

Sistem Cerdas Pembangkitan Tenaga Listrik dari Beberapa Baterai Sesuai Kondisi Beban Secara Otomatis

Johan Pongoh¹, Fanny J. Doringin², Ali A.S. Ramschie³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia
Email: ¹johanpongoh63@gmail.com, ²fannydoringin67@gmail.com, ³ali.a.s.ramschie@gmail.com
No. Hp: ¹081340877021

Abstrak

Pemborosan energi listrik secara berkesinambungan pada beban yang berubah-ubah dilakukan untuk mengantisipasi lonjakan beban puncak dan menjamin keseimbangan kerja pembangkitan daya listrik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu metode berupa simulasi sistem kontrol yang dapat mengoptimalkan pembagian beban listrik secara otomatis berdasarkan perubahan beban yang disuplai melalui pembangkitan beberapa baterai yang terhubung secara paralel. Metode yang digunakan dalam pembuatan sistem ini dimulai dengan tahapan studi literatur, studi lapangan untuk memperoleh data-data sehubungan dengan pembuatan sistem kontrol. Dari hasil pengujian yang dilakukan, pada saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 0 s.d 1 ampere, maka sistem hanya mengaktifkan 1 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 1 s.d 2 ampere, maka sistem akan mengaktifkan 2 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 2 s.d 3 ampere, maka sistem akan mengaktifkan 3 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 3 s.d 4 ampere, maka sistem akan mengaktifkan 4 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Dan saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 4 s.d 5 ampere, maka sistem akan mengaktifkan 5 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban.

Kata kunci—Sistem kontrol, pengaturan beban, otomatis.

Intelligent System for Generating Electric Power from several Batteries according to Automatic Load Conditions

Abstract

The continuous wastage of electrical energy in variable loads is done in anticipation of peak load spikes and ensuring a working power generation balance. This study aims to create a method of simulation of control systems that can optimize the distribution of electrical loads automatically based on changes in the load supplied through the generation of several batteries connected in parallel. The method used in making this system begins with the stages of literature study, field study to obtain data related the creation of control system. From the test results performed, when the system detects the load conditions are in the range of 0 - 1 ampere, then the system only activate 1 piece of battery to supply the load needs. When the system detects the load conditions are in the range of 1 - 2 ampere, then the system will activate 2 pieces of battery to supply

the load requirements. When the system detects load conditions are in the range of 2 - 3 ampere, then the system will activate 3 pieces of battery to supply the load needs. When the system detects load conditions in the range of 3 - 4 ampere, the system will activate 4 batteries to supply the load requirements. And when the system detects load conditions are in the range of 4 - 5 ampere, then the system will activate 5 pieces of battery to supply the load requirements.

Keywords—Control system, load settings, automatic.

1. PENDAHULUAN

Karena berbagai persoalan teknis, tenaga listrik hanya dibangkitkan pada lokasi tertentu saja, sedangkan pelanggan tersebar di berbagai tempat, maka untuk mensuplay daya listrik sampai ke pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis. Tenaga listrik dibangkitkan dari pusat-pusat pembangkitan seperti PLTS, PLTA, PLTU, PLTG dan PLTD, kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi setelah melalui proses penaikan tegangan.

Penelitian bertujuan untuk membuat suatu simulasi sistem cerdas pengaturan beban sebagai kontrol utama untuk pembangkit listrik tenaga hybrid yang dapat mengoptimalkan kondisi beban berdasarkan perubahan beban listrik, dan prospeknya kedepan.

Adapun penelitian-penelitian yang terkait dengan penelitian ini seperti yang pernah dilakukan oleh: 1) Tri B. O. Simanjuntak dkk, dengan judul Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis Dan Pengamatan Kondisi Baterai Pada Sistem Pembangkit Listrik Berbasis *Microcontroller* yang dimuat pada E-Journal Teknik Elektro dan Komputer vol. 6 no. 2, 2017, Penelitian yang dilakukan adalah Untuk membantu permasalahan pemeliharaan penggunaan baterai sebagai pembangkit listrik, maka dirancanglah sistem kontrol dan pengamatan baterai berbasis *microcontroller* yang akan memberikan informasi berupa arus, tegangan, suhu dan indikator jika salah satu baterai terlepas [1]. 2) Hartono Budi Santoso dengan judul Pengembangan metoda pembagian daya pada jaringan listrik mikro saat kondisi *islanding* untuk meningkatkan kontinuitas operasi yang dimuat pada Universitas Indonesia *Library*. Penelitian yang dilakukan adalah membuat metode pembagian daya antar *inverter* pada aplikasi manajemen energi di JLM-PV yang mengatur operasi penggunaan baterai cadangan di setiap pembangkit terdistribusi agar dapat menjaga kontinuitas pasokan daya atau minimalisasi besaran beban yang harus diputus, dengan menggunakan *zero one integer programing* [2].

Sistem yang terpadu dalam pembuatan sistem cerdas pembangkitan tenaga listrik dari beberapa baterai sesuai dengan kondisi beban menggunakan kontroler *Arduino Uno* yang berfungsi sebagai pengatur kerja keseluruhan sistem [3][4], sensor arus *Acs712* yang berfungsi sebagai pendeteksi dari peningkatan arus beban [5], sensor tegangan yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat tegangan dari tiap-tiap baterai [6], algoritma program (*flowchart*) yang berfungsi untuk mendeskripsikan dalam bentuk bagan alir tahapan-tahapan program yang dibutuhkan sistem [7][8]. Untuk operasi kerja sistem cerdas pembangkitan tenaga listrik dari beberapa baterai sesuai dengan kondisi beban, maka dibutuhkan program yang nantinya akan ditanamkan ke dalam mikrokontroler *Arduino Uno*,

dengan menggunakan program *Arduino IDE*, yang mengacu pada diagram alir (*flowchart*) [9].

