

SISTEM PENGATURAN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK BERDASARKAN WAKTU BEBAN PUNCAK DAN JUMLAH PEMAKAIN

Made Liandana¹⁾, Gede Angga Pradipta²

^{1), 2)} STMIK STIKOM Bali

Jl Puputan Renon no. 86 Denpasar-Bali

Email : madeliandana@gmail.com¹⁾, anggapradipta19@gmail.com²⁾

Abstrak

Krisis energi listrik mendorong setiap pengguna untuk selalu menghemat listrik. Penghematan listrik dilakukan dengan mematikan perangkat listrik dengan jumlah daya tertentu pada saat waktu beban puncak. Bagi pengguna mematikan perangkat listrik dengan jumlah daya tertentu secara tepat waktu sesuai dengan waktu beban puncak tentu merupakan hal yang cukup merepotkan karena dilakukan secara manual. Sistem yang diusulkan pada penelitian ini menggunakan tiga perangkat utama, yaitu mikrokontroler, single board computer, dan sensor arus. Sensor arus berfungsi untuk membaca besaran daya listrik yang dipasang di setiap perangkat listrik. Terdapat tiga parameter yang digunakan untuk menentukan kapan dan berapa jumlah perangkat listrik yang harus dimatikan. Parameter tersebut yaitu; waktu beban puncak, prioritas setiap perangkat, dan batas maksimal penggunaan. Parameter menentukan perangkat listrik yang boleh dan tidak boleh dimatikan. Prototipe dari sistem yang dikembangkan sudah dapat berfungsi dengan baik.

Kata kunci: beban puncak, prioritas, single board computer

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan ekonomi [1]. Namun, pembangunan sistem kelistrikan saat ini tidak sejalan dengan pertumbuhan kebutuhan listrik sehingga menyebabkan terjadinya krisis energi listrik [2]. Krisis energi listrik akibat persediaan dan kebutuhan yang tidak seimbang ini menyebabkan perusahaan penyedia layanan listrik seperti PLN mengambil tindakan berupa pemadaman listrik bergilir pada wilayah-wilayah tertentu.

Untuk mengurangi terjadinya pemadaman bergilir pihak penyedia listrik seperti PLN menghimbau kepada pelanggan untuk menggunakan listrik secara efisien dengan cara mengurangi penggunaan listrik pada saat beban puncak [3]. Biasanya jumlah minimal energi listrik setiap rumah yang wajib dikurangi sekitar 50 watt. Mengurangi penggunaan listrik pada saat beban puncak dapat dilakukan dengan mematikan perangkat listrik pada jam-jam tertentu, biasanya antara pukul 17.00 sampai dengan pukul 22.00.

Mematikan perangkat listrik yang tidak diperlukan pada jam-jam beban puncak tentu sedikit merepotkan bagi pengguna karena proses yang dilakukan secara manual sehingga pengguna harus mengingat kapan atau jam berapa perangkat listrik harus dimatikan. Disamping itu, pengguna juga harus mengetahui besaran energi listrik yang sudah dikurangi pemakaiannya dalam satuan watt pada saat beban puncak tersebut. Untuk mengatasi permasalahan tersebut tentunya diperlukan sebuah cara agar pengguna listrik dapat mematikan perangkat listriknya secara tepat waktu dan membatasi besaran energi listrik yang digunakan.

Teknik yang diusulkan pada penelitian ini menggunakan tiga perangkat utama, yaitu mikrokontroler, single board computer, dan sensor arus. Sensor arus berfungsi untuk membaca besaran daya listrik yang dipasang di setiap perangkat listrik. Terdapat tiga parameter yang digunakan untuk menentukan kapan dan berapa jumlah perangkat listrik yang harus dimatikan. Parameter tersebut yaitu; waktu beban puncak, prioritas setiap perangkat, dan batas maksimal penggunaan. Parameter menentukan perangkat listrik yang boleh dan tidak boleh dimatikan.

