

ANALISIS SUMBER DAYA TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI UNTUK SISTEM PEMBELAJARAN DARING

Akhmad Bakhrun¹, Reynaldy Rizki Saputra², Muhammad Fauzan Lubis³
Jurusan Teknik Komputer dan Informatika Politeknik Negeri Bandung^{1,2,3}
abakhrun@polban.ac.id¹

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk menganalisis sumber daya teknologi informasi dan komunikasi pada sistem pembelajaran daring. Metode penelitian ini dilakukan mulai dari mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan topik penelitian kemudian melakukan identifikasi terhadap sumber daya TIK yang digunakan untuk pembelajaran daring. Hasil penelitian menunjukkan bahwa informasi yang dikelola oleh sistem pembelajaran daring rata-rata sebesar 84.72%, aplikasi yang digunakan adalah LMS Moodle (100%), Moodle berjalan pada infrastruktur dengan spesifikasi yang beragam, dan SDM TIK yang berada di perguruan tinggi rata-rata sebanyak 54.55%. Penelitian ini memberikan rekomendasi kepada perguruan tinggi yang ingin mengembangkan sistem pembelajaran daring di organisasinya.

Kata Kunci: Sumber Daya TIK, PBM, Sistem Pembelajaran Daring, LMS, Perguruan Tinggi

ABSTRACT

The research objective is to analyze information and communication technology resources in online learning systems. This research method is carried out starting from studying the literature related to the research topic then identifying the ICT resources used for online learning. The results showed that the information managed by the online learning system was 84.72% on average, the applications used were LMS Moodle (100%), Moodle runs on infrastructure with various specifications, and ICT human resources in higher education are on average as much as 54.55%. This study provides recommendations for universities wishing to develop an online learning system in their organization.

Keywords: ICT Resources, PBM, Online Learning Systems, LMS, Higher Education

PENDAHULUAN

TIK telah banyak dimanfaatkan oleh perguruan tinggi untuk berbagai keperluan, khususnya untuk mendukung pelaksanaan PBM. PBM harus tetap diselenggarakan kapan dan dari manapun tidak dibatasi oleh ruang dan waktu. TIK berperan penting dalam pelaksanaan PBM secara daring. TIK membantu dosen untuk mengganti metode pengajaran tradisional dengan menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi (Ghavifekr & Rosdy, 2015). Terlebih lagi saat adanya pandemik Covid-19, sebagian besar perguruan tinggi mengganti PBM mereka dari tatap muka menjadi pembelajaran daring. *Tool* yang digunakan

sebagai *platform* untuk menerapkan sistem pembelajaran daring disebut *Learning Management System* (LMS) (Rashida, 2018).

Penelitian tentang LMS dimulai sejak tahun 1990 (CROITORU & DINU, 2016) dan telah diadopsi oleh banyak perguruan tinggi di seluruh dunia (Joel, 2015)(Fauzi et al., 2010) termasuk di Indonesia (Suryani, 2010)(Hermawan et al., 2018). Namun, sebagian besar penelitian lebih fokus pada *platform* LMS yang digunakan, seperti penelitian yang hanya fokus pada penerapan LMS Moodle (Qasim & Hamad, 2016)(Basha et al., 2011), penerapan LMS Sakai (Li & Rui, 2009)(Wang et al., 2010), perbandingan LMS *open source*, (Hussain et al., 2011) (Fariha et al., 2014), dan perbandingan fitur LMS (A.S. & Al-Ajlan, 2012). Selain itu, terdapat juga penelitian yang hanya fokus pada dampak penerapan LMS dalam meningkatkan literasi TIK dan motivasi belajar mahasiswa (Wakil et al., 2017) serta dampak LMS pada kinerja akademik (Kim, 2017)(Ishaq et al., 2020). Padahal dalam implementasinya, LMS tidak dapat berdiri sendiri. LMS membutuhkan sinergi dengan komponen sumber daya TIK yang lain.

Sumber daya TIK adalah aset dan kapabilitas dalam suatu organisasi yang digunakan untuk mengantisipasi setiap peluang atau tantangan yang dihadapi oleh organisasi (Wade & Hulland, 2004). Aset suatu organisasi dapat berupa sesuatu yang bisa diukur (seperti server, perangkat jaringan, dan peralatan fisik lainnya) atau sesuatu yang tidak bisa diukur (seperti kepemimpinan atau manajerial) (Wade & Hulland, 2004). Sedangkan kapabilitas adalah aktivitas menggunakan aset secara terus menerus untuk mencapai tujuan organisasi dan pada akhirnya untuk mendapatkan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan (Wade & Hulland, 2004)(Chi & Sun, 2015). Dengan memanfaatkan sumber daya TIK diharapkan perguruan tinggi mampu meningkatkan kinerja akademik mereka.

Para peneliti mengelompokkan sumber daya TIK menjadi beberapa bagian. Diantaranya Zehir, dkk yang mengacu pada dua klasifikasi sumber daya TIK dari Gant, yaitu: (1) sumber daya berwujud yang terdiri dari komponen infrastruktur TIK fisik, sumber daya manusia TIK (SDM TIK) yang terdiri dari keterampilan teknis TIK dan manajerial, dan (2) sumber daya TIK tidak berwujud, seperti aset pengetahuan, orientasi pelanggan, dan sinergi (Zehir et al., 2010). Bharadwaj dalam Liang & Liu (Liang et al., 2010) mengklasifikasikan sumber daya TIK dalam tiga bagian, yaitu (1) infrastruktur TIK, (2) sumber daya manusia TIK (SDM TIK), dan (3) TIK *intangible*. Sedangkan CobiT membagi sumber daya TIK menjadi empat komponen (Institut, 2007), yaitu: (1) informasi, (2) aplikasi, (3) infrastruktur, dan (4) manusia (Institut, 2007).

