

## Studi Komparatif Dua Model Skema Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop

**Ahmad Afief Amrullah<sup>1</sup>, Arief Setyanto<sup>2</sup>, Sudarmawan<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta

e-mail: <sup>1</sup>[ahmad.amrullah@students.amikom.ac.id](mailto:ahmad.amrullah@students.amikom.ac.id), <sup>2</sup>[arief\\_s@amikom.ac.id](mailto:arief_s@amikom.ac.id),

<sup>3</sup>[sudarmawan@amikom.ac.id](mailto:sudarmawan@amikom.ac.id)

### Intisari

Beberapa tahun terakhir, *smart charging* eksternal khususnya pada piranti laptop menjadi topik yang cukup menarik dikarenakan kebutuhan akan respon terhadap penurunan kapasitas baterai maupun kerusakannya. Seiring perkembangan *embedded system* seperti arduino yang biasa dipergunakan, sistem ini menawarkan komunikasi data yang lebih fleksibel, yang pada awalnya menggunakan kabel menjadi secara nirkabel, mulai dari bluetooth hingga wifi. Adapun dalam topik ini, terdapat kendali yang didasarkan pada kebutuhan listrik pengguna dan kondisi sistem kelistrikan yang disebut sebagai *dynamic demand control*. Kunci dari metode ini adalah frekuensi jaringan listrik dan baterai. Metode ini dapat memberikan ekstensi terhadap *smart charging* untuk hanya mengisi daya pada saat dibutuhkan. Dampak positif dari penggunaan metode ini selain menghambat baterai dari kerusakan adalah penghematan listrik. Pada penelitian ini penulis mencoba melakukan studi terhadap dua model skema sistem *smart charging* yang belum pernah dibandingkan, yaitu model *standalone* dan *centralized*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun model *centralized* lebih efisien dalam hal pembacaan nilai frekuensi jaringan listrik, namun dalam hal performa model *standalone* lebih stabil dan bisa diandalkan.

**Kata kunci**—Smart Charging, Baterai, Frekuensi, Dynamic Demand Control, Laptop

## **Studi Komparatif Dua Model Skema Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop**

**(Ahmad Afief Amrullah, Arief Setyanto, Sudarmawan)**

### ***Abstract***

*In recent years, external smart charging, especially on laptop devices, has become quite an interesting topic due to the need for a response to a decrease in battery capacity and damage. As the development of embedded systems such as Arduino which is commonly used, this system offers more flexible data communication, which initially used cables to be wireless, ranging from Bluetooth to WiFi. As for this topic, there are controls based on the user's electricity needs and the condition of the electrical system, which is called dynamic demand control. The key to this method is the frequency of the electricity network and the battery. This method can provide extensions to smart charging to only charge when needed. The positive impact of using this method in addition to preventing the battery from being damaged is electricity savings. In this study the authors tried to study two models of the smart charging system schemes that have never been compared, namely the standalone and centralized models. The results of this study indicate that although the centralized model is more efficient in terms of reading the frequency value of the electricity network, in terms of performance the standalone model is more stable and reliable.*