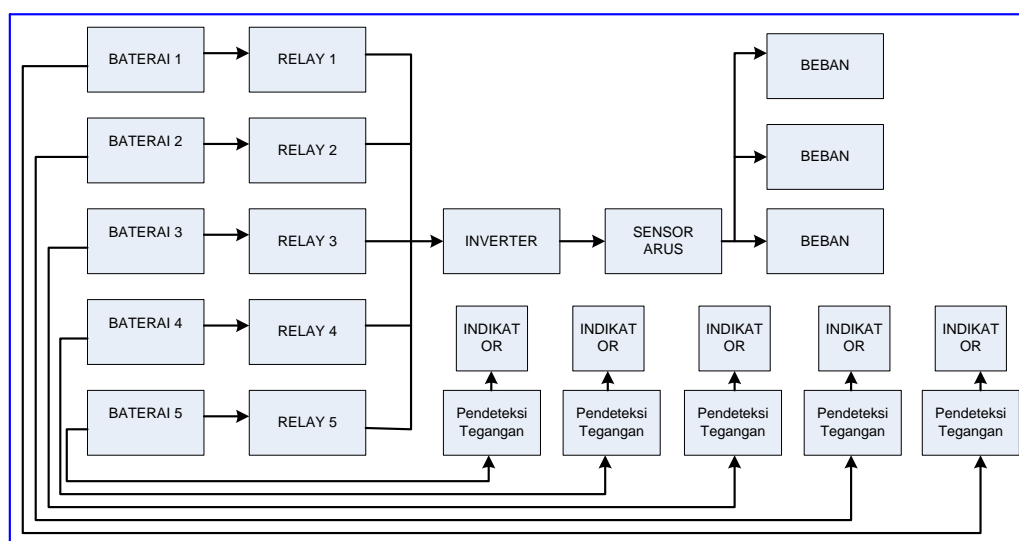
2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam proses pembuatan sistem cerdas pembangkitan tenaga listrik dari beberapa baterai sesuai dengan kondisi beban, adalah metode perancangan dan pengembangan, dimana tahapan-tahapannya sebagai berikut:

2.1. Tahapan Perancangan Model Sistem

Perancangan model sistem bertujuan untuk menggambarkan serta menentukan komponen-komponen yang mendukung kerja dari sistem kontrol. Model sistem diperlihatkan pada Gambar 1, dengan deskripsi kerja sebagai berikut:

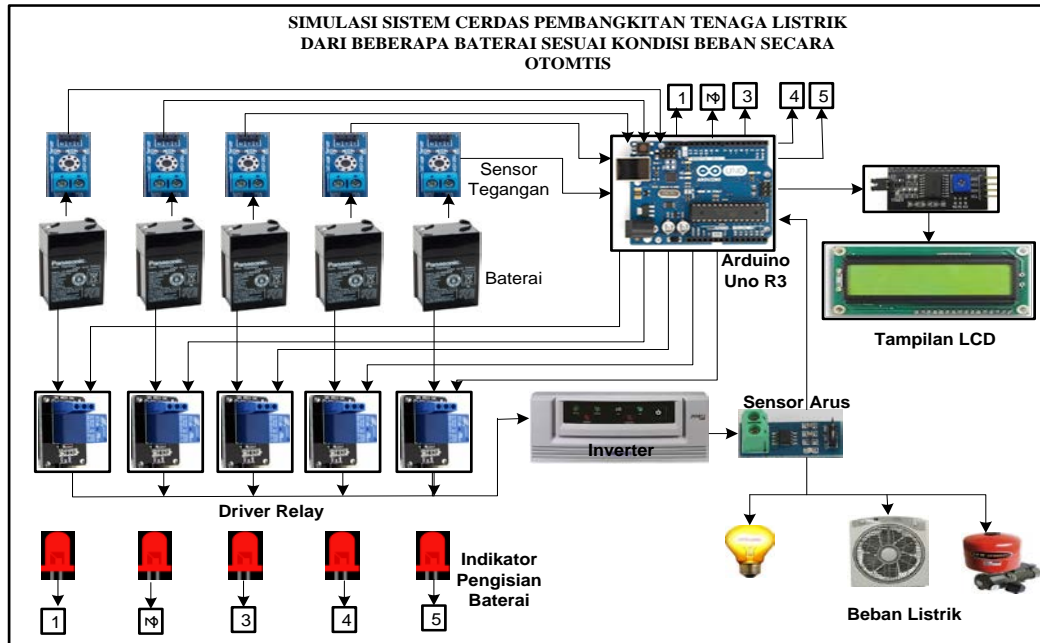
1. Baterai 1 s/d 5, berfungsi sebagai sumber energi listrik untuk mensuplay energi listrik ke beban.
2. Relay 1 s/d 5, berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sumber baterai ke beban.
3. Inverter berfungsi sebagai media untuk mengubah tegangan *DC* yang dihasilkan oleh baterai ke tegangan *AC* sesuai dengan kebutuhan beban.
4. Sensor arus berfungsi sebagai pendeteksi perubahan arus berdasarkan perubahan beban listrik yang digunakan.
5. Pendeteksi tegangan berfungsi sebagai alat pendeteksi tegangan baterai untuk proses pengisian baterai.
6. Indikator berfungsi sebagai media penginformasi saat baterai perlu dilakukan pengisian.
7. Beban merupakan peralatan listrik yang terhubung dengan sistem.



