



PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* MENGGUNAKAN TENAGA SURYA DAN *PIEZOELECTRIC* (P-SUPIR)

Muhammad Hilmi Alfatiha¹, Dian Budhi Santoso. S.T., M.Eng.², Ulinuha Latifa. S.T., M.T.³

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang
mhilmialfatiha@gmail.com,

ABSTRACT

Energy is a very important need for human life that is needed in large quantities but is expected at low costs. In the era of the industrial revolution, the primary energy source that was very commonly used to convert into electrical energy was energy that came from fossil fuels which were non-renewable. In designing this tool, two environmentally friendly energy sources are used, using solar panels as the main energy source and piezoelectricity as a backup energy source. The PLTS test results in the eastern cardinal direction were 10 watts with sunny weather conditions at 09.00 WIB. At a light intensity of 23015 Lux, it produced a voltage of 12.7 V or 10 Watts, while at 14.00 WIB with light produced at 16976 Lux it only produced a voltage of 12.2 V or 6.2 Watts. Meanwhile, in the Piezoelectric test, during heavy rain it only produced 0.9 V or only 0.63 Watts.

Keywords: *Web; Solar Panel; Piezoelectric; Renewable Energy;*

ABSTRAK

Energi adalah kebutuhan hidup manusia yang sangat penting yang dibutuhkan dalam jumlah besar tetapi diharapkan dengan biaya yang rendah. Pada era revolusi industri, sumber energi primer yang sangat umum digunakan dikonversikan menjadi energi Listrik adalah energi yang berasal dari bahan bakar fosil (*fossil fuel*) yang bersifat tidak terbarukan. Dalam perancangan alat ini menggunakan dua sumber energi yang ramah lingkungan dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama dan *piezoelektrik* sebagai sumber energi cadangan. Hasil pengujian PLTS pada arah mata angin timur sebesar 10 watt dengan kondisi cuaca cerah pada pukul 09.00 wib Pada intensitas cahaya 23015 Lux menghasilkan tegangan 12,7 V atau 10 Watt, sedangkan pada jam 14.00 WIB dengan cahaya yang dihasilkan 16976 Lux hanya menghasilkan tegangan 12,2 V atau 6,2 Watt. Sedangkan pada pengujian *Piezoelectric* Saat intensitas hujan deras hanya menghasilkan 0,9 V atau hanya 0,63 Watt.

Kata Kunci: *Web; Panel Surya; Piezoelectrc; Energi terbarukan;*

I. PENDAHULUAN

Energi adalah kebutuhan hidup manusia yang sangat penting yang dibutuhkan dalam jumlah besar tetapi diharapkan dengan biaya yang rendah. Sarana dan prasarana yang sangat penting bagi Indonesia adalah penyediaan energi listrik. Indonesia sudah menyediakan sumber energi listrik ini hampir di seluruh Indonesia, tetapi masih ada juga wilayah yang belum terjangkau dengan jaringan PLN sehingga belum menerima pasokan listrik. Energi listrik berasal dari dua sumber yaitu energi yang bisa diperbaharui dan energi yang tidak bisa diperbaharui [1]. Pada era revolusi industri, sumber energi primer yang sangat umum digunakan dikonversikan menjadi energi Listrik adalah energi yang berasal dari bahan bakar fosil (*fossil fuel*) yang bersifat tidak terbarukan. Sumber energi primer ini dimasa yang akan datang akan habis jika dieksploitasi dan dieksplorasi secara terus menerus. Proses pembentukannya harus secara bijak dan bertanggungjawab. Contoh dari energi takterbarukan adalah bahan bakar fosil ataupun bahan bakar mineral seperti batu bara yang berwujud padat, minyak bumi yang berwujud cair, dan gas alam yang berwujud gas [2].

