

SKOPIN (STOP KONTAK PINTAR) PENGENDALI ARUS LISTRIK MENGUNAKAN *TIMER* PADA STOP KONTAK BERBASIS ARDUINO

Alitinia Prastiantari, Fariani Hermin, Mulyono,
Program Studi Ilmu Komputer, FMIPA UNJ

Abstrak

Gadget khususnya *smartphone* merupakan salah satu kebutuhan utama masyarakat yang memiliki banyak manfaat, salah satunya untuk memudahkan pekerjaan. Baterai ialah komponen utama pada perangkat. Hal yang sering dilupakan oleh masyarakat ialah membiarkan perangkat mereka diisi daya (*di-charge*) terlalu lama sehingga baterai pada perangkat tersebut mengalami kelebihan daya (*overcharge*) yang dapat merusak baterai yang memungkinkan untuk mengurangi kinerja dari perangkat tersebut. Dalam skripsi ini, memanfaatkan mikrokontroler sebagai sistem pengendali arus listrik agar pengguna tidak perlu khawatir terjadi *overcharging* pada perangkat. Sistem pengendali arus listrik tersebut adalah SKOPIN (Stop Kontak Pintar). Mikrokontroler Arduino UNO R3 akan diprogram didalamnya dengan menerapkan teori FSM (*Finite state machine*), untuk menghubungkan tombol pengatur waktu dan relay yang akan berfungsi untuk mengatur waktu yang digunakan untuk mengaliri listrik pada setiap perangkat. Sebagai tambahan, terdapat pula fitur pendeteksi air pada SKOPIN yang bertujuan untuk melindungi SKOPIN dan perangkat dari kerusakan akibat terkena air baik karena keteledoran manusia (tersiram air) atau bencana alam (banjir), sehingga sensor dapat langsung mengirim sinyal analog ke Arduino sehingga Arduino dapat mendeteksi air dan memutuskan arus listrik sebelum terjadi korsleting.

Kata kunci: SKOPIN, *Overcharging*, Arduino, FSM (*Finite state machine*).

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang terjadi di Dunia khususnya Indonesia tidak lepas dari perkembangan yang terjadi pada alat-alat elektronika. Peralatan elektronika digemari oleh masyarakat karena dapat membantu pekerjaan manusia dan membuat berbagai hal menjadi lebih efektif dan efisien. Menurut Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, Lembaga riset digital marketing Emarketer memperkirakan pada 2018 jumlah pengguna aktif *smartphone* di Indonesia lebih dari 100 juta orang [1]. Sebagian besar orang tidak mengawasi gadget khususnya *smartphone* yang sedang *di-charge* melainkan ditinggal untuk melakukan aktifitas lain ataupun ditinggal tidur semalaman yang akan membuat perangkat tersebut mengalami *overcharge*. *Overcharging* adalah kondisi dimana proses pengisian daya tetap dilanjutkan meskipun baterai sudah terisi penuh. Ketika pengisi daya baterai dihubungkan secara paralel dengan baterai, kapasitansi baterai akan mencegah kontribusi pengisi baterai dari kenaikan seketika. Namun, apabila perangkat dibiarkan terlalu lama terisi daya, maka baterai akan menerima daya diluar kapasitasnya yang dapat mengakibatkan kerusakan [2]. Menurut penelitian, baterai lithium ion yang biasa digunakan pada *smartphone* tidak boleh dibiarkan terhubung dengan listrik terlalu lama ketika dayanya sudah terisi 100%. *Overcharging* dapat memproduksi karbon dioksida, etilena dan gas lainnya sehingga meningkatkan suhu dan tekanan internal yang menyebabkan baterai tersebut tidak dapat menyimpan daya dengan baik, menggelembung, menjadi cepat rusak, bahkan dalam kasus terburuk dapat terjadi ledakan sel [3].

