

Arsitektur Aplikasi untuk *Smart Campus* dengan Teknologi *Internet of Things* Berdasarkan Perencanaan Strategis Sistem Informasi STMIK Bina Patria

Robet Habibi¹

¹Sistem Informasi, STMIK Bina Patria
Email: ¹robeth.steve@gmail.com

Abstrak

Artikel ini menjelaskan tentang analisis terhadap arsitektur aplikasi dan kemungkinan aplikasi untuk *smart campus* sesuai dengan kebutuhan kampus berdasarkan perencanaan strategis sistem informasi STMIK Bina Patria. Teknologi *Internet of Things* digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan kemungkinan aplikasi yang bisa dikembangkan. Penggunaan teknologi *Internet of Things* memungkinkan institusi dapat mengendalikan dan memantau kegiatan di dalam kampus serta dapat menyediakan informasi secara *real time*. Hasil dari penelitian ini adalah rekomendasi aplikasi yang mungkin diterapkan untuk *smart campus* menggunakan teknologi *Internet of Things* dan arsitektur aplikasi berbasis teknologi *Internet of Things* yang sesuai dengan kebutuhan STMIK Bina Patria. Beberapa rekomendasi sistem *smart campus* adalah *smart library*, *smart academic*, *smart navigation*, *smart class*.

Kata Kunci: Arsitektur aplikasi, perencanaan strategis, sistem informasi, *internet of things*, *smart campus*

Abstract

This paper describes the analysis of the application architecture and possible applications for smart campus in accordance with the needs of the campus based on strategic planning information system STMIK Bina Patria. Internet of Things Technology is used as a consideration in determining the possibility of applications that can be developed. The use of Internet of Things technology enables institutions to control and monitor on-campus activities and can provide information in real time. The result of this research is application recommendation that may be applied for smart campus using Internet of Things technology and application architecture based on Internet of Things technology which suits STMIK Bina Patria needs. Some recommendation of smart campus system is smart library, smart academic, smart navigation, smart class.

Keyword: Application architecture, strategic planning, information systems, *internet of things*, *smart campus*

1. PENDAHULUAN

STMIK Bina Patria menyadari bahwa teknologi informasi dan sistem informasi selalu berkembang dengan cepat. Berdasarkan perencanaan strategis sistem informasi STMIK Bina Patria tahun 2016, telah menghasilkan 9 (sembilan) portofolio aplikasi sebagai wujud peningkatan mutu serta pelayanan yang sesuai dengan perkembangan teknologi informasi dan sistem informasi. Portofolio aplikasi tersebut antara lain Sistem Informasi Alumni (SILUMNI), Sistem Informasi Personalia (SIPERSON), Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru (SIPMB), Sistem Informasi Perpustakaan (SIPERPUS), Sistem Informasi *Business Intelligence* (SIBI), Sistem Informasi Akademik (SIAKAD), Sistem Informasi E-Learning (SILERNING), Sistem Informasi Bina Patria (SIBIPA), Sistem Informasi Keuangan (SIKEU). Portofolio aplikasi tersebut merupakan aplikasi baru, pengembangan aplikasi serta aplikasi yang tidak memerlukan pengembangan [1-2].

Peningkatan penerapan teknologi informasi dan sistem informasi di STMIK Bina Patria mengarah kepada pengembangan *Smart Campus*. *Smart Campus* merupakan solusi yang tepat dalam memberikan pelayanan optimal di dalam kampus serta penyediaan informasi secara *real time*. *Smart Campus* merupakan salah satu aplikasi dari penerapan *Internet of Things*. *Internet of Things* memungkinkan *smart campus* dapat direalisasikan. Konsep dari *smart campus* memungkinkan institusi dapat mengendalikan

dan memantau setiap aktivitas di dalam kampus. Perencanaan dan implementasi *smart campus* harus disesuaikan dengan kebutuhan setiap kampus [3-4]. Dalam hal ini, perencanaan *smart campus* diselaraskan dengan hasil perencanaan strategis sistem informasi STMIK Bina Patria agar sesuai dengan kebutuhan kampus. Tujuan penelitian yang dilakukan adalah melakukan analisis terhadap arsitektur aplikasi saat ini, menentukan usulan sistem smart campus yang sesuai. Bagaimana merancang arsitektur aplikasi baru yang disesuaikan dengan sistem *Smart Campus* dan teknologi *Internet of Things*.

