

Pengembangan Asisten TV Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Efisiensi Penggunaan Energi Listrik

Herpendi¹, Agustin Noor², Rabini Sayyidati³

Program Studi Teknik Informatika
Politeknik Negeri Tanah Laut
Kalimantan Selatan, Indonesia

e-mail: ¹herpendi@politala.ac.id, ²agustian@politala.ac.id, ³rsayyidati@politala.ac.id

Diajukan: 9 Agustus 2019; Direvisi: 29 Agustus 2019; Diterima: 12 Oktober 2019

Abstrak

Pemborosan pemakaian listrik terjadi di antaranya pada kebiasaan masyarakat yang membiarkan televisi dalam keadaan mode standby dan meninggalkan televisi dalam keadaan menyala saat tidak ditonton. Televisi yang menyala mengonsumsi listrik hingga 110 watt/jam dan mode standby sebesar 10.96 watt/jam. Kebiasaan ini jika tidak ditanggulangi maka akan memberikan dampak dalam hal persediaan listrik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah sistem yang dapat mengendalikan tombol power on/off dan stop kontak televisi lewat Smartphone Android dan internet. Sistem dibangun menggunakan metode Waterfall dengan tahapan Analisis, Desain, Pengodean, dan Pengujian. Pengendalian dapat dilakukan dengan menekan tombol, perintah suara dan pengaturan waktu pada Smartphone Android. Pengendalian juga dapat dilakukan dengan media internet dengan mengakses URL dan pemilihan button on/off pada website. Pengujian menunjukkan respons waktu pengendalian kurang dari 1 detik dengan jarak di bawah 11 meter menggunakan Smartphone Android dan 1-3 detik dengan media internet. Konsumsi listrik dari hardware yang dibangun sebesar 30 watt/jam. Pemilik televisi dapat menghemat listrik lewat sistem yang dibangun khususnya yang terbiasa tertidur di depan televisi dan lupa mematikan televisi ketika meninggalkan rumah hingga 60 watt/hari.

Kata kunci: Android, Mikrokontroler, Listrik, Standby, Televisi.

Abstract

Waste uses electricity when it is released in the habit of people who use television in standby mode and leave the television on when not being watched. The lit television consumes up to 110 watts/hour of standby mode at 10.96 watts/hour. This habit, if not addressed, will have an impact in terms of electricity supply. This study aims to develop a system that can control power on / off and television's switch via Android and the internet. The system was built using the Waterfall method with the stages of Analysis, Design, Coding and Testing. Control can be done by pressing buttons, voice commands and time settings on an Android Smartphone. Control can also be done with internet media by using URL mechanisms and selecting on / off buttons on website. Tests show the response time is less than 1 second control with a distance of under 11 meters using Smartphone Android and 1-3 seconds with internet media. Electricity consumption from built hardware is 30 watt / hour. Television owners can save electricity through a system built especially those accustomed to falling asleep in front of the television and forget to turn off the television when leaving the house up to 60 watts / day.

Keywords: Android, Microcontroller, Electricity, Standby, Television.

