

Pengembangan Sistem Monitoring *Mini Showcase* Bertenaga Listrik *Hybrid* Berbasis Aplikasi *Android*

The Development of The Monitoring System for Hybrid Electric Power of The Mini Showcase based on an Android Applications

C. Bambang Dwi Kuncoro¹, M. Anda Falahuddin², Tandi Sutandi³, Raden M. Hadi⁴, Rama Aji A. H⁵

^{1,2,5}Laboratorium Listrik dan Instrumentasi

^{3,4}Laboratorium Refrigerasi Terapan

Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40012, Jawa Barat, Indonesia

Email : kuncoro.bambang@polban.ac.id

Abstrak - Sistem monitoring *mini showcase* bertenaga listrik *hybrid* merupakan sistem monitoring berbasis mikrokontroler dan *smartphone Android* yang diaplikasikan pada *mini showcase* berdaya listrik sistem *hybrid* dengan menggunakan sumber energi matahari dan sumber listrik PLN. Sistem monitoring yang dibangun pada dasarnya bekerja untuk mendukung sistem kontrol yang mengatur kerja sistem refrigerasi *mini showcase*, dan juga mengatur pasokan energi listriknya. Dengan penggunaan sistem monitoring yang dikembangkan maka akan memudahkan *user/operator* sistem mendapat informasi terkait dengan sistem yang dipantau secara *remote* dan *real time*. Perangkat monitoring yang dikembangkan berbasis aplikasi *Android* dan platform *Arduino*. *Arduino Mega 2560* diintegrasikan dengan sensor temperature DS18B20, sensor tegangan dc, dan sensor cahaya. Semua data temperature (kabin *showcase*, produk, mesin refrigerasi, lingkungan), data tegangan dc panel surya, dan intensitas cahaya yang dibaca sensor akan disimpan pada *data logger*, ditampilkan pada LCD, dan dikirim ke *smartphone Android* melalui koneksi *Bluetooth*. Dari hasil percobaan, fungsi sistem monitoring mampu memberikan informasi data temperature, tegangan, dan intensitas cahaya untuk mengatur kerja sistem pembangkit listrik *hybrid* dan kerja sistem refrigerasi *mini showcase*. Sistem monitoring yang dirancang juga mampu menampilkan data-data terukur pada LCD, dan mengirim data tersebut ke *smartphone Android* selama periode monitoring.

Kata kunci : kontrol, monitoring, *hybrid*, *arduino*, sensor, *android*

Abstract – The *mini showcase monitoring system* is a monitoring system based on microcontroller and android smartphone for a *mini showcase hybrid electric powered*. The electric power comes from solar energy and electric power grid (PLN). The monitoring system was developed to support the control system that controls the refrigeration system of a *mini showcase*. It also controls electric power to the whole system. With the monitoring system was developed, the *user/ operator* can get all information about the system monitored easily, *real time*, and *remotely*. The monitoring device was developed based on *Android application* and *Arduino Platform*. The *Arduino Mega 2560* was integrated with the DS18B20 temperature sensors, dc voltage sensor, and ambient light sensor. All temperature data (*showcase cabinet, product, refrigeration system, ambient*), a dc voltage of the solar cell, and ambient light intensity which acquired by the sensors will be stored in the *data logger*, displayed on LCD, and sent to the *Android smartphone* over the *Bluetooth* transmission. From the experiment results, the monitoring system functions can give information of temperature data, voltage, and ambient light to control hybrid electric power and refrigeration system of the *mini showcase*. The developed monitoring system also can display all measuring data on LCD, and send data to *Android smartphones* during observation periods.

Keyword : control, monitoring, *hybrid*, *arduino*, sensor, *android*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman pada akhirnya juga akan meningkatkan kebutuhan manusia akan penggunaan energi listrik. Hampir semua peralatan manusia sehari-hari saat ini menggunakan listrik sebagai tenaga penggerakannya. Begitupun dengan sistem refrigerasi *mini showcase* yang dalam pengoperasian mengkonsumsi energi listrik yang cukup besar. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, penggunaan energi listrik untuk sistem refrigerasi *mini showcase* harus dibuat lebih murah dan lebih efisien, terutama dalam aplikasinya sebagai alat untuk mengkondisikan

keadaan suatu produk agar bisa lebih awet dan berkualitas baik.