**Keywords**—*Smart Charging, Battery, Frequency, Dynamic Demand Control, Laptop*

## PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, *smart charging* eksternal khususnya pada piranti laptop mejadi topik yang cukup menarik dikarenakan kebutuhan akan respon terhadap penurunan kapasitas baterai maupun kerusakannya. Sebagaimana dipaparkan dalam banyak penelitian bahwa dengan penerapan sistem ini memungkinkan *charger* untuk menghentikan proses pengisian daya baterai secara mandiri (terprogram), memberikan pembatasan SoC (*State of Charge*) baik pada batas minimal maupun maksimal sehingga dapat menghindari *overheat*, *overcharging* (pengisian daya yang terus-menerus pada SoC maksimal yang mengakibatkan temperatur tinggi yang berkelanjutan juga penurunan kapasitas baterai), sampai pada kemungkinan ledakan atau terbakarnya baterai serta mampu mengurangi *charge cycle* untuk memperlambat penurunan kapasitas baterai, sehingga baterai lebih awet [1]. Termasuk [2] yang memfokuskan pada piranti laptop dengan sistem *auto stop and play charger* individual yang terdiri dari software pengaturan pengisian dan hardware, di mana sistem ini dapat memutuskan pengisian daya saat baterai penuh dan menyambungkan charger saat baterai hendak kosong atau disesuaikan dengan pengaturan software. Model yang persis juga dilakukan oleh [3]. Sistem serupa juga dikembangkan oleh [4] secara lebih spesifik menentukan batasan bawah baterai 10% dan batas atas 100%, sehingga charging on/play pada saat baterai di bawah 10% dan off/stop saat 100%, dengan mekanisme khusus di mana charging off saat sistem baru saja dihubungkan dengan baterai di atas 10% dan charging on saat baru saja dihubungkan dengan baterai di bawah 10%. Berfokus pada piranti berbasis aplikasi android [5] mengembangkan sistem yang mampu memonitor dan mengatur level atas suhu baterai dengan menggunakan mikrokontroler arduino pro mini yang terintegrasi dengan modul bluetooth HC-05 sebagai penerima data dan relay sebagai pemutus arus listriknya, sehingga sistem dapat berjalan 100% dengan baik. [6] merancang serta secara kualitatif menganalisis suatu alat dan aplikasi “Smart Charger menggunakan Arduino” yang mampu memberikan pengaruh signifikan terhadap solusi optimal untuk memperpanjang usia baterai dalam meminimumkan ledakan pada smartphone dikarenakan pengaruh *overheat* (pengisian yang berlebihan) dengan alat charger smartphone beserta aplikasi pemberitahuan optimal / battery information (dipasangkan pada smartphone).

Seiring perkembangan *embedded system* seperti arduino yang biasa dipergunakan, sistem ini menawarkan komunikasi data yang lebih fleksibel, yang pada awalnya menggunakan kabel menjadi secara nirkabel, mulai dari bluetooth hingga wifi.

Adapun dalam topik ini, terdapat kendali yang didasarkan pada kebutuhan listrik pengguna dan kondisi sistem kelistrikan yang disebut sebagai *dynamic demand control*. Sebelum tahun 2010, metode ini umumnya dipergunakan pada peralatan rumahan yang memiliki buffer, seperti kulkas yang berupa suhu [7]. Namun demikian, [7] membuktikan bahwa metode ini dapat dipergunakan pada piranti elektronik portabel khususnya laptop. Pun [7] adalah yang pertama kali

## Studi Komparatif Dua Model Skema Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop

(Ahmad Afief Amrullah, Arief Setyanto, Sudarmawan)

mencetuskan istilah “sistem *smart charging* eksternal” yang bertempat di luar piranti elektronik portabel.

Kunci dari metode *dynamic demand control* ini adalah frekuensi jaringan listrik dan buffer yang berupa baterai laptop. Metode ini dapat memberikan ekstensi terhadap *smart charging* untuk hanya mengisi daya pada saat dibutuhkan. Dampak positif dari penggunaan metode ini selain menghambat baterai dari kerusakan adalah penghematan listrik.

Adapun dalam penelitiannya, [7] memberikan keterangan bahwa masih belum jelas apakah sistem dengan model individual/*standalone* (yang berdiri sendiri khusus untuk 1 piranti laptop) lebih baik daripada sistem dengan model terpusat. Beberapa penelitian yang merujuk pada [7] lebih cenderung pada perluasan ke piranti lain atau ke semua piranti elektronik secara umum [8]–[14] Pada penelitian ini penulis mencoba melakukan studi terhadap dua model skema sistem *smart charging* yang belum pernah dibandingkan, yaitu model *standalone* dan *centralized*.