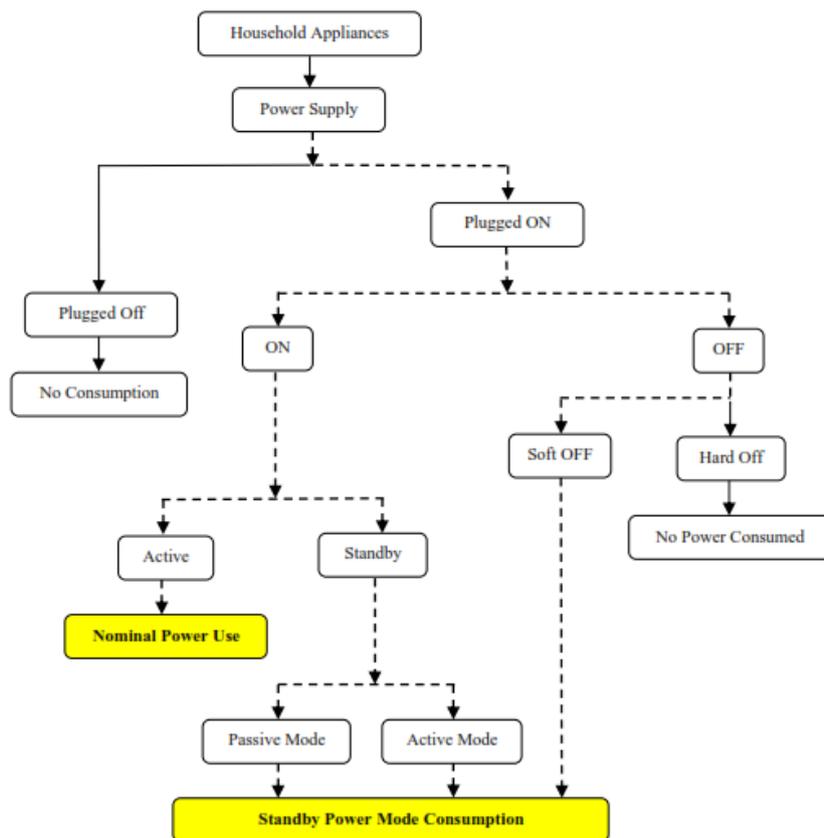
1. Pendahuluan

Fakta menyatakan bahwa energi listrik ialah kebutuhan dasar dalam aktivitas manusia modern. Listrik sudah tidak dapat lagi dipisahkan dari aktivitas disebabkan begitu terintegrasinya dalam kehidupan sehari-hari yang meliputi pekerjaan, belajar maupun sekedar dalam mendapatkan hiburan. Hingga saat ini kebutuhan akan energi di Indonesia tergolong cukup besar yaitu mencapai kisaran angka 221.296 GWh, dan diprediksi akan selalu meningkat tiap tahunnya [1]. Di beberapa bagian Indonesia kini perlahan telah mengalami krisis energi listrik salah satunya Provinsi Lampung. Krisis terjadi akibat defisit daya listrik yang mencapai angka 200 MW, pemadaman bergilir pun tidak terelakkan untuk menstabilkan cadangan yang ada [2]. Tidak dipungkiri Indonesia masih bergantung terhadap batu bara dalam sektor pembangkit

energi listrik. Pengelolaan sumber daya alam yang tak terbarukan ini haruslah bijaksana, mengingat cadangan batu bara siap tambang hanya mampu bertahan hingga kurang lebih 30 tahun saja [3]. Sumber daya alam terbarukan sudah waktunya menjadi prioritas dalam kebijakan pemerintah, sebab sumber daya ini memiliki peran yang jangka panjang untuk generasi penerus [4].

Lewat program nasionalnya, pemerintah telah melakukan berbagai terobosan dan gerakan untuk menghemat energi listrik di Indonesia. Tahun 2016 misalnya, pemerintah mencanangkan gerakan konservasi energi dengan jargon “Potong 10 persen”, tujuannya tidak lain ialah untuk menggandeng masyarakat bersama-sama berhemat dalam pemanfaatan energi listrik. Banyak pola perilaku dalam keseharian masyarakat yang ternyata tanpa disadari membuat biaya tagihan listrik meningkat. Selain biaya tagihan yang membengkak juga memboroskan energi listrik. Padahal diketahui bersama bahwa sumber energi seperti minyak bumi, batu bara, dan gas bumi ketersediaannya terbatas.

Mode *standby* dapat didefinisikan di mana peralatan elektronik tidak dalam keadaan mati total dan tetap mengonsumsi listrik (terbuang). Namun perangkat listrik tidak seperti bekerja pada fungsi atau keadaan utamanya yaitu *power on/switch on*. Energi listrik yang hilang terbuang lewat mode ini umumnya disebut dengan “*standby loss*” dan “*leaking electricity*” [5]. Mode *standby* ialah definisi dari penggunaan listrik oleh peralatan elektronik yang tidak dimatikan (*power off*) atau tidak melakukan fungsi utamanya [6]. Meskipun estimasi penggunaan listriknya relatif kecil berkisar 0,5-10 Watt, walaupun penggunaan dalam jumlah yang besar tetap memicu munculnya masalah yang signifikan yang menjadi isu untuk bangsa. Pakar industri memperkirakan bahwa negara-negara OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*), 4% hingga 10% dari konsumsi listrik perumahan mereka berhubungan erat dengan mode *standby* [6]. Pada tahun 2008 konsumsi listrik pada TV penduduk Oman mencapai 78.10 Watt per jam saat aktif dan 10.96 Watt per jam saat *standby* [7]. Listrik yang dikonsumsi oleh peralatan elektronik saat *standby* bervariasi, tergantung jenis dan teknologi yang diterapkan. Meskipun begitu, pada prinsipnya mode *standby* tetaplah mengonsumsi energi listrik seperti digambarkan pada diagram blok berikut:



