

RANCANG BANGUN SISTIM KENDALI RUMAH CERDAS

Apollo, Marhatang, Abdul Rahman¹⁾

Abstrak: Masalah utama yang ditemukan pada sektor perumahan adalah aktifitas konsumen dalam menggunakan peralatan listrik dan sistim kendali kelistrikan yang kurang efisien yang dikelola oleh PLN. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun suatu sistem kendaliterintegrasi pada rumah hunian(smarthome) dan menganalisis penggunaan energi tahunannya. Metode yang digunakan dalam rancang bangun ini adalah metode eksperimental berupa pembuatan rumah miniatur dengan lima zona kendali penerangan dan dua zona kendali pendingin, dan metode simulasi aktifitas penghuni rumah menggunakan mikrokontroler AT Mega 8535. Temperatur pendingin dikendalikan dengan suatu sistim sensor temperatur dan intensitas lampu penerang diatur oleh LDR (light dependant relay) berdasarkan jam operasional penghuni rumah. Seluruh kendali smarthome dikelola oleh mikrokontroler dan program antarmuka CodeVision AVR. Berdasarkan hasil analisis konsumsi energi listrik tahunan, sistim rumah cerdas ini dapat menghemat pemakaian energi hingga 18,799%.

Kata Kunci : Rumah cerdas, Sistim kendali, Penghematan energi.

Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar fosil untuk konsumsi energi listrik menjadi suatu masalah tersendiri bagi pemerintah dalam upaya penghematan dan penemuan sumber energi baru. Di sisi lain, kontradiksi tata kelola energi listrik versus pertumbuhan rumah hunian, menambah deretan persoalan keenergian saat ini. Pertumbuhan rumah hunian secara signifikan berpengaruh terhadap konsumsi energi listrik yang terjual setiap tahunnya. Tahun 2003 lalu, PT. PLN telah merilis data bahwa jumlah konsumensektor rumah tangga

berkisar 29.997.554 unit pelanggan dengan pemakaian energi listrik sebesar 35.753,05 GWh. Data tahun 2011 menunjukkan bahwa jumlah pelanggan rumah tangga melonjak hingga 42.577.542 unit pelanggan dan pemakaian energi listriknya setara dengan 65.111,57 GWh. Angka ini diyakini terus mengalami peningkatan seiring pertumbuhan rumah hunian (PLN, 2011). Rumah hunian yang berteknologi rumah cerdas menjadi suatu pilihan penghematan energi nasional di negara-negara: Asia, AS dan Eropa. Negara Asia yang telah memanfaatkan dan mengembangkan

teknologi *smart home* adalah Cina, Jepang dan Singapura. Untuk negara Jerman, Inggris, Perancis dan AS, teknologi *smart home* menjadi hal yang mendapatkan perhatian serius dari pemerintah karena memberikan keuntungan langsung dalam menghemat energi tahunan (Sailor, 2011). Rumah cerdas secara sistematis diklasifikasikan berdasarkan fungsi pelayanan informasi dan tata kelola aktifitas penghuni rumah menggunakan kontroler Jaringan komunikasi menghubungkan berbagai opsi layanan peralatan elektronik, dan memungkinkan untuk dipantau, diakses dan dikendalikan dari jarak jauh (Ler and Loo, 2006). Di Korea Selatan, Yang dan Lee telah meneliti rumah cerdas berbasis data log dengan objek peralatan listrik rumah tangga. Pola pengendalian peralatan listrik yang mereka uji diambil dari filosofi manajemen SWIH, yakni: *Who, When, Where, What, What* dan *Who*. Inti dari penelitian mereka adalah bagaimana membuat kelompok pelayanan, kemudian dikaji dengan metode analisis kesetaraan dan disaring dengan pengendalian (Yang

and Lee, 2014). Rumah cerdas juga dapat diaplikasikan untuk mengkomunikasikan hubungan antara kegiatan harian penghuni rumah, teknologi, kenyamanan, keselamatan, keamanan dan penghematan energi, yang berlangsung secara otomatis dan terprogram melalui sistem kendali. Allameh dkk, telah membuat model virtual rumah cerdas dan menguji aktifitas penghuni kelompok pekerja rumahan. Mereka mensurvei tidak kurang 254 orang, menyangkut keseimbangan antara gaya hidup dan kerja yang dilakukan di rumah, kemudian membuat suatu model pendekatan dengan istilah: MNL (*Multinomial Logit Model*). Pemodelan ini dapat memperkirakan bagaimana individu-individu bekerja berdasarkan profil *socio-demographic* dan gaya hidup (Allameh et al., 2014).