2. Penelitian Sebelumnya

Pengurangan konsumsi energi listrik yang dilakukan oleh Peng [4] menggunakan sebuah *framework* yang berisikan dua kebijakan, kebijakan tersebut yaitu kebijakan fitur dan kebijakan preferensi. Kebijakan fitur mendeskripsikan fitur dan fungsi dari sebuah perangkat listrik yang terdapat dalam rumah atau gedung. Misalnya, berapa jumlah *air conditioner (ac)* yang terdapat dalam ruangan dan berapa banyak model yang dimiliki oleh *air conditioner (ac)*. Kebijakan preferensi menentukan batasan preferensi dari pengguna sistem manajemen energi. Misalnya, jika penggunaan energi listrik mencapai nilai puncak beberapa perangkat listrik dapat dimatikan, perangkat yang dimatikan harus ditentukan terlebih dahulu. Peng *et al.* juga memberikan prioritas pada perangkat listrik dan ruangan, prioritas yang diberikan pada perangkat listrik atau ruangan dapat diubah berdasarkan konteks dari lingkungan. Peng[4] melibatkan dua buah *server* untuk memonitor sistem *smart meter*, *air conditioner (ac)*, dan sistem penerangan. Hasil eksperimen yang dilakukan oleh Peng

et al. menunjukkan *framework* dapat mengendalikan kebutuhan energi pada saat beban puncak.

Farias [5] mengusulkan arsitektur untuk mengontrol penggunaan energi listrik dengan istilah CONDE (*Control and Decision-Making System for Smart Building*). Arsitektur yang diusulkan terdiri dari beberapa komponen, yaitu *Monitoring Manager*, *Actuation Manager*, *WSAN Manager*, *Decision Making Manager*, *Inference Subsystem*, *Application*, dan *Integration Subsystem*. Penghubung yang digunakan antara perangkat listrik dengan sistem adalah *Wireless Sensor and Actuator Networks* (WSANs).

Beberapa peneliti lain juga melakukan penelitian yang hampir mirip dengan Peng dan Farias [6] [7][8] [9]. Jain dan Goyal[8] menggunakan *single board computer* untuk mengendalikan perangkat yang menggunakan listrik. Jain dan Goyal memanfaatkan internet untuk mengirim email yang berisi perintah untuk mematikan atau menyalakan suatu perangkat. Selain untuk mengendalikan perangkat listrik *single board computer* yang digunakan oleh Jain dan Goyal juga digunakan untuk membaca isi email yang dikirim oleh pengguna, apabila akun dan subjek yang dikirim sesuai maka *single board computer* akan mengirim perintah ke perangkat yang akan dimatikan atau dinyalakan.

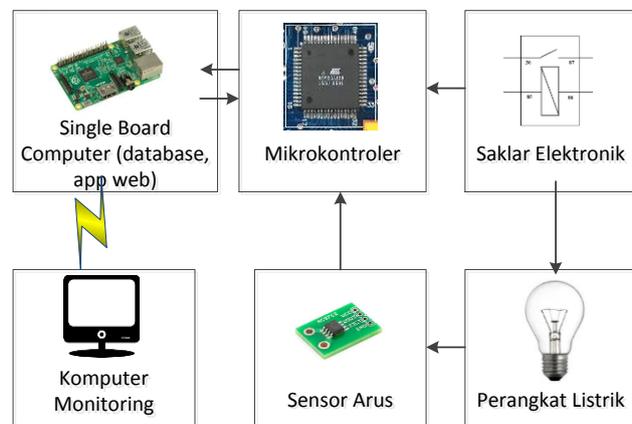
Selain menggunakan email untuk mengirim perintah ke perangkat listrik, pemanfaatan teknologi GSM juga dapat digunakan [6][7][9]. ElKamchouchi dan ElShafee menggunakan mikrokontroler sebagai perangkat utama dan modul GSM sebagai perangkat komunikasi [6]. Jika format pesan sesuai dengan perintah yang digunakan untuk mengendalikan perangkat listrik, mikrokontroler akan mengirim perintah ke aktuator untuk mematikan atau menyalakan perangkat listrik. Felix dan Raglend juga menggunakan pendekatan yang hampir sama seperti yang dilakukan ElKamchouchi dan ElShafee [7]. Namun, perbedaan penelitian tersebut terletak pada penghubung bagian pengendali dengan aktuator, yaitu dengan menggunakan komunikasi ZigBee.