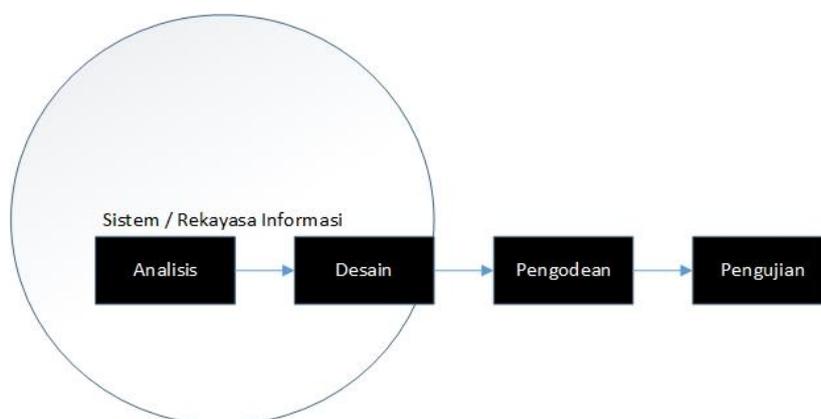
Gambar 1. Diagram blok konsumsi listrik mode *standby* [8].

Penelitian ini bertujuan membangun sebuah sistem yang dapat melakukan pengendalian tombol *Power On/Off* dan terminal/stop kontak TV. Sistem dikembangkan dengan tanpa mengurangi fungsi TV, yaitu sistem dibangun terpisah dan *standalone* (berdiri sendiri). Sistem dibangun dengan Mikrokontroler

Arduino yaitu papan rangkaian elektronik yang bersifat *open source* atau satu paket elektronik yang di dalamnya memiliki komponen dasar, berupa sebuah *microchip* mikrokontroler berjenis AVR yang diproduksi oleh perusahaan Atmel. Mikrokontroler sendiri ialah IC (*Integrated Circuit*) atau *chip* yang dapat dilakukan pemrograman lewat komputer [9]. Sistem yang dikembangkan diletakkan atau ditempelkan di sekitar tombol *power on/off* TV. Sistem yang dikembangkan mampu mematikan (*power off*) TV di mana TV ditinggalkan dalam keadaan hidup (*power on*) atau saat pemilik rumah tertidur ketika di depan TV atau meninggalkan rumah dalam setelah dilakukan pengaturan waktu. Selain itu dengan sistem ini TV dalam kondisi *power off* bisa menjadi *power on* melalui perintah suara dan tombol pada *smartphone* Android pemilik rumah. Pengendalian jarak jauh dapat dilakukan dengan internet yaitu mengakses URL *website* sistem yang dibangun. Bagi TV yang tidak terdapat tombol *power on/off* pada perangkatnya maka pemutusan arus listrik dikendalikan lewat *stop* kontak yang terintegrasi dengan sistem yang dibangun dengan media kendali yang sama yaitu internet dan Android. Dengan sistem yang dibangun, TV akan terpakai dengan lebih efektif dan menghindari terjadinya pemborosan energi listrik saat TV tidak ditonton.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode *Waterfall*. Metode ini diadopsi karena memiliki tahapan yang urut, mulai dari analisa hingga *testing and implementation*. Setiap proses memiliki spesifikasinya sendiri, sehingga sistem dapat dikembangkan tepat sasaran pada tahapannya. Selain itu juga tidak terjadinya tumpang tindih selama proses pembangunan sistem.



Gambar 2. Metode *Waterfall*.

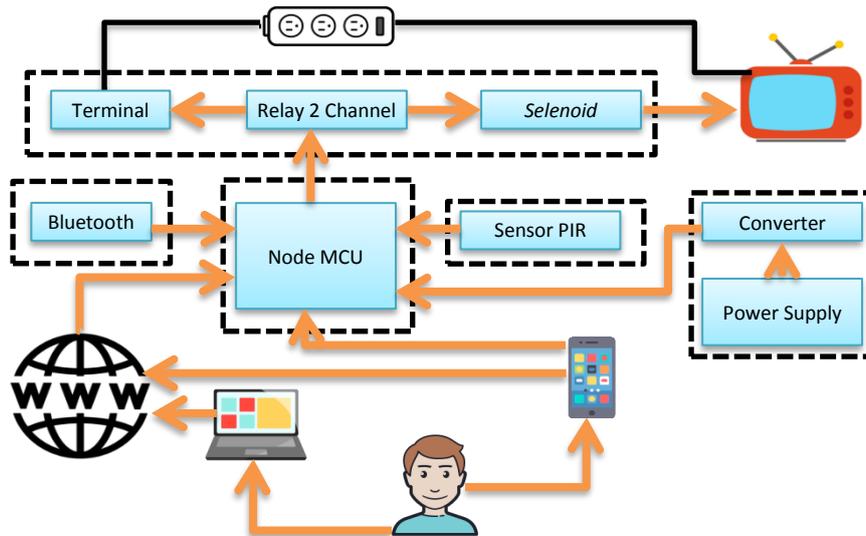
Tahapan penelitian yang dilakukan berdasarkan metode *Waterfall*:

