

Dimensi *Context Aware* untuk Manajemen Penerangan dalam Gedung

Context Aware Dimension of Building Lighting Management System

Gusti Agung Ayu Putri

Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik – Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali
e-mail: gustiagung_s3_12@mail.ugm.ac.id ; dongdek@gmail.com

Ridi Ferdiana, F. Danang Wijaya

Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik – Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika no. 2, Kampus UGM – Yogyakarta (55281)
e-mail: ridi@mti.ugm.ac.id; danang@te.ugm.ac.id

Sayuri Egaravanda

Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
e-mail: sayuri@mti.ugm.ac.id

Naskah diterima: 28 Maret 2013, direvisi: 1 April 2013, disetujui: 29 November 2013

Abstrak

Inefisiensi energi pada sistem penerangan dalam gedung diantaranya karena tidak terkendalinya pemakaian penerangan secara konsisten. Salah satu alternatif penyelesaian permasalahan tersebut adalah perlu adanya manajemen sistem penerangan. Paper ini mencoba mengusulkan diagram dimensi *context aware* sistem manajemen penerangan yang merupakan pondasi untuk pengembangan sistem yang cerdas. Sebuah contoh arsitektur dan pengembangan kelas utama yang mengacu pada diagram tersebut dicoba untuk dikembangkan. Teknologi *pervasive computing* digunakan sebagai pendekatan awal desain sehingga pengelolaan dan pemantauan penerangan dapat dioptimalkan guna efisiensi energi listrik.

Kata kunci : *context aware*, sistem manajemen penerangan, *pervasive computing*, efisiensi energi listrik

Abstract

Inefficiency of electricity on building lighting system is a part of consequence of consistently uncontrolled lighting used. Lighting management systems based on pervasive computing technology could be solved that problem. Purpose of this paper proposes the diagram of context aware dimension that might be used as a foundation of smart building lighting management system. An example of architecture and main class that refers to the dimension is designed.

Pervasive computing technology likely to be applied as an initial approach of control and manage lighting design system hence improves the efficiency of electrical usage.

Keywords : *Context aware, lighting management system, pervasive computing, efficiency of electricity*

PENDAHULUAN

Gedung perkantoran dan perumahan mengalami peningkatan pemakaian energi listrik yang sangat signifikan dewasa ini, dimana 70 % dari total energi listrik yang tersedia dikonsumsi oleh mereka [Weng T., 2012]. Energi ini dikonsumsi oleh empat sistem utama yaitu pada sistem penerangan, sistem tenaga (HVAC), sistem komunikasi data dan sistem keamanan dan keselamatan di dalam dan sekitar gedung [Nguyen T. A., 2012]. Peningkatan tersebut tentunya menyebabkan peningkatan biaya beban energi listrik, disamping juga permintaan penyediaan energi yang ikut meningkat. Permasalahan berikutnya yang berkaitan dengan hal ini adalah sedang terjadi krisis energi global, tetapi tidak banyak orang yang sadar akan hal tersebut. Sifat tidak peduli seseorang terhadap pemakaian listrik didalam gedung ternyata menyumbangkan pemborosan pemakaian energi sebesar sepertiga bagian dari penggunaan total energi tersebut [Nguyen T. A., 2012], sehingga hal ini harus dikelola dengan baik.

Beberapa solusi alternatif telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini. Salah satu solusi yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia adalah dengan dikeluarkannya Instruksi Presiden Republik Indonesia (InPres RI) no. 2 tahun 2008 tentang penghematan energi dan air [Inpres no.2, 2008]. Solusi lainnya yaitu dengan memanfaatkan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk melakukan pengontrolan dan pemantauan pemakaian energi listrik sehingga bisa diciptakan penghematan energi listrik tanpa mengurangi kenyamanan seseorang dalam melaksanakan aktivitasnya.

Penelitian tentang penggunaan TIK sebagai teknologi bantu dalam pengontrolan dan pemantauan pemanfaatan energi listrik di

dalam gedung telah banyak dilakukan. Tujuan dari penelitian itu sebagian besar adalah untuk menciptakan penghematan pemakaian energi tersebut melalui berbagai macam pendekatan. Pendekatan yang pertama adalah pemakaian teknologi GPRS [Taylor K., 2004] dan GSM [Yao K., 2012] untuk pengontrolan dan pemantauan jarak jauh (dari luar gedung). Dengan demikian, pengguna dapat mengaktifkan atau menonaktifkan lampu dari perangkat *mobile phone*. Pendekatan kedua adalah pemanfaatan TIK untuk mengontrol penerangan dengan cara melakukan penginderaan terhadap cahaya alami yang kemudian disesuaikan dengan kebutuhan pengguna melalui penyediaan penerangan buatan yang sesuai [Bhardwaj S., 2010]. Penelitian ini berfokus pada pengaturan sensor cahaya, tetapi mereka tidak mempertimbangkan pengaruh aktifitas pengguna terhadap kebutuhan cahaya yang harus disediakan. Sedangkan, pendekatan yang terakhir adalah setiap pengguna diberikan perangkat sensor sehingga aktifitasnya terus terpantau oleh sistem sehingga sistem bisa menyediakan penerangan yang cukup untuk pengguna tersebut melaksanakan aktifitasnya [Wen Y., 2008][Pan M., 2008][Pan M., 2008]. Pada penelitian ini, mereka menekankan bahwa penyediaan penerangan mengikuti arah pergerakan pengguna. Tidak satupun dari penelitian tersebut yang berfokus pada pembuatan dimensi konteks sistem manajemen penerangan di dalam gedung.