Penelitian terkait sumber daya TIK secara umum lebih fokus pada upaya peneliti untuk meyakinkan masyarakat industri bahwa pemanfaatan sumber daya TIK mampu meningkatkan kinerja organisasi baik secara langsung maupun secara tidak langsung melalui kapabilitas dan kompetensi inti organisasi (Liang et al., 2010)(Abdurrahman et al., 2013) (Kurniawan et al., 2017). Hal ini dapat menjustifikasi pentingnya melakukan investasi TIK yang selaras dengan tujuan organisasi terutama organisasi yang berorientasi pada *profit*. Sedangkan penelitian sumber daya TIK di organisasi *non-profit* seperti perguruan tinggi cenderung fokus pada pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan literasi TIK dan motivasi belajar mahasiswa (Wakil et al., 2017) serta meningkatkan PBM (Saxena, 2017) secara daring. Penelitian lain fokus pada tantangan dalam mengelola sumber daya

TIK (Basha et al., 2011) dan penerapan infrastruktur TIK untuk pembelajaran daring (Omidinia et al., 2011).

Berdasarkan uraian tersebut dapat diketahui bahwa penelitian terkait sumber daya TIK di perguruan tinggi lebih banyak fokus pada *platform* LMS dan infrastruktur TIK. Sedangkan penelitian terkait informasi yang diproses oleh LMS dan personil yang mengelolanya masih cukup jarang. Padahal LMS tidak dapat berdiri sendiri melainkan perlu sinergi dengan semua komponen sumber daya TIK yang lain seperti informasi dan SDM TIK. Namun, menentukan sumber daya TIK untuk menerapkan LMS dapat menjadi tantangan tersendiri bagi sebagian perguruan tinggi. Keberhasilan sebuah perguruan tinggi dalam menerapkan sistem pembelajaran daring tidak serta merta akan sukses jika sistem yang sama diterapkan di perguruan tinggi yang berbeda (Suryani, 2010). Hal ini bisa saja terjadi karena ketidaksesuaian dalam memilih dan mengelola sumber daya TIK. Oleh karena itu, perlu strategi khusus dalam menentukan sumber daya TIK untuk membangun sistem pembelajaran daring di perguruan tinggi. Hal ini mengonfirmasi betapa pentingnya melakukan penelitian sumber daya TIK untuk sistem pembelajaran daring di perguruan tinggi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan mulai dari mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan topik penelitian kemudian melakukan identifikasi terhadap sumber daya TIK yang digunakan untuk pembelajaran daring. Sumber daya TIK dikelompokkan berdasarkan klasifikasi CobiT. Namun khusus untuk komponen keempat, yaitu manusia mengikuti penamaan yang dilakukan yaitu SDM TIK (Zehir et al., 2010)(Liang et al., 2010). Dengan demikian, sumber daya TIK dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi empat komponen, yaitu: (1) informasi, (2) aplikasi, (3) infrastruktur, dan (4) SDM TIK. Setelah itu, membuat pertanyaan kuesioner untuk mendapatkan data kuantitatif dari semua komponen sumber daya TIK. Form kuesioner terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah profil responden yang mencakup nama perguruan tinggi dan pengalaman perguruan tinggi dalam menggunakan sistem pembelajaran daring. Dengan mengetahui nama perguruan tinggi, penulis bisa mendapatkan informasi tambahan mengenai jenis perguruan tinggi, badan hukum, dan lokasi perguruan tinggi sebagai pelengkap profil responden. Informasi tambahan tersebut sengaja tidak dicantumkan pada form kuesioner untuk mengurangi banyaknya data yang harus diisi oleh responden. Selain itu, informasi tambahan tersebut sangat mudah ditemukan di Internet atau dengan mengunjungi situs resmi perguruan tinggi masing-masing. Bagian kedua adalah form kuesioner yang terdiri dari empat pertanyaan utama (*Question*, Q) untuk semua komponen sumber daya TIK. Masing-masing pertanyaan dilengkapi dengan petunjuk pengisiannya sebagaimana dapat dilihat lebih rinci pada Q1, Q2, Q3, dan Q4.

Q1: Apa saja informasi yang dikelola oleh sistem pembelajaran daring di perguruan tinggi Saudara? Pertanyaan ini diisi dengan cara memberi ceklis pada satu atau lebih daftar informasi sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Pertanyaan kuesioner untuk komponen Data

| No | Informasi | Ceklis |
|-----|---|--------|
| 1. | Master data program studi | |
| 2. | Master data mata kuliah | |
| 3. | Bahan ajar | |
| 4. | Master data dosen | |
| 5. | Master data mahasiswa | |
| 6. | Dosen pengampu mata kuliah | |
| 7. | Mahasiswa yang mengikuti mata kuliah daring | |
| 8. | Soal ujian | |
| 9. | Tugas mahasiswa | |
| 10. | Nilai ujian mahasiswa | |
| 11. | Nilai tugas mahasiswa | |
| 12. | Log aktivitas mahasiswa | |

Q2: Apa aplikasi yang digunakan untuk sistem pembelajaran daring di perguruan tinggi Saudara? Pertanyaan ini diisi dengan cara memberi ceklis pada satu atau lebih daftar aplikasi sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Pertanyaan kuesioner untuk komponen Aplikasi

| No | Aplikasi | Ceklis |
|-----|-----------|--------|
| 1. | ATutor | |
| 2. | Canvas | |
| 3. | Chamilo | |
| 4. | Claroline | |
| 5. | Dakeos | |
| 6. | eFront | |
| 7. | iLearn | |
| 8. | Illias | |
| 9. | Moodle | |
| 10. | Sakai | |

Sumber: (Elabnody, 2016)(Cavus & Zabadi, 2014)

Q3: Bagaimana spesifikasi infrastruktur yang digunakan untuk sistem pembelajaran daring di perguruan tinggi Saudara? Pertanyaan ini diisi dengan cara menuliskan spesifikasi pada daftar infrastruktur yang dicantumkan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Pertanyaan kuesioner untuk komponen Infrastruktur

| No | Infrastruktur | Spesifikasi |
|----|-------------------|-------------|
| 1. | Sistem Operasi | |
| 2. | CPU | |
| 3. | RAM | |
| 4. | Hardisk | |
| 5. | Web Server | |
| 6. | RDBMS | |
| 7. | Komponen Jaringan | |