Peralatan elektronik dapat dikendalikan dan dikontrol secara otomatis dari jarak jauh. Contohnya: AC, lampu, pompa, pemanas, tirai jendela, CCTV dan sebagainya. Dan pada dasarnya, setiap peralatan elektronik yang terhubung dengan *driver* dapat dikendalikan

dalikanoleh mikrokontroler(Wolfang Kastner et al., 2005).Rumah cerdas dapat pula digunakan untuk penderita cacat dan penderita Alzheimer, seperti yang diteliti oleh Lapalu di Kanada. Sistim ini dijadikan sebagai media pengganti manusia atau asisten tidak langsung untuk membantu aktifitas penderita-penderita tersebut(Lapalu et al., 2013).Inti dari penelitian rumah cerdas adalah kendali dan otomatisasi jadwal pelayanan agar penghuni rumah memperoleh kemudahan dalam melakukan aktifitas sehari-hari.Adapun teknologi otomatisai gedung dan rumah cerdas telah dikembangkan oleh salah satu perusahaan Jerman Sick AG. Perusahaan ini mengklaim bahwa teknologi yang ia miliki dapat diterapkan pada berbagai tipe gedung dan perumahan. Teknologi ini meliputi kendali keamanan, tata kelolasisistim gedung, kontrol elektrikal, pengaturan jadwal perawatan dan konstruksi(SickAG, 2013).

Metodologi Penelitian

Rumah cerdas yang dibuat adalah sebuah miniatur rumah berukuran $1 \times 0,5 \times 0,5 \text{ m}^3$ dan memiliki dua buah kamar utama, satu buah ruang tamu, satu buah ruang keluarga dan satu buah teras rumah. Setiap kamar utama diskenariokan memiliki satu buah peralatan pendingin dan satu buah lampu penerangan. Kapasitas pendingin ruangan dirancang sebesar 0,5 PK dan lampu penerangan 18 Watt.Teras dan ruang keluarga memiliki masing-masing satu buah lampu penerangan berdaya 18 Watt. Seluruh lampu penerangandan pendingin diatur untuk berkerja selama 24 jam, dengan 10 jam waktu operasional efektifpenerangan dan 8 jam waktu operasional efektif pendingin. Skenario yang lebih kompleks dengan objek berbeda pernah diujikan oleh Yang(Yang and Lee, 2014). Komunikasi dan kendali antara komponen-komponen, seperti: nyala lampu -sensor cahaya, temperatur ruangan-sensor suhu menggunakan mikrokontroler ATmega8535 produksi Atmel.Mikrokontrolerini memiliki chip yang didalamnya terdapat

mikroprosesor, *Input-Output (I/O)*, *ADC (Analog Digital Converter)*, *AtmelAVR (At and Vegards Rise processor)*. Perangkat ini dipilih karena kehandalannya dan paling sering dipakai dalam bidang elektronika instrumentasi. Mikrokontroller AVR memiliki arsitektur 8 bit dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus detak (*clock*) atau dikenal dengan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) (Phang and Hoe, 2013). Untuk membaca data temperatur, penelitian ini memakai informasi analog pengindraan temperatur tipe sensor LM35 .