Selain *Overcharging*, kebiasaan masyarakat di Indonesia adalah meninggalkan *charger* menetap pada stop kontak ketika selesai mengisi daya dan sudah mencabut perangkat dari *charger* tersebut. Penelitian yang dilakukan Lawrence Berkeley National Library pada tahun 2012 menyebutkan bahwa rata-rata saat *charger* mengisi daya ke ponsel aliran listriknya 3,68 watt. Ketika daya ponsel sudah 100% maka dayanya turun ke 2,24 watt. Saat *charger* terhubung ke listrik tanpa ponsel, listrik akan menyerap daya 0,26 watt [4]. Penelitian ini membuktikan bahwa, listrik akan tetap menyerap daya pada saat *charger* menempel pada stop kontak, sehingga tidak menghemat penggunaan listrik. Selain itu, apabila *charger* berada pada stop kontak terlalu lama dan terjadi penumpukan steker pada stop kontak, hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada kabel-kabel dan komponen penghantar listrik karena menerima arus yang terlalu besar. Selain itu, pemakaian listrik berlebihan akan berdampak pada kurangnya pasokan listrik serta dapat menyebabkan pemanasan global [5].

Oleh karena itu, untuk menanggulangi permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya, penulis memiliki gagasan untuk membuat SKOPIN (STOP KONTAK PINTAR). SKOPIN merupakan sebuah inovasi pengendali arus listrik yang menggunakan alat pengatur waktu (*timer*) pada stop kontak

berbasis Arduino. Stop kontak tersebut akan berfungsi sebagai pengendali listrik yang akan diatur menggunakan *timer* otomatis yang dihubungkan dengan LCD, sehingga listrik akan terputus sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. SKOPIN bertujuan untuk mengatur pemakaian listrik secukupnya agar dapat mencegah terjadinya kerusakan pada baterai dan mengurangi pemakaian listrik yang berlebihan pada perangkat yang diakibatkan oleh terlalu lama mencolok steker pada stop kontak. Arduino akan digunakan sebagai "otak" yang akan diberikan program didalamnya dengan menerapkan teori FSM (*Finite state machine*), untuk menghubungkan tombol pengatur waktu dan relay yang akan berfungsi untuk mengatur waktu yang digunakan untuk mengaliri listrik pada setiap perangkat. Sebagai fitur tambahan, penulis menambahkan sensor air pada SKOPIN yang bertujuan untuk melindungi SKOPIN dan perangkat dari kerusakan akibat terkena air baik karena kekeledoran manusia (tersiram air) atau bencana alam (banjir), sensor dapat langsung mengirim sinyal analog ke Arduino sehingga Arduino dapat mendeteksi air dan memutuskan arus listrik sebelum terjadi korsleting.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, masalah yang diidentifikasi sebagai berikut:

1. Banyak terjadi kerusakan pada baterai perangkat elektronik akibat terlalu lama mengisi daya (*overcharging*)
2. Pemakaian listrik yang berlebihan akan menyebabkan biaya listrik menjadi sedikit lebih mahal dan tidak menghemat penggunaan listrik.

C. Tujuan Penelitian

Bagi Mahasiswa:

1. Memberikan informasi mengenai pengertian dan pemanfaatan teknologi RFID pada kehidupan sehari-hari.
2. Meningkatkan kepekaan dalam permasalahan berkendara.

Bagi Program Studi Ilmu Komputer:

1. Memberikan informasi pada mahasiswa mengenai salah satu penerapan mikrokontroler Arduino yang dapat diterapkan sehari-hari.
2. Dapat dijadikan referensi untuk membuat karya tulis.

Bagi Masyarakat:

1. SKOPIN dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk menghindari kerusakan pada baterai perangkat elektronik yang terlalu lama diisi daya.
2. Memberikan kesadaran kepada masyarakat untuk menghemat listrik serta memanfaatkan pemakaian listrik secara tepat agar dapat mengurangi dan mencegah pemanasan global serta korsleting pada komponen yang berhubungan dengan listrik.