Gambar 1. Model sistem

2.2. Blok Diagram Sistem

Untuk menggambarkan hubungan *input* dan *output* dari sistem yang akan dibuat, maka perlu dijabarkan ke dalam bentuk blok diagram sistem. Gambar 2 memperlihatkan blok diagram dari sistem kontrol yang dibuat.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Adapun keterangan dari Gambar 2, sebagai berikut:

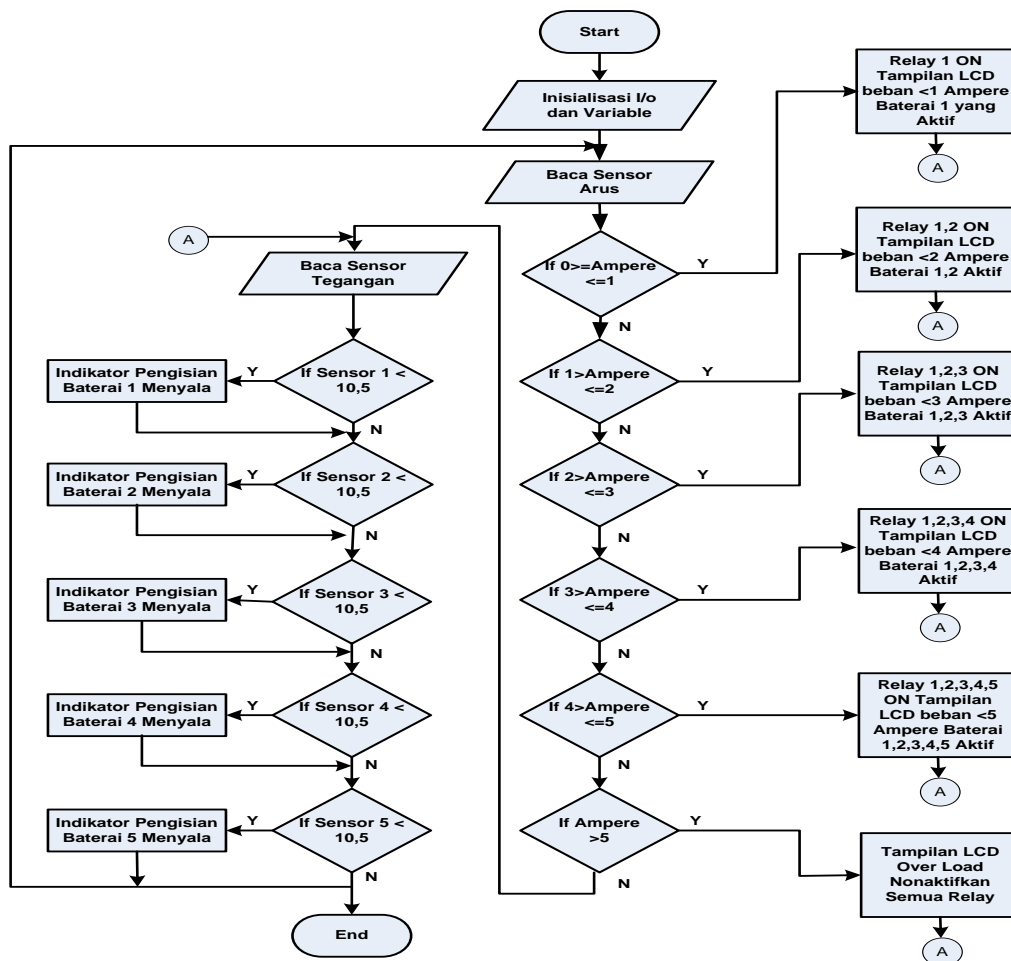
1. Kontroler merupakan suatu sistem yang terintegrasi dengan fungsi sebagai pengolah data dan pengontrol pada sistem kontrol yang dibuat.
2. Bagian *input* terdiri dari:
 - a. Modul sensor tegangan, yang berfungsi sebagai pendeteksi tegangan baterai sebagai indikasi bahwa baterai tersebut perlu dilakukan pengisian.
 - b. Modul sensor arus, berfungsi sebagai pendeteksi perubahan arus terhadap perubahan beban listrik.
3. Bagian *output* terdiri dari:
 - a. *Driver relay* yang berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan dan menonaktifkan baterai sesuai dengan kondisi beban yang terdeteksi oleh sensor arus.
 - b. Indikator pengisian baterai berfungsi sebagai pengindikasi saat baterai perlu dilakukan pengisian ulang.
 - c. *LCD Display*, berfungsi sebagai media tampilan untuk menginformasikan kerja keseluruhan sistem.
4. *Inverter* berfungsi sebagai media untuk mengubah bentuk arus searah (*DC*) ke bentuk arus bolak balik (*AC*).
5. Beban listrik merupakan beban yang terpasang yang nantinya disuplay oleh baterai melalui modul *inverter*.

2.3. Algoritma Sistem (Flowchart)

Perancangan perangkat lunak yang dideskripsikan melalui bagan alir berupa algoritma program, bertujuan untuk menguraikan alur kerja program yang nantinya akan digunakan untuk kebutuhan sistem kontrol. Algoritma program diperlihatkan pada Gambar 3.

Adapun alur kerja dari algoritma program sebagai berikut:

1. Inisialisasi *I/O* dan variabel merupakan bagian program untuk mendeklarasikan variabel-variabel *input/output* dan variabel-variabel yang nantinya akan dipergunakan dalam program, baik sebagai penyimpanan data ataupun untuk keperluan pengolahan data.
2. Baca sensor arus merupakan tahapan selanjutnya, dimana hasil pembacaan data dari sensor arus akan diolah oleh kontroler, kemudian akan membandingkannya dengan proses perbandingan sebagai berikut:
 - a. Jika data sensor arus yang terdeteksi lebih kecil dari 1 *ampere*, maka yang aktif adalah *relay* 1 yang berfungsi untuk mengaktifkan *supply* dari baterai 1.
 - b. Jika data sensor arus yang terdeteksi lebih besar dari 1 *ampere* dan lebih kecil dari 2 *ampere*, maka yang aktif adalah *relay* 1 dan 2 yang berfungsi untuk mengaktifkan *supply* dari baterai 1 dan 2.
 - c. Jika data sensor arus yang terdeteksi lebih besar dari 2 *ampere* dan lebih kecil dari 3 *ampere*, maka yang aktif adalah *relay* 1, 2 dan 3 yang berfungsi untuk mengaktifkan *supply* dari baterai 1, 2 dan 3.
 - d. Jika data sensor arus yang terdeteksi lebih besar dari 3 *ampere* dan lebih kecil dari 4 *ampere*, maka yang aktif adalah *relay* 1, 2, 3 dan 4 yang berfungsi untuk mengaktifkan *supply* dari baterai 1, 2, 3 dan 4.
 - e. Jika data sensor arus yang terdeteksi lebih besar dari 4 *ampere* dan lebih kecil dari 5 *ampere*, maka yang aktif adalah *relay* 1, 2, 3, 4 dan 5 yang berfungsi untuk mengaktifkan *supply* dari baterai 1, 2, 3, 4 dan 5.
 - f. Jika data sensor arus yang terdeteksi lebih besar dari 5 *ampere*, maka sistem akan menonaktifkan semua *relay*, karena terdeteksi terjadi kelebihan beban.
3. Langkah selanjutnya adalah membaca data dari sensor tegangan yang berfungsi untuk mendeteksi tegangan minimum dari masing-masing baterai (tegangan minimumnya sebesar 10,5 *volt*). Jika data sensor tegangan mendeteksi telah terjadi penurunan tegangan dari masing-masing baterai, maka sistem akan menginformasikan melalui *indicator Led*, bahwa Baterai yang terindikasi tersebut perlu dilakukan pengisian.
4. Selanjutnya sistem kembali ke bagian pembacaan data sensor arus. Sistem akan terus beroperasi sesuai dengan prosedur yang ada, selama catu daya masih diberikan ke sistem.