Salah satu produk makanan yang seringkali disimpan dalam *showcase* adalah cake. Cake merupakan salah satu jenis makanan yang perlu dijaga kondisi temperatur pada kondisi yang optimal agar lebih awet dan terjaga kualitasnya. Namun dalam penggunaan, *mini showcase* tersebut memerlukan energi listrik yang cukup besar sehingga biaya pengoperasiannya juga akan besar. Kondisi tersebut mendorong penggunaan energi alternatif dengan biaya murah dan efisien khususnya untuk mengoperasikan

sistem refrigerasi *mini showcase*. Salah satu energi alternatif yang tersedia dengan cuma-cuma adalah energi surya. Untuk memanfaatkan tenaga surya, maka digunakanlah sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Dengan adanya sistem PLTS, *mini showcase* dapat dioperasikan dengan menggabungkan sumber daya energi yang berasal dari tenaga surya dan juga dari sumber listrik PLN secara bergantian sehingga penggunaan energi listrik PLN secara langsung dapat dikurangi serta biaya pengoperasiannya akan berkurang.

Dalam implementasinya, sistem ini memerlukan sistem monitoring yang pada dasarnya bekerja untuk mendukung sistem kontrol dalam mengatur kerja sistem refrigerasi *mini showcase*, dan juga mengatur pasokan energi listriknya. Penggunaan sistem monitoring berbasis mikrokontroler dan aplikasi *Android* juga akan memudahkan *user/pengguna* terkait dengan penanganan dan pembentukan basis data pada sistem refrigerasi dan sistem listrik *hybrid* untuk keperluan *maintenance* dan monitoring kinerja sistem keseluruhan secara kontinyu, *real time*, *remote*, efisien dan efektif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

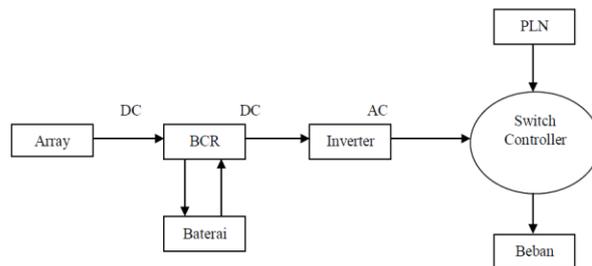
A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah teknologi pembangkit yang mengkonversi energi foton dari surya menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada modul fotovoltaik yang terdiri dari sel-sel fotovoltaik. Sel-sel fotovoltaik merupakan lapisan-lapisan tipis terbuat dari *silicon* (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya. Apabila bahan tersebut mendapat energi foton, maka akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas dan akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah [1].

Pembangkit listrik tenaga surya memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*direct current*) yang dapat diubah menjadi listrik AC (*alternating current*) apabila diperlukan dengan bantuan inverter. Pembangkit listrik ini pada dasarnya merupakan pencatu daya dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil hingga besar baik secara mandiri maupun dirancang dengan sistem hibrid.

Pembangkit listrik tenaga hibrid atau sistem hibrid adalah gabungan atau integrasi antara dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda [2]. Sebagai contoh adalah gabungan antara energi surya (*photovoltaic*) dan jala-jala PLN (*grid connection*) atau lebih dikenal dengan sistem hibrid *photovoltaic-grid connection* [2]. Tujuannya adalah untuk membangun suatu pembangkit listrik yang lebih ekonomis, efisien, efektif, dan handal dalam memberikan kebutuhan energi listrik untuk peralatan listrik khususnya energi listrik untuk mensuplai sistem refrigerasi pada *showcase*. Sistem hibrid yang dirancang tidak memerlukan persyaratan jumlah sistem

energi surya yang dibutuhkan sehingga investasinya tidak mahal. Hal ini dapat dicapai dengan menjadikan tenaga surya sebagai energi tambahan, bukan merupakan energi utama. Gambar 1 merupakan diagram sistem hibrid *photovoltaic-grid connection* [3].



Gambar 1. Diagram Sistem Hibrid *Photovoltaic-Grid Connection*

Berdasarkan **Gambar 1**, untuk merancang sistem hibrid *photovoltaic-grid connection* diperlukan komponen-komponen, seperti: modul fotovoltaik/array, *Battery Control Regulator* (BCR), baterai, inverter, dan *switch controller*.