2.1. Analisis Kebutuhan

Tahapan ini dilakukan analisa terhadap kebutuhan calon pengguna sistem. Dilakukan *sampling* sederhana kepada beberapa responden untuk mendapatkan *feedback* terhadap sistem yang akan dikembangkan. Setelah mendapatkan *feedback* dari responden, analisis kebutuhan terhadap *software* dan *hardware* juga didefinisikan. *Software* yang digunakan untuk mengembangkan sistem ini di antaranya: Sublime Text, XAMPP, Arduino IDE, Google Chrome, Fritzing. *Hardware* yang diperlukan: Atmega328p Arduino Uno R3 DIP, Sensor IR, Selenoid 12V ZYE1-0503 electromagnet, Kabel Jumper dupont 20cm Male – Female, SYB170 Mini Breadboard Solderless PCB, Box Hitam X5 Kotak Plastik Casing Komponen X-5, Bluetooth module HC05 HC-05 serial pass-through for Arduino, NodeMcu ESP8266 esp12e WIFI development board CH340, Relay 2 Channel 5V Module, dan Power Supply Adaptor Switching Trafo LED Strip 12V 3A.

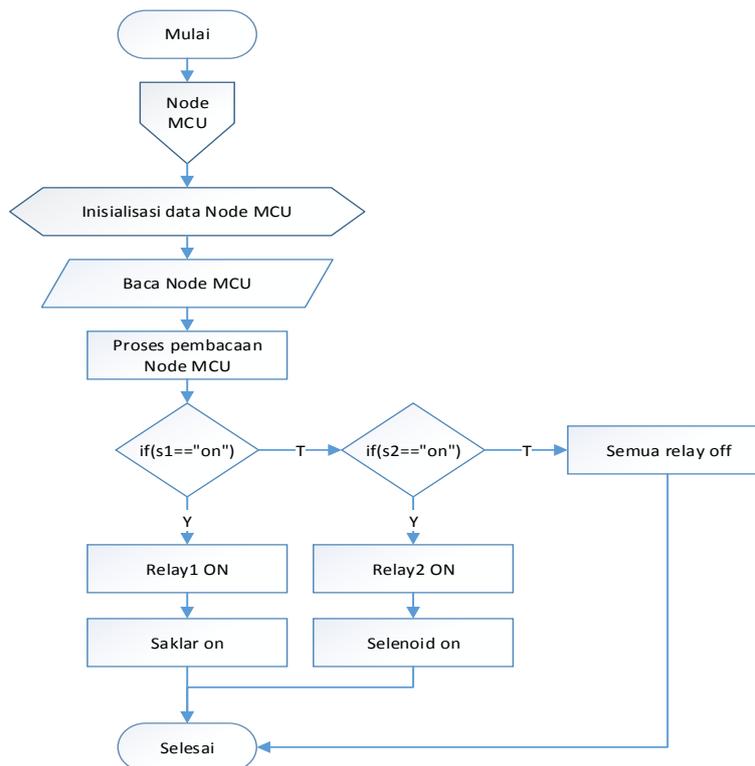
2.2. Desain

Desain dilakukan agar tahapan berikutnya dapat dilakukan terukur dan terarah. Desain atau *modelling* yang dibuat dalam pengembangan sistem ini ialah berupa Arsitektur Sistem dan *Flowchart*. Arsitektur menggambarkan rancangan dari penggunaan terhadap *hardware* yang dibutuhkan. *Flowchart* menggambarkan aliran penggunaan sistem yang dibangun mulai perintah diberikan hingga hasil akhir dari perintah tersebut.



Gambar 3. Desain Arsitektur Sistem.

Desain Arsitektur Sistem menunjukkan rancangan *hardware* terhadap sistem yang dibangun. Modul Bluetooth, sensor PIR, dan converter daya terhubung dengan Node MCU. Node MCU merupakan sentral penerima perintah yang diberikan lewat *Smartphone* Android atau internet. Perintah yang diterima diteruskan ke *relay* untuk memberikan arus terhadap Selenoid atau Terminal listrik yang terhubung dengan *relay*.



Gambar 4. Desain flowchart kontrol hardware.