Penelitian disini berfokus pada penggunaan TIK untuk pengendalian energi listrik di sistem penerangan karena sesungguhnya 20 – 35 % energi listrik digunakan untuk kebutuhan penerangan [Wang H., 2010][Husen S. A., 2011]. Paper ini akan membahas tentang pembangunan dimensi konteks sistem penerangan, mendefinisikan perangkat TIK dan

kelas-kelas utama sistem. Dimensi konteks dapat digunakan sebagai dasar pengembangan aplikasi dan pengintegrasian perangkat *hardware* dan *software* untuk sistem manajemen penerangan di dalam gedung. Dimensi ini merupakan pondasi dasar untuk pengembangan aplikasi pengontrolan dan pemantauan penggunaan cahaya buatan dengan harapan bisa memberikan penghematan penggunaan energi listrik. Model ini bisa digunakan sebagai dasar perencanaan pengelolaan pemanfaatan cahaya alami dan cahaya buatan sehingga bisa diperoleh penerangan ruang yang optimal sesuai dengan syarat kebutuhan penerangan berdasarkan aktifitas pengguna. Dimensi *context aware* dibangun dengan meneliti lingkungan dimana sistem penerangan dibutuhkan dan juga mempelajari penelitian sejenis yang telah ada.

Manusia sebagai makhluk sosial, sejak dulu belajar bersikap sesuai dengan tempat dan keadaannya sehingga mereka selalu berusaha menciptakan keadaan yang memenuhi syarat-syarat kehidupan yang layak. Untuk pemenuhan akan kebutuhan tersebut, maka diciptakanlah konsep ruang. Dengan demikian, sesungguhnya kegiatan terlaksana pada suatu ruang, baik itu ruang didalam maupun diluar gedung. Pemilihan ini disesuaikan dengan kegiatan yang akan dilaksanakan. Aktifitas ini biasanya diakomodasikan pada ruang-ruang khusus yang memang sudah dipersiapkan agar aktifitas tersebut bisa berlangsung dengan baik. Faktor penerangan di dalam maupun diluar gedung akan sangat mempengaruhi kenyamanan dalam melaksanakan aktifitas ini [Neufert E., 1996].

Kualitas kenyamanan, sifat dan bentuk ruang akan mempengaruhi jiwa orang yang beraktifitas pada ruangan tersebut. Secara jasmani dan rohani, mutu ruang dapat dirasakan melalui temperatur, penerangan, warna,

bahan bangunan dan kebisingan yang dimilikinya [Frick H, 2006]. Seseorang dalam melaksanakan aktifitasnya akan sangat bergantung pada penerangan alami yang ada dilingkungannya. Jika pembentukan ruang telah direncanakan dengan baik, maka sebenarnya cahaya alami yang diberikan oleh matahari sudah cukup. Dengan demikian orang yang akan beraktifitas pada ruang tersebut memperoleh penerangan yang baik untuk dapat melaksanakan kegiatannya. Namun pada kenyataannya, matahari tidak selalu memberikan penerangan yang konstan dan cukup. Hal ini terjadi karena beberapa faktor seperti : (i). cuaca berawan, (ii). hujan, (iii). ruang yang tidak cukup jendela dan ventilasi cahaya, dan (iv). cahaya alami pada malam hari. Selain itu, adapula ruang didalam gedung yang sama sekali tidak mendapatkan cahaya alami karena letaknya yang memang tidak memungkinkan memperoleh cahaya alami ini sebagai sumber penerangan.

Sifat dan fungsi ruang akan mempengaruhi perencanaan penerangan pada ruang tersebut. Kegiatan yang berbeda pada sebuah ruangan akan memerlukan intensitas penerangan yang berbeda pula. Selain itu, jenis kegiatan juga akan menentukan ukuran suatu ruang. Secara umum, korelasi fungsi ruang dengan aktifitas akan mempengaruhi ukuran ruang dan penerangan normal yang dibutuhkan agar aktifitas berjalan dengan baik. Ada 3 kategori tentang korelasi antara aktifitas dengan ukuran ruang [Frick H., 2006], yaitu (i). kegiatan fungsional individu dan kebutuhan ruang, (ii). kegiatan fungsional bersama dan kebutuhan ruang, (iii). kegiatan multifungsional dan kebutuhan ruang. Lebih lanjut, jika sumber penerangan yang digunakan adalah cahaya alami, maka nilai umum kuat penerangan cahaya alami seperti ditunjukkan pada Tabel 1 [Neufert E., 1996].