Kendala dalam mengelola kehidupan manusia secara langsung maupun tidak langsung diperlukan untuk selalu bertindak efektif dan efisien dalam beraktivitas dan menemukan inovasi terbaru untuk menunjang kebutuhan kehidupannya. Belakangan ini semakin banyak yang mencoba mengembangkan motor listrik. Hal itu disebabkan karena persediaan material utama minyak bumi dan cadangannya mulai menipis, sehingga harus ada jalan keluar untuk mengatasi hal tersebut dengan cara mencari energi alternatif yaitu dengan memanfaatkan energi surya. Namun pemakaian motor listrik masih belum efektif karena apabila isi dari baterai tersebut habis maka motor listrik tersebut harus berhenti dan harus melakukan pengisian ulang pada baterai, dan jika ingin memakai motor listrik dengan jarak atau waktu yang lama dibutuhkan baterai yang banyak pula sehingga kurang efektifnya penggunaan, hal ini juga diharapkan sebagai pengganti bahan bakar sehingga dapat memenuhi kebutuhan di masa depan. Kebutuhan tenaga listrik tidak sebanding dengan ketersediaan tenaga listrik yang ada, jadi masih banyak kebutuhan yang tidak terpenuhi [4].

PLTS menjadi solusi untuk mengatasi jauhnya jangkauan listrik PLN dengan memanfaatkan sistem off grid yang memungkinkan bisa beroperasi sepanjang waktu dan tidak memakan tempat yang begitu luas. Berdasarkan uraian tersebut, penulis melakukan penelitian Tugas Akhir (TA) dengan judul penelitian “**Perancangan dan Implementasi Alat Pembangkit Listrik Hybrid Menggunakan Tenaga Surya dan Piezoelectric (P-SUPIR)**”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltic (*Photovoltaic cell* – disingkat PV). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel suryayang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel dari PLN seperti para pedagang kaki lima, masyarakat yang tinggal diwilayah terpencil maupun daerah yang belum teraliri listrik dari PLN. Sumber energi listrik lain yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sumber energi listrik selain dari PLN adalah generator atau lebih sering disebut dengan Genset. Efisiensi penggunaan dari masing masing sumber energi listrik alternatif perlu diketahui agar dalam penggunaannya didapatkan hasil yang maksimal [5]. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (fotovoltic) untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. PLTS menggunakan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (direct current). Oleh karena itu meskipun cuaca mendung atau berawan selama terdapat pancaran sinar matahari, maka PLTS tetap dapat menghasilkan listrik [10].

1.2 Inverter

Inverter adalah suatu prodak yang dimana sebagai converter listrik yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan nilai frekuensi yang berubah-ubah. Inverter menerima sumber tegangan DC yang dapat

diperoleh dari akumulator (baterai) sebagai tegangan input. Dengan proses penyaklaran dari komponen semikonduktor yang ada pada rangkaian inverter [13].

Inverter berfungsi mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak balik (AC). Tegangan DC dari panel surya cenderung tidak konstan sesuai dengan tingkat radiasi matahari. Tegangan masukan DC yang tidak konstan ini akan diubah oleh inverter menjadi tegangan AC yang konstan yang siap digunakan atau disambungkan pada sistem yang ada, misalnya jaringan PLN. Parameter tegangan dan arus pada keluaran inverter pada umumnya sudah disesuaikan dengan standar baku nasional/ internasional [12].

1.3 Baterai

Dikarenakan PLTS dan *Piezoelectric* yang sangat bergantung dengan adanya sinar matahari yang di terima pada panel surya diperlukan sumber penyimpanan energi sementara.