Sensor suhu dipasang berbeda pada dua kamaryang telah dipilih dan volume ruangnya menyesuaikan model rumah. Hasil informasi temperatur yang diperoleh dari masing-masing kamar dikirim ke mikrokontroler untuk menggerakkan saklar pendingin. Rentang kendali temperatur kamar diskenarioakan dari 25°C hingga 30°C, seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Apabila suhu kamar mendekati angka 25°C maka pendingin ruangan mati, posisi saklar 0 (*relay-off*), dan jika temperatur mendekati 30°C maka pendingin ruangan menyala secara otomatis, saat itu posisi saklar 1 (*relay-on*).

Tabel 1. Skenario penggunaan pendingin

No	Temp (°C)	Status Pendingin
1	30	On/hidup
2	29	On/hidup
3	28	On/hidup
4	27	On/hidup
5	26	On/hidup
6	25	Off/padam

Sensor LM35 dipilih karena memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan dalam perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dengan mudah dihubungkan pada rangkaian kendali (National, 1994). Sensor lain yang digunakan dalam sistem kendali rumah cerdas adalah sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*). Sensor LDR bekerja berdasarkan perubahan intensitas cahaya dari tiap-tiap ruangan yang dikendalikan, baik kamar utama, ruang tamu, ruang keluarga dan teras. Berdasarkan intensitas cahaya dikelompokkan menjadi empat kondisi cahaya, yakni: agak terang, terang, agak gelap dan gelap (Eldas, 2012). Agar terjadi komunikasi antara peralatan-peralatan sensor dengan komputer, sensor dihubungkan dengan piranti perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi.

Bahasa yang digunakan adalah bahasa C++ dan piranti antar muka (*interface*) menggunakan perangkat lunak CodeVision AVR. CodeVision AVR adalah sebuah software yang digunakan untuk membaca (*compiling*) sintaks C++ dan menghasilkan sebuah file *hex* ke dalam sebuah mikrokontroler yang kosong, sehingga mikrokontroler tersebut bisa digunakan (Ngelmu, 2013). Komunikasi dari perangkat mikrokontroler dibuat sedemikian rupa mengikuti skenario aktifitas penghuni rumah. Tabel 2. Dengan jelas menunjukkan skenario pemakaian atau operasional peralatan listrik. Di tabel itu diungkap mengenai kelebihan waktu operasional lampu penerangan dibandingkan pendingin, yakni: 11 dan 10 jam operasional. Perbedaan ini ada karena kegiatan penghuni rumah yang lebih sering membutuhkan penerangan dibandingkan pendingin.

Tabel 2. Skenario penggunaan peralatan listrik tanpa sistim kendali

Zona Kendali	Peralatan	Daya (Watt)	Pemakaian (Jam/hari)
Beban Penerangan			
KamarDepan	TL 1 x 18	18	11
KamarBelakang	TL 1 x 18	18	11
Ruangtamu	TL 1 x 18	18	11
Ruangkeluarga	TL 1 x 18	18	11
Teras	TL 1 x 18	18	11
Beban Pendingin			
KamarDepan	1 x ½	400	10
KamarBelakang	1 x ½	400	10

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan Tabel 3. menunjukkan pembacaan temperatur LCD mikrokontroler lebih peka dibandingkan dengan alat ukur analog. Nilai kepekaan itu berada pada rentang nilai 0,0-0,2 °C . Waktu respon mewakili fungsi tanggapan

terhadap temperatur kendali, yang penurunannya berurutan hingga temperatur *setpoint* 25°C. Besar-kecil selisih temperatur atau eror, berdampak pada waktu tanggap dan kecepatan respon saklar untuk menggerakkan peralatan listrik atau elektronik (National, 1994).

Tabel 3. Pengukuran suhu analog dan LCD mikrokontroler.

Temp (°C)	Temp.LCD(°C)	Pendingin	Waktu respon (menit)
30	29,8	On	0
29	28,8	On	7
28	27,9	On	13
27	26,9	On	24
26	25,9	On	35
25	25,0	Off	43

Jumlah konsumsi energitahunan yang dihasilkan dari energi harianbergantung pada skenario pengendalian aktifitas penghuni rumah. Tabel 4. menunjukkan bahwa jika kita menggunakan asumsi 11 jam operasional penerangan dan

pendinginmaka diperoleh pemakaian energi harian rata-rata sebesar 0,198 kWh/hari dan 4,0kWh/hari. Total konsumsi energi harian peralatan penerangan dan pendingin yang ada pada zona kendali adalah 8,990 kWh/hari.