Tabel 1. Kuat penerangan cahaya alami

No	Sumber cahaya	Kuat penerangan (E)
1.	Penyinaran global (langit yang terang)	100.000 (lx)
2.	Penyinaran global (langit yang berawan)	20.000 (lx)
3.	Melihat yang optimal	2.000 (lx)
4.	Minimum pada tempat kerja	200 (lx)
5.	Penerangan jalan	10 (lx)
6.	Penerangan oleh cahaya bulan	0,2 (lx)

Tabel 1 menunjukkan bahwa sesungguhnya cahaya alami pada siang hari, jika direncanakan dengan baik, maka cahaya tersebut bisa digunakan sebagai sumber penerangan dalam melaksanakan aktifitas (seperti ditunjukkan oleh tabel 2). Pemanfaatan secara rasional dari cahaya matahari disaat siang akan memberikan pengurangan penggunaan penerangan dari sumber cahaya buatan. Tentunya hal ini akan mengurangi penggunaan energi listrik disiang hari. Akan tetapi, cahaya pada malam hari

tidak mampu memberikan penerangan sesuai dengan syarat kebutuhan penerangan untuk melaksanakan aktifitas, sehingga penggunaan cahaya buatan menjadi sangat penting pada keadaan ini.

Setiap aktifitas pada ruangan akan membutuhkan intensitas penerangan yang berbeda pula. Standar penerangan untuk beberapa aktifitas di dalam gedung dapat dilihat pada Tabel 2 [Neufert E., 1996]. Seperti ditunjukkan oleh tabel 2. Pencahayaan yang sesuai dengan aktifitas yang akan dilakukan

Tabel 2. Standar kuat penerangan untuk aktifitas pada ruangan di dalam gedung

Tinggi ruang	Kuat penerangan	Fungsi ruang
Sampai 3 m	Sampai 200 lx	Ruang tunggu
		Ruang kelas
	Sampai 500 lx	Ruang rapat
		Ruang perpustakaan
3 m -5 m	Sampai 750 lx	Ruang pengolahan data
		Ruang besar
	Sampai 200 lx	Ruang tunggu
		Ruang kuliah
		Ruang rapat
	Sampai 500 lx	Ruang serba guna
		Ruang olah raga
Ruang laboratorium		
	Sampai 700 lx	Ruang perpustakaan
		Aula

oleh seseorang didalam ruangan akan memberikan rasa nyaman dalam melaksanakan aktifitas tersebut. Pencahayaan yang disesuaikan ini membuat mata seseorang tidak merasa silau dan juga tidak gelap karena kurangnya cahaya.

Saat ini Teknologi Informasi sudah berkembang demikian maju. Perangkat-perangkat cerdas dengan kemampuan untuk melakukan pengindraan terhadap lingkungan sekitarnya sudah banyak tersedia. Hal ini mungkin dilakukan karena perkembangan dari teknologi *microcontroller* dan *microprosesor*. Integrasi keseluruhan teknologi komputer, teknologi telekomunikasi dan teknologi *microcontroller/microprosesor* menciptakan lingkungan yang menyatu dengan kemampuan komputasi dan telekomunikasi yang kemudian lebih dikenal dengan nama *pervasive computing* [Baldauf M., 2007].

Salah satu domain perkembangan *pervasive computing* adalah dapat dikembangkan aplikasi-aplikasi *context aware* yang menyatu dengan lingkungannya. Aplikasi *context aware* adalah sebuah aplikasi yang mampu mengadaptasikan operasinya sesuai dengan konteks yang sudah didefinisikan tanpa banyak campur tangan pengguna (seseorang) [Baldauf M., 2007]. Aplikasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan kegunaan dan efektivitas dengan cara melakukan penginderaan pada konteks lingkungannya.

Metode pengindraan yang bisa dilakukan oleh sensor ada tiga yaitu (i). sensor fisik, (ii). sensor virtual dan (iii). sensor logika. Sensor fisik adalah kemampuan sistem untuk mengindra data dari lingkungan fisiknya, sensor virtual adalah kemampuan sistem untuk mengambil data dari sebuah sistem lain atau *service* dari sistem lain, sedangkan sensor logika adalah gabungan dari sensor fisik dan sensor virtual [Baldauf M., 2007].

Hal utama yang digunakan sebagai dasar mendesain aplikasi yang *context aware* ada dua yaitu entitas konteks dan atribut yang melekat pada konteks tersebut [Baldauf M., 2007]. Entitas konteks terdiri dari (i). tempat

(ruang, gedung, dll), (ii). orang (perorangan, kelompok), (iii). benda (objek fisik, komponen komputer), sedangkan atribut konteks terdiri dari (i). informasi lokasi, (ii). informasi lingkungan, (iii). identitas (id), dan (iv). waktu (tanggal dan jam).

METODE

Penelitian ini difokuskan pada pengembangan dimensi konteks penggunaan energi listrik, khususnya penggunaan penerangan buatan pada suatu bangunan. Dimensi konteks tersebut dapat digunakan untuk membangun model yang sadar akan konteks penggunaan penerangan buatan di dalam suatu ruangan berdasarkan aktifitas yang terjadi disana. Dengan demikian, model ini dapat digunakan sebagai dasar penerapan teknologi *pervasive computing* pada manajemen penerangan di dalam gedung.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jaringan Komputer dan Sistem Terdistribusi, Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, fakultas Teknik – Universitas Gadjah Mada. Hal ini dilaksanakan selama 6 bulan, yaitu dari bulan September 2012 sampai dengan Februari 2013. Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari data melalui pengamatan langsung dan data melalui penelitian kepustakaan. Data pengamatan langsung terdiri dari : mengamati pemanfaatan penerangan alami dan penerangan buatan dalam suatu aktifitas yang terjadi di dalam gedung; mengamati penerangan pada lingkungan tempat aktifitas berlangsung di dalam gedung; mengamati pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk manajemen penerangan di dalam gedung. Sedangkan data penelitian kepustakaan terdiri dari : dataset kuat penerangan yang dibutuhkan untuk suatu aktifitas pada suatu ruang di dalam bangunan; dataset kuat penerangan dari sumber-sumber cahaya alami; data kebutuhan penerangan untuk suatu aktifitas atau kegiatan seseorang di dalam gedung.