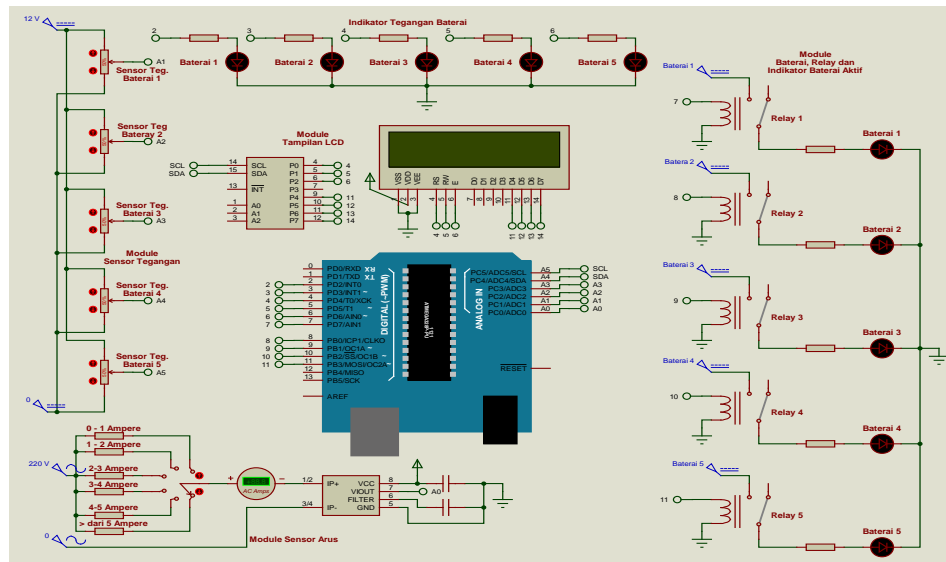
Gambar 3. Algoritma Program (Flowchart)

2.4. Perancangan Sistem

Perancangan simulasi sistem dibuat dengan menggunakan program simulasi *proteus*, dengan mengatur komponen-komponen penunjang sistem kontrol sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya dalam sistem. Dalam proses pembuatan simulasi sistem, dilakukan dengan cara menggabungkan modul-modul sistem yang ada menjadi suatu bentuk sistem yang terintegrasi sehingga terbentuk sistem kontrol untuk pengaturan kerja baterai sesuai kondisi beban. Adapun modul-modul rangkaian mencakup:

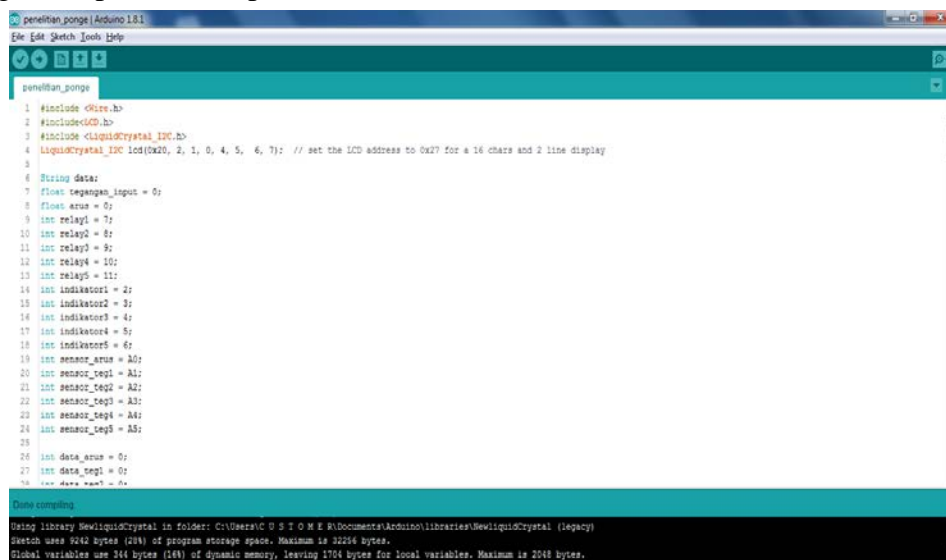
- Modul rangkaian *arduino uno* yang berfungsi sebagai pengontrol kerja sistem
- Modul rangkaian sensor arus yang difungsikan sebagai pendeteksi konsumsi arus dari beban yang terpasang.
- Modul rangkaian sensor tegangan yang difungsikan sebagai pendeteksi tingkat tegangan dari baterai
- Modul rangkaian *relay* yang difungsikan sebagai pemutus dan penghubung suplai kelistrikan dari baterai ke beban.