Tabel 4. Konsumsi energi harian tampakendali rumah cerdas

Zona Kendali	Daya (Watt)	Operasional (Jam/hari)	Konsumsi harian (kWh/hari)
Beban Penerangan			
K. Depan	18	11	0,198
K.Belakang	18	11	0,198
R. Tamu	18	11	0,198
R.Keluarga	18	11	0,198
Teras	18	11	0,198
Beban Pendingin			
K. Depan	400	10	4,000
K.Belakang	400	10	4,000
Total			8,990

Menilik hal yang sama dari tabel sebelumnya., kita boleh juga menganalisis perihal yang sama untuk kasus penggunaan energi harian rumah cerdas di tabel selanjutnya. Berdasarkan Tabel 5., kita memperoleh paparan data bahwa telah terjadi reduksi waktu operasional.Pengurangan waktu

operasional initerjadi berkat penggunaan sistim kendali, dalam hal ini perangkat mikrokontroler ATMega8535 dan sensor-sensor telah memberikan umpan balik sesuai skenario pengendalian. Jika kita memperhatikan kolom operasional pada peralatan penerangan dan pendingin di zona

kendali, kita mendapati bahwa waktu operasionalnyamasing-masing berkurang sebanyak 1 jam/hari dan 2 jam/hari. Dan dampak reduksi waktu operasional tersebut berimbas kepada konsumsi energi harian dari setiap peralatan penerangan dan pendingin. Untuk peralatan penerangan energi hariannya sebesar 0,90 kWh/hari dan peralatan pendingin sebesar 6,4

kWh/hari, atau energi harian total sebesar 7,3 kWh/hari. Berdasarkan hasil tabel 4. dan tabel 5., nampak jelas bahwa pemborosan energi harian terjadi pada rumah yang tidak menggunakan sistim kendali otomatis. Atau nilainya sama dengan 1,69 kWh energi terbuang per hari (Yang and Lee, 2014).

Tabel 5. Konsumsi energiharian rumah cerdas.

Zona Kendali	Daya	Operasional (Jam/Hari)	Konsumsi harian (kWh/hari)
Penerangan			
K. Depan	18	10	0,180
K. Belakang	18	10	0,180
R. Tamu	18	10	0,180
R. Keluarga	18	10	0,180
Teras	18	10	0,180
Pendingin			
K. Depan	400	8	3,200
K. Belakang	400	8	3,200
Total			7,300

Perbandingan konsumsi energi tahunan rumah tanpa kendali dan rumah cerdas diuraikan dengan jelas pada tabel 6. berikut ini. Untuk rumah tanpa kendali, data

menunjukkan bahwa konsumsi energi tahunan di masing-masing zona kendali penerangan dan pendingin, bernilai total sebesar 3281,350 kW/tahun. Sedangkan

untuk rumah cerdas, konsumsi energi rata-rata setiap tahunnya adalah 2664,500 kW/tahun. Jika kita menghitung selisih penggunaan energi per tahun untuk kedua tipe

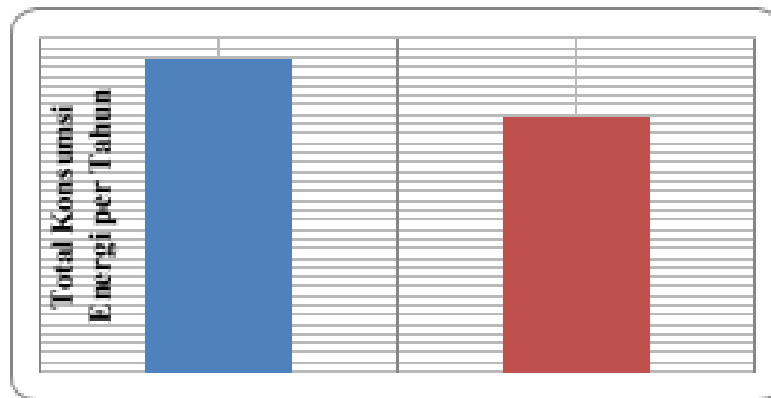
rumah, kita memperoleh hasil sebesar 616,85 kW/tahun, atau setara dengan nilai penghematan energi sebesar 18,799 %.