Penelitian yang dilakukan juga menggunakan *single board computer* sebagai perangkat pengendali dan pendeteksi waktu beban puncak. Selain itu, untuk mengetahui berapa jumlah perangkat listrik yang harus dimatikan atau dinyalakan diperlukan sebuah sensor. Sensor tersebut berupa sensor arus yang dapat mengukur berapa daya listrik yang dikonsumsi oleh sebuah perangkat listrik. Terdapat parameter penentu yang akan digunakan dalam mengatur penggunaan energi listrik, yaitu waktu beban puncak, jumlah energi yang dikonsumsi oleh setiap perangkat, prioritas dari perangkat listrik, dan jumlah daya listrik yang diijinkan. Pertama-tama sistem mendeteksi jam berapa waktu beban puncak dimulai, selanjutnya sistem akan mengidentifikasi berapa jumlah energi listrik yang harus dikurangi, jumlah energi listrik yang harus dikurangi

mewakili jumlah perangkat yang harus dimatikan. Jika jumlah perangkat yang dimatikan sudah diketahui selanjutnya sistem perlu mengetahui prioritas dari perangkat listrik tersebut. Prioritas yang tinggi artinya perangkat listrik tersebut tidak boleh dimatikan. Sistem akan memilih prioritas perangkat listrik yang rendah untuk dimatikan. Pemberian nilai prioritas sangat penting karena tidak semua perangkat listrik dapat dimatikan pada saat beban puncak, misalnya lampu belajar.

3. Desain Model Sistem

Seperti yang ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.** sistem yang dibuat terdiri dari beberapa bagian, yaitu bagian monitoring, *single board computer*, mikrokontroler, saklar elektronik, perangkat listrik, dan sensor arus. Komputer monitoring berfungsi untuk memonitor dan melakukan beberapa pengaturan terkait dengan penggunaan energi listrik.



Gambar. 1 Diagram Blok Sistem

Bagian *single board computer* terdapat aplikasi berbasis web yang berfungsi sebagai antarmuka dalam mengatur beberapa hal, seperti batas daya listrik yang dapat dipakai, waktu penerapan beban puncak, daftar perangkat listrik yang terhubung dengan sistem, status perangkat listrik, dan informasi mengenai daya listrik dari perangkat listrik. Selain itu pada *single board computer* terdapat aplikasi yang berfungsi secara otomatis untuk memperbarui status perangkat listrik, misalnya jika jumlah penggunaan daya listrik melebihi penggunaan yang sudah ditentukan aplikasi ini akan mengubah status perangkat listrik menjadi “0” atau *false* terutama perangkat listrik yang memiliki prioritas rendah.

Bagian mikrokontroler berfungsi untuk meneruskan informasi dari sensor arus ke *single board computer*, informasi penggunaan energi listrik disimpan di dalam *database*. Selain itu, mikrokontroler juga berfungsi untuk memberikan perintah ke saklar elektronik untuk mematikan perangkat listrik sesuai dengan status perangkat yang diperoleh dari *single board computer*.

Peralatan listrik di dalam rumah tentu tidak semua dapat dimatikan karena jika dimatikan akan menimbulkan beberapa kerugian yang akan dialami oleh pemilik rumah. Lemari pendingin harus tetap menyala untuk menjaga agar makanan yang disimpan di dalamnya tetap awet. Oleh karena itu, pemberian prioritas setiap perangkat listrik yang terhubung ke sistem menjadi hal yang penting sehingga sistem tidak akan mematikan perangkat listrik yang memiliki prioritas yang tinggi. **Error! Reference source not found.** menunjukkan prioritas perangkat listrik, pemberian prioritas sesuai dengan tingkat kebutuhan dari pemilik rumah, tentunya setiap pemilik rumah menerapkan prioritas yang berbeda-beda.

