

Sistem Otomasi Lampu pada Bangunan Publik dengan Metode *Forward Chaining*

Stephanie¹, Herry Sujaini¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

e-mail: stephaniekhouw88@gmail.com, herry_sujaini@yahoo.com

Abstrak—Konsumsi listrik Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Seiring dengan peningkatan konsumsi listrik, efisiensi dalam penggunaan listrik menjadi sangat krusial. Salah satu tolok ukur efisiensi listrik adalah intensitas energi. Untuk menurunkan intensitas energi diperlukan adanya konservasi energi melalui manajemen energi dan penggunaan teknologi hemat energi. Contoh di mana konservasi energi belum dilakukan pada bangunan publik adalah dengan membiarkan barang elektronik tetap menyala walau sedang tidak dipergunakan, contohnya lampu. Oleh karena itu, perlu dirancang suatu sistem untuk mematikan lampu secara otomatis di luar jam operasional dan tidak ada aktivitas pada bangunan publik. Sistem ini menggunakan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang menggunakan metode *Forward Chaining* dengan sensor *Passive Infrared Receiver* untuk mendeteksi keberadaan manusia dengan dibantu oleh Raspberry Pi untuk menghubungkan ke *relay* sebagai saklar untuk lampu. Sistem akan memutuskan kapan saat yang tepat untuk menyalakan dan mematikan lampu, bergantung pada kehadiran manusia di setiap ruangan dan jam operasional dari bangunan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat menghasilkan penghematan energi yang cukup signifikan.

Kata Kunci—*forward chaining*, otomasi lampu, pengendalian lampu, raspberry pi, sensor passive infrared receiver

I. PENDAHULUAN

Peranan energi sebagai penggerak perekonomian Indonesia sangatlah penting. Sumber energi digunakan untuk kebutuhan industri, baik sebagai bahan baku maupun bahan bakar, rumah tangga, transportasi, dan sebagai komoditas ekspor. Salah satu penggunaan energi yang tidak bisa lepas dari kehidupan sehari-hari adalah energi listrik. Berdasarkan proyeksi kebutuhan listrik Indonesia yang dibuat oleh Muchlis dan Permana [1], konsumsi listrik Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan konsumsi listrik hendaknya diiringi dengan peningkatan produksi listrik. Pada 2010, realisasi penjualan listrik PLN pada tahun 2010 adalah 147,3 TWh dengan rasio elektrifikasi Indonesia baru mencapai sekitar 66,51% [2].

Dengan peningkatan akan kebutuhan listrik PLN yang disertai rasio elektrifikasi Indonesia yang masih tergolong rendah, efisiensi dalam penggunaan listrik sangatlah penting. Salah satu parameter untuk mengukur efisiensi penggunaan listrik yaitu intensitas energi [3]. Menurut definisi yang diberikan oleh PBB, Departemen Ekonomi dan Sosial seperti dikutip dari Santosa dkk. [4], “intensitas energi menunjukkan

jumlah energi yang digunakan untuk memproduksi satu unit output ekonomi, biasanya dinyatakan dalam rasio energi yang digunakan dengan Produk Domestik Bruto (PDB).”

Pemerintah sudah mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) dengan salah satu targetnya yaitu menurunkan intensitas energi minimal 1% per tahun. Untuk mencapai target tersebut, perlu adanya konservasi energi. Untuk itu, pemerintah telah mengeluarkan kebijakan-kebijakan untuk mengatasi permasalahan energi nasional, salah satunya tertuang pada Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi [5]. Pelaksanaan konservasi energi harus dilakukan oleh seluruh lapisan masyarakat yang dapat dilakukan melalui manajemen energi dan penggunaan teknologi hemat energi.