B. Mini Showcase Bertenaga Surya

Showcase umumnya digunakan oleh para penjual untuk memajang sekaligus mendinginkan produk produk seperti makanan atau minuman, bertujuan supaya barang yang mereka jual dapat terlihat langsung oleh konsumen [4]. Selain itu bagian dalam kabin dari jenis ini hanya berupa rak-rak yang dapat di gunakan untuk menyusun atau menempatkan makanan ringan dan minuman dalam beberapa baris.

Mini showcase bertenaga surya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 merupakan sebuah alat yang menggunakan tenaga surya sebagai sumber energinya. *Mini showcase* bertenaga surya diintegrasikan dengan sebuah sistem PLTS yang berfungsi sebagai alat untuk mengkonversikan tenaga surya menjadi energi listrik sehingga sistem refrigerasi pada *mini showcase* dapat dioperasikan. Dalam aplikasinya, *mini showcase* bertenaga surya digunakan sebagai alat untuk mengkondisikan temperatur dari produk-produk yang perlu dijaga kualitasnya.



Gambar 2. *Mini Showcase* bertenaga surya

Jika dibandingkan dengan *showcase* pada umumnya, *mini showcase* bertenaga surya mempunyai kelebihan yaitu lebih hemat energi dalam penggunaannya, karena *mini showcase* ini tidak menggunakan daya listrik PLN melainkan menggunakan energi dari PLTS.

C. Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan salah satu bagian penting dalam sistem kontrol. Sistem monitoring adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk memberikan suatu nilai dalam bentuk numerik yang sesuai dengan variabel yang diukur. Secara umum, terdapat tiga elemen penting dalam sistem monitoring yaitu *sensor*, *signal processing*, dan *display* seperti terlihat pada **Gambar 3** [5].



Gambar 3. Diagram Sistem Pengukuran [5]

D. Graphical User Interface (GUI)

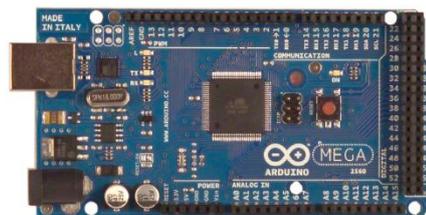
GUI adalah suatu sistem *interface* antara komputer dan manusia. Pada GUI, berisi tampilan berupa ikon gambar, grafik data, dan number yang dapat memudahkan pengguna nya untuk membaca suatu data yang diinginkan. Tampilan pada GUI harus mempunyai ikon, grafik, dan gambar yang menarik. *Graphical User Interface* dapat digunakan untuk membantu proses *monitoring* suatu sistem [6].

GUI bisa didesain untuk kebutuhan pasar sebagai aplikasi *interfaces* yang spesifik. Contoh aplikasi spesifik dari GUI adalah:

- a. *Automated Teller Machines* (ATM),
- b. Menu *touchscreen* di restoran,
- c. Layar informasi di fasilitas umum seperti di stasiun kereta api atau di museum,
- d. *Self-ticketing* dan *check-in* penerbangan pesawat,
- e. *Self-service checkouts* yang digunakan di toko-toko,
- f. Monitor atau layar control di industry yang menggunakan *real time operating system* (RTOS) [6].

E. Arduino

Arduino adalah sebuah *platform* elektronik yang *open source* berbasis pada *hardware* dan *software* yang mudah digunakan [7]. Dapat dipahami bahwa *Arduino* adalah sebuah *platform* mikrokontroler yang terdiri dari *hardware* dan *software* yang bersifat *open source* yang digunakan untuk membangun perangkat digital yang dapat mengendalikan perangkat lain. Salah satu tipe *Arduino* yang digunakan adalah jenis *Arduino Mega 2560* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan jenis *Arduino* dengan kapasitas terbesar dan jumlah pin terbanyak diantara jenis *Arduino* lainnya. Spesifikasi *Arduino Mega* dapat dilihat pada Tabel 1.