Tabel 1. Contoh prioritas perangkat

Nama Perangkat	Prioritas	Keterangan
Lampu Belajar	1	
TV	1	
Kulkas	1	
Lampu kamar mandi	2	
Lampu dapur	2	
Lampu kamar tidur	2	
Lampu taman	3	
Pendingin Ruangan	3	

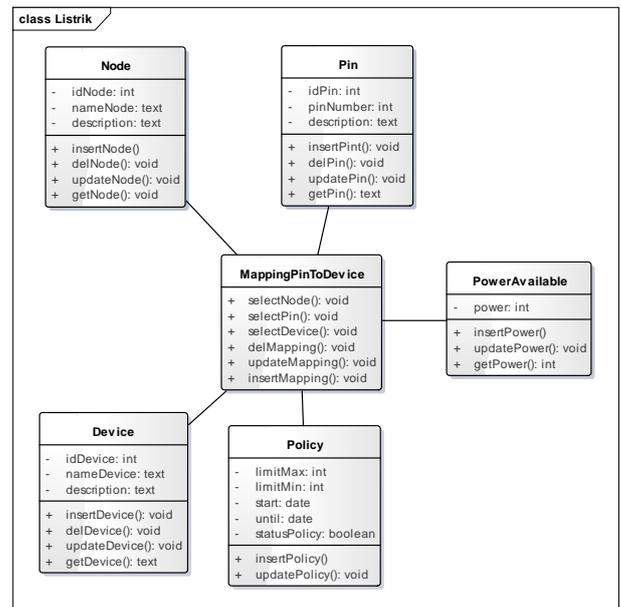
Pertama-tama sistem akan menginisialisasi batas penggunaan daya listrik, waktu penerapan beban puncak, waktu sekarang, perangkat yang memiliki prioritas 2 dan 3, dan status perangkat. Ketika jam saat ini sama dengan jam penerapan beban puncak sistem akan mengalkulasi penggunaan daya listrik saat ini. Jika penggunaan energi listrik saat ini melebihi batas penggunaan, sistem akan mematikan perangkat listrik yang memiliki prioritas yang paling rendah yaitu prioritas 3, sistem akan mematikan perangkat listrik satu persatu sampai penggunaan energi listrik saat ini tidak melebihi batas penggunaan. Apabila semua perangkat listrik yang memiliki prioritas 3 sudah 3 sudah dimatikan, namun penggunaan energi listrik saat ini masih di atas batas penggunaan, sistem akan mematikan perangkat listrik yang memiliki prioritas yang lebih tinggi yaitu prioritas 2.

Fungsi-fungsi yang dimiliki oleh sistem dimodelkan dengan menggunakan diagram *usecase*. Terdapat dua buah aktor yang terlibat yaitu *user* atau pemilik rumah itu sendiri dan perangkat listrik. Sistem yang dibuat memiliki sejumlah fungsi sesuai dengan jumlah *use case* yang dimilikinya. Use case View Energy Usage menunjukkan fungsi untuk menampilkan penggunaan energi listrik. Use case Setting Controller menunjukkan fungsi yang dimiliki oleh sistem untuk mengelola data Node, berupa spesifikasi dari mikrokontroler. Use case Setting Pin berfungsi untuk mendefinisikan pin-pin pada mikrokontroler yang akan dihubungkan ke perangkat listrik. Setting Device adalah fungsi yang dimiliki oleh sistem untuk mendefinisikan

nama-nama perangkat listrik yang terhubung dengan sistem. Mapping Pin mendefinisikan fungsi sistem untuk menghubungkan pin-pin mikrokontroler yang dihubungkan dengan perangkat listrik.