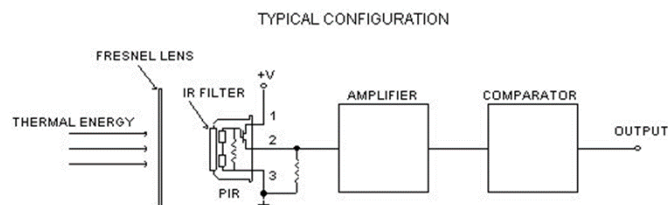
Penghematan energi sangat dipengaruhi oleh kesadaran manusia. Contoh pemborosan terbesar di bangunan publik adalah membiarkan alat-alat elektronik tetap menyala walaupun sedang tidak digunakan, misalnya lampu. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem untuk mematikan lampu secara otomatis yang dapat diaplikasikan pada bangunan publik misalnya pertokoan, pasar swalayan, dan gudang. Dengan adanya sistem yang mengatur pemadaman lampu ketika gedung tersebut di luar jam operasional dan tidak ada aktivitas, diharapkan dapat menghasilkan penghematan listrik yang signifikan.

Penelitian mengenai otomasi lampu ini sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, yaitu Sistem Pengendali Lampu Ruang Secara Otomatis Menggunakan PC Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno oleh Iyuditya dan Dayanti [6]. Hartoyo dan Panjaitan juga mengembangkan Sistem Otomasi untuk Pencahayaan ruangan berbasis kendali Fuzzy Logic [7].

II. URAIAN PENELITIAN

A. Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR)

Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) merupakan sensor pasif, dimana sensor tersebut tidak memancarkan energi apapun dalam mendeteksi sesuatu. PIR bekerja dengan mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek di sekitarnya, misalnya tubuh manusia. Di dalam PIR terdapat bagian-bagian dengan fungsi yang berbeda-beda, yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric Sensor*, *amplifier*, dan *comparator*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Sensor PIR

Radiasi inframerah akan ditangkap melalui *Fresnel Lens* yang kemudian disaring oleh *IR Filter* agar hanya gelombang inframerah dari manusia saja yang dideteksi oleh sensor, yaitu antara 8 sampai dengan 14 μm . Radiasi inframerah yang sudah disaring ini kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric Sensor*, sebuah sensor yang terbuat dari campuran galium nitrida (GaN), caesium nitrat (CsNO_3), dan Polivinil Florida (PVF). *Pyroelectric sensor* ini akan menghasilkan arus listrik ketika mendapat radiasi inframerah [8].

B. Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan komputer kecil seukuran kartu kredit dengan harga cukup murah yang mampu melakukan berbagai hal seperti *Personal Computer* (PC), misalnya menjelajah internet, memutar video, memproses dokumen, bahkan bermain *game*. Raspberry Pi dikembangkan oleh The Raspberry Pi Foundation, sebuah organisasi yang berfokus pada pengembangan pendidikan untuk segala umur, terutama di bidang ilmu komputer [9].

Salah satu produk Raspberry Pi yaitu Raspberry Pi 2 Model B yang mulai dipasarkan pada Februari 2015 untuk menggantikan model lamanya, Raspberry Pi 1 Model B+. Harga dari Raspberry Pi 2 Model B ini US\$35, cukup terjangkau dibandingkan dengan membeli sebuah PC untuk komputasi sederhana. Terlebih lagi, ukurannya yang kecil dan konsumsi daya listriknya yang sangat rendah menjadikannya sangat cocok untuk berbagai keperluan [10]. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat spesifikasi Raspberry Pi 2 Model B pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Raspberry Pi 2 Model B

Spesifikasi	Detail
CPU	900 MHz quad-core ARM Cortex-A7
RAM	1 GB
USB Port	4 × USB 2.0
Storage	Micro SD Card
Power Consumption	1-2 Watt
Display	HDMI

Untuk dapat mengoperasikan Raspberry Pi, diperlukan sebuah Micro SD Card dengan Sistem Operasi (OS) terinstal di dalamnya. Ada beberapa pilihan OS untuk Raspberry Pi, misalnya Raspbian, Pidora, OPENELEC, RASPBMC, atau RISC OS. Semua Sistem Operasi tersebut berbasis Linux. Untuk pengguna pemula, Raspberry Pi Foundation

menyarankan untuk menggunakan *New Out Of the Box Software* (NOOBS) dalam melakukan instalasi OS yang di dalamnya terdapat pilihan Sistem Operasi yang bisa dipasang. Selain itu, diperlukan pula monitor, keyboard, dan mouse untuk membantu dalam pengoperasian Raspberry Pi.