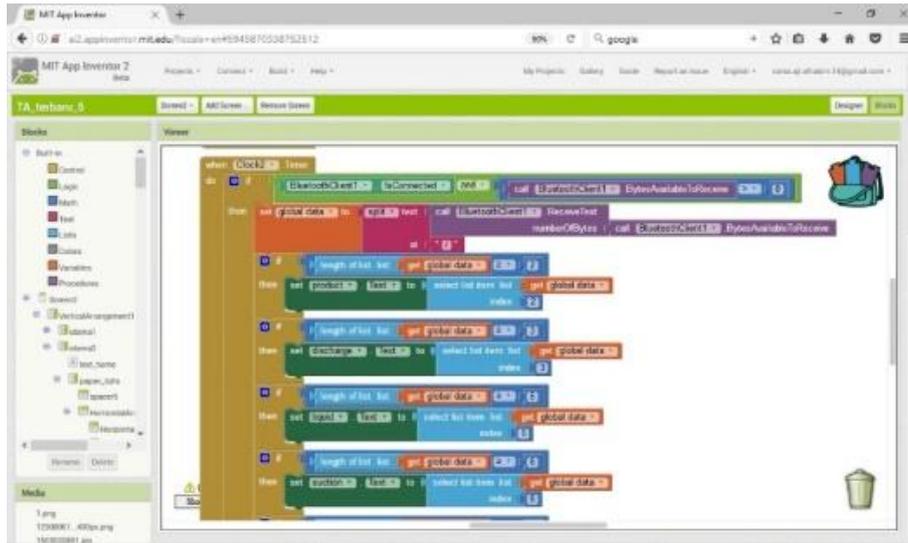
Tabel 1. Spesifikasi *Arduino Mega 2560*

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Pengoperasian	5V
Tegangan <i>Input</i> yang Disarankan	7-12V
Batas Tegangan <i>Input</i>	6-20V
Jumlah Pin <i>Digital I/O</i>	54 (14 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah Pin <i>Analog Input</i>	16
Arus DC tiap Pin <i>I/O</i>	40 mA
Arus DC untuk Pin 3.3V	50 mA
Memori <i>Flash</i>	256 KB sebanyak 8 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
<i>SRAM</i>	8 KB
<i>EEPROM</i>	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

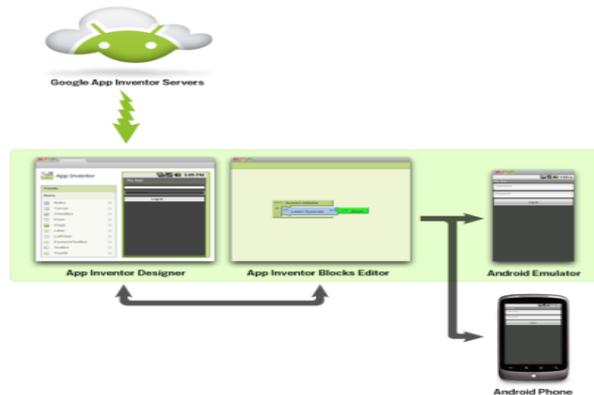
F. App Inventor

App Inventor adalah sistem perangkat lunak yang berfungsi untuk membuat aplikasi pada perangkat *Android* berbasis *web browser* dengan interaksi visual grafis (*visual block programming*) seperti ditunjukkan pada **Gambar 5**. Dapat dikatakan bahwa *App Inventor* merupakan sistem terpadu untuk pengembangan aplikasi berbasis blok-blok grafis (*block language*). Pemrograman *App inventor* dilakukan tanpa koding melainkan dengan menggunakan antarmuka visual (*UI-User Interface*), serupa dengan antarmuka pengguna pada *Scratch* dan *StarLogo TNG*, yang memungkinkan penggunaannya untuk beroperasi dengan cara *drag and drop visual object* untuk menciptakan aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat *Android*.

Pada awalnya *App Inventor* dikembangkan oleh *Google* dan dirilis pada 15 Desember 2010. Sedangkan saat ini pengelolaan *App Inventor* diambil alih oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). MIT menyediakan layanan *App inventor* dimulai pada bulan Maret 2012 yang dapat diakses pada alamat <http://ai2.appinventor.mit.edu/>. **Gambar 6** menunjukkan komponen pada *App Inventor*.