Dimensi konteks dibangun dengan cara melakukan abstraksi terhadap data yang

diamati, baik data dari pengamatan langsung maupun data dari penelitian kepustakaan. Abstraksi dilakukan terhadap tiga domain utama konteks kebutuhan penerangan, yaitu konteks lingkungan fisik penggunaan penerangan pada ruangan di dalam gedung, konteks *user* dalam hal bagaimana aktifitas seseorang di dalam gedung akan mempengaruhi kebutuhan penerangan dan bagaimana konteks *virtual* (teknologi informasi dan komunikasi) dapat digunakan untuk manajemen penerangan. Hasil abstraksi ini kemudian akan digunakan untuk membangun dimensi konteks manajemen penerangan di dalam gedung.

Hasil abstraksi konteks penggunaan penerangan dapat digunakan untuk mendefinisikan objek-objek yang melekat pada ketiga domain dimensi konteks. Objek yang sejenis dikumpulkan dalam satu wadah kelas. Dengan demikian pemodelan sistem manajemen penerangan di dalam gedung dengan pendekatan sudut pandang teknologi *pervasive computing* dapat dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Context Aware pada Sistem Manajemen Penerangan

Konteks yang melekat pada sistem manajemen penerangan ada tiga yaitu (i). lingkungan, dalam hal ini adalah lingkungan di dalam ruangan, (ii). aktivitas pengguna di dalam lingkungan tersebut dan (iii) manajemen penggunaan penerangan. Sistem manajemen penerangan harus peka dan sadar pada dua konteks pertama, sehingga bisa menyediakan penerangan yang baik. Kuat intensitas penerangan dan ketersediaan penerangan yang sesuai berkorelasi langsung dengan kedua konteks ini.

Kebutuhan penerangan yang sesuai untuk beraktivitas di dalam konteks lingkungan gedung dipengaruhi oleh (i). kuat penerangan alami di dalam dan (ii). di luar gedung, serta (iii). fungsi ruangan, (iv). luas ruangan, dan (v). tinggi ruangan [12]. Secara umum tiga hal yang terakhir akan bernilai tetap sedangkan dua yang pertama nilainya akan beradaptasi

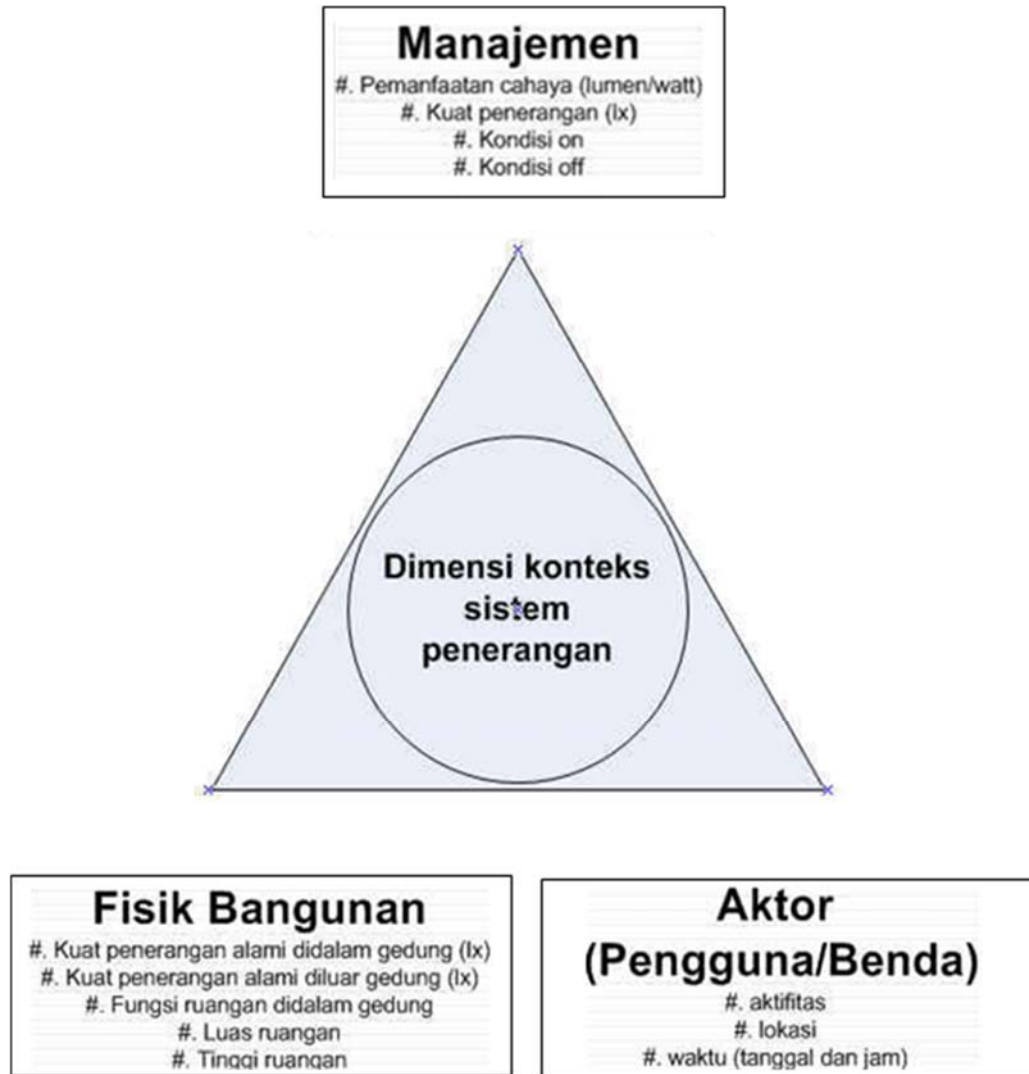
terhadap kondisi lingkungannya. Nilai kuat penerangan di dalam dan di luar ruangan (gedung) dapat di indera menggunakan sensor.