- Modul rangkaian indikator baterai sebagai media indikator untuk menginformasikan perihal tegangan listrik dari baterai dan informasi sehubungan dengan baterai yang aktif untuk mensuplay kebutuhan energi listrik dari beban yang terpasang.
- Modul *LCD display* yang difungsikan sebagai media penginformasi kerja keseluruhan sistem, yang menginformasikan baterai-baterai mana saja yang aktif sesuai dengan besarnya konsumsi arus listrik dari beban yang terpasang. Rancangan sistem kontrol diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan sistem kontrol

Dalam tahapan proses pembuatan perangkat lunak, dimana program yang akan dibuat mengacu pada algoritma program yang telah dihasilkan. Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan program *Arduino IDE*. Proses pembuatan program diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses pembuatan perangkat lunak.

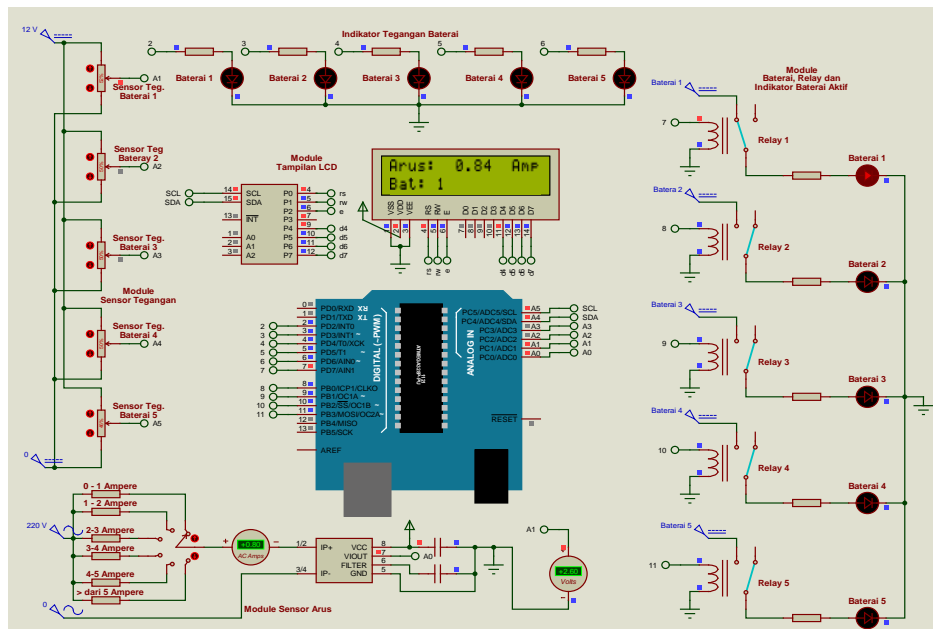
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil yang dicapai pada penelitian ini adalah, dihasilkannya suatu metode dalam mengoptimalkan proses penyesuaian beban listrik secara otomatis dari beberapa sumber pembangkitan.

Pengujian dilakukan melalui program simulasi *proteus* untuk mendapatkan data terhadap metode yang dihasilkan. Adapun proses pengujian meliputi:

3.1. Pengujian Untuk Beban 0 s.d 1 Ampere

Pengujian beban pada kondisi 0 sampai dengan 1 *ampere*, dilakukan dengan mengatur beban sesuai dengan kondisi beban 0 sampai dengan 1 *ampere*. Gambar 6 memperlihatkan pengujian saat kondisi beban berada pada kisaran 0 sampai dengan 1 *ampere*.



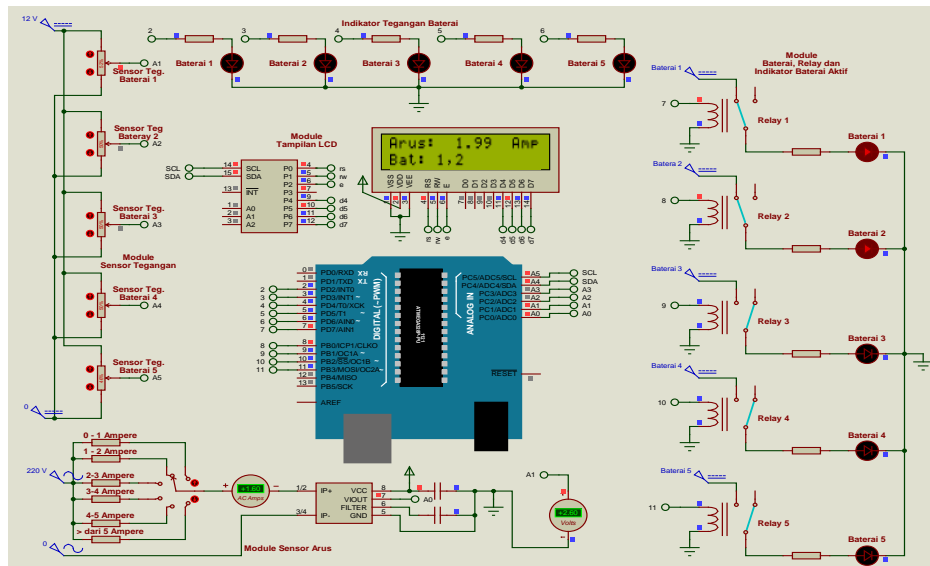
Gambar 6. Saat kondisi beban berkisar antara 0 s.d 1 *ampere*

Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa saat kondisi beban berada di kisaran 0 s.d 1 *ampere*, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan 1 baterai untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang ada. Hal ini ditandai dengan aktifnya indikator *led* untuk baterai 1 dan melalui informasi yang ditampilkan pada *LCD display*, bahwa arus beban sebesar 0.84 *ampere* dan baterai 1 yang aktif.

3.2. Pengujian Untuk Beban 1 s.d 2 Ampere

Pengujian beban pada kondisi 1 sampai dengan 2 *ampere*, dilakukan dengan mengatur beban sesuai dengan kondisi beban 1 sampai dengan 2 *ampere*. Gambar 7 memperlihatkan pengujian saat kondisi beban berada pada kisaran 1 sampai dengan 2 *ampere*.