Gambar 5. Block Editor App Inventor

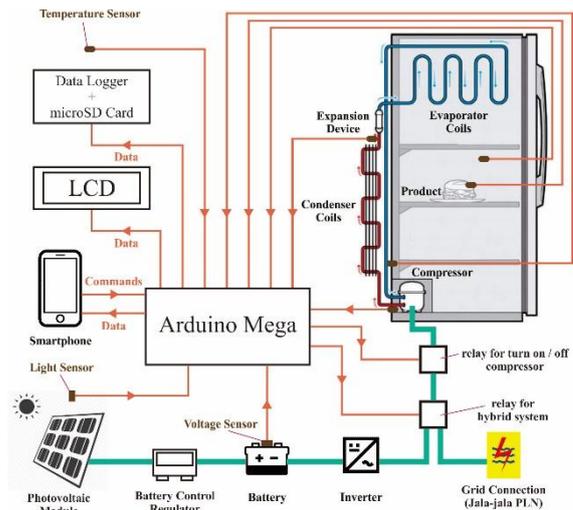


Gambar 6. Server dan Client pada App Inventor
(sumber: <http://appinventor.mit.edu>)

III. METODE PENELITIAN

Sistem monitoring yang dikembangkan berfungsi untuk mendukung sistem kontrol dalam mengatur kerja sistem refrigerasi *mini showcase*, dan juga mengatur kerja sistem listrik hibrid. Dari sisi user/operator sistem, sistem yang dikembangkan akan memberi kemudahan untuk memdapat informasi terkait dengan *mini showcase* dan pasokan listrik secara *remote*, kontinyu, dan *real time*.

Perangkat monitoring yang dikembangkan merupakan integrasi mikrokontroler dengan sensor temperature DS18B20, sensor tegangan dc, dan sensor cahaya dalam melakukan monitoring *mini showcase* dan sistem listrik hibrid. Adapun sistem monitoring dan pengaturan yang dikembangkan ditunjukkan pada **Gambar 7**. Sistem monitoring yang dirancang juga dilengkapi dengan aplikasi berbasis *smartphone Android* yang dapat dioperasikan dari jarak jauh hingga radius 10 meter menggunakan transmisi *bluetooth*.



Gambar 7. Diagram monitoring & kontrol sistem listrik hybrid *mini showcase*

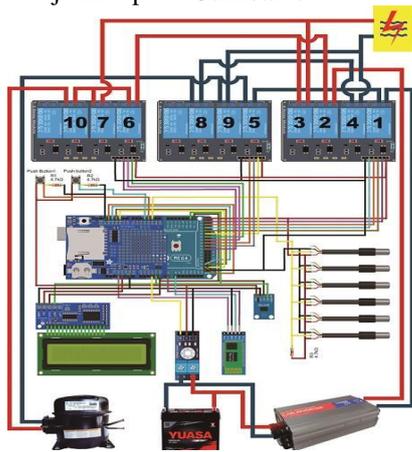
Pada jarak tersebut sistem monitoring yang dirancang mampu memantau kondisi sistem refrigerasi pada *mini showcase*, dan pasokan sumber daya listrik sistem hibrid *photovoltaic-grid connection* yang bertujuan untuk menciptakan kekontinuan pasokan listrik untuk sistem refrigerasi.

Pada Gambar 7, monitoring diawali dengan kerja sensor-sensor (temperature, tegangan, arus, intensitas cahaya) yang memberikan input kepada pengolah sinyal (*Arduino*) sesuai dengan besaran fisis yang dibaca oleh masing-masing sensor. Semua data akan diolah oleh prosesor dan ditampilkan pada LCD, disimpan pada data logger atau di kirim ke *smartphone* untuk memberikan informasi temperatur sistem refrigerasi, temperature kabin *mini showcase*, temperature produk, intensitas cahaya matahari, dan tegangan baterai secara *realtime* kepada user/operator.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan sistem monitoring dan pengaturan

Sesuai dengan diagram blok pada Gambar 7, implementasi *wiring* sistem monitoring dan pengaturan untuk sistem refrigerasi dan sistem listrik *hybrid mini showcase* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Wiring diagram* monitoring & pengaturan sistem listrik *hybrid* dan sistem refrigerasi *mini showcase*

Selanjutnya semua komponen elektronik dan listrik dikemas dalam box panel seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. *Box Panel*

B. Integrasi sistem monitoring dan pengaturan

Sistem monitoring dan pengaturan diintegrasikan dengan sistem refrigerasi dan sistem listrik *hybrid mini showcase* seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