Tabel 6. Perbandingan konsumsi daya tahunan

Zona kendali	Daya (Watt)	Operasional (Jam/hari)		Energi tahunan (kW/Tahun)	
		Tanpa kendali	Rumah cerdas	Tanpa kendali	Rumah cerdas
Penerangan					
K. Depan	18	11	10	72,270	65,700
K. Belakang	18	11	10	72,270	65,700
R. Tamu	18	11	10	72,270	65,700
R. Keluarga	18	11	10	72,270	65,700
Teras	18	11	10	72,270	65,700
Pendingin					
K. Depan	400	10	8	1460,000	1168,000
K. Belakang	400	10	8	1460,000	1168,000
Total				3281,350	2664,500

Meskipun hasil ini cukup memuaskan dalam upaya penghematan energi pada perumahan, tetapi skenario yang dilakukan dalam metodologi penelitian, seperti: pengaturan jadwal

dan jenis aktifitas penghuni rumah masih bias dan sangat terbatas, dibandingkan hal yang sama yang telah dilakukan oleh Yang dan Allameh pada tahun 2014 (Yang and Lee, 2014, Allameh et al., 2014)



Gambar 1. Grafik Perbandingan konsumsi Energi

KESIMPULAN

Penghematan energi listrik pada perumahan dapat dilakukan dengan menerapkan sistem kendali aktifitas penghuni rumah. Penghematan yang dilakukan diambil dari objek

penerangan dan pendingin ruangan berdasarkan skenario jam operasional peralatan listrik tersebut. Penerapan teknologi sistem kendali rumah cerdas dapat menghemat energi tahunan sebesar 18,799 %.

DAFTAR PUSTAKA

ALLAMEH, E., HEIDARI, M., VRIES, B. D., TIMMERMANS, H., MASOUD, M. & MOZAFFAR, F. 2014. Modeling Users Work Activities in a Smart Home. . *Environmental Sciences*, 22, 78-88.

ELDAS 2012. Jenis-Jenis Sensor Cahaya.

(<http://www.elektronika.web.id> diakses 18 September 2013).

LAPALU, J., BOUCHARD, K. & GIROUX, S. 2013. Unsupervised Mining of Activities for Smart Home Prediction *Procedia Computer Science*, 19, 503-510.

LER & LOO. 2006. *Intelligent Building Automation System*.

- Bachelor, University of Queensland.
- NATIONAL 1994. LM35D Precision Centrigade Temperatur Sensor. *In: CORPORATION, N. S. (ed.)*. California.
- NGELMU 2013. Pengenalan Codevision AVR (<http://www.dom2ngelmu.blogspot.com> data diakses tanggal 2 September 2013).
- PHANG & HOE, C. 2013. Design of microcontroller based fan motor controller for smart home environment. *engineering Research support society*, 7, 77-89.
- PLN, T. 2011. Buku Statistika PLN. Jakarta: PT. PLN.
- SAILOR, H. 2011. An Update and Expanded set of Thermal Property Data for Green Roof Growing Media. *Energy and Buildings* 43, 2298-2302.
- SICKAG 2013. Comprehensive Building Automation with Tailor-Made Sensor. (www.sick.com diakses pada tanggal 12 september 2013).
- WOLFGANG KASTNER, GEORG NEUGSCHAWANTDNER, SOUCEK & NEWMAN, M. 2005. Communication Systems for Building Automation and Control. *IEEE*, 93, 1178-2003.
- YANG, H. & LEE, H. 2014. Lighting Scheduling for Energy Saving in Smart House Based On Life Log Data. *Environmental Sciences*, 22, 403-413.