

Prototype Pemilihan Dan Penggabungan Sumber Daya Secara Adaptif

Ibnu Hafizh¹⁾, Nurhalim²⁾

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: ibnu.hafizh@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This research discusses about the design and laboratory experiments for a module of prototype of hybrid system with three dc sources connected parallelly such as solar panels, windmills and waterwheels. This module is an important part of saving electricity consumption by using solar panels, windmills and waterwheels. It will receive power input from 3 sources, namely waterwheels, solar panels and windmills. It is shown that the simulation process and laboratory experiments can be drawn from several conclusions that this module can work in accordance with the desired conditions which can save electricity usage. Various dc voltage sources can be combined by supporting of contactor relays. The size of the dc voltage affects the power consumption from the source. Based on the prototype, the system implemented can increase the electricity consumption without PLN electricity.

Keywords: hybrid system, dc voltage, relay contactor.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang digunakan untuk kepentingan sehari-hari. Terutama alat – alat elektronik. Energi listrik merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (energi listrik PLN). Energi listrik sekarang ini sudah semakin menipis, untuk itu harus menggunakan energi listrik tersebut secara hemat dan efisien. Di dunia, terutama di Indonesia pemerintah telah menyarankan agar masyarakat dapat menghemat listrik. Misalnya saja pada siang hari tidak perlu menyalakan lampu, mengganti lampu pijar dengan lampu hemat energi, mengurangi pemakaian listrik dari pukul 17:00 hingga 22:00.

Sebagaimana yang telah diketahui kekurangan dalam persediaan sumber daya energi ke ekonomi. Krisis ini biasanya menunjuk kekurangan minyak bumi, listrik,

atau sumber daya alam lainnya. Krisis ini memiliki akibat pada ekonomi, dengan banyak resesi disebabkan oleh krisis energi dalam beberapa bentuk. Terutama, kenaikan biaya produksi listrik, yang menyebabkan naiknya biaya produksi. Bagi para konsumen, harga BBM untuk mobil dan kendaraan lainnya meningkat, menyebabkan pengurangan keyakinan dan pengeluaran konsumen.

Sekarang ini, telah banyak para ahli menemukan berbagai alat pembangkit tenaga listrik. Yang bekerja dengan mengubah suatu energi menjadi energi listrik. Dengan keadaan geografis di Indonesia yang setiap tahun dapat sinar matahari, air yang melimpah, serta angin yang mencukupi. beberapa pembangkit yang optimal di Indonesia adalah Panel Surya, Micro hydro, Turbin angin. Panel surya bekerja mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel Surya adalah alat yang terdiri dari sel surya, aki

dan baterai yang mengubah cahaya menjadi listrik. Sama seperti panel surya, hanya saja Micro hydro, dan turbin angin mengubah energi gerak menjadi energi listrik. ketiganya menghasilkan arus listrik searah atau DC. Untuk menggunakan berbagai alat rumah tangga yang berarus bolak-balik atau AC dibutuhkan konverter (alat pengubah arus DC ke AC).

Akan tetapi panel surya tidak dapat bekerja optimal pada waktu malam hari atau pada saat musim hujan berkepanjangan, inilah peran pengganti dari turbin angin dan Micro hydro, namun untuk memilih sumber pembangkit yang bekerja maksimal membutuhkan sebuah alat. Alat ini sangat berfungsi di pelosok - pelosok yang sulit dijangkau oleh PLN. Jika dapat di kembangkan ke rumah-rumah penduduk, dapat menghemat energi listrik terutama di Indonesia.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Sel Surya

Sel surya atau juga sering disebut photovoltaic adalah device yang mampu mengonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi sangat besar energi cahaya matahari yang sampai ke bumi, walaupun selain dipergunakan untuk menghasilkan listrik, energi dari matahari juga bisa dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem solar thermal (Ariswan, 2006).