Konteks aktivitas seseorang lebih lanjut, secara umum akan disesuaikan dengan kewenangannya pada suatu ruangan. Kewenangan seseorang untuk beraktivitas pada suatu ruangan dalam kaitannya dengan sistem manajemen penerangan dapat dikategorikan menjadi 2 tipe yaitu memiliki dan tidak memiliki kewenangan. Selain konteks kewenangan seseorang, ada beberapa konteks pengguna yang juga harus dipahami oleh sistem penerangan yaitu :

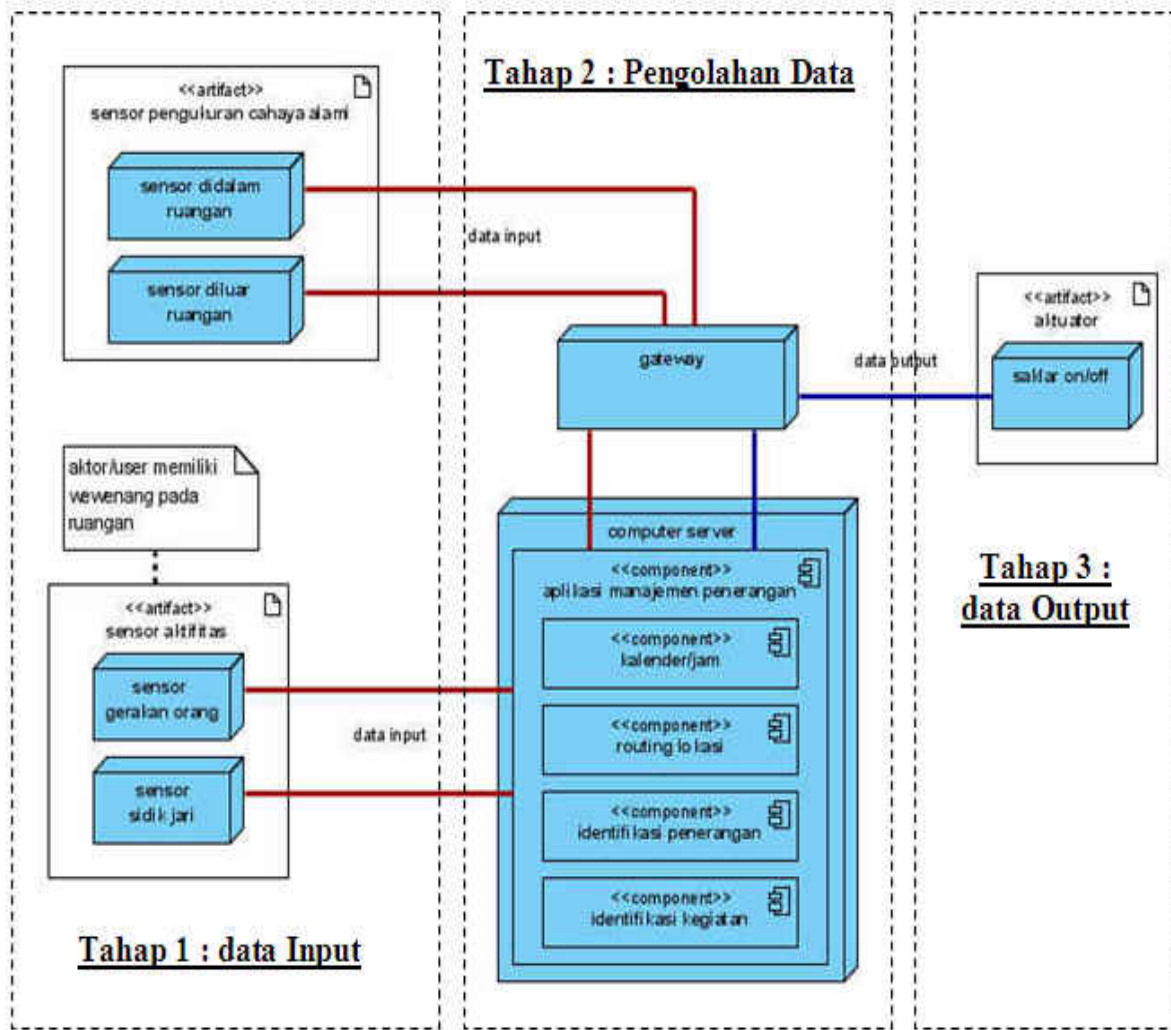
- **Konteks siapa**, dalam hal ini adalah sistem paham dan mengenali orang yang memiliki atau tidak memiliki wewenang terhadap ruangan tempat berlangsungnya aktivitas. Ada dua ketentuan yang berlaku dalam hal ini, yaitu : (i). Orang yang memiliki wewenang terhadap suatu ruangan akan memperoleh penerangan yang dibutuhkannya sehingga ia bisa beraktivitas dengan nyaman di dalam ruang tersebut; sedangkan (ii). Orang yang tidak memiliki wewenang pada ruangan tidak akan diberikan penerangan yang dibutuhkannya oleh sistem manajemen penerangan.
- **Konteks apa**, dalam hal ini, sistem harus paham terhadap jenis aktivitas yang dilakukan oleh seseorang didalam ruangan. Setiap aktivitas yang berlangsung di dalam suatu ruangan memiliki kebutuhan intensitas kuat penerangan dengan besar Lux yang berbeda-beda, sebagai contoh intensitas penerangan untuk aktivitas di ruang kelas akan berbeda dengan di laboratorium.
- **Konteks lokasi**, hal ini menginformasikan di ruangan yang mana aktivitas pengguna akan berlangsung. Sistem harus paham pada pemetaan lokasi ruang didalam gedung dan pemetaan ruang terhadap fungsi maupun aktivitas yang berlangsung pada ruangan tersebut.
- **Konteks waktu**, dalam hal ini, sistem harus paham pada informasi kapan aktivitas diruangan tersebut akan dilaksanakan.