II. LANDASAN TEORI

A. Arduino

Arduino merupakan perangkat pemrograman *microcontroller* jenis Atmel yang tersedia secara bebas (*open-source*) dengan menggunakan bahasa pemrograman C. Arduino memiliki banyak jenis yang dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan. Penelitian ini menggunakan jenis Arduino Uno karena sangat disarankan untuk pemula. Arduino Uno R3 merupakan versi terakhir dari Arduino Uno yang sekarang sedang marak digunakan karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan versi sebelumnya.

Arduino Uno R3 adalah board sistem minimum berbasis *microcontroller* ATmega328P jenis AVR. Arduino Uno R3 memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Operating voltage 5 VDC.
- Rekomendasi input voltage 7-12 VDC
- Batas input voltage 6-20 VDC.
- Memiliki 14 buah input/output digital.
- Memiliki 6 buah input analog.
- DC Current setiap I/O Pin sebesar 40mA.
- DC Current untuk 3.3V Pin sebesar 50mA.
- Flash memory 32 KB.
- SRAM sebesar 2 KB.
- EEPROM sebesar 1 KB.
- 11 Clock Speed 16 MHz [6].



Gambar 1 Arduino UNO R3

B. Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menyambungkan aliran listrik. Relay memiliki sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus yang mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas pegas. Ketika armatur tertarik menuju inti, kotak jalur yang bersamaan akan berubah posisinya dari kontak normal tertutup ke kontak normal terbuka [7].

Menurut kerjanya relay dapat dibedakan menjadi:

1. Normaly Open (ON), saklar akan terbuka bila dialiri arus.
2. Normaly Close (OFF), saklar akan tertutup bila dialiri arus.
3. Change Over (CO), relay ini mempunyai saklar tunggal yang normalnya tertutup lama, bila kumparan 1 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal A, sebaliknya bila kumparan 2 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal B.



Relay memiliki manfaat, yaitu;

1. Dapat mengontrol sendiri arus serta tegangan listrik yang diinginkan
2. Dapat memaksimalkan besarnya tegangan listrik hingga mencapai batas maksimalnya 18
3. Dapat menggunakan baik saklar maupun koil lebih dari satu, disesuaikan dengan kebutuhan

C. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD terdiri dari sel-sel. Sel-sel pada LCD terbuat dari pembagian dua kaca yang mengandung kristal cair kecil yang berada pada layer didalamnya [8]. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik [9].



Gambar 2 LCD Keypad Button

D. FSM (*Finite state machine*)

State Machines (FSM) adalah sebuah sistem reaktif yang menanggapi stimulus tertentu, dapat berupa sinyal atau sepotong input yang menggambarkan cara kerja sistem dengan menggunakan tiga kondisi berikut: *State* (Keadaan), *Event* (kejadian) dan *Action* (aksi). Pada saat dalam periode waktu yang cukup signifikan, system akan berada pada salah satu *state* yang aktif. Sistem dapat beralih atau bertransisi menuju *state* lain jika mendapatkan masukan atau *event* tertentu, baik yang berasal dari perangkat luar atau komponen dalam sistemnya itu sendiri. Transisi keadaan ini umumnya juga disertai oleh aksi yang dilakukan oleh sistem ketika menanggapi masukan yang terjadi. Aksi yang dilakukan tersebut dapat berupa aksi yang sederhana atau melibatkan rangkaian proses yang relatif kompleks [10]. Berikut adalah rancangan diagram untuk mengatur / konfigurasi cara kerja yang akan diimplementasikan pada SKOPIN.

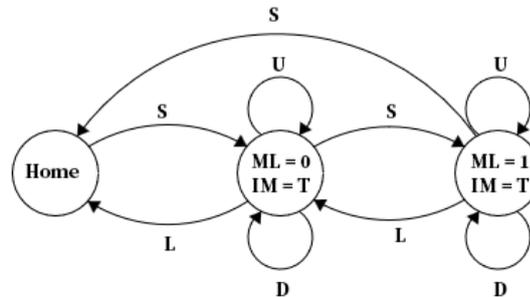


Diagram FSM di atas dibagi kedalam 3 keadaan, yaitu keadaan saat tampilan di beranda (home), pada saat memilih menu, dan pada saat mengatur waktu. Setiap keadaan ditentukan oleh beberapa flags pada variabel yang ditentukan, untuk lebih jelasnya berikut ini adalah tabel keadaan dari diagram FSM di atas:

Variabel / Keadaan	Home	Pilih Menu	Atur Waktu
Menu Level	0	0	1
Is Menu	0	1	1

Berikut ini penjelasan masing-masing keadaan:

- Home : Pada keadaan ini, tampilan alat berada pada tampilan paling awal yang menampilkan informasi terminal (stop kontak) mana yang sedang aktif.
- Pilih Menu : Pada keadaan ini, sudah berada didalam menu untuk memilih terminal yang ingin diatur waktunya
- Atur Waktu : Pengguna akan diminta untuk memasukkan waktu yang diinginkan dengan menekan tombol Up atau Down.

Setiap *event* yang dilakukan akan mempengaruhi kondisi flags pada variable yang menentukan keadaanya. Terdapat 4 variabel yang dipengaruhi oleh *event Up, Down, Left, dan Select* yaitu Menu Level, Is Menu, Menu Page, dan *Timer Count*. Berikut ini penjelasan dari masing-masing variabel:

- Is Menu ; Variabel ini menentukan posisi sedang berada di home atau tidak.
- Menu Level ; Variabel ini menentukan posisi menu berada pada parent atau child.
- Menu Page ; Variabel ini untuk menentukan posisi menu untuk menyeleksi terminal yang ingin dipilih.
- Timer Count* ; Variabel ini digunakan sebagai lokasi sementara untuk mengatur *timer* dari terminal yang ingin digunakan.

Berikut ini adalah detail perubahan yang dilakukan pada setiap *event*:

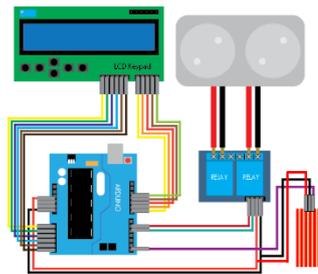
State\ Event	Current Flags	Next Event			
		Up	Down	Left	Select
Home	ML = 0 IM = 0	-	-	-	ML = 0 IM = 1
Pilih Menu	ML = 0 IM = 1	ML = 0 IM = 1 MP--	ML = 0 IM = 1 MP++	ML = 0 IM = 0	ML = 1 IM = 1
Atur Waktu	ML = 1 IM = 1	ML = 1 IM = 1 TC++	ML = 1 IM = 1 TC--	ML = 0 IM = 1	ML = 0 IM = 0

4. IMPLEMENTASI PROGRAM

Berikut ini adalah desain dan cara kerja dari SKOPIN.

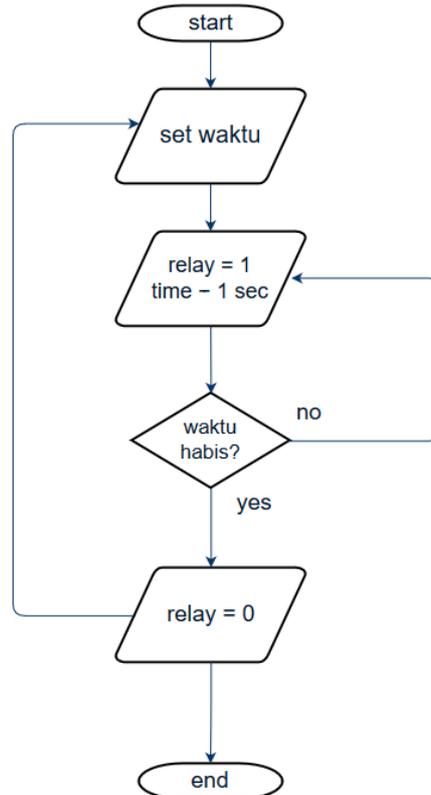
A. Desain SKOPIN

SKOPIN terdiri dari stop kontak sebagai penghubung steker dengan arus listrik. Agar SKOPIN dapat mengatur waktu untuk mengalir arus listrik, maka penulis membuat program menggunakan metode FSM untuk memberikan prinsip *timer* pada Arduino serta dihubungkan dengan keypad LCD untuk memberikan input masukan. Relay digunakan Untuk memutuskan dan meneruskan arus dengan aman. Berikut adalah gambar desain perancangan alat.