Gambar 1. Modul Surya
(Ariswan, 2006)

2.2 Turbin Angin

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi

kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan *Windmill*. Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin (Daryanto, 2007).



Gambar 2. Turbin Angin
(Daryanto, 2007)

2.3 Mikro Hidro

Mikro hidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Mikro hidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikro hidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikro hidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikro hidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*) Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik (Asdak, 2007).



Gambar 3. Contoh Mikrohidro 12V
(Sumber: <https://www.amazon.in>)

2.4 Mikrokontroler

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, *Microcontroller* adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja *microcontroller* sebenarnya membaca dan menulis data.

Microcontroller digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan *microcontroller* ini maka:

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka *microcontroller* tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa *microcontroller* sudah menyediakan sistem *clock* internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun *microcontroller* sudah beroperasi (Widodo, 2008).

2.4.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan *microcontroller* berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 seperti Gambar 1.1

memiliki 54 pin digital *input / output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC – DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya.



Gambar 4. Board Arduino Mega 2560 Tampak Depan

(Sumber:

<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>)

Tabel 1. Spesifikasi dari Arduino Mega 2560 (Sumber: <https://store.arduino.cc>)

<i>Microcontroller</i>	ATmega 2560
Tegangan Operasi	5V
<i>Input Voltage</i>	7-12V
<i>Input Voltage</i> (limit)	6-20V
Jumlah pin I/O digital	54 (15 pin digunakan sebagai <i>output</i> PWM)
Jumlah pin <i>input</i> analog	16
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB (8 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 Hz

2.4.2 Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara

otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui *header* pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino ATmega 2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 Volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt(Widodo, 2008).

2.4.3 Penyimpanan

Arduino ATmega 2560 memiliki 256 KB *flash memory* untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.4.4 Input dan Output

Masing-masing dari 54 Digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pin *Mode()* , *digital Write()* , dan *digital Read()*. Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up internal* (yang terputus secara default) sebesar 20 – 50 kilo ohms.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 pin sebagai analog input, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi *Analog Reference()*(Widodo, 2008).

2.4.5 Komunikasi

Arduino Mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau

dengan *microcontroller* lainnya. Arduino ATmega 328 menyediakan 4 *hardware* komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah *chip* ATmega 16U2 (ATmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual* (pada *Device* komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi *Windows* masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1.

Sebuah Software Serial library memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega 2560. ATmega 2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk *Wirelibrary* digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan *SPI library*(Widodo, 2008).

2.4.6 Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Integrated Development Environment (IDE) Arduino merupakan aplikasi yang mencakup *editor*, *compiler*, dan *uploader* dapat menggunakan semua seri modul keluarga Arduino, seperti Arduino Duemilanove, Uno, Bluetooth, Mega. Kecuali ada beberapa tipe board produksi Arduino yang memakai *microcontroller* diluar seri AVR, seperti mikroprosesor ARM. Saat menulis kode program atau mengompilasikan modul hardware Arduino tidak harus tersambung ke PC atau *Notebook*, walaupun saat proses unggahan ke *board* diperlukan modul *hardware*.

IDE Arduino juga memiliki keterbatasan tidak mendukung fungsi

debugging hardware maupun software. Proses kompiasim IDE Arduino diawali dengan proses pengecekan kesalahan sintaksis *sketch*, kemudian memanfaatkan pustaka *Processing* dan *avr - gcc sketch* dikompilasi menjadi berkas *object*, lalu berkas-berkas *object* digabungkan oleh pustaka Arduino menjadi berkas biner. Berkas biner ini diunggah ke chip *microcontroller* via kabel USB, serial port DB9, atau Serial *Bluetooth*(Widodo, 2008).

```

ibnu_TE_Revisi_1
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define RELAY_1 2
#define RELAY_2 3
#define RELAY_3 4
#define RELAY_4 5
#define RELAY_5 6
#define RELAY_6 7
#define RELAY_7 8
#define sensor A0

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4);

float tegangan;
int a;
bool dropTegangan = true;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

```

Gambar 5.Tampilan *Sketch* di Arduino IDE

2.4.7 Reset Otomatis

Salah satu jalur kontrol *hardware* (DTR) mengalir dari ATmega 8U2 / 16U2 dan terhubung ke jalur reset dari ATmega 2560 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah / *low*, jalur *resetdrop* cukup lama untuk me-reset chip. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan meng-upload kode dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Ini berarti bahwa *bootloader* memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.