### METODE PENELITIAN

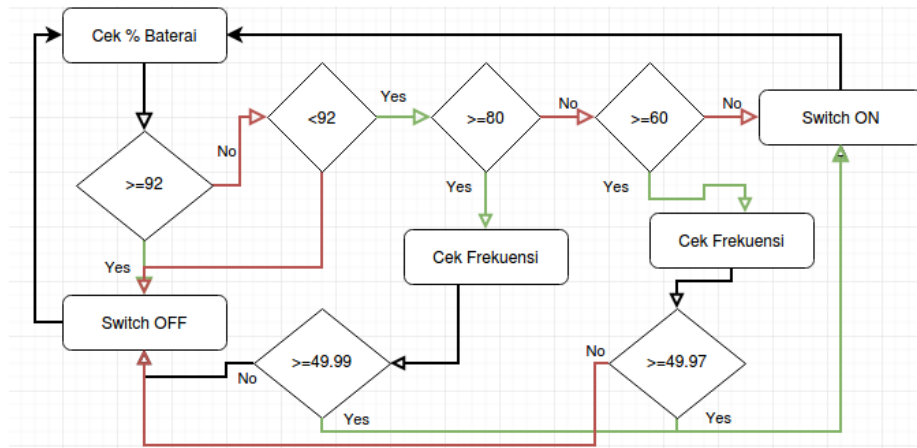
#### Analisa

Analisa data dilakukan menggunakan 2 bentuk pendekatan, yaitu 1) matematis non-visual dengan rumus dan 2) matematis visual dengan grafik. Pendekatan (1) menggunakan rumus yang menghitung perbandingan laju pengisian baterai dan pengosongannya. Kinerja keseluruhan dari setiap teknik *smart charging* untuk perangkat elektronik sangat tergantung pada kapasitas baterai, tarif muatan dan debatnya [7]. Adapun menurut [7] nilai yang dapat dibandingkan adalah rasio, bukan laju pengisian. [7] mendefinisikan rasio laju pengisian dan pengosongan menjadi:

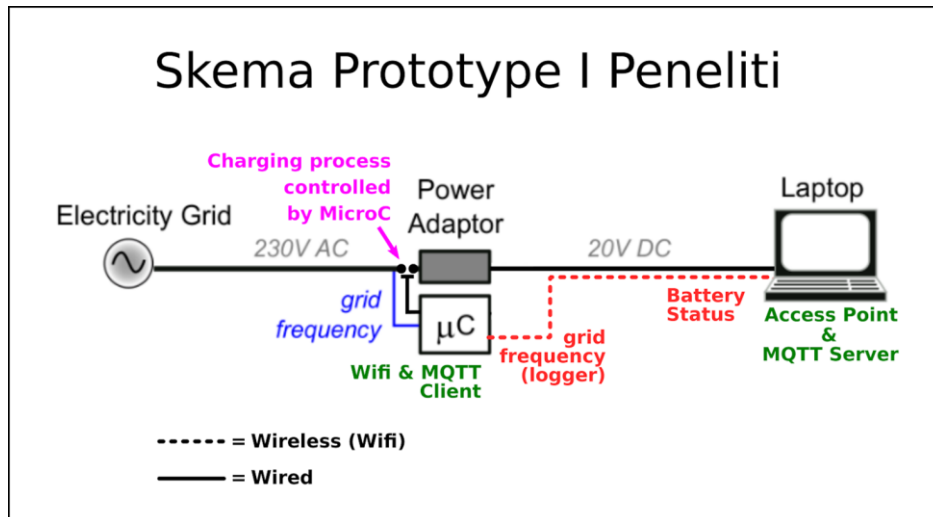
$$R = \frac{\text{Rate of Charge}}{\text{Rate of Discharge}} \quad (1)$$

#### Arsitektur

Pada penelitian ini, data dikumpulkan dengan menggunakan instrumen yang terdiri dari 2 komponen yaitu hardware dan software. Selain itu, penulis menggunakan 2 model skema sistem dalam penelitian ini, yaitu skema I: *standalone* dan skema II: *centralized*. Hardware berupa modul berbasis ESP8266 dengan produk Wemos D1 Mini sebagai pengendali utama untuk saklar pemutus charger laptop, penerima informasi status baterai dan penghubung untuk sensor frekuensi jaringan listrik pada model skema I juga secara khusus sebagai pengendali sekunder dari saklar pemutus pada skema II. Hardware serupa namun lebih sederhana, ESP-01 penulis gunakan secara khusus sebagai penghubung sensor frekuensi jaringan listrik pada model skema II. Hardware lainnya, *single board computer* Raspberry Pi 2B, penulis gunakan sebagai pengendali utama saklar pemutus charger laptop dengan server aplikasi NODE-RED dan Mosquitto Server/Broker pada model skema II. Untuk algoritma, secara umum kedua sistem menerapkan logika seperti pada gambar 1.