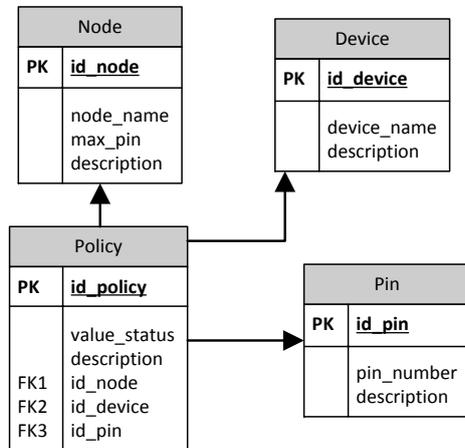
Gambar. 2 Diagram Use Case



Gambar. 3. Diagram Class

Use case Setting Power menunjukkan fungsi sistem untuk menetapkan batas daya listrik yang boleh digunakan. Sedangkan Setting Policy adalah *use case* yang menggambarkan fungsi sistem untuk menerapkan kebijakan penggunaan energi listrik, misalnya mulai jam berapa waktu beban puncak dimulai dan apakah ingin mengaktifkan sistem pengaturan penggunaan energi listrik.

Untuk mendefinisikan objek-objek yang terlibat dalam sistem digunakan class diagram, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.3. Terdapat enam class yang terlibat, yaitu kelas Node, Pin, MappingPinToDevice, PowerAvailable, Device, dan Policy.



Gambar. 4. Konseptual Database

Energy Usage Information



Gambar. 5. Tampilan Aplikasi

4. Pengujian

Pengujian menjadi hal yang sangat penting dalam sebuah penelitian. Pada penelitian ini pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dari sistem yang dibuat dapat berfungsi dengan baik, seperti ditunjukkan pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Pengujian pembacaan sensor

Skenario	Target	Hasil
Dipasang lampu pijar (tertera 10 watt)	Dapat membaca daya listrik mendekati dengan daya yang tertera pada perangkat listrik (lampu pijar)	Kurang akurat, 6-10 watt

Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui keakuratan dari sensor. Pada Tabel 2, pengujian dilakukan dengan mengukur lampu pijar dengan daya 10 watt (tertera pada lampu). Hasil pengujian

menunjukkan angka yang fluktuatif antara 6-10 watt. Tipe sensor arus yang digunakan adalah acs712.

Tabel 3. Pengujian Pengiriman Data

Skenario	Target	Hasil
Sensor dipasang pada kabel penghubung perangkat listrik.	Mikrokontroler dapat mengirim data sensor ke Single Board Computer dan selanjutnya, informasi mengenai daya yang digunakan oleh perangkat listrik dapat ditampilkan di halaman utama	Tercapai
Button pada halaman utama diubah dari on ke off	Perangkat listrik dapat berubah kondisi dari menyala ke padam	Tercapai
Button pada halaman utama diubah dari on ke off	Perangkat listrik dapat berubah dari padam ke menyala	Tercapai

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pengiriman data dari sensor ke *single board computer* (aplikasi berbasis web), dari aplikasi berbasis web ke saklar elektronik (*relay*). Dari hasil pengujian tersebut sistem sudah dapat mengirimkan data dengan baik.

Tabel 4. Pengujian prioritas

Skenario	Target	Hasil
Pada bagian halaman untuk mengaktifkan sistem, maksimum penggunaan energi diatur sebesar 100 Watt dan waktu beban puncak diatur menjadi jam 17.00 total energi yang dikonsumsi dikondisikan melebihi 100 Watt, dengan jumlah total energi untuk lampu dengan prioritas 1 dan 2 kurang atau sama dengan 100 watt	Pada saat jam 17.00, sistem dapat memutus perangkat listrik yang memiliki prioritas 3.	Tercapai
Pada bagian halaman untuk mengaktifkan sistem, maksimum penggunaan energi diatur sebesar 100 Watt dan waktu beban puncak diatur menjadi jam 17.00 total energi yang dikonsumsi dikondisikan melebihi 100 Watt, dengan	Pada saat jam 17.00, sistem dapat memutus perangkat listrik yang memiliki prioritas 2 dan 3.	Tercapai