Dengan demikian maka bisa dibangun bagan dimensi *context aware* untuk sistem manajemen penerangan seperti ditunjukkan oleh Gambar 1. Seperti ditunjukkan oleh diagram tersebut, fisik bangunan (lingkungan di dalam dan di luar ruangan) dan aktor (seseorang, sensor dan aktuator) adalah dua konteks utama untuk membangun sebuah sistem yang cerdas. Kecerdasan ini dikembangkan dengan cara membangun aturan-aturan yang mengkorelasikan kedua konteks tersebut yaitu dengan mengembangkan metode manajemen yang baik agar tujuan penghematan energi listrik pada sistem penerangan dapat dilakukan.

Pemahaman fisik bangunan dalam konteks penyediaan penerangan yang disesuaikan dengan setiap aktifitas pengguna (seseorang) didalam ruangan sebuah gedung akan membantu untuk memahami bagaimana sensor dan aktuator akan diintegrasikan dan dikelola sehingga tujuan otomatisasi penerangan dapat dibangun. Sensor disini, berfungsi sebagai pengindra terhadap intensitas kuat penerangan dan kehadiran seseorang di dalam ruangan tempat beraktivitas. Aktuator berfungsi untuk mengubah keadaan lingkungan penerangan di dalam ruangan sesuai dengan kebutuhan aktifitas *user*. Jika kuat penerangan alami sudah memenuhi



Gambar 1. Dimensi *context aware* sistem manajemen penerangan



Gambar 2. Arsitektur sistem manajemen penerangan

standar penerangan yang nyaman sesuai dengan aktivitasnya, maka aktuator tidak akan melakukan perubahan kondisi penerangan di dalam ruangan tersebut.

Usulan Pemodelan *Pervasive Computing* untuk Sistem Manajemen Penerangan

Pemanfaatan *pervasive computing* untuk sistem manajemen penerangan sudah mungkin dilakukan pada saat ini [Aiello M., 2008]. Dimensi *context aware* akan mempermudah pemilihan dan pengembangan otomatisasi sistem manajemen penerangan. Adapun usulan arsitektur untuk sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Pemberian penerangan buatan pada

sebuah ruangan bergantung pada konteks yang melekat dengan fungsi ruangan dan ada atau tidaknya aktivitas di dalam ruangan tersebut. Keputusan pemberian cahaya yang diperintahkan oleh sistem manajemen penerangan akan dipengaruhi oleh data input yang diberikan sensor-sensor pengindra dan saklar pintu.