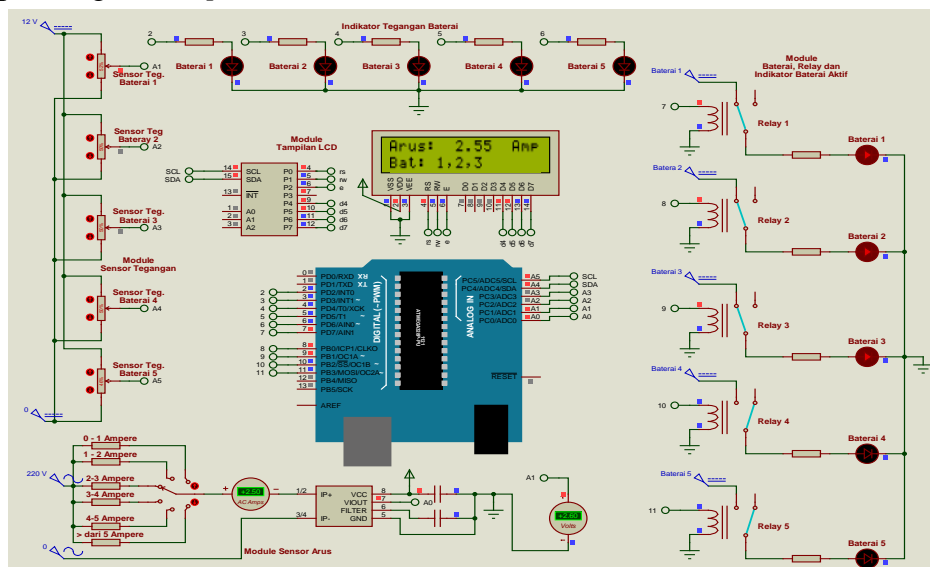
Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa saat kondisi beban berada di kisaran 1 s.d 2 *ampere*, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan baterai 1 dan baterai 2 untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang ada. Hal ini ditandai dengan aktifnya indikator *led* untuk baterai 1 dan baterai 2 serta menampilkan informasi melalui tampilan pada *LCD display*, bahwa arus beban sebesar 1.99 *ampere* dimana yang aktif adalah baterai 1 dan baterai 2.



Gambar 7. Saat kondisi beban berkisar antara 1 s.d 2 *ampere*

3.3. Pengujian Untuk Beban 2 s.d 3 *Ampere*

Pengujian beban pada kondisi 2 sampai dengan 3 *ampere*, dilakukan dengan mengatur beban sesuai dengan kondisi beban 2 sampai dengan 3 *ampere*. Gambar 8 memperlihatkan pengujian saat kondisi beban berada pada kisaran 2 sampai dengan 3 *ampere*.

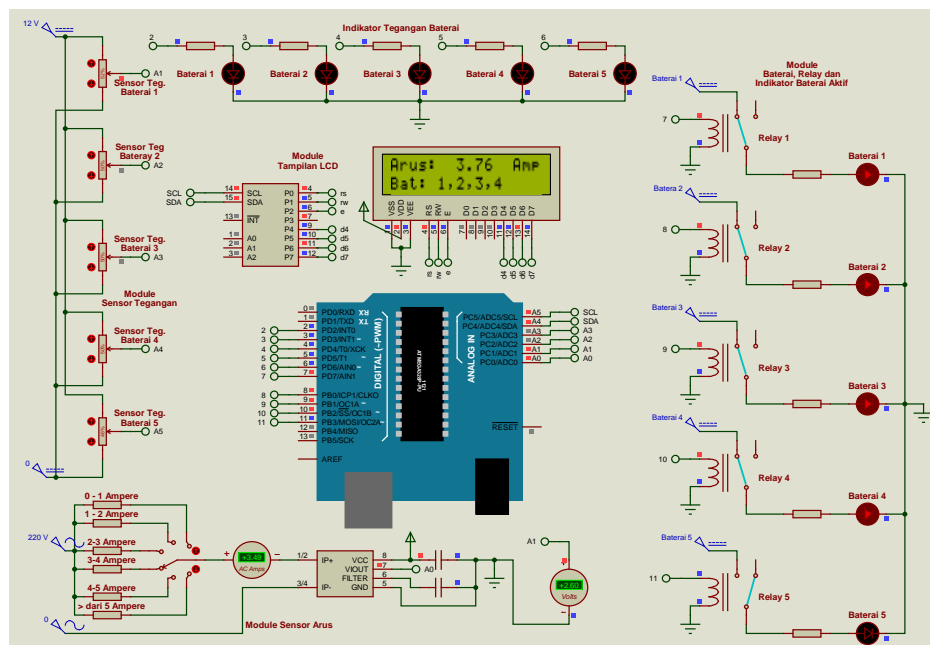


Gambar 8. Saat kondisi beban berkisar antara 2 s.d 3 *ampere*.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa saat kondisi beban berada di kisaran 2 s.d 3 *ampere*, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan baterai 1, baterai 2 dan baterai 3 untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang ada. Hal ini ditandai dengan aktifnya indikator *led* untuk baterai 1, baterai 2 dan baterai 3, serta menampilkan informasi melalui tampilan pada *LCD display*, bahwa arus beban sebesar 2.55 *ampere* dimana yang aktif adalah baterai 1, baterai 2 dan baterai 3.

3.4. Pengujian Untuk Beban 3 s.d 4 Ampere

Pengujian beban pada kondisi 3 sampai dengan 4 *ampere*, dilakukan dengan mengatur beban sesuai dengan kondisi beban 3 sampai dengan 4 *ampere*. Gambar 9 memperlihatkan pengujian saat kondisi beban berada pada kisaran 3 sampai dengan 4 *ampere*.