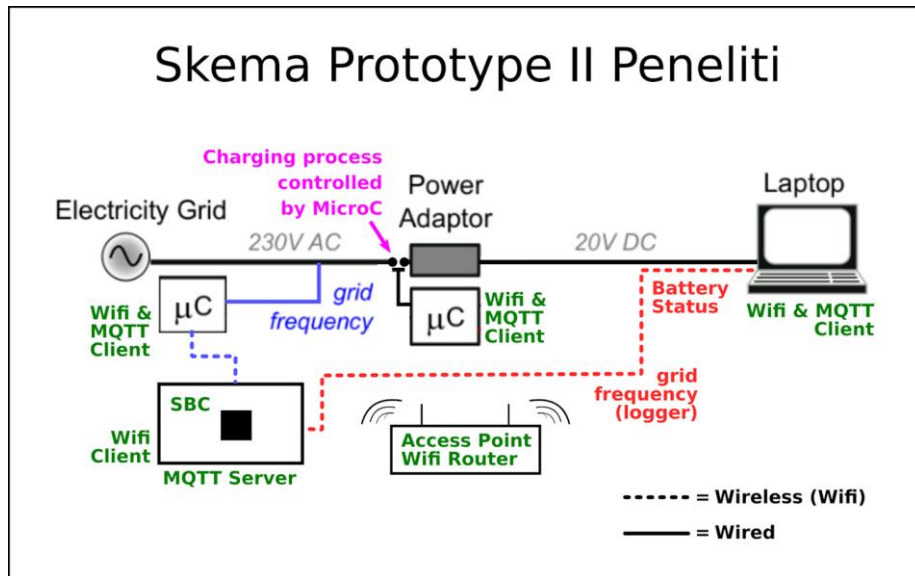
Gambar 1 Algoritma Sistem *Smart Charging* Eksternal  
 Adapun terkait gambaran sistem secara keseluruhan, dapat direpresentasikan oleh gambar 2 untuk skema I dan gambar 3 untuk skema II.



Gambar 2 Skema I (*Standalone*)

# Studi Komparatif Dua Model Skema Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop

(Ahmad Afief Amrullah, Arief Setyanto, Sudarmawan)



Gambar 3 Skema II (*Centralized*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis melakukan pencatatan(*logging*) data menggunakan *shell script* pada sistem operasi GNU/Linux pada dua buah laptop yang berbeda secara simultan. Laptop pertama adalah Dell e6330 dengan distribusi ZorinOS Core (64 bit) dan laptop kedua adalah Thinkpad T420 dengan distribusi Linuxmint Debian Edition 19 (64 bit). Kemudian dari hasil tersebut, penulis menerapkan pencacahan atau penghitungan kenaikan maupun penurunan dari persentase *charge*.

### 1.1 Tabel 1 Perbandingan Rasio Pengisian Daya antara Skema I (*Standalone*) dan Skema II (*Centralized*)

SKEMA I		SKEMA II	
Charge Rate	Discharge Rate	Charge Rate	Discharge Rate
685	693	239	254
Ratio: 0.988455988455989		Ratio: 0.940944881889764	

Tabel 1 menunjukkan bahwa laptop seri Dell e6330 memiliki laju pengisian yang relatif lebih tinggi dibandingkan laptop seri Thinkpad T420. Sedangkan pada aspek rasio yang terhitung dengan membandingkan laju pengisian dan laju pengosongan baterai, relatif lebih tinggi laptop seri Dell e6330 yang menggunakan sistem dengan skema I. Adapun pengambilan data secara keseluruhan berdurasi seperti yang terlihat pada tabel 2.