Gambar 2 Skema Rangkaian SKOPIN

Berikut adalah diagram alur SKOPIN



B. Cara Kerja SKOPIN

Berikut ini adalah penjelasan singkat Cara Kerja SKOPIN:

1. Hubungkan steker dengan terminal pada SKOPIN,

2. Tekan tombol ON untuk menyalakan LCD,
3. Tekan tombol Select, lalu dengan menekan tombol ke atas atau ke bawah, pilih terminal mana yang akan digunakan (Terminal A atau B), lalu tekan Select,
4. Pilih menu berapa lama waktu yang akan diatur untuk mengaliri listrik menggunakan tombol ke atas atau ke bawah, lalu tekan Select,
5. Jika sudah menekan tombol Select, akan muncul tulisan “Set, Ok!” kemudian SKOPIN akan menghitung mundur dari waktu yang sudah diatur dan aliran listrik akan terputus sampai waktu yang sudah ditentukan.

5. HASIL UJI COBA DAN PEMBAHASAN

SKOPIN memiliki pengaturan waktu yaitu mulai dari 15 menit dan kelipatannya hingga waktu maksimal, yaitu 240 menit atau 4 jam. Penulis akan melakukan uji coba alat dengan membandingkan selisih waktu pada SKOPIN dengan waktu *stopwatch* pada *smartphone*. Data yang digunakan untuk percobaan menggunakan waktu yang berjarak 2 kali lipat dari data sebelumnya, dimulai dari 15 menit (0,25 jam).

Tabel hasilnya ialah sebagai berikut,

No.	Setting Waktu	Timer Smartphone	Selisih Waktu	Selisih / Menit	Keterangan
1	0,25	00.15.10,98	+10,98	0,7320	berfungsi
2	0,5	00.30.21,58	+21,58	0,7193	berfungsi
3	1	01.00.44,36	+44,36	0,7393	berfungsi
4	2	02.01.28,35	+1.28,35	0,7362	berfungsi
5	4	04.02.43,77	+2.43,77	0,6824	berfungsi

Berdasarkan hasil percobaan pada tabel di atas, penulis menyimpulkan bahwa waktu yang diatur untuk mengaliri listrik pada SKOPIN apabila dibandingkan dengan *stopwatch* pada *smartphone* memiliki selisih waktu. Semakin lama waktu yang diatur pada SKOPIN, semakin besar pula selisih waktu dengan *stopwatch* pada *smartphone*. Berikut ada perhitungan rata-rata selisih waktu SKOPIN dengan *stopwatch* pada *smartphone*:

$$\bar{x} = \frac{(0,7320+0,7193+0,7393+0,7362+0,6824)}{5} = 0,7218 \text{ menit.}$$

Rata-rata selisih waktu antara SKOPIN dengan *stopwatch* pada *smartphone* untuk setiap menit adalah 0,7218 menit.

Berdasarkan hasil uji coba di atas, SKOPIN dapat berfungsi dengan baik untuk memutuskan arus listrik sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan walaupun *charger* tidak dicabut langsung setelah baterai penuh oleh pengguna. Hal ini membuktikan bahwa SKOPIN dapat mengurangi penggunaan listrik berlebihan yang dilakukan oleh beberapa pengguna *smartphone* di Indonesia. Jika pengguna membiarkan perangkatnya diisi daya melebihi kapasitas, maka akan tetap menyerap listrik 2,24 watt setiap jam dan apabila meninggalkan *charger* terus menerus tanpa perangkat, akan tetap menyerap daya sebesar 0,26 watt setiap jam.

Berikut adalah biaya listrik jika perangkat dikendalikan dengan *timer* pada SKOPIN.