Q4: Apa saja formasi tim SDM TIK yang ada di perguruan tinggi Saudara? Pertanyaan ini diisi dengan cara memberi ceklis pada satu atau lebih formasi SDM TIK sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4
Pertanyaan kuesioner untuk komponen SDM TIK

| No | SDM TIK | Ceklis |
|-----|---------------------------------|--------|
| 1. | Chief Information Officer (CIO) | |
| 2. | Chief Technology Officer (CTO) | |
| 3. | Business Analyst | |
| 4. | System Analyst | |
| 5. | Programmer | |
| 6. | Database Administrator | |
| 7. | Network Administrator | |
| 8. | UI/UX Designer | |
| 9. | Tester | |
| 10. | Technical Writer | |
| 11. | IT Help Desk/IT Support | |

Pertanyaan kuesioner dibuat menggunakan *office form*. Tautan kuesioner dikirim kepada responden perguruan tinggi melalui aplikasi Whatsapp. Responden diberi waktu satu minggu untuk mengisi kuesioner tersebut. Setelah data kuesioner terkumpul, tahap berikutnya adalah mengolah data tersebut menggunakan Microsoft Excel. Analisis terhadap data survei dilakukan dengan statistik deskriptif (Siddiquah & Salim, 2017) dan menginterpretasikan data tersebut pada bagian hasil dan diskusi.

HASIL PENELITIAN

Bagian ini menguraikan secara rinci hasil analisis terhadap sumber daya TIK yang digunakan untuk sistem pembelajaran daring. Pembahasan dimulai dari demografi data responden. Dari sepuluh perguruan tinggi yang dikirim tautan kuesioner, hanya enam perguruan tinggi yang mengisi kuesioner dengan lengkap atau sebesar 60%. Sementara satu perguruan tinggi tidak memiliki sistem pembelajaran daring dan tiga perguruan tinggi tidak mengisi kuesioner sampai batas waktu yang ditentukan. Sehingga responden yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak enam perguruan tinggi (N=6) sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.
Demografi responden

| Profil | N | Persentasi |
|--|---|------------|
| Jenis Perguruan Tinggi | | |
| o Politeknik | 4 | 66.67% |
| o Universitas | 2 | 33.33% |
| Status Perguruan Tinggi | | |
| o Negeri | 6 | 100.00% |
| o Swasta | 0 | 0.00% |
| Lokasi | | |
| o Jawa | 4 | 66.67% |
| o Luar Jawa | 2 | 33.33% |
| Pengalaman menggunakan sistem pembelajaran daring | | |

| | | |
|-------------|---|---------|
| o < 1 tahun | 0 | 0.00% |
| o 1-2 tahun | 0 | 0.00% |
| o > 3 tahun | 6 | 100.00% |

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa ada dua jenis perguruan tinggi yang menjadi responden yaitu empat politeknik (66.67%) dan dua universitas (33.33%). Berdasarkan status perguruan tinggi, 100% responden adalah perguruan tinggi negeri. Berdasarkan lokasi perguruan tinggi, empat perguruan tinggi berada di Jawa (66.67%) yaitu Bandung dan Jakarta dan dua perguruan tinggi berada di luar Jawa (33.33%) yaitu Lampung dan Bali. Berdasarkan pengalaman menggunakan sistem pembelajaran daring, seluruh responden (100%) memiliki pengalaman dalam menggunakan sistem pembelajaran daring lebih dari tiga tahun. Artinya, semua responden sudah memiliki pengalaman dalam mengimplementasikan sumber daya TIK untuk mendukung sistem pembelajaran daring di lingkungannya sehingga bisa dijadikan *role model* atau referensi bagi perguruan tinggi yang ingin menerapkan sistem pembelajaran daring di organisasinya.

Setelah membahas demografi responden, berikutnya membahas hasil kuesioner terhadap empat komponen sumber daya TIK yaitu: (1) informasi sebagai aset berharga bagi perguruan tinggi dan termasuk komponen penting yang menjadi dasar dibangunnya suatu sistem pembelajaran daring; (2) aplikasi yang berfungsi mengelola informasi menjadi pengetahuan yang bernilai; (3) infrastruktur yang dibutuhkan agar aplikasi dapat berfungsi sebagaimana mestinya; dan (4) SDM TIK yang bertugas merencanakan, mengelola, memelihara, dan memastikan seluruh sumber daya TIK di perguruan tinggi berfungsi dengan baik.

Informasi

Komponen pertama dari sumber daya TIK adalah informasi. Informasi adalah data dalam semua bentuknya mencakup *input*, proses, dan *output* dari sistem informasi (Institut, 2007). Informasi merupakan elemen penting dalam sistem digital dan aset berharga bagi perguruan tinggi. Oleh karena itu, perguruan tinggi harus memelihara dan mengelola aset berharga tersebut menjadi pengetahuan yang berguna sebagai bahan evaluasi untuk melakukan perbaikan PBM agar menjadi lebih efektif dan efisien. Selain itu, informasi dapat dijadikan rujukan untuk melakukan strategi dalam pengambilan keputusan yang dapat mempengaruhi berbagai kebijakan akademis di perguruan tinggi.

