisk dengan kapasitas besar untuk media penyimpanan.

Selain layanan email berbasis cloud, FTI UKDW juga sudah mulai memanfaatkan layanan cloud yang lain seperti google docs untuk media penyimpanan dokumen. FTI mempunyai masalah dalam melakukan pengarsipan dokumen karena banyaknya dokumen yang harus dikelola seperti berkas kepangkatan dosen, berkas sertifikasi dosen, surat tugas, berkas akreditasi jurusan, dan masih banyak dokumen yang lain. Dengan layanan penyimpanan dokumen berbasis cloud ini beberapa staf admin fakultas dan staf dosen berpendapat bahwa layanan ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan penyimpanan berkas elektronik ke komputer server lokal. Beberapa keuntungan yang didapatkan adalah;

- a. Tidak membutuhkan server/komputer lokal untuk menyimpan berkas elektronik.
- b. Berkas elektronik dapat diakses dari mana saja dan kapan saja.
- c. Tidak membutuhkan backup data di komputer lokal, karena semua data sudah berada di cloud.
- d. Kapasitas penyimpanan yang besar.
- e. Dimungkinkan untuk melakukan kolaborasi antar pengguna pada saat bekerja dengan dokumen tertentu.

Karena keberhasilan dalam penerapan layanan email berbasis cloud di lingkungan FTI UKDW maka pihak fakultas diharapkan dapat merekomendasikan penggunaan layanan ini sampai pada level universitas, sehingga layanan ini dapat digunakan dan dirasakan manfaatnya oleh semua fakultas di UKDW.

Namun ada beberapa isu yang perlu diperhatikan oleh pihak universitas dalam penggunaan layanan ini. Isu utama adalah kerahasiaan data, walaupun pihak penyedia layanan sudah memiliki standarisasi dan penjaminan keamanan data namun untuk data yang sifatnya sangat konfidensial

sebaiknya pihak universitas tetap menaruh data tersebut pada server lokal namun tetap dapat terhubung dengan layanan cloud yang ada, pendekatan ini sering disebut sebagai *Hybrid Cloud*.

6. Kesimpulan

Cloud Computing adalah paradigma komputasi baru yang menjanjikan dan merupakan teknologi masa depan yang menyediakan banyak layanan komputasi yang belum pernah dirasakan sebelumnya. Pada artikel ini sudah banyak membahas arsitektur cloud computing dan beberapa contoh penerapan penggunaan layanan tersebut khususnya di bidang pendidikan. Beberapa contoh yang disajikan dan studi kasus penerapan layanan cloud pada FTI UKDW menunjukkan banyak manfaat yang diperoleh dalam penggunaan layanan cloud computing di lingkungan universitas.

Penggunaan layanan SaaS cloud computing seperti email dan penyimpanan dokumen dapat menghemat biaya yang dikeluarkan oleh pihak universitas untuk pengadaan infrastruktur berupa perangkat keras dan tenaga perawatan infrastruktur. Layanan ini juga lebih dapat diandalkan karena dikelola secara profesional oleh vendor yang terpercaya seperti Google atau Microsoft.

Selain layanan berbasis SaaS seperti email dan media penyimpanan berbasis cloud, universitas juga dapat mengeksplorasi lebih lanjut penggunaan teknologi cloud computing untuk layanan IaaS dan PaaS. Universitas dapat mulai mencoba mempertimbangkan untuk melakukan migrasi beberapa server atau aplikasi sistem informasi yang saat ini masih dikelola di server lokal ke dalam layanan berbasis cloud. Untuk itu universitas juga perlu menyiapkan tenaga ahli dibidang cloud computing untuk migrasi aplikasi yang sudah ada ke dalam cloud. Langkah ini diharapkan juga dapat memberi manfaat yang sama seperti layanan SaaS yang sudah digunakan sebelumnya.

Untuk data atau informasi yang sifatnya konfidensial, universitas dapat menerapkan arsitektur berbasis *hybrid cloud*, sehingga data konfidensial masih dapat disimpan secara on-premise, sedangkan aplikasi yang lain sudah memanfaatkan teknologi cloud secara maksimal.

Daftar Pustaka

- B. Ghilic-Micu, M. Mircea and M. Stoica, "Knowledge Based Economy - Technological Perspective: Implications and Solutions for Agility Improvement and Innovation Achievement in Higher Education", *Amfiteatru Economic*, Vol. XITT • No. 30 June 2011, pp. 404-419.
- Blood, E. (2011). "Point systems made simple with Google docs". *Intervention in School and Clinic*, 46(5), 305-309.
- Erenben, C. (2009). "Cloud computing: The economic imperative. eSchool News Special Report". [http://www-03.ibm.com/industries/global/files/esn_0309_cloud_computing_rpt.pdf?re=education&sa_message=title=cloud computing report](http://www-03.ibm.com/industries/global/files/esn_0309_cloud_computing_rpt.pdf?re=education&sa_message=title=cloud+computing+report) (diakses pada: 1 May 2015).
- Ercan, T. (2010). "Effective use of cloud computing in educational institutions". *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 938-942.
- Dmitriev, S., Kononov, A., Shiriaev, M., & Malozemov, S. (2012). "Cloud computing for education in state technical University of Nizhny Novgorod". *Proceedings of the 9th IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE '12)* (pp. 418-420).
- Lennon, R. G. (2012). "Bring your own device (BYOD) with cloud 4 education". *Proceedings of the 2012 3rd Annual Conference on Systems, Programming, Languages and Applications: Software for Humanity (SPLASH '12)* (pp. 171-180).
- Praveena, K. and Betsy, T. (2009). "Application of Cloud Computing in Academia". *IUP Journal of Systems Management*, 7, 50-54.

- Sclater, N. (2010). "eLearning in the Cloud. International Journal of Virtual and Personal Learning Environments", 1(1), 10-19.
- Teng, F. and Magoules, F. (2010). "Resource Pricing and Equilibrium Allocation Policy in Cloud Computing". Proceedings of the 2010 10th IEEE International Conference on Computer and Information Technology, 2010 of Conference. 1901212: IEEE Computer Society, 195-202.
- Thorsteinsson G., Page T., Niculescu A., "Using virtual reality for developing design communication". Studies in Informatics and Control, 19 (2), 93-106, (2010).
- Wu, C. F., & Huang, L. P. (2011). "Developing the environment of information technology education using cloud computing infrastructure". American Journal of Applied Sciences.