2. METODE

2.1. Perencanaan Strategis Sistem Informasi STMIK Bina Patria

STMIK Bina Patria telah melakukan perancangan strategis sistem informasi. Perencanaan strategis sistem informasi menghasilkan 9 (sembilan) portofolio aplikasi yang selaras dengan visi, misi, tujuan dan sasaran insitusi guna meningkatkan keunggulan kompetitif [1-2]. Adapun portofolio aplikasi adalah:

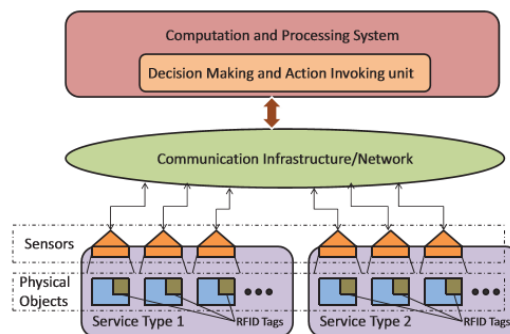
1. Sistem Informasi Alumni (SILUMNI), pembuatan SI baru SILUMNI bertujuan menyimpan data alumni untuk keperluan komunikasi pihak STMIK Bina Patria. Menyediakan tempat bagi perusahaan untuk mempromosikan lowongan pekerjaan kepada alumni atau calon alumni.
2. Sistem Informasi Personalia (SIPERSON), pembuatan SI baru SIPERSON bertujuan untuk menyimpan data karyawan dan dosen. SIPERSON diharapkan dapat menjadi sarana untuk pengembangan diri karyawan dan dosen pengajar.
3. Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru (SIPMB), pengembangan SIPMB dari SI yang sudah ada untuk meningkatkan pelayanan penerimaan mahasiswa baru dengan cara daftar *online* untuk meningkatkan kemudahan mendaftar.
4. Sistem Informasi Perpustakaan (SIPERPUS), pengembangan SIPERPUS, menambahkan fitur pencatatan penelitian untuk SIPERPUS.
5. Sistem Informasi *Business Intelegent* (SIBI), pembuatan SI baru SIBI bertujuan menyediakan sarana bagi tim manajemen dalam melihat data dan informasi untuk keperluan pengambilan keputusan.
6. Sistem Informasi Akademik (SIKAD), pengembangan SIKAD dilakukan dengan cara menambahkan 2 fitur, yaitu presensi *fingerprint* dan e-kelas. Fitur presensi *fingerprint* menjadi sarana pencatatan data untuk keperluan presensi mahasiswa dan dosen pada proses belajar mengajar. Data presensi yang dihasilkan dapat digunakan untuk keperluan data SIBI dan SIPERSON. Sedangkan fitur e-kelas digunakan untuk sarana belajar mengajar.
7. Sistem Informasi E-Learning (SILERNING), pembuatan SI baru SILERNING sebagai sarana belajar untuk mahasiswa STMIK Bina Patria, mahasiswa luar dan masyarakat umum. Sasaran pengisi konten SILERNING adalah dosen dan mahasiswa dan dosen tamu pilihan.
8. Sistem Informasi Bina Patria (SIBIPA), pembuatan SI baru SIBIPA, sebagai sarana penghubung antara STMIK Bina Patria dengan masyarakat umum. SIBIPA memiliki sasaran seluruh konsumen. SIBIPA akan berisi informasi yang dapat dipublikasi oleh STMIK Bina Patria.
9. Sistem Informasi Keuangan (SIKEU) adalah aplikasi berbasis web yang digunakan untuk menunjang proses administrasi pembayaran biaya kuliah di STMIK Bina Patria Magelang. Pada SI ini tidak ada pengembangan, karena sudah dapat memberikan manfaat yang baik untuk STMIK Bina Patria. Rekomendasi.