Daya saat baterai lemah = 3,68 Watt ; Daya Arduino = 1,5 Watt

Harga listrik = Rp. 1.467,28 / KWh ; Estimasi Waktu mengisi Daya hingga perangkat penuh = 2 jam

$$\text{Biaya saat mengisi daya} = \frac{3,68 \times 2}{1000} \times 1.467,28 = \text{Rp. } 10,7992$$

$$\text{Biaya yang digunakan Arduino} = \frac{1,5 \times 2}{1000} \times 1.467,28 = \text{Rp. } 4,4018$$

Total biaya mengisi daya menggunakan SKOPIN Rp. 10,7992 + Rp. 4,4018 = Rp. 15,2010.

Jika ditinggal selama waktu tidur orang dewasa, yaitu kurang lebih 8 jam maka biaya yang akan dikeluarkan adalah sebagai berikut.

Daya saat baterai lemah = 3,68 Watt ; Daya saat baterai penuh = 2,24 Watt

Harga Listrik = Rp. 1.467,28 / KWh ; Waktu mengisi daya = 2 jam + 6 jam dalam keadaan baterai penuh

$$\begin{aligned} \text{Biaya mengisi daya ditinggal selama 8 jam} &= 10,7992 + \left(\frac{(2,24 \times 6)}{1000} \times 1.467,28 \right) \\ &= \text{Rp. } 10,7992 + \text{Rp. } 19,7202 = \text{Rp. } 30,5194 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, walaupun biaya listrik yang dihasilkan sangat kecil, apabila 100 juta orang pemilik *smartphone* di Indonesia memiliki kebiasaan yang sama dan mengisi daya pada perangkatnya setiap hari, maka dalam jangka waktu 30 hari Indonesia akan mengeluarkan biaya listrik hanya untuk mengisi daya *smartphone* sebanyak,

$$100.000.000 \text{ orang} \times 30 \text{ hari} \times \text{Rp. } 30,5194 = \text{Rp. } 91.558.200.000 \text{ (91 miliar rupiah).}$$

Berikut adalah perhitungan biaya listrik apabila menggunakan SKOPIN untuk mengendalikan waktu pengisian daya

$$100.000.000 \text{ orang} \times 30 \text{ hari} \times \text{Rp. } 15,2010 = \text{Rp. } 45.603.000.000$$

Perbedaan selisih biaya penggunaan listrik setiap bulan pada pengisian daya *smartphone* menggunakan dan tidak menggunakan SKOPIN adalah Rp. 45.995.200.000.

Masyarakat Indonesia dapat menghemat penggunaan listrik sekitar 2x lebih hemat apabila menggunakan SKOPIN. Selain menghemat biaya, menghemat penggunaan listrik dapat mencegah terjadinya pemanasan global.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian dari alat yang dibuat penulis, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah berhasil membuat perangkat keras sistem kendali dalam bentuk SKOPIN (Stop Kontak Pintar) menggunakan *timer* yang berbasis Arduino dan diprogram menggunakan teori FSM (*Finite state machine*).
2. SKOPIN dapat berfungsi sesuai dengan cara kerja alat yang dirancang penulis. Digunakan sebagai *timer* untuk mengatur waktu dalam mengaliri arus pada perangkat khususnya perangkat yang menggunakan baterai seperti *smartphone*, tablet, dan laptop.
3. SKOPIN dapat mengendalikan waktu untuk mengaliri listrik sehingga dapat menghemat biaya dan konsumsi listrik, guna mengurangi pemanasan global.
4. Berdasarkan hasil uji coba, rata-rata selisih waktu/detik SKOPIN terminal A dengan *stopwatch* pada *smartphone* adalah 0,0016 detik dan rata-rata selisih waktu/menit terminal B adalah 0,7218 menit. Selisih tersebut dalam batas wajar karena perbedaan clock pada setiap mikrokontroler.
5. Berdasarkan hasil uji coba, sensor air yang merupakan fitur tambahan dalam dapat berfungsi dengan baik yaitu dengan mendeteksi air yang ada disekitar sensor, sehingga arduino berhasil membaca sensor dan memberikan perintah ke LCD untuk menampilkan peringatan untuk memutuskan arus listrik.