Tabel 6
Data yang dikelola dalam sistem pembelajaran daring

| No | Informasi | N | Persentasi |
|----|--|---|------------|
| 1. | Master data program studi | 6 | 100.00% |
| 2. | Master data mata kuliah | 5 | 83.33% |
| 3. | Bahan ajar | 5 | 83.33% |
| 4. | Master data dosen | 6 | 100.00% |
| 5. | Master data mahasiswa | 6 | 100.00% |
| 6. | Dosen pengampu mata kuliah | 6 | 100.00% |
| 7. | Mahasiswa mengikuti mata kuliah daring | 6 | 100.00% |
| 8. | Soal ujian | 4 | 66.67% |

| | | | |
|------------------|-------------------------|---|---------------|
| 9. | Tugas mahasiswa | 4 | 66.67% |
| 10. | Nilai ujian mahasiswa | 5 | 83.33% |
| 11. | Nilai tugas mahasiswa | 5 | 83.33% |
| 12. | Log aktivitas mahasiswa | 3 | 50.00% |
| Rata-rata | | | 84.72% |

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa seluruh responden (100.00%) mengelola informasi master data program studi, master data dosen, master data mahasiswa, dosen pengampu mata kuliah, mahasiswa yang mengikuti mata kuliah daring. Informasi tersebut berasal dari data utama yang harus diakomodir oleh sistem pembelajaran daring. Selanjutnya 83.33% responden mengelola informasi master data mata kuliah, bahan ajar, nilai ujian mahasiswa, dan nilai tugas mahasiswa. Dengan demikian ada 16.67% responden yang belum menggunakan keempat informasi tersebut dalam sistem pembelajaran daring mereka. Responden yang mengelola soal ujian dan tugas mahasiswa dengan sistem pembelajaran daring sebanyak 66.67%. Sisanya, 33.33% melakukan ujian dan pemberian tugas secara konvensional dengan tatap muka di kelas. Terakhir, sebanyak 50.00% responden sudah mengelola informasi log aktivitas mahasiswa terhadap sistem pembelajaran daring. Log aktivitas tersebut sangat dibutuhkan untuk melakukan analisis terhadap gaya belajar mahasiswa dan minat mahasiswa terhadap mata kuliah yang diberikan secara daring.

Aplikasi

Komponen kedua dari sumber daya TIK adalah sistem pengguna otomatis dan prosedur manual yang mengolah informasi (Institut, 2007) dan menampilkannya menjadi pengetahuan yang berharga. Aplikasi merujuk pada LMS sebagai sistem yang digunakan untuk mengelola konten bahan ajar. Perguruan tinggi yang ingin mengimplementasikan LMS dapat membangun LMS sendiri dari awal, membeli LMS komersial, atau menggunakan LMS *open source*. Perguruan tinggi harus memiliki tim khusus jika ingin membangun LMS sendiri. Namun, membangun LMS sendiri bisa memakan waktu lama dan biaya yang tidak sedikit untuk membayar tim yang bekerja. Selain itu, kualitas produk LMS buatan sendiri belum tentu lebih handal dari LMS yang ada di pasar.

Perguruan tinggi dapat menggunakan LMS komersial dengan membayar lisensi kepada vendor LMS. Vendor LMS akan memberikan dukungan layanan kepada perguruan tinggi yang menjadi klien mereka untuk melakukan perbaikan jika sewaktu-waktu ada *bugs* atau kesalahan pada LMS. Namun, perguruan tinggi tidak dapat melakukan modifikasi secara fleksibel sesuai dengan proses bisnis yang berlaku di organisasinya. Bahkan seringkali perguruan tinggi harus mengubah *Standard Operation Procedure* (SOP) mereka agar sesuai dengan proses bisnis LMS yang ditetapkan oleh vendor. Hal ini, akan membuat perguruan tinggi memiliki ketergantungan terhadap vendor LMS dan sulit untuk bermigrasi ke produk LMS yang lain jika sewaktu-waktu dibutuhkan. Selain itu, perguruan tinggi harus membayar biaya lisensi LMS (biasanya per pengguna per tahun), biaya *update* ke versi terbaru, dan biaya berlangganan serta pemeliharaan untuk memastikan agar LMS tetap mendapatkan layanan penuh dari vendor (Kasim & Khalid, 2016).

Perguruan tinggi yang memiliki anggaran cukup akan mampu membeli lisensi LMS. Tetapi bagi perguruan tinggi dengan anggaran terbatas, membeli lisensi LMS bukan merupakan pilihan yang baik. Namun demikian, perguruan

tinggi masih dapat mengimplementasikan LMS dengan cara menggunakan LMS *open source*. *Open source* adalah kode sumber perangkat lunak yang tersedia untuk umum dan dapat dimodifikasi tergantung pada kebutuhan pengguna (Cavus & Zabadi, 2014). LMS *open source* tidak perlu membayar lisensi karena dikembangkan di bawah *GNU General Public License (GPL)*, pengguna hanya perlu mengunduh *source code* (Kasim & Khalid, 2016) dan memasang di komputer servernya.

Open source telah menjadi sarana yang sangat penting dalam dunia pendidikan (Aydin & Tirkes, 2010). Sebagian besar LMS adalah *open source* karena lebih banyak disediakan sebagai proyek pendidikan daripada menjadi tujuan bisnis (Elabnody, 2016). Namun, meskipun sudah menggunakan LMS *open source*, bukan berarti tidak ada biaya sama sekali. Perguruan tinggi masih harus mengalokasikan anggaran untuk membayar tenaga ahli yang mengelola LMS di organisasinya (Wang et al., 2010). Tabel 7 menunjukkan hasil survei terhadap sepuluh LMS yang ditanyakan kepada perguruan tinggi yang menjadi responden dalam penelitian ini.

Tabel 7.
LMS yang digunakan di perguruan tinggi

| No | Aplikasi | N | Persentasi |
|-----|-----------|---|------------|
| 1. | ATutor | 0 | 00.00% |
| 2. | Canvas | 0 | 00.00% |
| 3. | Chamilo | 0 | 00.00% |
| 4. | Claroline | 0 | 00.00% |
| 5. | Dakeos | 0 | 00.00% |
| 6. | eFront | 0 | 00.00% |
| 7. | iLearn | 0 | 00.00% |
| 8. | Illias | 0 | 00.00% |
| 9. | Moodle | 6 | 100.00% |
| 10. | Sakai | 0 | 00.00% |