Gambar 4 menunjukkan alur penggunaan sistem yang dibangun. Perintah yang diberikan oleh pengguna pertama kali akan diterima oleh Node MCU untuk dilakukan pemrosesan. Perintah yang diterima akan diseleksi, jika perintah ditujukan untuk *relay* pada Selenoid maka sakelar akan dilewatkan dan Selenoid akan bekerja dengan menekan tombol *on/off* TV. Sedangkan jika ditujukan untuk *relay* pada terminal/*stop* kontak maka terminal/*stop* kontak akan mengalirkan atau memutus aliran listrik.

2.3. Pengodean

Pengodean dilakukan untuk mengembangkan aplikasi yang akan dipasang pada Android dan di-*hosting* ke *website*. Pengodean untuk aplikasi Android menggunakan MIT APP Inventor. Pengodean untuk *website* menggunakan bahasa pemrograman PHP, HTML, dan MySQL sebagai basis datanya.

2.4. Pengujian

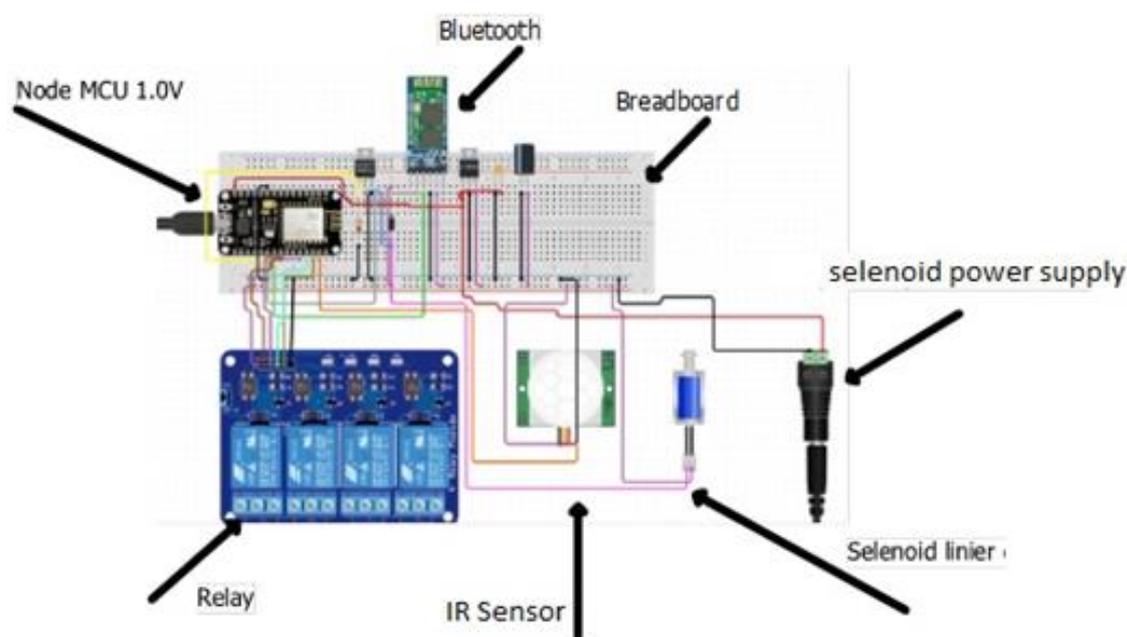
Tahapan akhir dari rangkaian metode *Waterfall* ialah pengujian, pada tahapan ini dilakukan pengujian secara menyeluruh terhadap aplikasi dan *hardware* yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan *Black Box* berstandar ISO 9126-2 untuk fungsionalitas program. Pengujian *hardware* dilakukan dengan melakukan *test case* dalam beberapa kali untuk mengetahui *error* dan *bug* eksekusi yang diberikan lewat aplikasi. Pengujian responden juga dilakukan untuk mendapatkan tanggapan kemudahan penggunaan aplikasi untuk perbaikan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Tahun 2018 Donny dan Masyhadi melakukan penelitian dengan membuat rancang bangun keamanan pintu rumah menggunakan Selenoid. Sistem yang dibangun dapat mengunci pintu melalui perintah pesan singkat (SMS) [10]. Umumnya Selenoid digunakan untuk dapat mengunci dan membuka pintu, dalam penelitian ini Selenoid digunakan dalam hal yang berbeda yaitu dimanfaatkan untuk dapat mendorong tombol *Power on/off* pada TV. Sistem dibangun terdiri dari *software* dan *hardware*. *Software* berfungsi untuk media komunikasi pengguna dengan *hardware* sedangkan *hardware* berfungsi untuk berinteraksi dengan tombol *power on/off* dan pemutus jaringan listrik TV.