Kegiatan otomatisasi ini terdiri dari beberapa tahapan:

1. **Tahap pertama sistem**, ketika seseorang akan memasuki dan melaksanakan aktivitas pada sebuah ruangan, ia harus melakukan identifikasi sidik jari pada mesin sensor sidik jari. Jika ia memiliki wewenang



Gambar 3. Diagram konteks sistem manajemen penerangan

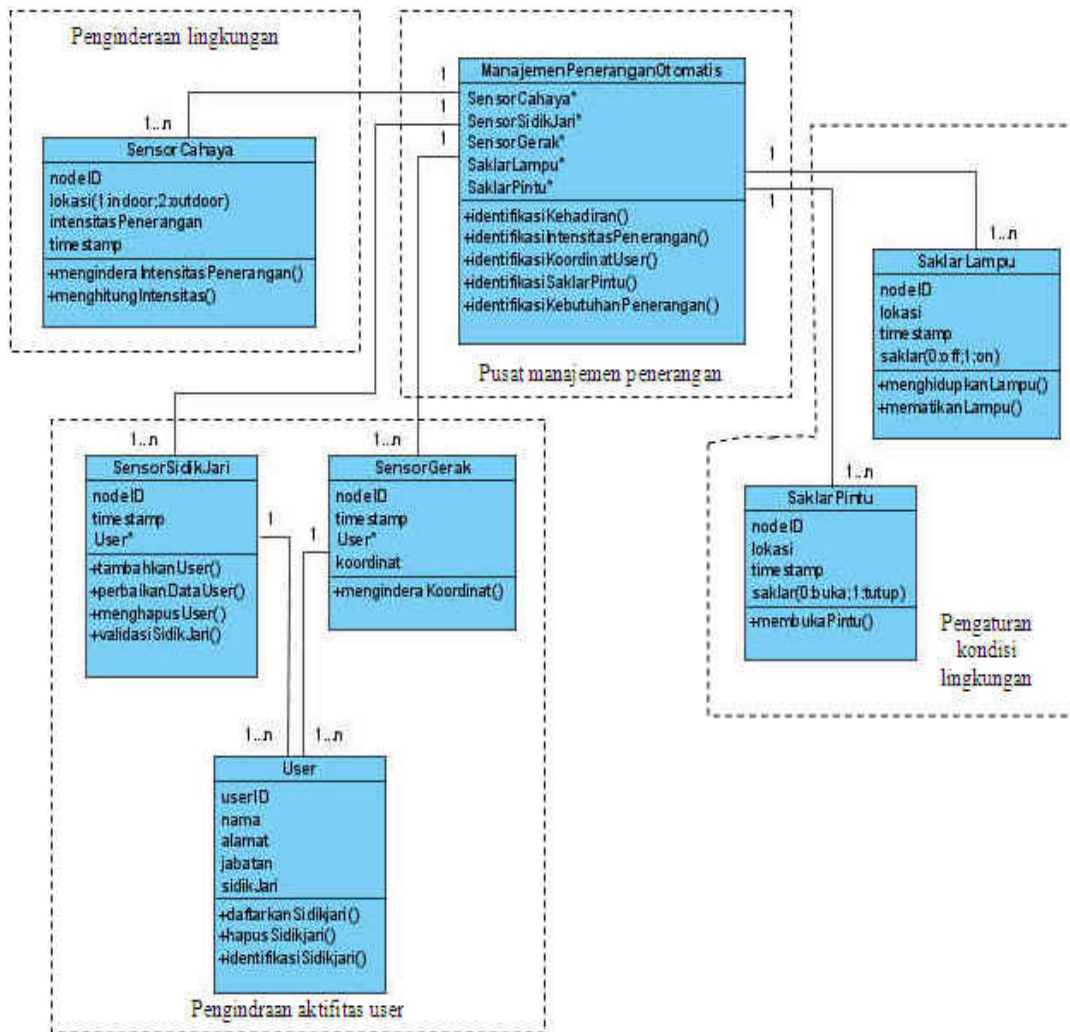
pada ruangan tersebut maka pintu akan terbuka dan ia bisa beraktivitas disana. Pada dirinya juga ada sensor gerak yang mendeteksi pergerakannya di dalam ruangan.

2. **Tahap kedua sistem**, ketika sistem mengetahui ada seseorang yang akan beraktivitas diruangan tersebut, maka sistem harus menyediakan penerangan yang sesuai untuk aktifitas ini. sensor penerangan akan menginformasikan kuat penerangan alami. Server akan menganalisa apakah itu sudah sesuai dengan kebutuhan penerangan berdasarkan aktivitas yang akan dilakukan. Jika kondisi ini belum terpenuhi, maka server akan memerintahkan aktuator untuk mengaktifkan penerangan dari cahaya buatan.
3. **Tahap ketiga sistem**, saklar pintu diaktifkan ketika *user* akan meninggalkan ruangan tersebut. Saklar ini berfungsi untuk membukakan pintu. Server akan mencocokkan lokasi akhir *user* dengan

keadaan saklar pintu. Jika posisi akhir *user* telah berada diluar ruangan dan skalar buka pintu pada keadaan sesaat membuka, maka hal ini akan diartikan oleh sistem penerangan bahwa kegiatan diruangan telah selesai. Sistem manajemen penerangan kemudian akan mematikan semua penerangan yang berasal dari cahaya buatan.

Kelas-kelas utama untuk sistem manajemen penerangan kemudian bisa diturunkan dari diagram konteks tersebut, seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.