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa seluruh perguruan tinggi (100.00%) menggunakan LMS Moodle untuk perkuliahan daring. Moodle merupakan LMS *open source* yang paling populer (Elabnody, 2016) dan telah digunakan di lebih dari 240 negara dengan jumlah site lebih dari 164.000 site, jumlah *course* lebih 26.000.000 *course*, dan jumlah pengguna lebih dari 213.000.000 pengguna (Moodle, n.d.). Sementara sembilan LMS lainnya yaitu ATutor, Canvas, Chamilo, Claroline, Dakeso, eFront, iLeran, Illias, dan Sakai tidak mendapatkan responden sama sekali. LMS-LMS tersebut mungkin kurang populer sehingga tidak dikenal oleh perguruan tinggi. Hal ini dapat menjadi tantangan tersendiri bagi para peneliti untuk melakukan eksplorasi dan kajian terhadap LMS-LMS tersebut agar dapat diadopsi oleh banyak organisasi khususnya oleh organisasi pendidikan. Moodle *support* di hampir semua *Relational Database Management System (RDBMS)*. Namun semua responden yang mengimplementasikan Moodle menggunakan RDBMS MySQL. MySQL adalah RBMS *open source* yang menjadi *default* dari LMS Moodle sekaligus sebagai database yang paling populer (Saikia et al., 2015).

Infrastruktur

Komponen ketiga sumber daya TIK adalah infrastruktur. Infrastruktur merupakan teknologi dan fasilitas (seperti perangkat keras, sistem operasi, sistem manajemen basis data, jaringan, multimedia, dan lingkungan yang menampung dan mendukungnya) yang memungkinkan pemrosesan aplikasi (Institut, 2007) atau LMS. Tidak seperti LMS dan RDBMS, infrastruktur tidak memiliki lisensi *open source*. Dengan kata lain, institusi harus mengalokasikan anggaran untuk membeli kebutuhan infrastruktur TIK. Infrastruktur TIK mencakup perangkat keras komputer server, sistem operasi, Web Server, RDBMS, komponen jaringan, dan semua konfigurasinya. LMS harus dapat diakses baik dari dalam maupun dari luar kampus. LMS diakses dari dalam kampus melalui LAN atau *Access Point* kampus seperti dari ruang kerja dosen, ruang kelas, laboratorium, perpustakaan, dan tempat-tempat mahasiswa berdiskusi di dalam kampus. Sedangkan dari luar kampus, LMS harus dapat diakses melalui WAN atau jaringan Internet kapan saja dan dari mana saja. Artinya komputer server LMS sendiri harus terhubung dengan Internet agar dapat diakses dari luar kampus.

Perguruan tinggi harus mempertimbangkan keamanan pada komputer server dengan membuat pengamanan berlapis baik pada sistem operasi, administrator LMS, database, maupun pada fisik komputer servernya itu sendiri. Keamanan pada komputer server diperlukan agar server tidak mudah diakses oleh pengguna yang tidak berhak. Selain itu perlu mengaktifkan *firewall* dan *proxy*.

Perguruan tinggi yang mengimplementasikan LMS pada umumnya sudah memiliki infrastruktur TIK yang memadai sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 8. Infrastruktur tersebut perlu diperlihara dengan baik dan perlu diremajakan seiring dengan perkembangan perangkat lunak dan jumlah pengguna yang mengakses LMS.

Tabel 8.
Infrastruktur sistem pembelajaran daring

| Infrastruktur | Spesifikasi |
|-------------------|---|
| Sistem Operasi | Linux |
| CPU | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Intel(R) Xeon(R) Gold 5118 CPU @ 2.30GHz ✓ Xeon, e5, menggunakan server cloud dengan Spesifikasinya CPU 8 |
| RAM | <ul style="list-style-type: none"> ✓ RAM per jam 16 GB, Traffic 20T per bulan (<i>Cloud</i>) ✓ 32GB ✓ 8GB |
| Hardisk | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Storage 2T (auto scale up) ✓ 200G SSD ✓ 100GB ✓ 2TB ✓ 250 GB 3 unit ✓ 1 TB |
| Web Server | Apache |
| RDBMS | MySQL |
| Komponen Jaringan | LAN, WAN, <i>Internet Connection, Router, Access Point, Firewall, Proxy</i> |

SDM TIK

Komponen keempat dari sumber daya TIK adalah keberadaan tim SDM TIK. SDM TIK diperlukan untuk merencanakan, mengimplementasikan, mengelola, memantau, dan mengevaluasi sistem dan layanan informasi (Institut,

2007). SDM bisa berarti luas yang mencakup semua pemangku kepentingan di perguruan tinggi seperti pimpinan perguruan tinggi, dosen, mahasiswa, staf administrasi atau tenaga kependidikan. Namun dalam konteks ini, pembahasan terhadap SDM lebih difokuskan pada SDM TIK.

SDM TIK dapat berasal dari internal perguruan tinggi atau SDM eksternal yang dikontrak secara khusus untuk mengelola sumber daya TIK. SDM TIK berperan penting dalam mengelola dan memastikan semua komponen sumber daya TIK berfungsi sebagaimana mestinya. Meskipun LMS, RDBMS, dan infrastruktur yang digunakan baik, tetapi jika tidak dikelola secara tepat oleh SDM TIK yang mumpuni, maka sumber daya TIK tidak akan berfungsi secara optimal dan berkelanjutan (Rosmansyah & Bakhrun, 2017).

Semua komponen sumber daya TIK yang digunakan akan mengalami penyusutan dari waktu ke waktu kecuali SDM yang akan meningkat dalam hal keterampilan atau kompetensi jika berfokus pada area spesifik dan terus menerus. Aplikasi dalam waktu tertentu perlu diperbarui agar sesuai dengan versi terbaru yang lebih kaya fitur dan lebih stabil. *Update* pada aplikasi LMS biasanya memerlukan *update* pada aplikasi lain yang dependensi dengan LMS tersebut seperti *web server*, bahasa pemrograman, RDBMS bahkan hingga sistem operasinya juga perlu disesuaikan.