B. Saran

1. Dapat memodifikasi port pada Arduino agar dapat memiliki ruang sehingga bisa menggunakan sensor-sensor selain sensor air, misalnya sensor suara, sensor suhu, sensor cahaya, sensor tekanan dan masih banyak lainnya.
2. Dapat mendeteksi saat baterai suatu perangkat yang diisi daya telah penuh, dan SKOPIN akan otomatis mematikan arus.
3. Terminal pada stop kontak dapat diperbanyak sehingga dapat menggunakan lebih dari 2 slot atau dapat menggunakan stop kontak yang sudah tersambung.
4. Merancang aplikasi tambahan agar dapat memberikan manfaat selain untuk kendali stop kontak. Misalnya membuat aplikasi agar dapat mengatur waktu *timer* pada SKOPIN menggunakan *smartphone*.
5. Penampilan alat dapat diperbagus lagi dengan menggunakan casing akrilik agar alat dapat terlihat dari luar sehingga lebih menarik dan terlihat jelas komponennya.
6. Memperkecil lagi atau dapat menyamakan waktu dengan *stopwatch* pada *smartphone* atau jam digital.

7. REFERENSI

- [1] Kementerian Komunikasi dan Informatika RI, "Indonesia Raksasa Teknologi Digital Asia," [Online]. Available: https://www.kominfo.go.id/content/detail/6095/indonesia-raksasa-teknologi-digital-asia/0/sorotan_media. [Diakses 28 Juny 2017].
- [2] Brookhaven National Laboratory Nuclear Sciences and Technology Department, "EVALUATION OF BATTERY AND BATTERY CHARGER SHORT-CIRCUIT CURRENT CONTRIBUTIONS TO A FAULT ON THE DC DISTRIBUTION SYSTEM AT A NUCLEAR POWER PLANT," 2015.
- [3] C. Speltino, A. Stefanopoulou dan G. Fiengo, "Cell equalization in battery stacks through State Of Charge estimation polling," 2010.
- [4] D. Mahardy, "Charger Nempel Terus ke Colokan, Boros Listrik Gak?," Liputan6, 22 January 2015. [Online]. Available: <http://teknoliputan6.com/read/2163176/charger-nempel-terus-ke-colokan-boros-listrik-gak>. [Diakses 11 May 2017].
- [5] Z. R dan B. A, "The Relative Contribution of Waste Heat From Power Plants to Global Warming," vol. 36, no. 6, pp. 3754-3762, 2011.
- [6] H. Susanto, R. Pramana dan M. Mujahidin, "Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino UNO R3 ATMEGA328P dan XBEE PRO".
- [7] A. Rahman, D. Hermanto, F. H. Yanto dan P. Rasanjaya, "RANCANG BANGUN SISTEM STARTER KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN KARTU RFID," 2015.
- [8] B. Bahadur, LIQUID QRYSTALS Application and Uses, Canada: World Scientific Publishing, 1995.
- [9] A. Purnama, "LCD (Liquid Cristal Display)," Elektronika Dasar, 10 June 2012. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>. [Diakses 28 September 2016].
- [10] I. Setiawan, "PERANCANGAN SOFTWARE EMBEDDED SYSTEM BERBASIS FSM," Semarang.
- [11] I. Putu Putra Darmawan, R. A. Setyawan dan E. Maulana, "ALAT PENGECEKAN PERSEDIAAN MOBIL PADA PERUSAHAAN PERSEWAAN MOBIL MENGGUNAKAN RFID DENGAN SMS SEBAGAI MEDIA TRANSMISI DATA," 2014.
- [12] A. Kadir, Buku Pintar Pemrograman Arduino, Yogyakarta: MediaKom, 2015.
- [13] Wikipedia, "Arduino," [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>. [Diakses 21 May 2017].