Beberapa teknologi baterai yang umum dikenal adalah lead acid, alkalin, NiFe, Ni-Cad dan Li-ion. Masing-masing jenis baterai memiliki kelemahan dan kelebihan baik dari segi teknis maupun ekonomi (harga). Baterai lead acid dinilai lebih unggul dari jenis lain jika mempertimbangkan kedua aspek tersebut. Baterai lead acid untuk sistem PLTS berbeda dengan baterai lead acid untuk operasi starting mesin-mesin seperti baterai mobil. Pada PLTS, baterai yang berfungsi untuk penyimpanan (storage) juga berbeda dari baterai untuk buffer atau stabilitas. Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan deep cycle lead acid, artinya muatan baterai jenis ini dapat dikeluarkan (discharge) secara terus menerus secara maksimal mencapai kapasitas nominal. Baterai adalah komponen utama PLTS yang membutuhkan biaya investasi awal terbesar setelah panel surya dan inverter. Namun, pengoperasian dan pemeliharaan yang kurang tepat dapat menyebabkan umur baterai berkurang lebih cepat dari yang direncanakan, sehingga meningkatkan biaya operasi dan pemeliharaan. Atau dampak yang paling minimal adalah baterai tidak dapat dioperasikan sesuai kapasitasnya [16].

1.4 Sensor *Piezoelectric*

Piezoelektrisitas adalah sebuah fenomena saat sebuah gaya yang diterapkan pada suatu bahan menimbulkan muatan listrik pada permukaan bahan tersebut yang disebabkan

oleh adanya distribusi muatan listrik pada sel kristal. Nilai koefisien muatan piezoelektrik berada pada rentang 1–100 pico coulomb/Newton. Piezoelectric berasal dari bahasa Yunani, yaitu piezo yang berarti tekanan dan electric yang berarti listrik. Material Piezoelectric pertama kali ditemukan pada tahun 1880 oleh Jacques dan Pierre Curie. Jacques dan Pierre Curie menggabungkan pengetahuan akan piroelektrisitas (kemampuan bahan-bahan tertentu untuk menghasilkan sebuah potensial listrik saat bahan-bahan itu dipanaskan atau didinginkan) dengan pemahaman akan struktur dan perilaku sebuah kristal pada kristal turmalin, kuarsa, dan garam rossel. Dari uji coba tersebut diketahui bahwa kristal kuarsa dan garam rossel memperlihatkan kemampuan piezoelektrisitas paling besar saat itu. Bahan piezoelektrik adalah suatu bahan yang apabila diberikan tekanan mekanik akan menghasilkan medan listrik, sebaliknya apabila medan listrik diterapkan pada bahan piezoelectric akan terjadi deformasi mekanik. Sifat yang reversible ini membuat material Piezoelectric dapat berfungsi sebagai transduser dan actuator [17].

1.5 DC-DC Step up Converter

Konverter DC –DC step-up telah banyak digunakan pada tingkat daya rendah dan ada banyak sekali topologi. Namun, sulit untuk mencapai transfer kekuasaan pada rasio loncatan yang tinggi. Dorongan konvensional dan sederhana konverter biasanya tidak digunakan untuk aplikasi yang memerlukan keuntungan lebih besar dari 2– 4 (dengan beberapa pengecualian), karena kesulitan dengan pemulihan terbalik dioda keluaran, yang utama beralih stres dan pengaruh negatif parasite elemen ketika beroperasi pada rasio tugas ekstrim. Biasanya, konverter flyback atau forward adalah digunakan untuk keuntungan yang lebih tinggi tetapi konsep ini menerapkan transformator AC perantara yang meningkat secara signifikan kompleksitas dan bobot, dan mereka memiliki keterbatasan lain terkait dengan tegangan saklar, arus magnetisasi transformator dan kerugian internal. Ketika peningkatan tegangan sekitar 10 adalah diperlukan mungkin paling efektif menggunakan dua tahap konverter boost biasa, meskipun efisiensinya rendah dan kompleksitas.