2.2. Internet of Things

Internet telah berkembang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Internet saat ini mampu menghubungkan miliaran benda (*things*) dengan akses global. Benda-benda (*things*) yang dihubungkan ini memiliki ukuran, kemampuan, pemrosesan dan daya komputasi yang berbeda, dan mendukung berbagai jenis aplikasi [5]. IoT menggabungkan teknologi internet dengan *smart future internet* [6]. IoT

menghubungkan objek dari dunia nyata dan melibatkan kecerdasan dalam sistem agar secara cerdas memproses informasi objek secara spesifik dan mengambil keputusan secara otomatis [7]. Teknologi IoT dapat menciptakan aplikasi dan layanan yang sangat bermanfaat [6]. Dengan kemajuan teknologi, kekuatan dalam memproses dan kemampuan penyimpanan dari perangkat meningkat secara signifikan sedangkan ukurannya semakin kecil. Perangkat pintar biasanya dilengkapi dengan berbagai jenis sensor dan aktuator. Selain itu perangkat pintar dapat terhubung dan berkomunikasi melalui internet yang dapat memungkinkan berbagai peluang baru dalam penerapan teknologi IoT [8]. Teknologi IoT dapat menghubungkan objek dunia nyata dengan cara yang sensorik dan cerdas. Gambar 1 menunjukkan sistem dasar IoT yang menerapkan berbagai jenis aplikasi atau layanan. *Things* terhubung dan berkomunikasi dengan *things* lain dalam suatu jenis layanan yang sama. Arus kerja sederhana yang disederhanakan dari IoT dapat digambarkan sebagai berikut [9]:

- 1) *Object Sensing*, pengidentifikasian dan komunikasi informasi spesifik objek. Informasi adalah data yang didapatkan dari jenis sensor yang digunakan seperti suhu, orientasi, gerak, getaran, percepatan, kelembaban, perubahan kimia di udara dll. Penggunaan berbagai sensor yang dikombinasikan dapat digunakan untuk desain *smart service*.
- 2) *Trigger an action*, Informasi objek yang diterima diproses oleh perangkat atau sistem cerdas yang kemudian menentukan tindakan otomatis yang akan dipanggil sesuai data yang diperoleh dari *object sensing*.
- 3) Perangkat atau sistem cerdas menyediakan layanan dan menyertakan mekanisme untuk memberikan umpan balik kepada administrator mengenai status sistem saat ini dan hasil tindakan yang dilakukan.



Gambar 1. Sistem dasar dari IoT

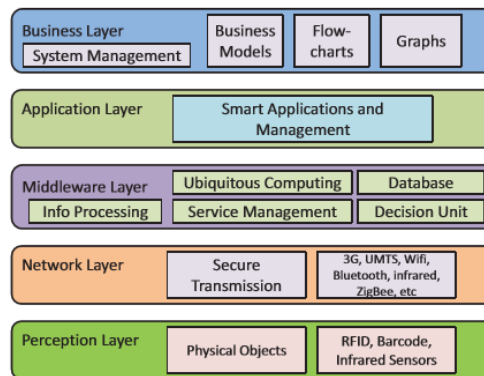
2.3. The IoT Architecture

Teknologi IoT menghubungkan miliaran objek yang akan menghasilkan lalu lintas yang sangat besar dan menggunakan banyak penyimpanan data [10]. Penerapan IoT harus mempertimbangkan tentang privasi dan keamanan [11]. Secara umum, struktur dari IoT terbagi menjadi lima lapis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. Lapisan ini dijelaskan sebagai berikut [12]:

- 1) *Perception Layer*: *Perception Layer* juga dikenal sebagai *Device Layer*, terdiri dari *physical object* dan perangkat sensor. Sensor bisa berupa RFID, 2D-barcode, atau sensor inframerah tergantung metode identifikasi objek. Lapisan ini pada dasarnya berkaitan dengan pengidentifikasian dan pengumpulan informasi objek secara spesifik oleh perangkat sensor yang digunakan.
- 2) *Network Layer*: Lapisan Jaringan juga dapat disebut *Transmission Layer*. Lapisan ini dengan aman mentransfer informasi dari perangkat sensor ke sistem pemrosesan informasi. Media transmisi yang digunakan dapat berupa kabel atau nirkabel dan dengan teknologi 3G, UMTS, Wi fi, Bluetooth, inframerah, ZigBee, dll tergantung pada perangkat sensor.
- 3) *Middleware Layer*: Perangkat setelah IoT menerapkan berbagai jenis layanan. Setiap perangkat terhubung dan berkomunikasi hanya dengan perangkat lain yang menerapkan jenis layanan yang sama. Lapisan ini bertanggung jawab atas manajemen layanan dan memiliki akses ke basisdata.

Lapisan ini menerima informasi dari *Network Layer* dan simpan di basisdata. *Middleware Layer* melakukan pemrosesan informasi dan perhitungan dan mengambil keputusan otomatis berdasarkan hasilnya.

- 4) *Application Layer*: Lapisan yang memberikan pengelolaan aplikasi secara global berdasarkan informasi objek yang diproses di *Middleware Layer*. Aplikasi yang diimplementasikan oleh IoT dapat berupa *smart campus*, *smart health*, *smart farming*, *smart home*, *smart city*, dll.
- 5) *Business Layer*: Lapisan yang bertanggung jawab atas pengelolaan keseluruhan sistem IoT termasuk aplikasi dan layanan. *Business Layer* membangun dan menyediakan model bisnis, grafik, grafik dan sebagainya. Keberhasilan nyata dari teknologi IoT juga bergantung pada model bisnis yang baik. Berdasarkan hasil analisis, *business layer* dapat membantu menentukan tindakan dan strategi bisnis di masa depan.



Gambar 15. Arsitektur dari IoT

2.4. Smart Campus

Sistem jaringan kampus adalah ruang-ruang pada gedung yang terpisah terhubung ke dalam satu jaringan perusahaan yang terdiri dari banyak *Local Area Network (LAN)*. Ciri khas dari lingkungan kampus adalah memiliki jaringan yang biasanya merupakan rangkaian kabel fisik. Topologi jaringan kampus pada dasarnya adalah inovasi LAN yang menghubungkan semua kerangka akhir di dalam gedung. Pemanfaatan inovasi teknologi baru untuk perubahan perilaku dan pekerjaan seluruh orang di dalam kampus sangat dibutuhkan melalui bantuan teknologi baru. Pesatnya perkembangan teknologi jaringan dan teknologi komunikasi teknologi, sangat membantu pekerjaan menjadi lebih mudah dan efisien untuk mendapatkan layanan yang dibutuhkan dan informasi yang diinginkan. Namun, teknologi LAN memberikan efisiensi yang rendah untuk mendapatkan informasi melalui komunikasi langsung antar komputer. Dengan pemanfaatan teknologi IoT dapat memberdayakan *sharing* informasi di manapun antara *things* yang terhubung dalam skala global dan IoT dapat memberikan perilaku yang lebih personal, otomatis dan cerdas. Gagasan untuk membangun *smart campus* menyiratkan bahwa institusi tersebut akan mengadopsi TIK yang canggih untuk secara otomatis memantau dan mengendalikan setiap fasilitas di kampus. Teknologi baru yang muncul telah mengubah gaya hidup manusia secara dramatis. *Smart Campus* menerapkan sistem berbasis IoT ke bagian kampus yang dipilih seperti *Campus Environment*, *Campus Security*, *Campus Parking*, *Campus Building*, *Campus offices*, and *classroom to create smart environment*, *smart security*, *smart building*, *smart parking*, *smart offices*, dan *smart classroom* [13].