### 1.2 Tabel 2 Periode Pengambilan Data

START	END	Period
1/10/2020 8:15:28 PM	1/11/2020 4:35:37 AM	8:20:09

Selain data persentase baterai laptop, penulis juga mengambil data dari kondisi kelistrikan yang direpresentasikan oleh frekuensi di mana standar yang berlaku adalah nominal 50 Hz. Pada data yang penulis ambil, terdapat nominal yang sangat berfluktuasi dan bervariasi, naik dan turun secara tidak menentu. Namun demikian, penulis mendapatkan data yang relatif tidak sesuai standar karena penyimpangan yang tinggi dari nominal 50 Hz, khususnya pada data yang diambil dari skema II. Tabel 3 menunjukkan ringkasan dari data frekuensi yang penulis dapatkan.

### 1.3 Tabel 3 Sampel Data Frekuensi Jaringan Listrik dan Hasil Penghitungan Kemunculannya

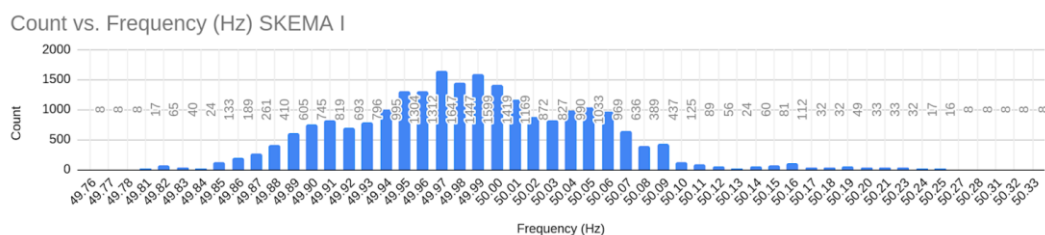
SKEMA I	SKEMA II

## Studi Komparatif Dua Model Skema Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop

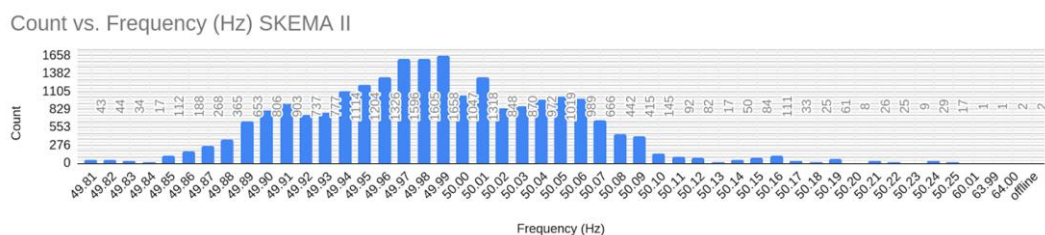
(Ahmad Afief Amrullah, Arief Setyanto, Sudarmawan)

No.	Frequency (Hz)	Count	Min & Max	No.	Frequency (Hz)	Count	Min & Max
1	49.76	8	49.76	1	49.81	43	49.81
2	49.77	8	50.28	2	49.82	44	64.00

Pada tabel 3, penulis hanya mencantumkan 2 baris data teratas dari variasi frekuensi. Dapat dilihat bahwasannya terdapat nominal angka 64 (enam puluh empat) pada tabel 3. Setelah penulis telaah, ditemukan bahwa simpangan terbesar tersebut disebabkan oleh ketidakstabilan sistem pada skema II, lebih khusus pada sub-sistem yang berfungsi untuk membaca dan mengirimkan nilai frekuensi listrik, di mana secara teknis ditangani oleh modul ESP-01. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan detail data terkait kemunculan nilai frekuensi pada data.



Gambar 4 Grafik Penghitungan Kemunculan Frekuensi pada Skema I



Gambar 5 Grafik Penghitungan Kemunculan Frekuensi pada Skema II

Pada gambar 5, terlihat bahwa selain simpangan nilai frekuensi pada nominal 60.01, 63.99 dan 64.00, terdapat 2 pembacaan singkat dari kondisi sub-sistem sensor frekuensi yang berstatus “offline”. Hal ini menunjukkan bahwa memang terjadi galat atau error pada sistem skema II. Dengan kata lain, sistem skema II relatif lebih tidak stabil dibandingkan skema I.