3.1.1. Rancangan Skematis *Hardware*



Gambar 5. Rancangan skematis *hardware*.

Penggunaan *hardware* pada sistem yang dibangun:

- Node MCU 1.0V, dapat dianalogikan sebagai *board* Arduino ESP8266 yang berfungsi sebagai mikrokontroler dengan tegangan 3.3V yang sudah memiliki Wi-Fi atau ESP8266 di dalamnya, bertindak sebagai otak sistem yang telah dirancang;
- Breadboard, sebuah papan kontrol untuk mengatur rangkaian skematis dari Node MCU, PIR, Selenoid dan *relay*;
- Solenoid linier dorong, akan berfungsi jika ada daya yang dialirkan, dalam hal ini akan diatur oleh validasi dari sensor Bluetooth, Node MCU, dan *relay* sebagai pengatur aliran listriknya;

- d. Modul Bluetooth, sebagai validasi data yang dikirimkan oleh aplikasi Android yang sudah terinstal di *smartphone* untuk mengendalikan *relay*;
- e. *Relay*, sebagai pemutus dan penyalur aliran listrik Solenoid dan sakelar listrik atau terminal;
- f. Penyalur daya untuk Solenoid, sebagai penyalur daya tegangan listrik untuk menggerakkan Solenoid.

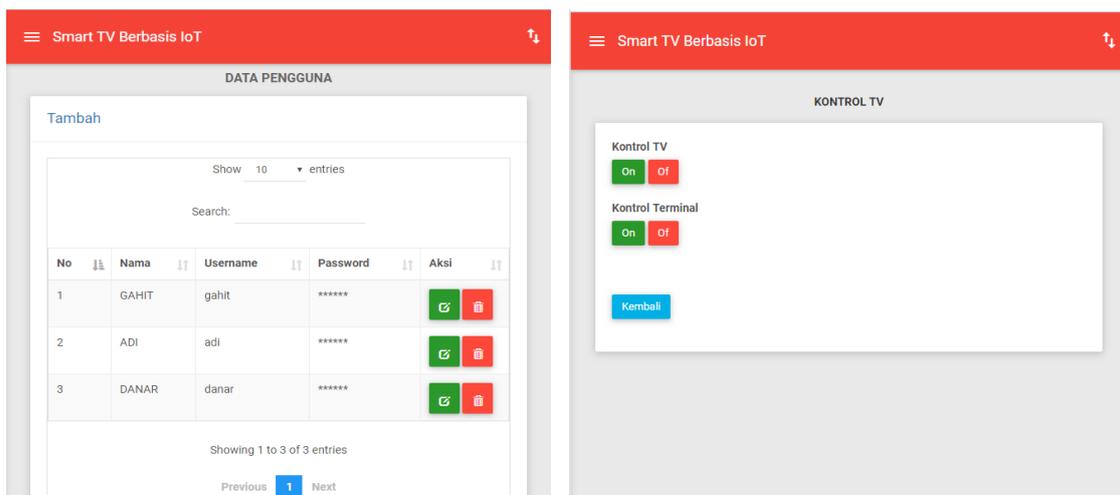
3.1.2. Tampilan *Hardware*



Gambar 6. Tampilan *hardware*.

Hardware yang dibangun terpisah dari komponen TV sehingga tidak dilakukan perubahan dan modifikasi terhadap TV. *Hardware* diletakkan di depan tombol TV agar dapat menjadi asisten pemilik TV untuk menjangkau tombol tersebut. *Hardware* bersifat *portable* sehingga bisa dilepas pasang untuk menyesuaikan jenis TV dan penempatannya. Total daya yang dikonsumsi oleh sistem yang dibangun ialah sebesar 30 Watt per jam.

3.1.3. Tampilan *Website*



Gambar 7. Tampilan *website*.

Pengendalian melalui internet dapat dilakukan dengan melakukan registrasi dan pemberian hak akses terhadap pengguna baru. Pemegang akses penuh pada *website* ialah *admin*. Pengendalian dapat dilakukan dengan fitur Kontrol TV dan Kontrol Terminal. Untuk Kontrol TV ialah pengendalian dengan memerintahkan *hardware* menekan tombol *power* TV, sedangkan Kontrol Terminal ialah pengendalian dengan memutus aliran listrik pada kabel *power* TV bagi TV yang tidak terdapat tombol *power* pada perangkatnya.

3.1.4. Tampilan Aplikasi Android



Gambar 8. Tampilan aplikasi Android.