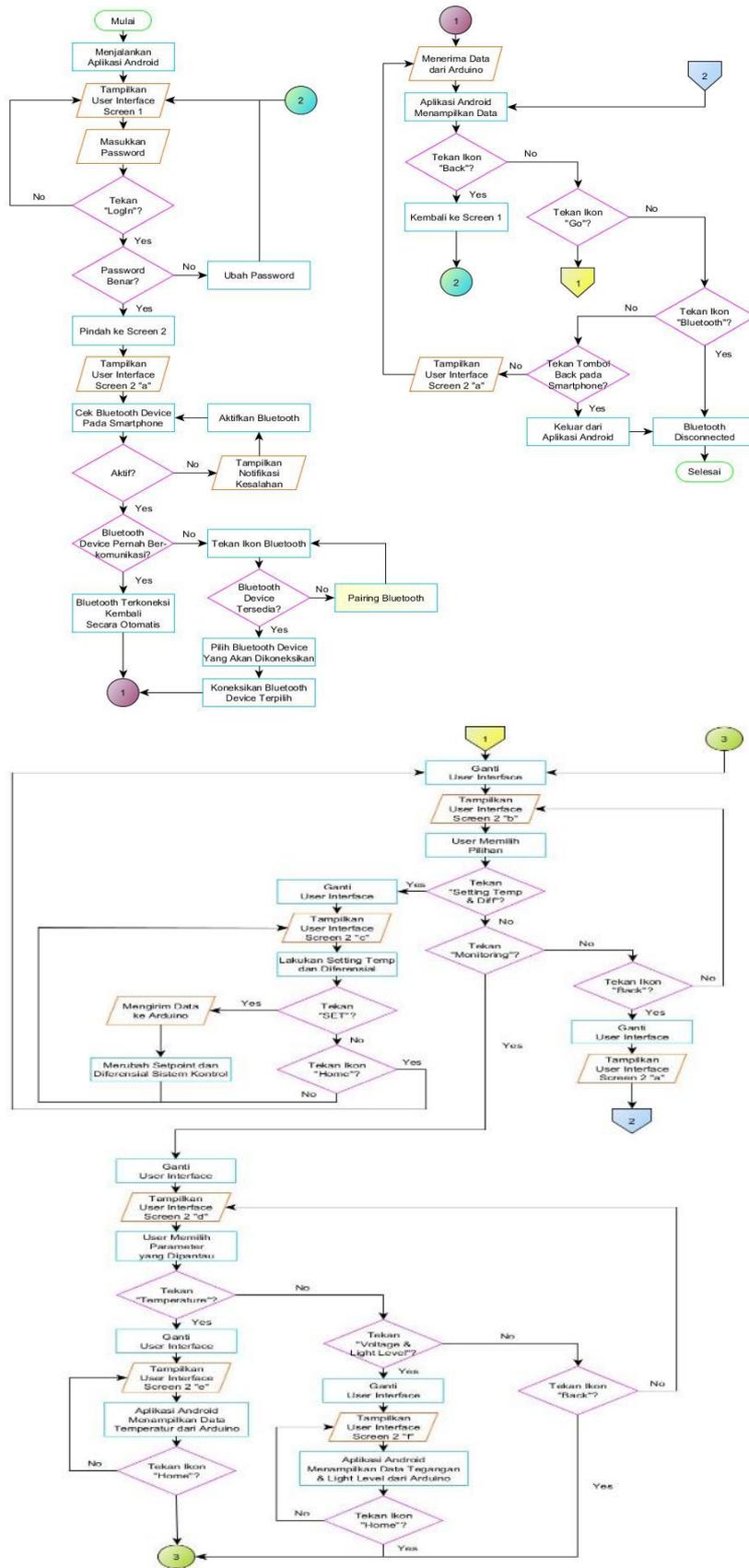
Gambar 10. Integrasi sistem

C. Rancangan Graphical User Interface (GUI) sistem monitoring

GUI sistem monitoring untuk *mini showcase* dan sistem listrik *hybrid* dikembangkan dengan menggunakan program aplikasi *App Inventor*. Secara garis besar, aplikasi dirancang terdiri dari dua *Screen*. *Screen1* digunakan untuk “*Login*”, didalamnya terdiri dari memasukkan *password* dan mengganti *password* agar dapat membuka *Screen 2*, sedangkan *Screen 2* digunakan untuk mengoneksikan *bluetooth device*, melakukan *setting* temperatur & diferensial, dan melakukan monitoring sistem. *Screen 2* dibangun dengan memanfaatkan *visible* dan *non-visible* blok-blok program pada *App Inventor* sehingga menghasilkan *user interface* yang terkesan banyak meskipun berada dalam satu *Screen* (*Screen 2*)