Terkait dengan data persentase baterai, tabel 4 dan tabel 5 menunjukkan 2 baris sampel data dan data nilai minimum serta maksimum pada baterai laptop dari masing-masing sistem.

### 1.4 Tabel 4 Sampel Data % Skema I

No.	SysFS %	SysFS Count	SysFS Min& Max
1	69	89	69



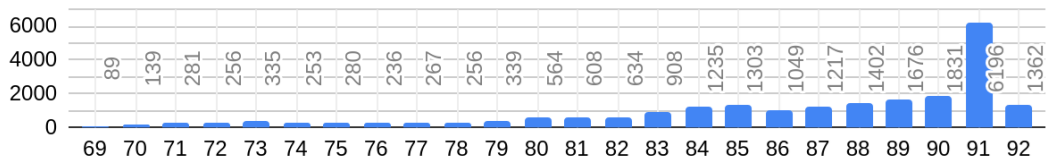
2	70	139	92
---	----	-----	----

### 1.5 Tabel 5 Sampel Data % Skema II

No.	SysFS %	SysFS Count	SysFS Min&Max
1	59	1195	59
2	60	699	92

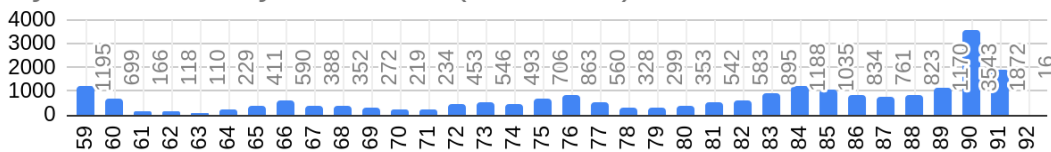
Tabel 4 dan tabel 5 memberikan informasi bahwa sistem dengan skema I dapat menjaga nilai persentase baterai tidak turun di bawah 60 persen. Berbeda dengan skema II yang mendapatkan nilai minimum di angka 59 persen. Terkait skema I, hal ini cukup mengejutkan, sebab algoritma yang dipergunakan mengizinkan nilai persentase baterai turun hingga 59 persen, akan tetapi skema I memberikan respon yang di luar perkiraan. Adapun lebih detil, nilai-nilai persentase baterai yang terekam dalam pengambilan data selama penggunaan sistem dapat terlihat pada gambar 6 dan gambar 7.

SysFS % and SysFS Count (SKEMA I)



Gambar 6 Grafik Penghitungan % Charge pada Skema I

SysFS % and SysFS Count (SKEMA II)



Gambar 7 Grafik Penghitungan % Charge pada Skema II

Dari gambar 6 dan gambar 7, dapat terlihat bahwa skema I cenderung mempertahankan persentase baterai pada SOC atau level yang tinggi, utamanya pada 91 %, bahkan hingga 6196 kali. Sedangkan skema II cenderung mengalami cukup banyak persentase level rendah, khususnya pada angka 59 % yang mencapai 1195 kali, namun memang yang tertinggi tetap pada 90 %, disusul 91 %. Hal ini menunjukkan bahwa skema II relatif mengalami persentase rendah yang lebih tinggi jumlahnya dibandingkan dengan skema I. Adapun skema I relatif mengalami persentase yang tinggi dalam jumlah yang sangat jauh dari persentase rendah.

## Studi Komparatif Dua Model Skema Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop

(Ahmad Afief Amrullah, Arief Setyanto, Sudarmawan)

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian serta analisis data yang penulis lakukan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini. Adapun berikut kesimpulan dari penelitian ini.