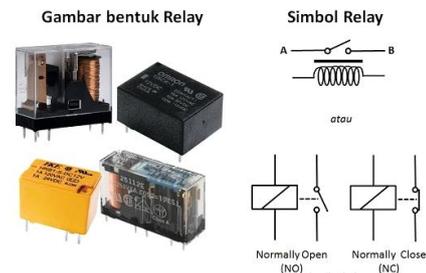
2.4.8 Perlindungan Beban Berlebih Pada USB

Arduino Mega 2560 memiliki *polyfuse reset* yang melindungi port USB komputer Anda dari hubungan singkat dan arus lebih. Meskipun pada dasarnya komputer telah memiliki perlindungan internal pada port USB mereka sendiri, sekering memberikan lapisan perlindungan tambahan. Jika arus lebih dari 500 mA

dihubungkan ke port USB, sekering secara otomatis akan memutuskan sambungan sampai hubungan singkat atau *overload* dihapus / dibuang.

2.5 Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electro mechanical* (Elektro mekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A(P. Van. Harten, 1995)



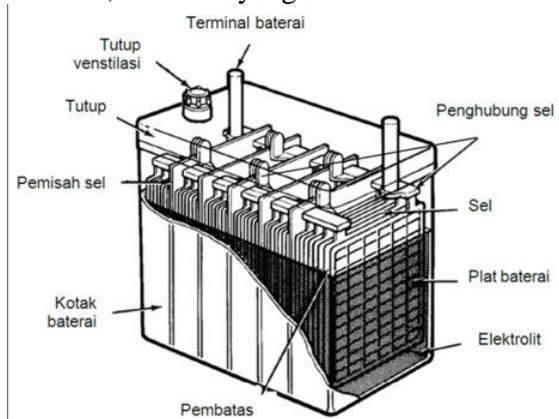
Gambar 6.Gambar Bentuk *Relay* Dan Simbol *Relay*
(Sumber : teknikelektronika.com)

2.6 Baterai

Baterai pada sistem pembangkit tenaga surya berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban dapat berupa lampu atau peralatan elektronika dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik DC (Herdito, 2016).

Akumulator adalah sebuah alat yang dapat menerima, menyimpan dan mengeluarkan energi listrik, melalui proses kimia. (Faqih, 2015). Di dalam kehidupan sehari-hari banyak manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan aki,

terutama untuk alat-alat yang digerakkan oleh aki, terutama yang bersifat flexible.

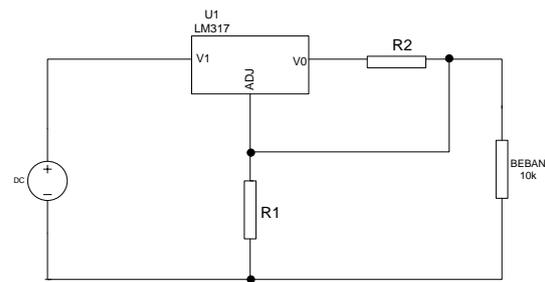


Gambar 7.Konstruksi Aki (Wijaya Kusuma, 2014)

2.7 Solar Charge Controller

Charge controller berfungsi mengatur lalu lintas listrik dari modul surya ke baterai. Alat ini juga memiliki banyak fungsi yang pada dasarnya ditujukan untuk melindungi baterai. *Charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan (*OverVoltage*) dari panel surya. Pengontrolan kapasitas tegangan baterai/aki maksimum 13,8 Volt jika telah mencapai tegangan tersebut, maka suplai arus akan diturunkan menjadi 0 sampai kurang dari 1 Ampere untuk menghindari *overcharging*(Rusman, 2015).