Gambar 9. Saat kondisi beban berkisar antara 3 s.d 4 *ampere*

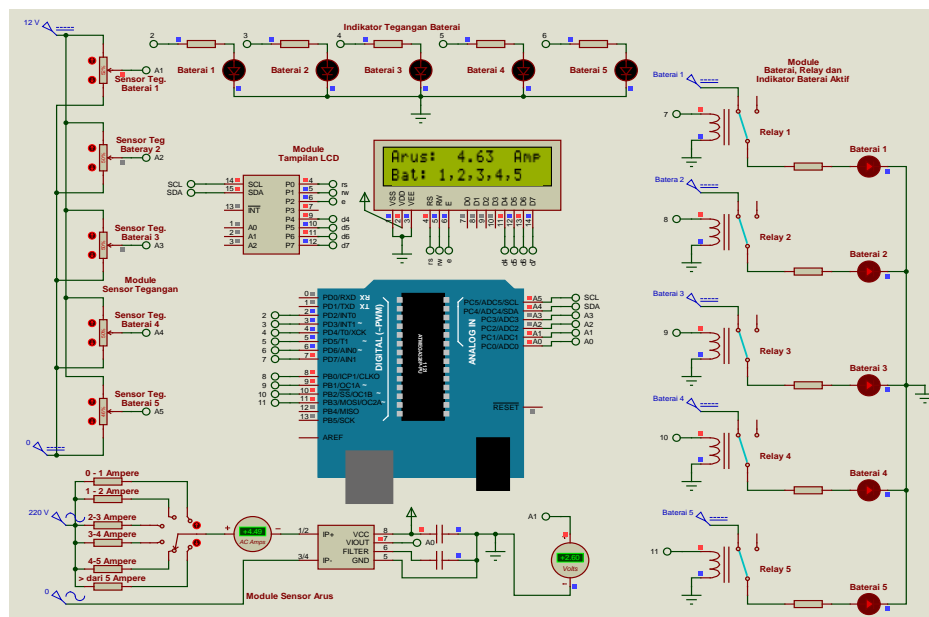
Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa saat kondisi beban berada di kisaran 3 s.d 4 *ampere*, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan baterai 1, baterai 2, baterai 3 dan baterai 4 untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang ada. Hal ini ditandai dengan aktifnya indikator *led* untuk baterai 1, baterai 2, baterai 3 dan baterai 4, serta menampilkan informasi melalui tampilan pada *LCD display*, bahwa arus beban sebesar 3.76 *ampere* dimana yang aktif adalah baterai 1, baterai 2, baterai 3 dan baterai 4.

3.5. Pengujian Untuk Beban 4 s.d 5 Ampere

Pengujian beban pada kondisi 4 sampai dengan 5 *ampere*, dilakukan dengan mengatur beban sesuai dengan kondisi beban 4 sampai dengan 5 *Ampere*.

Gambar 10 memperlihatkan pengujian saat kondisi beban berada pada kisaran 4 sampai dengan 5 *ampere*.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa saat kondisi beban berada di kisaran 4 s.d 5 *ampere*, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan baterai 1, baterai 2, baterai 3, baterai 4 dan baterai 5 untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang ada. Hal ini ditandai dengan aktifnya indikator *led* untuk baterai 1, baterai 2, baterai 3, baterai 4 dan baterai 5, serta menampilkan informasi melalui tampilan pada *LCD display*, bahwa arus beban sebesar 4.63 *ampere* dimana yang aktif adalah baterai 1, baterai 2, baterai 3, baterai 4 dan baterai 5.

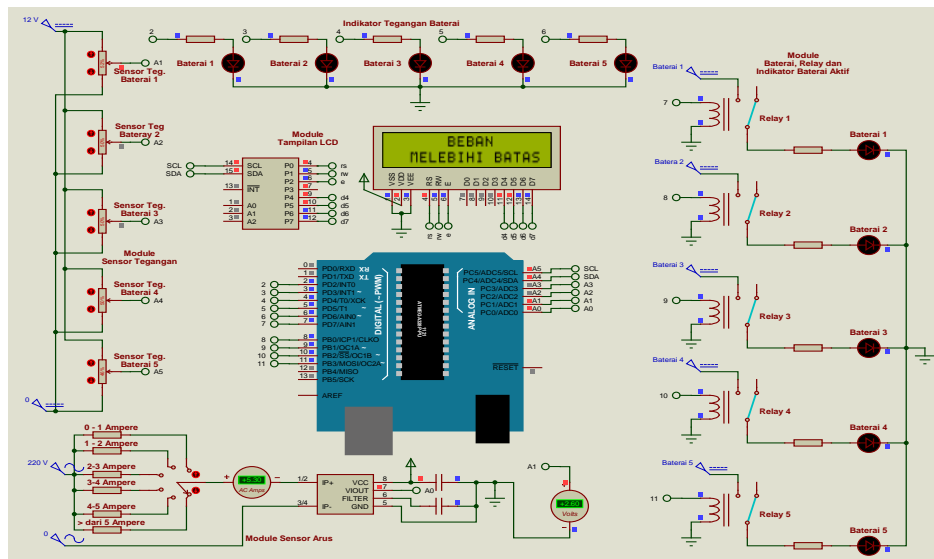


Gambar 10. Saat kondisi beban berkisar antara 4 s.d 5 *Ampere*

Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa saat kondisi beban berada di kisaran 4 s.d 5 *ampere*, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan baterai 1, baterai 2, baterai 3, baterai 4 dan baterai 5 untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang ada. Hal ini ditandai dengan aktifnya indikator *led* untuk baterai 1, baterai 2, baterai 3, baterai 4 dan baterai 5, serta menampilkan informasi melalui tampilan pada *LCD display*, bahwa arus beban sebesar 3.76 *ampere* dimana yang aktif adalah baterai 1, baterai 2, baterai 3, baterai 4 dan baterai 5.