Selain itu, *update* terhadap aplikasi seringkali menuntut adanya peremajaan terhadap perangkat keras agar sesuai dengan kebutuhan minimum dari aplikasi yang digunakan. Jika hanya aplikasi saja yang diperbarui sementara perangkat keras tidak diperbarui, aplikasi tidak akan berjalan secara optimal. Bahkan aplikasi tidak dapat diinstal pada perangkat keras yang tidak memenuhi spesifikasi minimum dari aplikasi tersebut. Sebagai contoh, aplikasi yang membutuhkan RAM minimal 3GB, tidak dapat diinstal pada komputer yang hanya memiliki RAM 2GB atau aplikasi yang membutuhkan ruang penyimpanan 5GB tidak dapat diinstal/disimpan dalam *hard disk* yang hanya tersisa 2GB.

Pembaruan aplikasi atau perangkat keras tidak dapat berjalan secara otomatis. Tetapi harus dilakukan secara manual oleh SDM TIK. Selain itu, peremajaan perangkat keras baik penggantian atau penambahan *hardware* membutuhkan biaya untuk belanja perangkat keras yang dibutuhkan. Proses mengeluarkan anggaran untuk belanja TIK di perguruan tinggi bisa saja tidak mudah dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, keberadaan SDM TIK sangat diperlukan untuk mengelola semua sumber daya TIK sehingga bisa berfungsi secara optimal. Manajemen TIK juga dibutuhkan untuk memastikan bahwa administrasi berjalan dengan lancar termasuk melakukan perencanaan anggaran belanja TIK dengan matang dan cermat (Hermawan et al., 2018). Perguruan tinggi harus memiliki tim SDM TIK yang bertugas untuk merencanakan, mengelola, memelihara, dan memonitor sumber daya TIK yang dimilikinya. Tabel 9 menunjukkan formasi SDM TIK di perguruan tinggi.

Tabel 9.
SDM TIK

| No | SDM TIK | N | Presentasi |
|------------------|--|---|---------------|
| 1. | <i>Chief Information Officer (CIO)</i> | 1 | 16.67% |
| 2. | <i>Chief Technology Officer (CTO)</i> | 2 | 33.33% |
| 3. | <i>Business Analyst</i> | 3 | 50.00% |
| 4. | <i>System Analyst</i> | 4 | 66.67% |
| 5. | <i>Programmer</i> | 5 | 83.33% |
| 6. | <i>Database Administrator</i> | 4 | 66.67% |
| 7. | <i>Network Administrator</i> | 6 | 100.00% |
| 8. | <i>UI/UX Designer</i> | 3 | 50.00% |
| 9. | <i>Tester</i> | 2 | 33.33% |
| 10. | <i>Technical Writer</i> | 1 | 16.67% |
| 11. | <i>IT Help Desk/IT Support</i> | 5 | 83.33% |
| Rata-rata | | | 54.55% |

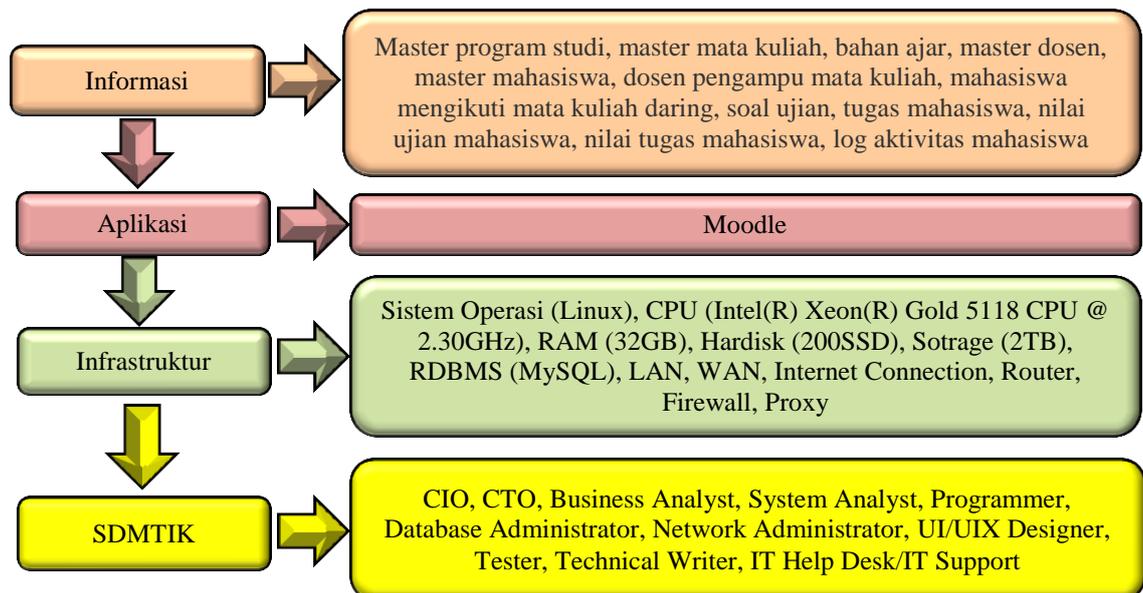
Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa secara umum perguruan tinggi sudah memiliki SDM TIK. Tiap perguruan tinggi memiliki kombinasi formasi SDM TIK yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan perguruan tinggi yang bersangkutan. Ada formasi SDM TIK yang dipenuhi oleh suatu perguruan tinggi, namun formasi yang sama tidak ada di perguruan tinggi lain. Seperti formasi CIO dan *Technical Writer* yang hanya ada di satu perguruan tinggi (16.67%). Formasi yang ada di semua perguruan tinggi adalah *Network Administrator* (100.00%). *Network Administrator* bertugas memastikan infrastruktur jaringan kampus berfungsi optimal untuk menjaga konektivitas semua *stakeholder* perguruan tinggi. Formasi *programmer* dan *IT Help Desk/IT Support* menduduki peringkat kedua yang selalu ada di perguruan tinggi dengan masing-masing sebesar 83.33%. Keberadaan *programmer* sangat diperlukan untuk melakukan *enhancement* terhadap LMS *open source* yang digunakan oleh perguruan tinggi. Demikian juga *IT Help Desk/IT Support* memiliki peranan yang penting untuk menangani keluhan pengguna dalam mengakses sistem pembelajaran daring. *IT Help Desk/IT Support* dapat berperan sebagai *trainer* yang memberikan pelatihan kepada dosen dan mahasiswa berkaitan dengan cara mengakses sistem pembelajaran daring.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian sebagaimana telah diuraikan secara rinci bahwa sistem pembelajaran daring tidak dapat berdiri sendiri. Hal ini karena sistem pembelajaran daring hanya salah satu komponen dari seluruh komponen sumber daya TIK yang dibutuhkan secara bersama-sama. Sistem pembelajaran daring tidak dapat berfungsi secara independen tetapi membutuhkan sinergi dengan semua komponen sumber daya TIK yang lain (Basha et al., 2013). Informasi tidak dapat dikelola dengan baik menjadi pengetahuan yang bernilai tanpa bantuan aplikasi. Aplikasi sebagai *platform* LMS tidak dapat dioperasikan tanpa diinstal di komputer server yang memenuhi spesifikasi minimum dari aplikasi tersebut. Aplikasi yang diinstal di komputer server tidak dapat diakses secara *remote* tanpa adanya infrastruktur jaringan yang memadai (Omidinia et al., 2011)(Siddiquah & Salim, 2017). Komponen sumber daya TIK (informasi, aplikasi, dan infrastruktur) tidak akan berfungsi secara optimal tanpa dikelola oleh SDM TIK yang mumpuni (Basha et al., 2011)(Siddiquah & Salim, 2017)(Hermawan et al., 2018).