Solar Charge Controller (SCC) adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. SCC mengatur kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh dan kelebihan tegangan dari panel *photovoltaic*. Kelebihan tegangan dalam pengisian akan mengurangi umur baterai. SCC menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.

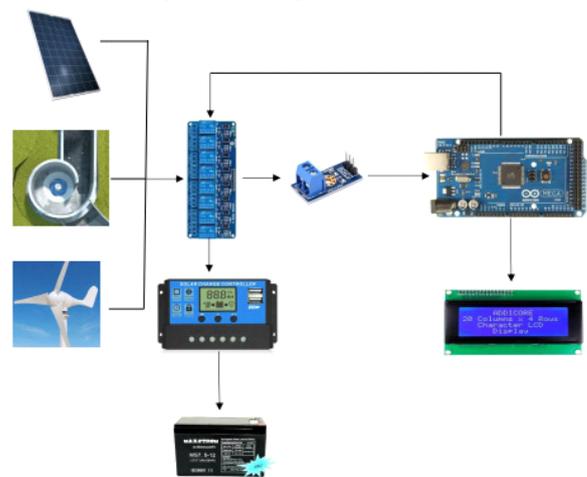


Gambar 8. Rangkaian Dasar LM317

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Sistem

Berikut adalah blok diagram dari rancang bangun penelitian yang akan dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Rangkaian

3.2 Konsep Perancangan Perangkat Keras

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk memilih atau menggabungkan beberapa sumber untuk mencapai tegangan tertentu adapun rancangan alat yang akan dibuat terdiri dari:

1. Rangkaian kombinasi antara *microcontroller* dan *relay* sebagai komponen utama kontrol pemilihan.
2. Rangkaian *Relay* berfungsi sebagai untuk men-serikan sumber sumber.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Alat yang Dibutuhkan

No	Alat	Jumlah
1	Tang	1
2	Obeng	1
3	Laptop	1
4	Solder	1

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

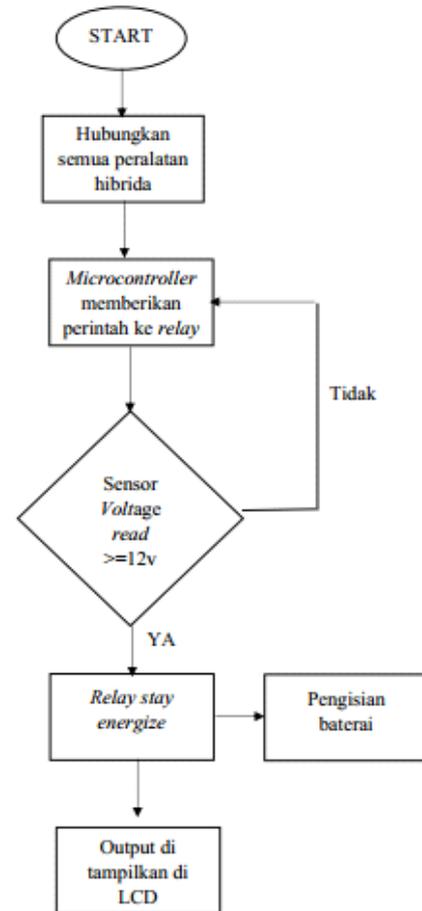
Tabel 3. Bahan yang Dipergunakan

No	Bahan	Jumlah	Fungsi
1	Atmega 2560	1	Sebagai otak pemrograman
2	Kabel jumper	1 set	Penghubung kaki pin
3	Relay	7	Saklar on / off
4	Sensor tegangan	1	Pembaca tegangan output
5	Power supply	3	Pengganti sumber sementara
6	Kabel usb	1	Penghubung microcontroller ke laptop
7	LCD	1	Sebagai penampil hasil keluaran
8	DC step down	3	Pengatur tegangan Sebagai sumber ke microcontroller
9	Adaptor dc	1	
10	Solar charge controller	1	Sebagai alat pengisian baterai