2.5. Smart Campus IoT Architecture

IoT perlu memproses dan melayani setiap hubungan dari semua pengguna dalam mengakses informasi yang dibutuhkan yang terhubung ke web. Umumnya, *web of things* terdiri dari tiga bagian unik: sumber daya komputasi pusat (*cloud*), jalur akses dan hub (*gateway*) dan *node sensor* terdistribusi (*swarm*). Dalam *smart campus*, komponen lain ditambahkan yaitu *server* kampus yang menyimpan seluruh data [14]. Desain *smart campus* menunjukkan bahwa aliran data dirasakan oleh perangkat cerdas dan masuk

ke *cloud* melalui *IoT gateway*. Selain itu, ini menunjukkan bagaimana data yang tersimpan dapat diakses melalui perangkat standar seperti *smartphone*, tablet, dan laptop. Sistem *smart campus* memiliki tiga bagian yaitu *Things*, *IoT Gateway*, *Network* and *Cloud*. Semua bagian digabungkan untuk membentuk sistem berbasis IoT. Konsep dasar IoT adalah konektivitas dimana *things* terhubung secara internal ke web dan arus data yang mengalir secara terus menerus. Operasi logis yang dilakukan adalah menggunakan internet untuk mengumpulkan data, data disimpan di *cloud* dan pengguna dapat mengakses data yang tersimpan dari jarak jauh [13].

Hardware and Software: Perangkat keras yang digunakan dalam sistem IoT mencakup perangkat *remote dashboard*, *devices for control*, *servers*, *actuators*, *a routing device*, dan *sensors*. Fungsi utama perangkat keras IoT adalah seperti aktivasi sistem, spesifikasi tindakan, keamanan, komunikasi dan deteksi untuk mendukung tujuan spesifik [15].

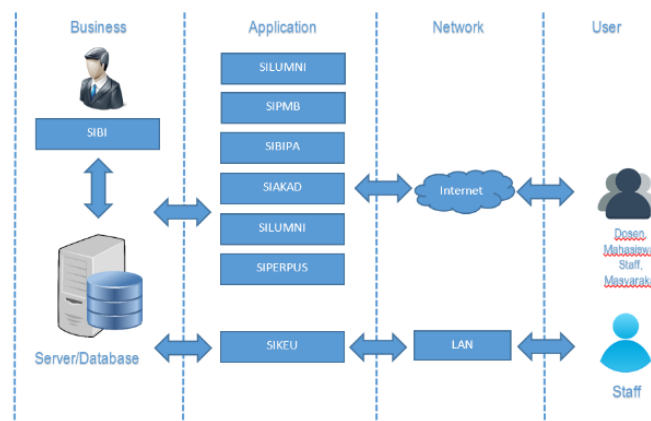
IoT Gateway: IoT bukan hanya tentang penginderaan data tapi juga mengendalikan sistem. Fungsi utama dari *IoT gateway* adalah konektivitas perangkat, terjemahan protokol, penyaringan data dan pengolahan, keamanan, manajemen dan lainnya. Ini adalah kombinasi dari *sensor data*, *decipher between sensors protocol*, *process sensors*, dan *data* sebelum mengirimkannya ke tahap selanjutnya [16].

IoT Server: Untuk mengumpulkan dan menyimpan data dari *wireless sensor network* melalui *IoT gateway*, maka dibutuhkan *server* yang terhubung ke internet. Pada *server* ini, ada *website* yang digunakan untuk mengakses dan mengendalikan sensor melalui *IoT gateway* [13].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Arsitektur Aplikasi Saat Ini

Berdasarkan portofolio aplikasi STMIK Bina Patria [2], berikut ini adalah arsitektur aplikasi yang telah dirancang seperti Gambar 3.



Gambar 16. Arsitektur aplikasi STMIK Bina Patria

Gambar 16 merupakan arsitektur aplikasi di STMIK Bina Patria sesuai dengan portofolio aplikasi. Arsitektur aplikasi saat ini belum melibatkan teknologi *Internet of Things*. Aplikasi dapat diakses melalui jaringan intranet dan internet. Semua aplikasi melibatkan basis data terpusat sebagai media penyimpanan. Data-data yang ada di basis data menjadi pertimbangan dalam menentukan rekomendasi aplikasi *smart campus* yang mungkin untuk diterapkan. Dengan arsitektur aplikasi saat ini, institusi tidak dapat melakukan *control* menyeluruh terhadap informasi dan atktivitas di dalam kampus. Seluruh aktivitas oleh

mahasiswa serta karyawan akan dapat dipantau dengan penerapan sistem *smart campus* berbasis IoT. Sistem *smart campus* yang diusulkan mempertimbangkan kebutuhan kampus, data-data yang dimiliki serta arsitektur aplikasi yang ada.