Diagram alir (*flowchart*) aplikasi GUI ditunjukkan pada Gambar 11. Implementasi dari algoritma pada Gambar 11 dengan menggunakan *App Inventor* seperti ditunjukkan pada Gambar 12. Hasil akhir GUI monitor sistem refrigerasi dan sistem listrik *hybrid mini showcase* ditunjukkan pada Gambar 13.

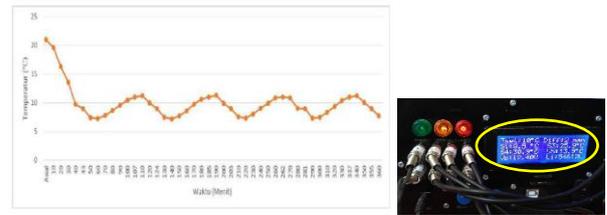
GUI yang dirancang dapat menampilkan data temperatur dan intensitas cahaya lingkungan, data temperatur pada sistem refrigerasi, data temperatur pada *mini showcase*, dan data tegangan dan arus pada sistem listrik *hybrid*.



Gambar 11. Flowchart program tampilan GUI



Gambar 12. Blok visual object App Inventor



Gambar 15. Grafik temperatur produk

Dari hasil pengujian, temperatur produk(cake) dan sistem refrigerasi dapat dimonitor menggunakan sistem yang dirancang. Semua data terkait kondisi *mini showcase*, sistem refrigerasi *mini showcase* dan sistem listrik *hybrid* dapat dimonitor melalui GUI yang bekerja pada *smartphone* seperti ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 13. Tampilan GUI



Gambar 16. Tampilan GUI data pengujian

D. Pengujian Fungsi dan Kinerja sistem

Pengujian difokuskan pada fungsi sistem monitoring dalam memantau kondisi *mini showcase*, sistem refrigerasi *mini showcase* dan sistem listrik *hybrid* dengan konfigurasi seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. Konfigurasi pengujian

Pengujian dilakukan selama 340 menit dengan beban produk *Chocholate Cake* seberat 1,6 kg, dan rentang temperature lingkungan 24,43 °C - 28,81 °C.

Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 15.

V. KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan pengujian dan data hasil pengujian fungsi kerja dan kinerja sistem monitoring yang dikembangkan, terlihat bahwa sistem yang diimplementasikan berfungsi sesuai dengan rancangan. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa sistem monitoring mampu menampilkan data-data terkait kondisi *mini showcase*, sistem refrigerasi *mini showcase* dan sistem listrik *hybrid* seperti yang ditunjukkan oleh LCD dan GUI pada *smartphone*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada UPPM Politeknik Negeri Bandung yang telah memberi bantuan dana untuk kegiatan penelitian mandiri pada tahun anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

[1] http://erepo.unud.ac.id/16579/3/0991761005-3-BAB_II.pdf diakses tanggal 28 Mei 2017.
 [2] Irwan Yulistiono, dkk. Perancangan hibrid sistem photovoltaic di gardu induk Blimbing – Malang. Jurnal Mahasiswa TEUB, Vol 1, No. 5, 2013.
 [3] Mansyur, Indra Jaya. Studi Komparatif 2 Model Pembangkit Listrik Sistem PLTS dan PLN/GENSET. Jurnal Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, vol 6, pp. 4, Desember 2012.

- [4] *Althouse*. 2004. *Modern Refrigeration And Air Conditioning*. The Goodheart-Willcox Company, Inc. United States of America.
- [5] *W.BOLTON*. 2004. *Instrumentation and Control System*. Elsevier Science & Tecnology Books.
- [6] Sri Mulyani. Pengembangan Graphical User Interface (GUI) Untuk Pemantau kondisi dan Kualitas Udara Ambient Menggunakan Labview Melalui Transmisi Bluetooth. POLBAN : Tugas Akhir Tidak Diterbitkan. 2016
- [7] Michael Margolis, *Arduino Cookbook*, 2nd ed., O'Reilly Media, Inc. Canada, 2012.