3.4 Diagram Alir

Pada gambar 10 dapat dilihat prinsip kerja pengisian baterai pada alat pemilihan sumber daya berpatokan pada tegangan yang di harapkan. Jika satu sumber atau 2 sumber yang telah digabungkan tegangannya sudah mencapai ≥ 12 Volt maka, relay yang bekerja pada saat itu akan tetap dalam posisi hingga tegangannya menurun dari pada ≥ 12 Volt. Kemudian daya yang bersumber dari satu atau dua

sumber yang terpilih akan disalurkan langsung untuk pengecasan baterai. Yang di mana tegangan, kapasitas, dan sumber yang terpilih akan ditampilkan pada LCD.

**Gambar 10.** Flowchart Rangkaian Alat Penelitian

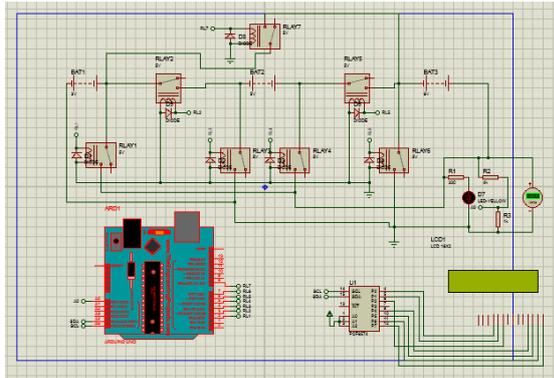
IV. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

4.1 Hardware Dan Software

Dalam pembuatan *prototype power source selector* ini diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak agar sistem dapat bekerja sesuai kebutuhan dan fungsinya. Perangkat keras nantinya akan dirakit sedemikian rupa dan akan dihubungkan dengan perangkat lunak sebagai media pengontrol sistem. Pada perangkat keras terbagi menjadi beberapa bagian dan komponen-komponen pendukung lainnya seperti Arduino, Relay, Adaptor 5v, sensor tegangan dan power supply sedangkan pada perangkat lunak peneliti menggunakan aplikasi Arduino IDE sebagai editor penelitian.

4.2 Perancangan Sistem Pemilihan Daya Secara Hybrid

Dapat dilihat pada gambar 11 perancangan menggunakan aplikasi protheus untuk prototype sistem pemilihan sumber secara hybrid yang terdiri dari Arduino, LCD, kontaktor, sensor tegangan, baterai dan kabel penghubung.



Gambar 11.prototype sistem pemilihan sumber secara hybrid

4.3 Analisa Data

Pada Gambar 11 dapat dilihat terdapat sebuah *microcontroller*, yang dimana berfungsi sebagai otak dalam sistem tersebut. 7 buah relay yang saling terhubung. Dimana relay relay tersebut berfungsi untuk menggabungkan beberapa sumber. Yang dimana fungsi fungsi *relay* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.Tabel data relay yang energize

Keadaan	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
1	I	O	O	O	O	O	O
2	O	O	I	I	O	O	O
3	O	O	O	O	O	I	O
1&2	O	I	O	I	O	O	O
1&3	O	O	O	O	O	O	I
2&3	O	O	I	O	I	O	O

Ket : I : ON
O : OFF
R : Relay

Keadaan 1 = Sumber 1 (Solar Panel)
Keadaan 2 = Sumber 2 (Turbin Air)
Keadaan 3 = Sumber 3 (Turbin Angin)
Keadaan 1&2 = Sumber 1&2 (Solar Panel & Turbin Air)