Pengendalian melalui *smartphone* Android dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu dengan menekan tombol *on/off*, dengan perintah suara dan pengaturan waktu. Ketiga cara tersebut menggunakan media Bluetooth untuk berkomunikasi dengan *hardware*. Tombol *on/off* sendiri memiliki 2 (dua) jenis kendali yaitu dengan memerintahkan *hardware* menekan tombol *power* TV, sedangkan Kontrol Terminal ialah pengendalian dengan memutus aliran listrik pada kabel *power* TV bagi TV yang tidak terdapat tombol *power* pada perangkatnya.

3.2. Pengujian

3.2.1. Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas dilakukan pada aplikasi yang terinstal pada *smartphone* Android. Pengujian mengacu pada metode *Black-box* ISO 9126-2 dengan faktor kualitas *functionality* dengan sub faktornya kualitas *suitability*. Terdapat tiga matriks dalam sub faktor ini yaitu *Functional Adequacy*, *Functional Implementation Coverage*, dan *Functional Implementation Completeness*. Dilakukan 6 *test case* terhadap fitur yang terdapat pada *smartphone* Android dan 4 *test case* pada fitur *website*. Rentang nilai pada standar ISO 9126-2 yaitu 0-1 dengan nilai 0 dinyatakan tidak baik dan nilai mendekati atau sama dengan 1 dinyatakan baik ($0 \leq X \leq 1$).

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsionalitas

Fitur	Media	FA	FIC	FICM
Login	Internet	1	1	1
Kelola User	Internet	1	1	1
Kontrol Power On	Internet	1	1	1
Kontrol Power Off	Internet	1	1	1
Kontrol Stop Kontak On	Internet	1	1	1
Kontrol Stop Kontak Off	Internet	1	1	1
Button Stop Kontak On	Android	1	1	1
Button Stop Kontak Off	Android	1	1	1
Button Power On	Android	1	1	1
Button Power Off	Android	1	1	1
Kontrol Suara	Android	1	1	1
Set Timer	Android	1	1	1

3.2.2. Respons Waktu

Pengujian dilakukan dengan membandingkan 2 media yang digunakan yaitu akses melalui internet dan aplikasi yang terinstal pada *smartphone* Android. Masing-masing jarak dilakukan pengujian sebanyak 3 kali.

Tabel 2. Hasil pengujian respons waktu.

Jarak (m)	Android (s)	Internet (s)
1-2	< 1	1-3
3-4	< 1	1-3
5-6	< 1	1-3
7-8	< 1	2-3
9-10	< 1	2-3
>10	Tidak terhubung	2-3

3.2.3. Konsumsi Listrik

Perhitungan konsumsi listrik dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem yang dibangun dapat berperan meminimalisasi terjadinya pemborosan penggunaan listrik lewat TV. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Hardware} &= 30 \text{ watt/jam} \\ 24 \text{ jam} &= 30 \text{ watt} * 24 \\ &= 720 \text{ watt (Thardware)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TV LCD} &= 110 \text{ watt/jam} \\ 6 \text{ jam} &= 110 \text{ watt} * 6 \text{ (selama 6 jam TV menyala saat pemilik tertidur/lupa power off)} \\ &= 660 \text{ watt} \\ 12 \text{ jam} &= 10 \text{ watt} * 12 \text{ (selama 12 jam TV diset mode standby)} \\ &= 120 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total} &= 660 \text{ watt} + 120 \text{ watt} \\ &= 780 \text{ watt (Ttv)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil} &= Ttv - \text{Thardware} \\ &= 780 \text{ watt} - 720 \text{ watt} \\ &= 60 \text{ watt} \end{aligned}$$

Perhitungan di atas mencakup penggunaan *hardware* yang dibangun selama 24 jam, TV menyala saat pemilik tertidur/lupa *power off* selama 6 jam dan penggunaan TV secara mode *standby* selama 12 jam. Dari hasil tersebut didapat angka penghematan listrik sebesar 60 watt/hari.

3.2.4. Ringkuman wawancara responden

Wawancara dilakukan untuk mendapatkan umpan balik terhadap sistem yang dibangun. Terdapat 3 keluarga responden yang memberikan umpan balik dalam penelitian ini. Pertanyaan yang diajukan terkait pengalaman pengguna ketika melakukan pengendalian melalui Android dan internet.