Keamanan terhadap aplikasi dan infrastruktur juga harus diperhatikan untuk mencegah akses dari pengguna yang tidak memiliki otoritas baik terhadap perangkat lunak seperti aplikasi, database, dan sistem operasi maupun terhadap perangkat keras seperti komputer server. Selain itu harus mengatur topologi keamanan jaringan (Pavani et al., 2012) (Singh, 2012). Keamanan pada perangkat lunak dapat dilakukan dengan mengatur tingkatan hak akses yang berbeda terhadap pengguna sistem pembelajaran daring seperti administrator, *IT Help Desk/Support*, dosen, dan mahasiswa. Demikian juga terhadap RDBMS, hanya administrator RDBMS yang boleh mengakses dan menentukan aplikasi apa saja yang boleh mengakses RDBMS tersebut (Almutairi & Alruwaili, 2012). Akses terhadap sistem operasi pada komputer server juga harus dibatasi, tidak boleh sembarang orang dapat mengaksesnya. Hanya orang tertentu saja yang memiliki otoritas untuk mengelola komputer server seperti administrator jaringan. Demikian juga pada fisik komputer server harus dilindungi baik dari ancaman bencana alam, kebakaran, maupun dari pencurian. Pengelolaan komputer server dapat dilakukan oleh pihak lain dengan menggunakan layanan sewa pada server *Cloud* (Kasim & Khalid, 2016)

Selain itu, spesifikasi perangkat keras yang disiapkan harus memenuhi spesifikasi minimum dari aplikasi yang digunakan. Berdasarkan pembahasan ini, spesifikasi sumber daya TIK untuk pembelajaran daring di perguruan tinggi dapat direkomendasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1.
Rekomendasi sumber daya TIK untuk pembelajaran daring di perguruan tinggi

SIMPULAN

Pemanfaatan sumber daya TIK bertujuan untuk meningkatkan PBM di perguruan tinggi. Perguruan tinggi harus melakukan perencanaan yang matang dan cermat dalam menentukan sumber daya TIK yang dibutuhkan untuk sistem pembelajaran daring dengan tetap memperhitungkan kemampuan perguruan tinggi. Semua komponen sumber daya TIK (informasi, aplikasi, infrastruktur, dan

SDM TIK) harus dipertimbangkan secara komprehensif dan serasi agar dapat berfungsi secara optimal. Penelitian ini dapat menjadi acuan bagi perguruan tinggi untuk menentukan sumber daya TIK apa saja yang akan digunakan untuk mengimplementasikan sistem pembelajaran daring di organisasinya. Namun bagaimanapun juga, penelitian ini masih memiliki keterbatasan terutama dalam hal jumlah responden yang disurvei dan hanya pada perguruan tinggi negeri. Perlu dilakukan penelitian terhadap perguruan tinggi swasta sekaligus melakukan perbandingan dengan perguruan tinggi negeri dalam hal keberhasilan menerapkan sistem pembelajaran daring. Selain itu, perlu dilakukan penelitian secara khusus terhadap fitur-fitur yang sering digunakan pada sistem pembelajaran daring. Hal ini membuka peluang bagi penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A.S., & Al-Ajlan. (2012). A comparative study between e learning features, methodologies, tools, and new developments for e learning. *Information System Management College of Business and Economics Qassim University Kingdom of Saudi Arabia*, 191–214.
- Abdurrahman, L., Langi, Suhardi, & R, A. Z. (2013). Meta model of information technology Value : Papers review. *International Seminar & Conference on Learning Organization (ISCLO)*, 1, 1–12.
- Almutairi, A. H., & Alruwaili, A. H. (2012). Security in Database Systems. *Global Journal of Computer Science and Technology Network, Web & Security*, 12(17).
- Aydin, C., & Tirkes, G. (2010). Open source learning management systems in distance learning. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2), 175–184.
- Basha, A. D., Umar, I. N., & Abbas, M. (2013). A sight on the use of ICT resources for e-learning in the Iraqi Higher Education Institutions (IHEI): A framework for the use of ICT in e-learning. *Proceedings - International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, ISMS*, 327–330. <https://doi.org/10.1109/ISMS.2013.59>
- Basha, A. D., Umar, I. N., & Abbas, M. (2011). Managing ICT resources in E-learning environment: Challenges, issues and a proposed model. *Proceedings - 3rd International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, CICSyN 2011*, 319–322. <https://doi.org/10.1109/CICSyN.2011.73>
- Cavus, N., & Zabadi, T. (2014). A comparison of open source learning management systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143(2014), 521–526. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.430>
- Chi, J., & Sun, L. (2015). IT and competitive advantage: A study from micro perspective. *Modern Economy*, 06(03), 404–410. <https://doi.org/10.4236/me.2015.63038>
- CROITORU, M., & DINU, C.-N. (2016). A critical analysis of learning management systems in higher education. *Economy Informatics*, 16(1), 5–18.
- Elabnody, M. R. (2016). A survey of top 10 open source learning management systems. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 5(09), 7–11.