Keadaan 1&3 = Sumber 1&3 (Solar Panel & Turbin Angin)

Keadaan 2&3 = Sumber 2&3 (Turbin Air & Turbin Angin)

Pada tabel 4 dijelaskan bahwa :

1. pada keadaan 1 atau yang dipilih sumber 1 (solar panel) yang memenuhi syarat ≥ 12 V. yang dimana daya dapat mengalir ke pengisian dengan melewati relay 1 relay yang lain dalam keadaan NO (*normally open*)
2. pada keadaan 2 atau sumber 2 (turbin air) yang memenuhi syarat ≥ 12 V. yang dimana daya dapat mengalir ke pengisian dengan melewati relay 3 dan 4 saja, relay yang lain dalam keadaan NO (*normally open*)
3. pada keadaan 3 atau sumber 3 (turbin angin) yang memenuhi syarat ≥ 12 V. yang dimana daya dapat mengalir ke pengisian dengan melewati relay 6 saja, relay yang lain dalam keadaan NO (*normally open*)
4. pada keadaan 1&2 atau sumber 1&2 (solar panel & turbin air) yang memenuhi syarat ≥ 12 V. yang dimana daya dapat mengalir ke pengisian dengan melewati relay 2 dan 4 saja, relay yang lain dalam keadaan NO (*normally open*)
5. pada keadaan 1&3 atau sumber 1&3 (solar panel & turbin angin) yang memenuhi syarat ≥ 12 V. yang dimana daya dapat mengalir ke pengisian dengan melewati relay 7 saja, relay yang lain dalam keadaan NO (*normally open*)
6. pada keadaan 2&3 atau sumber 2&3 (turbin air & turbin angin) yang memenuhi syarat ≥ 12 V. yang dimana daya dapat mengalir ke pengisian dengan melewati relay 3 dan 5 saja, relay yang lain dalam keadaan NO (*normally open*).

4.4 Perakitan Rangkaian

Pada Gambar 12 merupakan rangkaian final *prototype* pemilih dan penggabungan sumber secara *hybrid*, pengambilan data dilakukan pada laboratorium teknik elektro pada tanggal 20

januari 2021. Yang dimana sumber sumber digantikan pada *power supply* yang memadai.



Gambar 12. Foto Rangkaian *Prototype*

4.5 Analisa Hasil Keluaran

Pengambilan data dibawah ini dilakukan secara langsung menggunakan metode metode yang sudah ditetapkan, data data yang diambil ialah :

4.5.1 Data I

S1 = 5 V; S2 = 8.2 V; S3 = 6.9 V

Data *relay* pemilihan sumber:

Tabel 5. Tabel *relay* pengambilan data 1

Keadaan	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	V	Kondisi
1	I	O	O	O	O	O	O	5	Tidak Memenuhi
2	O	O	I	I	O	O	O	8.2	Tidak Memenuhi
3	O	O	O	O	O	I	O	6.9	Tidak Memenuhi
1 & 2	O	I	O	I	O	O	O	13.2	Memenuhi
1 & 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 & 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Output to SCC: 13.2 V (*charging* Dari Sumber 1&2)

Pada percobaan pertama ini alat pemilihan sumber daya berhenti pada keadaan 1&2 atau sumber gabungan panel surya dan turbin air. Penggabungan sumber ini di kerjakan oleh *relay* 2 dan 3, sehingga dayanya mengalir ke pembaca tegangan. Yang dimana tegangan yang terbaca yaitu 13.2 Volt. Keadaan ini sudah mencapai dari pada ≥ 12 Volt sehingga pada keadaan selanjutnya tidak dilakukan pengecekan tegangan lagi.