3.2. Rekomendasi Sistem *Smart Campus*

Berdasarkan arsitektur aplikasi STMIK Bina Patria, diusulkan sistem *smart campus* berbasis *Internet of Things*. Adapun sistem *smart campus* yang diusulkan dan sesuai dengan arsitektur aplikasi yang ada adalah sebagai berikut:

1. *Smart library*

SIPERPUS saat ini hanya diakses oleh pustakawan saja dan mahasiswa tidak dapat mengakses SIPERPUS secara langsung. Hal ini menunjukkan SIPERPUS belum memberikan pelayanan optimal bagi mahasiswa. Sistem *smart library* untuk mendukung aplikasi SIPERPUS yang ada saat ini dalam meningkatkan pelayanan bagi mahasiswa. Konsep *smart library* dengan teknologi IoT adalah:

- Di dalam ruangan perpustakaan dipasang sebuah perangkat pemancar wifi sebagai penanda. Perangkat wifi yang terpasang memiliki IP unik yang menandakan lokasi perpustakaan.
- Dibangun aplikasi berbasis android sebagai aplikasi yang diakses oleh mahasiswa.
- Melalui aplikasi android, aplikasi akan menangkap sinyal Wifi yang berada di perpustakaan. Di dalam aplikasi terdapat system pengecekan untuk mengetahui IP dari Wifi tersebut apakah benar dari ruangan perpustakaan.
- Jika IP merupakan IP ruangan perpustakaan, maka aplikasi android akan langsung diarahkan ke SIPERPUS untuk dapat mengakses semua data dan informasi perpustakaan.
- Melalui aplikasi android, mahasiswa dapat melakukan pencarian buku dengan lebih mudah, dapat melakukan transaksi peminjaman buku dengan langsung melakukan scan barcode dari buku.

2. *Smart academic*

SIKAD saat ini diakses oleh bagian akademik dan mahasiswa melalui jaringan intranet. Bagian akademik memasukkan seluruh data akademik ke dalam SIKAD. Mahasiswa dapat melihat jadwal perkuliahan dan informasi nilai melalui SIKAD. Pelayanan yang diberikan masih terbatas, mahasiswa belum bisa melakukan aktivitas akademik seperti memasukkan data KRS. Dengan teknologi IoT, maka SIKAD dapat dikembangkan dengan menambahkan *smart academic*. Adapun konsep *smart academic* adalah:

- Kampus STMIK Bina Patria memiliki akses *wifi* di semua ruangan. *Wifi* ini dapat dimanfaatkan sebagai media penerapan *smart academic*.
- Dibangun aplikasi berbasis android sebagai aplikasi yang diakses oleh mahasiswa.
- Jika mahasiswa berada di dalam kampus dan terkoneksi dengan *wifi* di kampus, maka system *smart academic* dapat dijalankan melalui aplikasi android.
- Melalui aplikasi android, mahasiswa dapat melakukan proses *input* data KRS, informasi nilai, dan semua informasi terkait perkuliahan.

3. *Smart navigation*

Smart navigation adalah sistem yang dapat memberikan informasi terkait tata letak dan informasi setiap ruang dan lokasi di STMIK Bina Patria. Sistem ini dapat berguna sebagai sarana pengenalan kampus ketika ada mahasiswa baru atau ada kunjungan dari luar kampus. Dengan memanfaatkan aplikasi berbasis android dan *virtual reality*, pengguna dapat mengetahui semua informasi ruangan dan lokasi di dalam kampus STMIK Bina Patria.