C. Kecerdasan Buatan

Menurut Partridge [11], kecerdasan buatan adalah bidang dari penggunaan komputer untuk menjalankan mekanisme komputasi untuk aktivitas-aktivitas yang dianggap membutuhkan kecerdasan seperti yang dilakukan manusia. Dalam kecerdasan buatan, *intelligent agent* (IA) merupakan suatu bagian yang dapat mengamati lingkungannya melalui sensor dan bertindak terhadap lingkungan tersebut melalui aktuator (yakni *intelligent agent* tersebut). Konsep *intelligent agent* ini merupakan pengembangan dari *software agent*, bagian dari sebuah *software* yang dapat melakukan tugas-tugas sesuai dengan yang diprogram. *Intelligence agent* merupakan *software agent* yang memiliki “otak” sehingga dapat menyelesaikan masalah dengan berpikir layaknya manusia, seperti yang dinyatakan oleh Russel and Norvig [12].

Setiap *intelligent agent* memiliki *inference engine* yang bertugas untuk menalar persoalan dengan mengolah dan menganalisa data sesuai dengan *knowledge base* (basis pengetahuan) yang ada. Secara umum, *inference engine* dapat bekerja dalam dua metode, yaitu sebagai berikut.

Forward Chaining

Jones [13] menyatakan bahwa *Forward Chaining* dimulai dengan mengolah data yang ada dan menggunakan aturan-aturan penalaran untuk mendapatkan data selanjutnya hingga tujuan tercapai. *Inference engine* yang menggunakan *forward chaining* akan mencari aturan penalaran dalam *knowledge base* hingga ditemukan bahwa data tersebut bernilai *true*. Ketika aturan tersebut ditemukan, *inference engine* dapat menarik kesimpulan atau melakukan pencarian berikutnya sesuai dengan informasi yang baru didapatkan.

Forward chaining merupakan contoh dari penalaran yang didorong data (*data-driven reasoning*). Metode ini dapat digunakan untuk menarik kesimpulan dari data yang didapat.

Backward Chaining

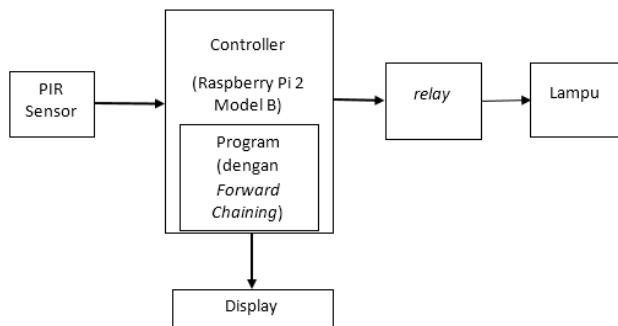
Menurut Krishnamoorthy and Rajeev [14], *backward chaining* dimulai dengan tujuan yang ingin dicapai, kemudian bergerak mundur dalam mencari apakah ada data yang dapat memenuhi tujuan tersebut. *Inference engine* yang menggunakan *backward chaining* akan mencari kesimpulan aturan dalam *knowledge base* sampai menemukan kesimpulan aturan yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Backward chaining merupakan contoh dari penalaran yang diarahkan tujuan (*goal-directed reasoning*). Metode ini berguna dalam menjawab masalah-masalah spesifik.