1. Sistem dengan Skema II (*Centralized*) relatif lebih efisien daripada sistem dengan Skema I (*Standalone*) dalam hal pengukuran/pembacaan frekuensi jaringan listrik. Hal ini dikarenakan informasi frekuensi yang didapatkan secara realtime pada Skema II bisa diakses secara langsung oleh piranti yang berada pada satu jaringan yang sama, berapapun jumlahnya.
2. Sistem dengan Skema II relatif lebih efisien dalam hal penerapan algoritma. Hal ini disebabkan oleh peran *flow programming* aplikasi node-red pada server yang dapat menggunakan model *no-code* atau tanpa menuliskan script program sedikitpun.
3. Terkait dengan performa hardware dan software, sistem dengan Skema I (*Standalone*) relatif lebih bisa diandalkan atau reliabel daripada sistem dengan Skema II. Hal ini dikarenakan pada Skema II (*Centralized*) terdapat kondisi insidental dimana sub-sistem pembacaan sensor frekuensi berstatus offline dan sub-sistem pengendali saklar pemutus listrik tidak merespon sehingga dapat memengaruhi kinerja sistem, khususnya terkait dengan algoritma yang diterapkan. Adapun masalah ini dapat ditangani dengan melakukan reset pada masing-masing sub-sistem.
4. Pada sistem dengan Skema II (*Centralized*), hardware seperti modul ESP8266-01 atau ESP-01 yang belum terintegrasi dengan tombol untuk reset dan penyesuaian tegangan untuk suplai daya, tidak cukup reliabel untuk dipergunakan, karena sulit untuk ditangani pada saat terjadi masalah atau galat insidental.

### SARAN

Berdasarkan hasil penelitian terdapat beberapa rekomendasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Perlu dibahas lebih jauh terkait dengan aspek keamanan sistem ini, khususnya terkait dengan akuisisi dari piranti yang melakukan charging terhadap perangkat sistem (sistem seutuhnya pada skema I dan satu saklar pemutus listrik pada skema II) dan bagaimana mekanisme dari perlindungan terhadap akses yang tidak diharapkan/diinginkan dari pihak ketiga bahkan pihak yang berpotensi menyalahgunakan sistem dengan dampak mengganggu kinerja sistem sekaligus pengguna sistem.
2. Perlu dibuat aplikasi untuk meningkatkan efisiensi dari sistem terkait dengan usaha yang dibutuhkan untuk mempergunakan sistem secara praktis pun dapat juga pada pengumpulan/pengambilan data pengujian sistem. Sebagai contoh gambaran, pada pengumpulan/pengambilan data, dalam bentuk antarmuka pengguna, sebuah tombol dapat dipergunakan untuk eksekusi pengambilan data, sehingga pihak yang hendak mengambil data pengujian sistem tidak perlu menjalankan script data logger secara terpisah. Aplikasi terkait dengan pengguna sistem dapat mencakup fitur

pengaturan secara manual untuk batasan pengisian daya, baik minimal maupun maksimalnya, tentunya dibersamai dengan penambahan pada algoritma sistem yang dapat mendukung fitur tersebut, seperti penambahan fungsi dan variabel untuk menampung pengaturan secara manual tersebut.

3. Untukantisipasi galat insidental yang memerlukan reset perangkat pada sistem, dapat dikembangkan fungsi reset otomatis dengan fitur deteksi galat pada algoritma sistem. Untuk sub-sistem saklar pemutus listrik, deteksi yang diperlukan adalah ketidakmampuan untuk melakukan pengalihan (switching) baik ON-OFF maupun OFF-ON. Adapun untuk sub-sistem pembacaan frekuensi jaringan listrik, yang diperlukan adalah status offline ataupun penyimpangan nilai pembacaan yang tidak wajar, misal sekitar di atas nilai 51 Hz maupun di bawah nilai 49 Hz.

4. Pada sistem dengan Skema II, hardware yang cukup reliabel untuk dipergunakan adalah yang serupa dengan modul Lolin Wemos D1 Mini dengan harga cukup terjangkau yang sudah terintegrasi dengan penyesuaian tegangan listrik untuk suplai daya juga port USB micro yang terintegrasi dengan IC programmer dapat juga dipergunakan sebagai antarmuka untuk mengunggah program maupun debugging.

5. Sistem dapat dikembangkan lebih jauh dengan memanfaatkan algoritma seperti jaringan saraf tiruan khususnya pada prediksi batas minimal persentase baterai yang dibutuhkan pengguna pada jam kerja (Hild et al., 2013) seperti algoritma pada penelitian Probstl et al.(2015) yang dapat menjadi acuan.