3.6. Pengujian Saat Kondisi Beban Diatas 5 *Ampere*

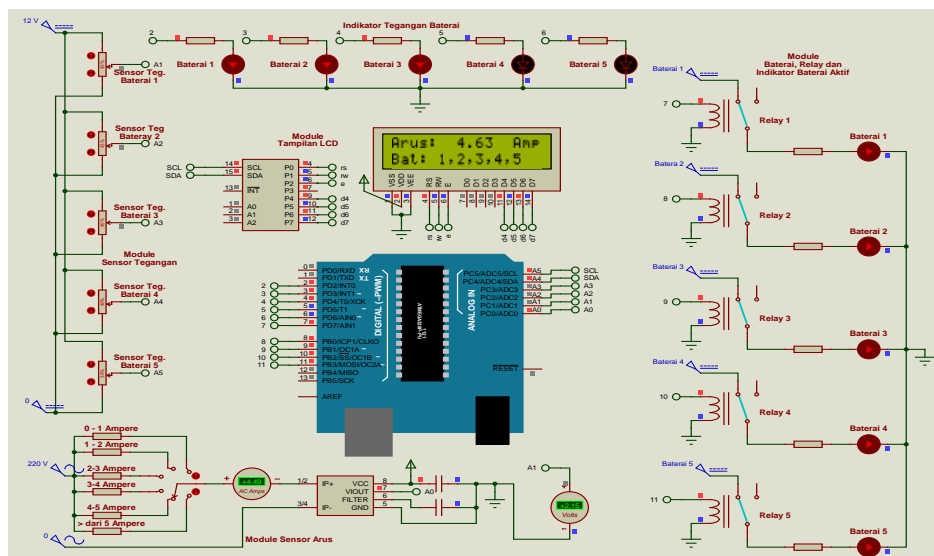
Pengujian dilakukan saat kondisi beban telah melampaui batas kemampuan dari sumber pembangkitan, dimana batas dari sumber pembangkitan adalah sebesar 5 *ampere*. Apabila hal ini terjadi, maka sistem akan menonaktifkan seluruh suplay baterai untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sumber pembangkitan, dan menginformasikannya melalui tampilan *LCD* bahwa beban telah melebihi batas. Gambar 11 memperlihatkan proses pengujian saat kondisi beban telah melebihi batas dari sumber pembangkitan.



Gambar 11. Saat kondisi beban diatas 5 ampere

3.7. Pengujian Saat Daya Baterai Telah Menurun

Pengujian dilakukan saat daya baterai telah turun sampai dengan batas minimum untuk operasi kerja baterai, dimana batas minimum dari operasi kerja baterai adalah tidak boleh turun dari 10 volt untuk tegangan kerjanya, dimana jika hal ini terjadi, maka daya tahan baterai akan menurun ataupun akan menjadi rusak. Dari proses pengujian yang dilakukan, maka saat tegangan baterai telah mendekati batas minimum 10 volt (10.5 volt), maka sistem akan menginformasikannya lewat *indicator led* yang akan menyala, untuk menginformasikan bahwa tegangan baterai telah turun mendekati tegangan minimum, sehingga perlu diganti dengan baterai cadangan dan baterai tersebut perlu diisi kembali. Gambar 12 memperlihatkan proses pengujian saat tegangan baterai telah turun mendekati tegangan minimum baterai.



Gambar 12. Pengujian saat tegangan baterai turun

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan dan pengujian sistem cerdas pembangkitan tenaga listrik dari beberapa baterai sesuai kondisi beban ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian yang dilakukan, ternyata algoritma sistem yang dibuat, dapat diimplementasikan pada sistem cerdas pembangkitan tenaga listrik dari beberapa baterai sesuai kondisi beban, untuk mengatur kerja sistem dalam hal pembagian kerja baterai sebagai pembangkit, berdasarkan kondisi beban yang terdeteksi.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan, model atau metode berupa sistem cerdas pembangkitan tenaga listrik dari beberapa baterai sesuai kondisi beban yang dihasilkan, ternyata dapat mengatur kerja sistem dalam hal pembagian kerja baterai sebagai pembangkit tenaga listrik untuk menyuplai kebutuhan beban listrik tergantung dari kondisi beban yang terdeteksi, disamping itu sistem yang dibuat juga dapat menginformasikan ke pengguna saat mana baterai perlu diganti untuk dilakukan proses pengisian.
3. Dari hasil pengujian yang dilakukan, pada saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 0 s.d 1 *ampere*, maka sistem hanya mengaktifkan 1 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 1 s.d 2 *ampere*, maka sistem akan mengaktifkan 2 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 2 s.d 3 *ampere*, maka sistem akan mengaktifkan 3 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 3 s.d 4 *ampere*, maka sistem akan mengaktifkan 4 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban. Dan saat sistem mendeteksi kondisi beban berada pada kisaran 4 s.d 5 *ampere*, maka sistem akan mengaktifkan 5 buah baterai untuk menyuplai kebutuhan beban.

5. SARAN

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal, kami berharap keberlanjutan dari penelitian ini agar supaya dapat diimplementasikan langsung ke sistem kontrol untuk menyeimbangkan pemakaian beban berdasarkan perubahan beban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Manado yang telah membiayai penelitian ini hingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Simanjuntak, T.B.O., Mangindaan, G.M.C. dan Pakiding, M., Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis Dan Pengamatan Kondisi Baterai Pada Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Microcontroller, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6, no. 2, hal. 63–68, 2017.
- [2] Santoso, H.B., Pengembangan metoda pembagian daya pada jaringan listrik mikro saat kondisi islanding untuk meningkatkan kontinuitas operasi, Disertasi Doktoral, Universitas Indonesia, 2014.
- [3] Smith, A.G., *Introduction to Arduino*. 2011.
- [4] Sujadi, M.T., *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*, ed. 1. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [5] Allegro MicroSystem Inc., Datasheet ACS712. 2017.
- [6] Fitriandi, A., Komalasari, E. dan Gusmedi, H., Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway, *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, hal. 87–98, 2016.
- [7] Ramschie, A.A.S., Makal, J.F. dan Ponggawa, V.V., Method of Freon Leak Detection and Dirty Air Filter in Air Conditioning for Electrical Savings, *International Journal of Computer Applications*, vol. 172, no. 1, hal. 35–40, 2017.
- [8] Ramschie, A.A.S., Makal, J.F. dan Ponggawa, V.V., Algorithms Air Conditioning Air Filter Detection System for Electric Energy Savings, *International Journal of Computer Applications*, vol. 156, no. 8, hal. 29–34, 2016.
- [9] Syahwil, M., *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*. Andi, 2013.