Peralatan listrik di dalam rumah tidak semua dapat dimatikan pada saat waktu beban puncak, terdapat beberapa perangkat yang memiliki prioritas tinggi. Untuk memastikan prototipe sistem hanya mematikan perangkat listrik yang memiliki prioritas rendah (prioritas 2 dan 3) diperlukan pengujian. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan Prototipe yang dibangun sudah dapat pengiriman data sensor dan mengirimkan perintah untuk mematikan dan menyalakan perangkat listrik. Prototipe sudah dapat mengkalkulasi jumlah daya yang akan dimatikan dan memilih perangkat mana saja yang harus dimatikan sesuai dengan prioritasnya.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Hakim, Sugiarto, and a. Pharmtrisanti, "Transmission asset management in PLN P3B Jawa Bali," *Proc. 2012 IEEE Int. Conf. Cond. Monit. Diagnosis, C. 2012*, no. September, pp. 24–29, 2012.
- [2] E. Budiyantri, "Mengatasi Krisis Listrik di Jawa dan Sumatra," *Pusat Pengkajian, Pengolahan Data dan Informasi (P3DI) Sekretariat Jenderal DPR RI*, 2014. [Online]. Available: http://berkas.dpr.go.id/pengkajian/files/info_singkat/Info_Singkat-VI-5-I-P3DI-Maret-2014-50.pdf. [Accessed: 27-Jan-2015].
- [3] Pln, "Hemat Listrik | PT PLN (Persero)." [Online]. Available: <http://www.pln.co.id/lampung/?p=201>. [Accessed: 26-Apr-2015].
- [4] X. Peng, M. Bessho, N. Koshizuka, and K. Sakamura, "A framework for peak electricity demand control utilizing constraint programming method in smart building," in *2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, 2014, pp. 744–748.
- [5] C. Farias, L. Pirmez, F. C. Delicato, H. Soares, I. L. Dos Santos, and L. F. R. C. Carmo, "A Control and Decision System for Smart Buildings," in *Ubiquitous Intelligence and Computing, 2013 IEEE 10th International Conference on and 10th International Conference on Autonomic and Trusted Computing (UIC/ATC)*, 2013, pp. 254–261.
- [6] H. ElKamchouchi and A. ElShafee, "Design and prototype implementation of SMS based home automation system," *Int. Conf. Electron. Devices, Syst. Appl.*, pp. 162–167, 2012.
- [7] C. Felix and I. Jacob Raglend, "Home automation using GSM," *2011 - Int. Conf. Signal Process. Commun. Comput. Netw. Technol. ICSCCN-2011*, no. Icscn, pp. 15–19, 2011.
- [8] S. Jain, A. Vaibhav, and L. Goyal, "Raspberry Pi based Interactive Home Automation System through E-mail," *Optim. Reliab.*, no. 2002, pp. 277–280, 2014.
- [9] R. Teymourzadeh, M. I. Iet, S. A. Ahmed, K. W. Chan, and M. V. Hoong, "Smart GSM Based Home Automation System," *2013 IEEE Conf. Syst. Process Control (ICSPC 2013)*, no. December, pp. 13–15, 2013.

Biodata Penulis

Made Liandana, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Jurusan Sistem Komputer STMIK STIKOM Bali Yogyakarta, lulus tahun 2011. Memperoleh gelar Master of Engineer (M.Eng) Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gajah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2014. Saat ini menjadi Dosen di STMIK STIKOM Bali

Gede Angga Pradiptha, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Informatika Universitas Atmajaya Yogyakarta, lulus tahun 2011. Memperoleh gelar Master of Engineer (M.Eng) Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gajah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2014. Saat ini menjadi Dosen di STMIK STIKOM Bali