Tabel 3. Hasil Wawancara.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah aplikasi ini mudah dipelajari dan digunakan?	3	0
2	Apakah sistem ini memiliki tampilan yang menarik?	3	0
3	Apakah Anda kesulitan dalam menemukan seluruh fitur yang tersedia pada sistem?	0	3
4	Adakah perbedaan yang Anda rasakan saat menggunakan sistem dengan tidak menggunakan sistem?	0	3
5	Apakah ada <i>bug/error</i> yang terjadi saat menggunakan sistem ini?	0	3
6	Apakah sistem ini memberikan dampak positif bagi Anda?	3	0
7	Apakah sistem dapat memudahkan Anda dalam proses pengontrolan TV?	3	0
8	Apakah terdapat fitur lain yang perlu ditambahkan pada sistem ini?	1	2
9	Adakah kritik dan saran mengenai sistem pada penelitian ini?	2	1

4. Kesimpulan

Sistem yang dibangun terdiri dari *software* dan *hardware*. Dengan sistem yang dibangun TV dapat dikendalikan dengan tombol Power *on/off* atau dengan Terminal/*Stop* Kontak. Kedua pengendalian tersebut

dapat dilakukan melalui *smartphone* Android dan internet. Pada *smartphone* Android perintah dapat dilakukan dengan tombol, suara, dan *timer*. Melalui internet (*website*) perintah dilakukan dengan tombol. Respon waktu menggunakan *smartphone* Android lebih cepat dibandingkan internet yaitu < 1 detik namun terbatas pada jarak maksimal 10 m, berbeda dengan internet yang tidak terbatas jarak selama terkoneksi dengan jaringan. Namun pengendalian lewat internet tergantung dengan kualitas jaringan *provider* yang digunakan oleh pengguna. Respons dari responden terhadap sistem yang dibangun menunjukkan hasil yang positif. Terdapat saran dari responden yaitu jika sistem dapat melakukan kontrol *power off* secara otomatis pada TV yang sedang menyala saat pemilik tertidur atau meninggalkan TV maka akan lebih baik. Konsumsi listrik pada *hardware* yang dibangun sebesar 30 watt per jam, sedangkan pada TV LCD yang menyala ialah 110 watt per jam sehingga jika pemilik TV telah melakukan pengaturan waktu maka TV akan otomatis dikendalikan *power off* oleh *hardware* walaupun pemilik TV telah tertidur dan listrik pun tidak terbuang dikarenakan TV yang masih menyala. Dengan sistem yang dibangun penghematan listrik dapat diperoleh oleh pemilik televisi hingga 60 watt/hari. Penelitian ini dapat menjadi *pilot project* penelitian lainnya terutama pengembangan ke arah penggabungan dengan komponen TV (*embedded system*).

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh DRPM DIKTI dengan kontrak nomor 043/SP2H/LT/DRPM/2019.

Daftar Pustaka

- [1] T. T. Gultom, "Pemenuhan sumber tenaga listrik di Indonesia," vol. 3, no. 1, 2017.
- [2] H. A. Fitra and A. Asirin, "Ketahanan Masyarakat terhadap Ancaman Krisis Energi Listrik di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung," *J. Wil. dan Lingkung.*, vol. 6, no. 1, p. 58, 2018.
- [3] T. Suseno and H. Haryadi, "Analisis kebijakan pengendalian produksi batubara nasional dalam rangka menjamin kebutuhan energi nasional," pp. 23–34, 2013.
- [4] F. Hanum, E. H. Nugrahani, Susanti, and S., "Pemanfaatan Sumber Daya Alam Terbarukan Dalam Model Sewa Ekonomi," *J. Math. Its Appl.*, vol. 14, no. 2, p. 57, 2015.
- [5] I. E. Agency, *Things that go Blip in the Night*. Paris: Sagim, 2001.
- [6] G. Hamer, K. Delves, I. Saint-Laurent, N. P  loquin, M. Vladimer, and M. Scholand, "Canadian Standby Power Study of Consumer Electronics and Appliances," pp. 119–133, 2008.
- [7] P. S. Solanki, V. S. Mallela, and C. Zhou, "An investigation of standby energy losses in residential sector: Solutions and policies," *Int. J. Energy Environ.*, vol. 4, no. 1, pp. 117–126, 2013.
- [8] M. V. Shuma-Iwisi and George J. Gibbon, "Domestic appliances standby power losses: The case of eleven suburbs in the greater Johannesburg," in *EEDAL'09 International Conference*, 2009.
- [9] M. Syahwil, *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroller Arduino*. Yogyakarta: Andi, 2013.
- [10] Donny Widcaksono dan Masyhadi, "Rancang Bangun Secured Door Automatic System untuk Keamanan Rumah Menggunakan SMS Berbasis Arduino," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 3, 2018.