III. CARA KERJA DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Cara Kerja Sistem

Secara umum, lingkup sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Arsitektur sistem otomasi lampu dengan metode *forward chaining*

Tubuh manusia memancarkan radiasi inframerah [15]. Apabila manusia berjalan melewati sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR), sensor tersebut akan menangkap sinar inframerah pasif yang dipancarkan tubuh manusia yang berbeda dengan suhu lingkungan sekitarnya. Sensor PIR kemudian mengirimkan sinyal keberadaan manusia ke Raspberry Pi 2 Model B yang berperan sebagai pusat kontrol. Sensor PIR akan mengeluarkan tegangan yang lebih tinggi (sekitar 3 volt) ketika mendeteksi kehadiran manusia. Raspberry Pi menangkap perubahan tegangan itu dari pin *General Purpose Input Output* (GPIO). Agar dapat diproses oleh Raspberry Pi, dibutuhkan suatu *library* (GPIO Python Library) untuk menangkap perubahan tegangan pada GPIO dan diproses oleh program yang akan dibuat.

Program dikembangkan dengan *Artificial Intelligence* yang menggunakan metode *forward chaining* akan memproses data berdasarkan *knowledge base*. Data yang diproses yaitu deteksi gerakan manusia yang diterima melalui sensor PIR dan input dari user berupa jam operasional gedung. Jam operasional gedung diatur oleh user melalui menu pada antarmuka program. Program akan mengolah data dan menggunakan aturan dari *knowledge base* untuk menarik kesimpulan. Setelah kesimpulan didapat, program tersebut akan mengirimkan sinyal ke relay untuk menyalakan atau mematikan lampu di ruangan. Relay berperan sebagai pengendali (saklar) lampu. Program akan mengirimkan sinyal “on” ke relay untuk menyalakan lampu. Sebaliknya, untuk mematikan lampu, program akan mengirimkan sinyal “off”.

Display digunakan untuk menampilkan antarmuka program yang terdiri dari menu untuk mengatur jam operasional gedung, menampilkan kondisi status nyala dan padamnya lampu di ruangan-ruangan beserta informasi keberadaan manusia di ruangan-ruangan tersebut.

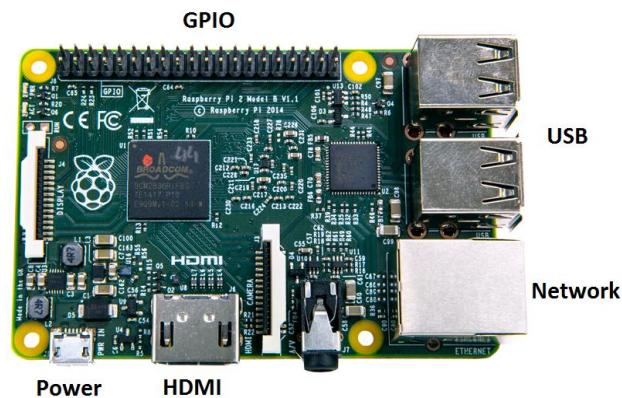
B. Perancangan Sistem

Hal yang harus dilakukan dalam membangun sistem ini yaitu sebagai berikut.

1) Mempersiapkan Raspberry Pi

Hal yang harus dilakukan adalah melakukan Instalasi Sistem

Operasi yang dilakukan dengan menyalin NOOBS ke dalam Micro SD Card, menghubungkan tampilan melalui analog ataupun HDMI, menghubungkan mouse dan keyboard, dan menghubungkan kabel daya pada colokannya masing-masing, seperti terlihat pada Gambar 3. Setelah menyalakan Raspberry Pi, Akan ditampilkan pilihan Sistem Operasi yang dapat diinstal. Semua jenis Sistem Operasi dapat digunakan, namun untuk kemudahan dalam implementasi program nantinya, pilih Sistem Operasi Raspbian.



Gambar 3 Struktur Raspberry Pi 2 Model B

2) Menghubungkan Sensor PIR ke Raspberry Pi

Sensor PIR akan memberikan respon berupa tegangan ketika mendeteksi keberadaan manusia. Ketika tidak ada orang, keluaran digital akan tetap rendah, namun ketika ada orang, keluaran digital akan meninggi. Pemasangan Sensor PIR ke Raspberry Pi dilakukan dengan menghubungkan kabel *male to female jumper* dengan ketiga pin di Sensor PIR ke pin GPIO Raspberry Pi. Setelah menghubungkan sensor ke Pi, dibuat suatu *script* dalam bahasa Python untuk menangkap kapan Sensor PIR mendeteksi kehadiran manusia.