1.6 Solar Charger Controller (SCC)

Solar charge controller pada dasarnya adalah pengatur tegangan dan arus, untuk

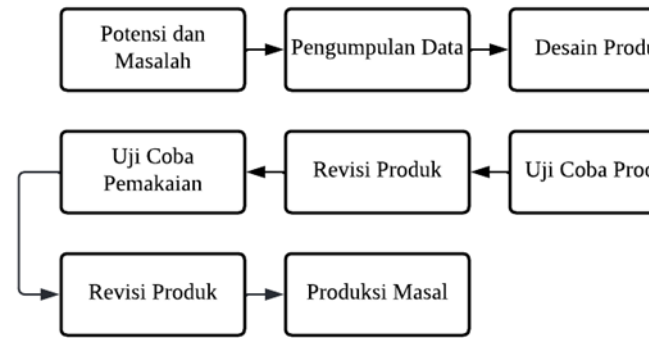
menjaga baterai dari pengecasan yang berlebihan. Solar Charge Controller Ini mengatur tegangan dan arus yang datang dari panel surya dan pergi ke baterai. Kelebihan tegangan dan pengecasan akan mengurangi umur baterai. solar charge controller menerapkan metode pulse width modulation (PWM) dan maximum powerpoint tracking (MPPT) untuk mengatur fungsi pengecasan baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya 12 V umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 V. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh tegangan berlebih dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya diisi pada tegangan 14 - 14.7 V. Beberapa fungsi dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengecasan ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*.
2. Mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai tidak sampai habis.
3. Pemantauan temperatur baterai.

III. METODOLOGI

Penelitian ini termasuk penelitian *Research and Development* (R&D). Menurut Sugiyono, Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggrisnya *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut [23]. *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sengaja dan sistematis untuk mengembangkan suatu produk baru ataupun menyempurnakan produk yang telah ada melalui beberapa pengujian, sehingga produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan.

Langkah-langkah metode penelitian *Research and Development* (R&D) adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Metode penelitian *Research and Development* (R&D)

1. **Potensi dan Masala**
Penelitian dapat diangkat dari adanya potensi atau masalah. Potensi dan masalah yang dikemukakan dalam penelitian harus ditunjukkan dengan data empirik. Data tentang potensi dan masalah tidak harus dicari sendiri, tetapi dapat berdasarkan research gate dari penelitian orang lain yang masih up to date.
2. **Pengumpulan Data**
Setelah potensi dan masalah dapat ditunjukkan secara faktual dan up to date, selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai data dan informasi yang dapat digunakan sebagai referensi perencanaan produk. Pada tahap ini diperlukan metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian.
3. **Desain Produk**
Hasil akhir dari kegiatan ini adalah desain produk baru yang lengkap dengan spesifikasinya secara detail. Desain produk harus diwujudkan dalam gambar atau bagan, sehingga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menilai dan membuatnya.
4. **Validasi Desain**
Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan produk secara rasional mengenai efektivitas dibandingkan produk yang telah ada sebelumnya. Validasi ini dapat dilakukan dengan cara meminta penilaian kepada beberapa tenaga ahli yang sudah berpengalaman dibidangnya.
5. **Perbaikan Desain**
Perbaikan desain bertujuan untuk mengurangi kekurangan dan kelemahan dari produk yang akan

dibuat dengan cara memperbaiki desain produk.

6. Uji Coba Produk
Uji coba produk dilakukan dengan simulasi penggunaan sistem kerja tersebut dalam skala kecil. pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi apakah sistem kerja yang baru tersebut lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan sistem yang lama atau sistem yang lain.
7. Revisi Produk
Revisi produk pasca ujicoba produk bertujuan untuk mengevaluasi hasil dari uji coba yang telah dilakukan.
8. Uji Coba Pemakaian
Setelah pengujian produk berhasil atau selesai di revisi, maka mulai diterapkan sistem kerja baru dalam kondisi nyata untuk lingkup yang lebih luas.
9. Revisi Produk
Revisi ini dilakukan apabila dalam pemakaian kondisi nyata terdapat kekurangan dan kelemahan. Tujuannya agar produk yang dipublikasikan memiliki performa yang baik dan layak untuk diproduksi masal.
10. Pembuatan Produk Masal
Setelah dinyatakan efektif dan dari berbagai aspek layak untuk diproduksi masal, pembuatan produk dapat dilakukan.