Proses komputasi terjadi pada perangkat-perangkat yang terdistribusi. Kelas-kelas ini melaksanakan empat fungsi utama sistem yaitu (i). melakukan pengindraan kondisi lingkungan di dalam dan di luar bangunan (dilakukan oleh sensor cahaya), (ii). melakukan pengindraan aktivitas pengguna (dilakukan oleh sensor sidik jari dan sensor deteksi pergerakan orang), (iii). melakukan



Gambar 4. Kelas utama sistem manajemen penerangan

pengaturan dan perubahan kondisi lingkungan yang disesuaikan dengan standar kebutuhan penerangan untuk setiap jenis aktivitas di ruangan tersebut (dilakukan oleh aktuator) dan (iv). melakukan pengelolaan dan pemantauan di server pusat manajemen penerangan. Aktivitas konteks (i) sampai dengan (iii) menggunakan teknologi *pervasive computing* sedangkan kegiatan konteks (iv) menggunakan teknologi berbasis *web*.

Pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini adalah membangun aturan-aturan menggunakan pendekatan *Service-Oriented Architecture (SOA)*, sehingga aplikasi yang modular bisa dikembangkan. Prinsip modular

sangat penting pada teknologi *pervasive computing* karena ia bersifat terdistribusi pada suatu ruangan yang terpisah. *Prototype* dalam bentuk simulasi juga akan dibangun untuk mempelajari karakteristik dan menguji sistem yang dirancang ini.

PENUTUP

Pengendalian pemakaian penerangan yang konsisten akan mengefisienkan pemakaian energi listrik di dalam gedung. Hal ini dapat dilakukan secara cerdas menggunakan TIK. Penelitian ini menghasilkan diagram dimensi *context aware* yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk membangun sistem

manajemen penerangan yang cerdas, sehingga tujuan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem penerangan di dalam gedung, tanpa mengurangi kenyamanan penggunaan penerangan dapat diperoleh. Konteks utama yang melekat pada sistem manajemen penerangan ada tiga yaitu keadaan lingkungan fisik bangunan, aktor (pengguna, sensor dan aktuator) di lingkungan tersebut dan manajemen sistem penerangan di dalam lingkungan gedung.

Penelitian ini juga mengusulkan desain sistem manajemen penerangan yang dikembangkan berdasarkan dimensi konteks tersebut. teknologi *pervasive computing* dan *Web* dipilih sebagai pendekatan desain sehingga dapat dibuatkan arsitektur sistem, diagram konteks dan kelas-kelas utama sistem manajemen penerangan. Pembangunan aturan-aturan pengelolaan dan pengembangan *prototype* dalam bentuk simulasi dari desain ini akan menjadi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ernst Neufert dan Sunarto Tjahjadi, *Data Arsitek*. Jilid 1. Edisi 33. Penerbit Erlangga, 1996.
- Heinz Frick dan Tri Hesti Mulyana, *Seri Eko-Arsitektur 2 : Arsitektur Ekologis*, Penerbit Kanisius-Soegijapranata University Press, 2006.
- Hung-Yu Wang, dkk., "A Novel Integrated PMW Lighting System." International Conference on Electrical and Control Engineering, *IEEE Computer Society*, 2010.
- Instruksi Presiden Republik Indonesia (InPres) nomor 2 tahun 2008 tentang *penghematan energi dan air*, 2008.
- Jinglun Shi, Weiping Liu, "A Service-oriented Model for Wireless Sensor Networks with Internet," *Proceeding of 5th International Conference on Computer and Information Technology*, *IEEE Computer Society*, 2005.
- Kai-Chao Yao, dkk., "Distributed and Remote Control – Based on Smart House." International Conference on Computing, Measurement, Control and Sensor Network, *IEEE Computer Society*, 2012
- Ken Taylor, John Ward, Vadim Gerasimov dan Geoff James, "Sensor/Actuator Networks Supporting Agents for Distributed Energy Management," *Proceeding of the 29th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks (LCN'04)*, 2004.
- Liejasa, *Panduan Evaluasi Diri Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, September, 2008.
- Marco Aiello, Schahram Dustdar, "Are our home ready for services ? A domotic infrastructure based on the web service stack," *pervasive and mobile computing*, Science Direct. Elsevier, 2008.
- Matthias Baldauf, "A survey on context-aware systems," *International Journal. Ad Hoc and Ubiquitous Computing*. Vol 2, No. 4, 2007.
- Meng-shiuan Pan, dkk., "Design and Implementation of a WSN-Based Intelligent Light Control System." The 28th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, *IEEE Computer Society*, 2008.
- Meng-Shiuan Pan, dkk., "A WSN-Based Intelligent Light Control System Considering User Activities and Profiles." *IEEE Sensors Journal* VOL. 8, NO. 10, October 2008.
- Sachin Bhardwaj, dkk., "Semantic Interoperability in a Heterogeneous Smart Lighting System." *IEEE*, 2010.
- Sri Andari Husen, dkk., "Lighting Systems Control for Demand Response." *IEEE*, 2011.
- Thomas Weng, Yuvraj Agarwal, "From Building to Smart Building – Sensing and actuation to Improve Energy Efficiency." *Green Electronic and Computing*, *IEEE design & Test of Computers*, 2012.

Tuan Anh Nguyen, Marco Aiello, "Energy Intelligent Buildings Based on User Activity : A Survey." Preprint submitted to Energy and Buildings, July 13, 2012.

Yao-Jung Wen, Alice M. Agogino, "Wireless Networked Lighting Systems for Optimizing Energy Savings and User Satisfaction." *Proceedings of Wireless Hive Networks Conference*, Auastin, Texas-USA, IEEE, August 07-08, 2008.