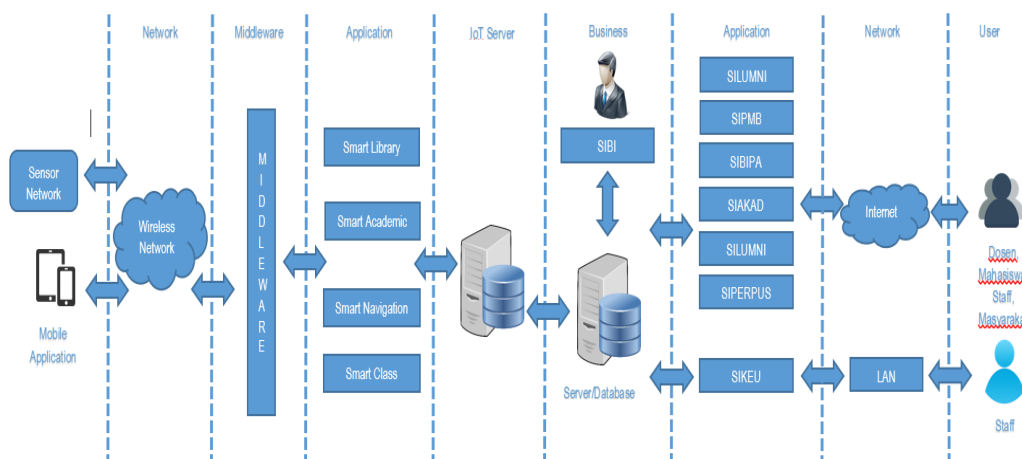
4. *Smart class*

Smart class sebagai pendukung dan pengembangan dari SILERNING. *Smart class* akan sangat berpengaruh terhadap pelayanan kepada mahasiswa, karena mendukung proses belajar mengajar di dalam kelas. Berikut adalah penjelasan dari system *smart class*:

- Pada setiap ruang kelas terpasang perangkat *wifi* dan memiliki IP unik sebagai penanda setiap ruang kelas. IP address dari masing-masing kelas ini akan digunakan sebagai data unik untuk mengakses informasi berdasarkan kelas.
- Dibangun aplikasi berbasis android sebagai aplikasi yang digunakan oleh mahasiswa.
- Ketika mahasiswa berada di ruang kelas tertentu, melalui aplikasi android yang terhubung dengan *wifi* kelas maka mahasiswa dapat mengakses informasi melalui aplikasi android.
- Informasi yang ditampilkan pada aplikasi android berupa, jadwal perkuliahan di ruang kelas, materi setiap mata kuliah di ruang kelas, presensi kehadiran saat proses belajar mengajar.

3.3. Arsitektur Aplikasi untuk Sistem *Smart Campus*

Sistem *smart campus* tidak dapat menghiraukan arsitektur aplikasi yang ada, sebab sistem *smart campus* membutuhkan data-data yang telah ada serta terhubung dengan sistem informasi lainnya. Oleh karena itu, arsitektur aplikasi yang baru menyertakan arsitektur aplikasi sebelumnya. Berikut ini adalah arsitektur aplikasi baru dengan tambahan sistem *smart campus* yang diusulkan seperti pada Gambar 4.



Gambar 17. Arsitektur aplikasi baru

Gambar 17 adalah arsitektur aplikasi baru yang telah ditambahkan sistem *smart campus* dengan teknologi *Internet of Things*. Penambahan pada arsitektur aplikasi disesuaikan dengan arsitektur dari teknologi *Internet of Things*. Sistem *smart campus* dapat diakses oleh mahasiswa melalui *mobile application*. Terdapat juga *sensor network* yang merupakan *perception layer*, bisa berupa sensor yang sesuai dengan kebutuhan dari sistem *smart campus*. Berdasarkan arsitektur aplikasi baru dapat terlihat bahwa semua civitas kampus (dosen, staff, mahasiswa) terhubung dalam satu sistem. Ketika mahasiswa terhubung ke sistem melalui *mobile application*, maka pihak institusi dimungkinkan dapat memantau aktivitas mahasiswa di dalam kampus secara *real time* pada *Business Layer* melalui SIBI. Mahasiswa yang menggunakan aplikasi *smart campus* akan terdeteksi secara spesifik, sehingga memberikan informasi yang sangat bermanfaat terkait perilaku mahasiswa di kampus. Informasi dari pengguna dan penggunaan sistem *smart campus* dapat dijadikan evaluasi dan acuan dalam peningkatan pelayanan oleh STMIK Bina Patria.