Perancangan Sistem

Perancangan merupakan proses yang dilakukan terhadap alat, mulai dari rancangan perangkat keras, rancangan perangkat lunak, hingga perancangan aplikasi. Perancangan dan pembuatan alat merupakan bagian terpenting dari seluruh pembuatan tugas akhir ini. Perancangan dan sistematis yang baik memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat. Dalam perancangan alat pengering tinta sablon otomatis menggunakan panel surya, sensor *piezoelectric*, *solar charger controller* (SCC), dan inverter yang akan dirancang dengan spesifikasi alat yang dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Panel Surya yang dipakai

Spesifikasi	Keterangan
PLTS	Panel Surya
<i>Electrical rating</i>	<i>Peak Power</i> : 10wp <i>Voltase (VMP)</i> : 17.4V <i>Arus (Imp)</i> : 0,57A <i>Voltase Sirkuit Terbuka</i> : 21,6V
Akurasi	>95%
Tampilan atau <i>Display</i>	SCC
Tegangan Input	12V DC

3.1.1 Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukan berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan. Dalam perancangan alat pembangkit listrik *hybrid* menggunakan tenaga surya dan *piezoelectric*, maka diperlukan beberapa komponen untuk merancang alat. Adapun kebutuhan komponen-komponen untuk membuat alat ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 2 Kebutuhan Komponen

Komponen	Jumlah	Keterangan
Panel Surya 10wp	1	<i>Output</i>
Baterai	1	<i>Input</i>
<i>Solar Charger Controller</i>	2	<i>Output</i>
Inverter	1	Proses
<i>Piezoelectric</i>	20	<i>Output</i>
DC-DC Step up	1	Proses

Pada tabel 3.2 merupakan daftar kebutuhan komponen dalam perancangan Alat Pembangkit Listrik *Hybrid* menggunakan Tenaga Surya dan *Piezoelectric* (P-SUPIR).

Analisis Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan diatas, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

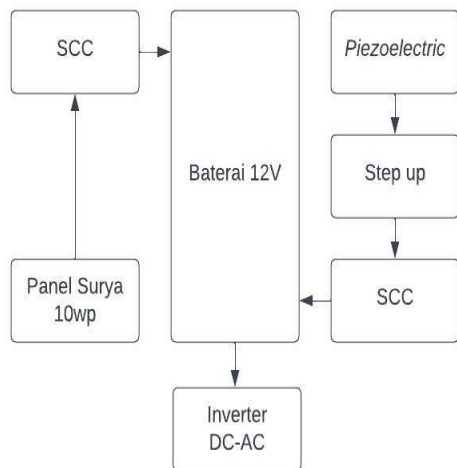
- Panel Surya, panel surya yang digunakan merupakan panel surya yang menghasilkan daya 10WP.
- Baterai, baterai yang digunakan merupakan baterai yang berkapasitas 12V 20Ah, dan digunakan untuk menjadi *input*.
- *Solar charger controller*, jenis SCC yang digunakan merupakan jenis SCC PWM. SCC digunakan sebagai

penahan tegangan jika terjadi *over charger*.

- Inverter, digunakan untuk mengubah arus DC menjadi arus AC.
- *Piezoelectric*, *Piezoelectric* yang digunakan berukuran 35mm untuk menghasilkan daya dari getaran air hujan.
- DC-DC Step up, DC-DC Step up digunakan untuk menaikkan tegangan pada *Piezoelectric*.

Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini dilakukann perancangan perangkat keras yang berdasarkan analisis kebutuhan. Secara umum perancangan perangkat keras pada Alat Pembangkit Listrik *Hybrid* menggunakan Tenaga Surya dan *Piezoelectric* akan ditunjukkan dalam diagram blok dibawah ini.