Gambar 13. LCD Sumber 1&2

4.5.2 Data II

S1 = 12.3 V; S2 = 8.5 V; S3 = 4.7 V

Data *relay* pemilihan sumber:

Tabel 6. Tabel *relay* pengambilan data 2

Keadaan	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	V	Kondisi
1	I	O	O	O	O	O	O	12.3	Memenuhi
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 & 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 & 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 & 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Output to SCC: 12.3 V (*charging* Dari Sumber 1)

Pada pengambilan data kedua pada Tabel 6, terlihat sumber 1 mengalami perubahan yang signifikan yang dimana keadaannya sudah mencapai diatas 12 Volt. Sehingga keadaan 2 dan selanjutnya tidak dilakukan pengecekan tegangan. Pada keadaan 1 ini *relay* yang bekerja hanyalah *relay* 1 untuk mengalirkan daya ke pembacaan tegangan oleh *Voltage Sensor*.



Gambar 14. LCD Sumber 1

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian pada penelitian adalah sebagai berikut:

- 1 Berdasarkan hasil pengujian alat dapat disimpulkan bahwa alat ini bekerja dengan menggunakan *relay contactor* sebagai untuk menyerikan atau menggabungkan beberapa sumber untuk mencapai tegangan yang diinginkan (12 V).
- 2 Dalam percobaan ini jika satu keadaan memenuhi 12 Volt maka keadaan selanjutnya tidak akan dilakukan pengecekan tegangan, tetapi jika pada keadaan yang terpilih turun menjadi dibawah 12 Volt maka sistem akan melakukan pengecekan atau pemilihan dari awal kembali (keadaan 1, keadaan 2, keadaan 3, dst) hingga mencapai tegangan yang diinginkan (lebih besar sama dengan 12 Volt)
- 3 Peralatan yang dipergunakan harus sesuai dengan kapasitas baterai dan sumber yang diinginkan, jika sumber yang dipakai lebih kecil dibandingkan baterai atau beban maka sumber akan mengalami *drop* tegangan.
- 4 Pada saat tegangan yang diinginkan telah mencapai ≥ 12 Volt, maka *Microcontroller* tidak akan memberikan pembacaan pada *voltage sensor* untuk membaca keadaan selanjutnya dan *relay* akan tetap *energize* pada keadaan terpenuhi.

5.2 SARAN

Adapun saran yang didapat dari pengujian sebagai berikut:

- 1 Dibutuhkan peralatan yang lebih memadai jika penelitian ini akan dialokasikan langsung pada keadaan yang sebenarnya.
- 2 Dapat dilakukan penelitian selanjutnya untuk membahas bunga api pada saat penggabungan atau pada saat pemilihan sumber, karena tegangan yang dipakai tinggi dapat menimbulkan bunga api. Atau dapat membahas tentang efisiensi biaya jika dibandingkan dengan memakai PLN.
- 3 Pada penelitian selanjutnya dapat menambah variasi sumber daya yang akan dilakukan penggabungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariswan, D. (2006). Prospek Penelitian Dan Aplikasi Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Indonesia.
- Arota, A. S. (2013). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (Energi Angin Dan Matahari) Menggunakan Hybrid Optimization Model For Electric Renewables (Homer).
- Asdak, C. (2007). Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Daryanto, Y. (2007). Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.
- Gunadhi, A. (2017). Prototipe Penyatuan Sumber Tegangan Dc Pada Sistem Hybrid Pln Dengan Energi Terbarukan.
- Harmini. (2018). Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Energi Solar Dan Angin.
- I, S. (2015). Akumulator, Pemakaian Dan Perawatannya.
- Marsudi, D. (2006). Operasi System Tenaga Listrik .
- P. Van. Harten, I. E. (1995). Instalasi Listrik Arus Kuat 3.
- Prasetyo, S. D. (2018). Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Sel Surya Untuk Penerangan Jalan Raya.
- Rusman. (2015). Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell .
- Soedjana, S. (1976). Pengukuran Dan Alat-Alat Ukur Listrik.
- Widodo. (2008). *Panduan Praktikum Microcontroller Avr Atmega16*. Pt Elex Media Komputindo.