4. SIMPULAN

Usulan sistem *smart campus* disesuaikan dengan kebutuhan STMIK Bina Patria dengan mempertimbangkan hasil Perencanaan Strategis Sistem Informasi. Sistem *smart campus* yang diusulkan adalah *smart library* untuk mendukung aplikasi SIPERPUS, *smart academic* untuk mendukung aplikasi SIAKAD, *smart navigation* untuk mendukung aplikasi SIBIPA, *smart class* untuk mendukung aplikasi SILERNING. Berdasarkan usulan sistem *smart campus* maka telah dibuat arsitektur aplikasi baru berbasis teknologi IoT.

5. REFERENSI

- [1] Sebastian, D., Habibi, R. 2016. Analisis Konteks Bisnis Sebagai Pertimbangan Perencanaan Strategi Sistem Informasi Pada Stmik Bina Patria Magelang Dengan Metode Ward And Peppard. *Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK 2016)*. Yogyakarta, November 19, 2016.
- [2] Habibi, R. 2016. Perencanaan Portofolio Aplikasi pada STMIK Bina Patria Magelang dengan Menggunakan Metode Ward and Peppard. *Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK 2016)*. Semarang, October 10, 2016.
- [3] Wang, H. 2013. Toward a Green Campus with the Internet of Things – the Application of Lab Management. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2013 Vol II*. London, U.K, July 3-5, 2013.
- [4] Sari, M.W., Ciptadi, P.W., Hardyanto, R. H. 2017. Study of Smart Campus Development Using Internet of Things Technology. *IAES International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics*. 2017
- [5] Huang, Y., Li, G. 2010. A Semantic Analysis for Internet of Things. *International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*. Changsha, China, May 11-12, 2010.
- [6] Zheng, J., Simplot-Ryl, D., Bisdikian, C., dan Mouftah, H. 2011. The Internet of Things. *IEEE Communications Magazine*. Vol. 49(11): 30-31.
- [7] Huang, Y., Li, G. 2010. Descriptive Models for Internet of Things. *IEEE International Conference on Intelligent Control and Information Processing (ICICIP)*. Dalian, China, August 13-15, 2010.
- [8] Fan, T., Chen, Y. 2010. A Scheme of Data Management in the Internet of Things. *2nd IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content*. Beijing, China, Sept 24-26, 2010.
- [9] Coetzee, L., Eksteen, J. 2011. The Internet of Things: Promise for the Future? An Introduction. *IST-Africa Conference Proceedings, CSIR*. Pretoria, South Africa, May 11-13, 2011.
- [10] Tan, L., Wang, N. 2010. Future Internet: The Internet of Things. *3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*. Chengdu, China, August 20-22, 2010.
- [11] Gang, G., Zeyong, L., dan Jun, J. 2011. Internet of Things Security Analysis. *International Conference on Internet Technology and Applications (iTAP)*. Wuhan, China, August 16-18, 2011.
- [12] Wu, M., Lu, T., Ling, F., Sun, J., dan Du, H. Research on the Architecture of Internet of Things. *3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*. Chengdu, China, August 20-22, 2010.
- [13] Bernabas, A., Jyotsna, S. 2017. Internet of Things (IoT) Driven Design and Implementation of Smart Campus. *International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCST)*. Vol. 5(4): 32-38.
- [14] Andrea, Z., Nicola B., Angelo, C., Lorenzo, V., dan Michele, Z. 2014. Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*. Vol. 1(1): 1-11.
- [15] Rose, K., Eldridge, S., dan Chapin, L. 2015. *The Internet of Things (IoT): An Overview*. <http://www.internetsociety.org/doc/iot-overview>, diakses 24 Februari 2017.
- [16] M. E. software. 2017. *Designing the Internet of Things > Part 1: IoT Devices and Local Networks*. <https://www.micrium.com/iot/devices/>. diakses 29 April 2017.