- Fariha, Z., Zuriyati, A., & Kadir, A. (2014). Comparing Moodle and eFront for LMS. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(April), 158–162.
- Fauzi, A., Ayub, M., Tarmizi, R. A., Marzuki, W., Jaafar, W., Zah, W., & Ali, W. (2010). Factors influencing students' use a Learning Management System Portal: Perspective from Higher Education Students. *International Journal of Education and Information Technologies*, 4(2), 100–108.
- Ghavifekr, S., & Rosdy, W. A. W. (2015). Teaching and learning with technology: Effectiveness of ICT integration in schools. *International Journal of Research in Education and Science*, 1(2), 175–191. <https://doi.org/10.21890/ijres.23596>
- Hermawan, H. D., Deswila, N., & Yunita, D. N. (2018). Implementation of ICT in education in Indonesia during 2004-2017. *International Symposium on Educational Technology, ISET*, 108–112. <https://doi.org/10.1109/ISET.2018.00032>
- Hussain, S., Wang, Z., & Sun, C. (2011). A comparative study of open-source learning management systems. *OSCC*, 86–93.
- Institut, I. G. (2007). *COBIT 4.1*.
- Ishaq, K., Azan, N., Zin, M., Rosdi, F., Abid, A., & Ijaz, M. (2020). The impact of ICT on students' academic performance in public private sector universities of Pakistan. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 9(3), 1117–1121. <https://doi.org/10.35940/ijitee.C8093.019320>
- Joel, S. M. (2015). Learning management system success: Increasing learning management system usage in higher education in sub-Saharan Africa. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 11(2), 51–64.
- Kasim, N. N. M., & Khalid, F. (2016). Choosing the right learning management system (LMS) for the higher education institution context: A systematic review. *IJET*, 11(6), 55–61. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i06.5644>
- Kim, D. (2017). The impact of learning management systems on academic performance: Virtual Competency and student Involvement. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 17(2), 23–35.
- Kurniawan, N. B., Subrata, A., & Sembiring, J. (2017). Modeling IT Value based on Meta-Analysis. *Proc. EECSI, September*, 19–21.
- Li, Y., & Rui, G. (2009). Study on the Design of Blended Learning Based on Sakai. *2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science*, 76–79. <https://doi.org/10.1109/ETCS.2009.279>
- Liang, T., You, J.-J., & Liu, C.-C. (2010). A resource-based perspective on information technology and firm performance: a meta analysis. *Industrial Management & Data Systems*. <https://doi.org/10.1108/02635571011077807>
- Moodle. (n.d.). *Moodle: Online Learning with the World's Most Popular LMS*. Retrieved July 13, 2020, from <https://moodle.com/>
- Omidinia, S., Masrom, M., & Harihuddin Selamat. (2011). Review of E-Learning and ICT Infrastructure in Developing Countries (Case Study of Iran). *American Journal of Economics and Business Administration*, 3(1), 120–125. <https://doi.org/10.3844/ajebasp.2011.120.125>
- Pavani, V., Chandrika, I. L. V., & Krishna, A. R. (2012). Local Area Network (LAN) Technologies. *International Journal of Innovative Technology and*

Exploring Engineering (IJITEE), 6, 70–73.

- Qasim, A., & Hamad, A. (2016). Students' Perception of Implementing a Smart Learning System (SLS) based on Moodle at Fujairah College. *International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, 24–26(February), 315–318.
- Rashida, M. F. (2018). Learning Management System (LMS) in Higher Education Institutions. *Journal of Information Systems & Information Technology (JISIT)*, 2(2), 15–23.
- Rosmansyah, Y., & Bakhrun, A. (2017). Pengembangan sistem layanan pembelajaran kecakapan abad xxi melalui pembelajaran pemrograman. *Jurnal Sosioteknologi*, 16(2), 149–166.
- Saikia, A., Joy, S., Dolma, D., R, R. M., & Server, B. S. Q. L. (2015). Comparative performance analysis of MySQL and SQL Server relational database management systems in windows environment. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 4(3), 160–164. <https://doi.org/10.17148/IJARCCE.2015.4339>
- Saxena, N. (2017). The Role and Impact of ICT in Improving the Quality of Education: An Overview. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology The*, 6(3), 501–503.
- Siddiquah, A., & Salim, Z. (2017). The ICT facilities, skills, usage, and the problems faced by the students of higher education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 8223(8), 4987–4994. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00977a>
- Singh, B. G. (2012). *Security Issues in Wireless Local Area Networks (WLAN)*. *Security Issues in Wireless Local Area Networks WLAN Security Issues in Wireless Local Area Networks (WLAN)*. 12(11).
- Suryani, A. (2010). ICT in education: Its benefits, difficulties, and organizational development issues. *Jurnal Sosial Humaniora*, 3(2), 106–123. <https://doi.org/10.12962/j24433527.v3i2.643>
- Wade, M., & Hulland, J. (2004). Review: The resource-based view and information systems research: Review, extension, and suggestions for future research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 28(1), 107–142. <https://doi.org/10.2307/25148626>
- Wakil, K., Muhamad, D., Sardar, K., & Jalal, S. (2017). The impact of teaching ICT for developing education systems. *International Journal of Advanced Research*, 5(7), 873–879. <https://doi.org/10.21474/ijar01/4793>
- Wang, H. J., Blue, J., & Plourde, M. (2010). Community source software in higher education. *IT Professional*, 12(6), 31–37. <https://doi.org/10.1109/MITP.2010.120>
- Zehir, C., Muceldili, B., Akyuz, B., & Celep, A. (2010). The impact of information technology investments on firm performance in national and multinational companies. *Journal of Global Strategic Management*, 07(June), 143–154.