6. Terkait dengan Internet of Things, sistem pada penelitian ini dapat secara langsung diadaptasikan dengan menyesuaikan pengaturan untuk server MQTT baik pada program modul mikrokontroler selaku sub-sistem switching maupun secara langsung pada server MQTT lokal yang dihubungkan dengan jaringan internet dan dapat diakses publik secara terbatas (hal ini juga terkait dengan rekomendasi keamanan sebelumnya).

7. Mungkin perlu dicoba hardware terbaru seperti modul transceiver berbasis ESP32 WROOM yang sudah mengintegrasikan fungsi bluetooth di samping wifi, sehingga dapat dipergunakan untuk pengembangan sistem yang mampu menerapkan dual-mode mewakili Skema I (*Standalone*) dan Skema II (*Centralized*).

## 1.6

**Studi Komparatif Dua Model Skema Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop**

**(Ahmad Afief Amrullah, Arief Setyanto, Sudarmawan)**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. SEPTIAN, "SISTEM APLIKASI SMART CHARGER UNTUK PENGOPTIMALAN PENGISIAN BATERAI LAPTOP," University of Muhammadiyah Malang, 2018.
- [2] R. A. Kusumajati, "Rancang Bangun Auto Stop And Play Charger Untuk Berbagai Tipe Laptop," *Ranc. Bangun Auto Stop Play Charg. Untuk Berbagai Tipe Laptop*, 2010.
- [3] O. E. H. Ristya, M. Julius St, dan M. Rif'an, "Charging Breaker Pada Laptop Axioo Neon Tipe MNC," *J. Mhs. TEUB*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [4] I. Kurnia dan B. Kurniawan, "Rancang Bangun Alat Pengisi dan Pemutus Baterai Laptop Otomatis Untuk Berbagai Jenis Laptop Design and Construction Auto Stop and Fill Charger For Various Types of Laptop."
- [5] T. S. Prayogo, "TA: Sistem Kontrol Charger Handphone Otomatis Berbasis Android," 2016.
- [6] R. Gunawan, "Perancangan Alat dan Sistem Smart Charger Pada Smartphone Menggunakan Arduino," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2017.
- [7] S. Hild, S. Leavey, C. Gräf, dan B. Sorazu, "Smart Charging Technologies for Portable Electronic Devices," *ArXiv12095931 Cs*, Mar 2013.
- [8] S. K. Ghai, Z. Charbiwala, S. Mylavarapu, D. P. Seetharamakrishnan, dan R. Kunnath, "DC picogrids: a case for local energy storage for uninterrupted power to DC appliances," dalam *Proceedings of the the fourth international conference on Future energy systems - e-Energy '13*, Berkeley, California, USA, 2013, hlm. 27, doi: 10.1145/2487166.2487170.
- [9] MOHAMMAD REZA VEDADY MOGHADAM NANEHKARAN, "FREQUENCY CONTROL VIA DISTRIBUTED DEMAND RESPONSE IN SMART GRID," Agu 2015.
- [10] H. Yang, J. S. Kim, dan S. G. Choi, "Power Consumption Control Method Using Pattern Analysis for Load Distribution," 2016.
- [11] S. J. Lee, H. Yang, J. S. Kim, dan S. G. Choi, "Supply and demand management system based on consumption pattern analysis and tariff for cost minimization," dipresentasikan pada 2016 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2016, hlm. 652–658.
- [12] F. O. Igbinoia, G. Fandi, R. Mahmoud, dan J. Tlustý, "A Review of Electric Vehicles Emissions and its Smart Charging Techniques Influence on Power Distribution Grid.," *J. Eng. Sci. Technol. Rev.*, vol. 9, no. 3, 2016.
- [13] E. T. Tchuisseu, D. Gomila, D. Brunner, dan P. Colet, "Effects of dynamic-demand-control appliances on the power grid frequency," *Phys. Rev. E*, vol. 96, no. 2, hlm. 022302, 2017.
- [14] E. T. Tchuisseu, D. Gomila, dan P. Colet, "Reduction of power grid fluctuations by communication between smart devices," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 108, hlm. 145–152, 2019.