3) Menghubungkan lampu-lampu ke Raspberry Pi

Agar dapat dikontrol, lampu-lampu dalam bangunan harus dihubungkan ke *relay* yang kemudian diatur melalui Raspberry Pi. *Relay* ini digunakan karena port GPIO Raspberry Pi hanya dapat mengeluarkan sekitar 3V tegangan, sementara lampu-lampu butuh tegangan yang jauh lebih tinggi.

4) Membuat program kendali lampu secara otomatis dengan *Backward Chaining*

Suatu program dalam bahasa Python dibuat untuk menampilkan antarmuka dan menerima *input* dari *user*. Pada awal *setup* sistem, program akan meminta *user* untuk mengatur jam operasional dari gedung untuk disimpan sebagai *knowledge base*. Antarmuka berisi pengaturan jam operasional dan informasi lampu-lampu di bangunan. Ketika ada kehadiran manusia di ruang tertentu, program akan mengirimkan sinyal ke *relay* untuk menyalakan lampu di ruangan. Begitu pula apabila sudah tidak ada orang di ruangan tersebut, program akan mengirim sinyal ke *relay* untuk mematikan lampu di ruangan.

IV. KESIMPULAN

Sistem bekerja dengan (1) mendeteksi radiasi inframerah dengan sensor *Passive Infrared Receiver*, (2) mengolah data keberadaan manusia dengan metode *Forward Chaining* berdasarkan *knowledge base* untuk mendapatkan keputusan, (3) mengirimkan perintah untuk menyalakan atau mematikan lampu ke *relay*. Dengan diimplementasikannya sistem ini, diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam penggunaan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muchlis, M. and Permana, Adhi D., "Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003 s.d. 2020," Dinas Perencanaan Sistem PT PLN (2004) 23.
- [2] Santosa, J. et. al., "Perencanaan efisiensi dan elastisitas energi 2012," BPPT Press, Jakarta (2012) 12.
- [3] Gutowski, T.G. et. al., "The energy required to produce materials: constraints on energy-intensity improvements, parameters of demand," *Philosophical Transactions of The Royal Society A* (2013).
- [4] Santosa, J. et. al., "Perencanaan efisiensi dan elastisitas energi 2012," BPPT Press, Jakarta (2012) 16.
- [5] *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2009 Tentang Konservasi Energi*. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia (2009).
- [6] Iyuditya and Dayanti, E., "Sistem pengendali lampu ruangan secara otomatis menggunakan PC berbasis mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal Online ICT STMIK IKMI* Vol. 10 (2013, Dec.).
- [7] Hartoyo, A. and Panjaitan, Seno D., "Development of automation system for room lighting based on fuzzy logic controller," *International Journal of Information and Electronics Engineering*, Vol. 2, No. 6 (2012, Nov.) 955-959.
- [8] Glolab Corporation (2015, January 3). How Infrared Motion Detector Components Work. Available: <http://www.glolab.com/pirparts/infrared.html>
- [9] Brock, J. D. et. al., "Changing the world with a Raspberry Pi," *Journal of Computing Science in Colleges* Vol. 29 Issue 2 (2013, Dec) 151-153.
- [10] Raspberry Foundation (2015, April 17). Raspberry Pi 2 Model B. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>
- [11] Partridge, Derek, *Artificial Intelligence and Software Engineering, Understanding the Promise of the Future*. USA: Glenlake Publishing Company (1998) 43.
- [12] Russel, S. and Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach 3rd Edition*. New Jersey: Prentice Hall (2010) 34.
- [13] Jones, M.T., *AI Application Programming*. Massachusetts: Charles River Media (2003) Ch. 8.
- [14] Krishnamoorthy, C.S. and Rajeev, S.R., *Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers*. Florida: CRC Press (1996) 47.
- [15] Kastek, M. et. al., "Passive infrared detector for security systems design, algorithm of people detection and field tests result," *International Journal of Safety and Security Engineering* Vol. 3 No. 1 (2013).