Gambar 3. 2 Diagram blok Alat Pembangkit Listrik Hybrid (P-SUPIR)

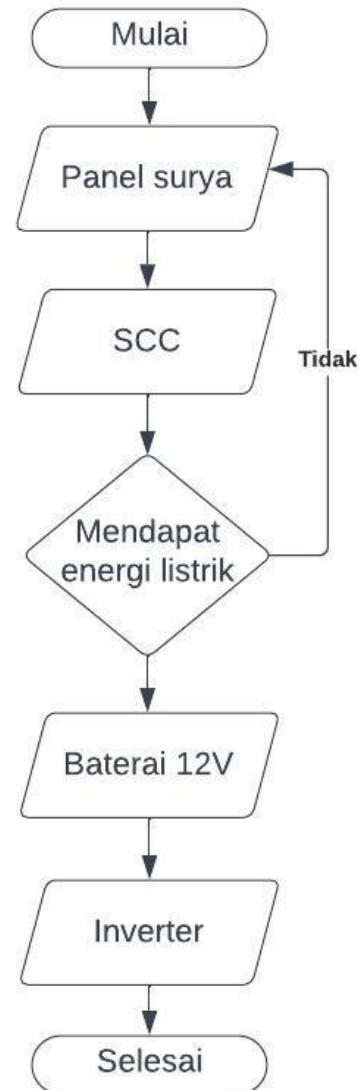
Gambar 3.2 diatas merupakan diagram blok rancangan Alat Pembangkit Listrik *Hybrid* menggunakan Tenaga Surya dan *Piezoelectric* (P-SUPIR) yang secara umum terbagi menjadi 3 (tiga) bagian utama yaitu *input*, proses, dan *output*. Pada bagian *input* terdapat panel surya yang akan menghasil kan arus DC, *piezoelectric* yang dapat menghasikan arus listrik melalui getaran. Pada bagian proses terdapat inverter untuk memproses arus DC dan mengubahnya menjadi arus AC. Pada bagian *output* dari alat ini juga terdapat colokan listrik.

Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak disajikan dalam bentuk *flowchart* yang bertujuan agar mengetahui alur dari sistem pada Alat Pembangkit Listrik *Hybrid* menggunakan Tenaga Surya dan *Piezoelectric*. Adapun

flowchart yang akan ditampilkan adalah *flowchart* dari panel surya yang digunakan hingga masuk ke inverter, dan *flowchart piezoelectric* sampai ke inverter.

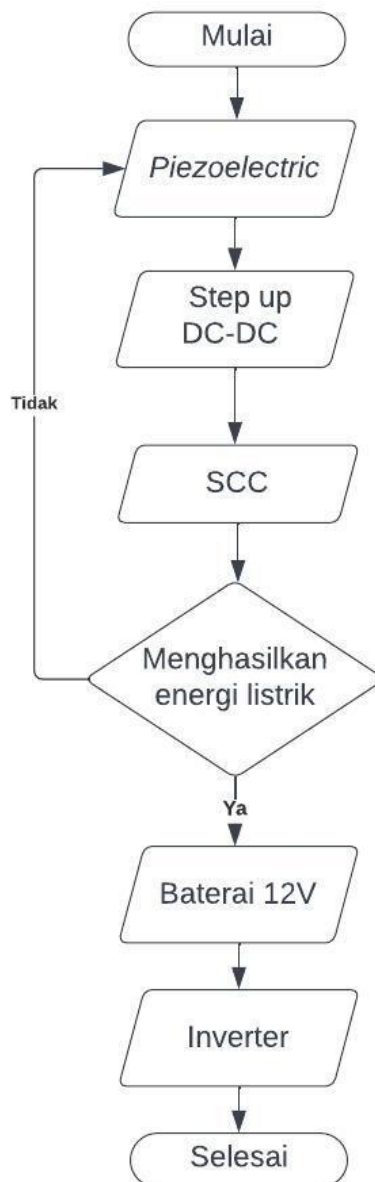
- **Flowchart pada Panel Surya 10WP**



Gambar 3. 3 *flowchart* pada panel surya

Pada gambar 3.3 diatas merupakan proses *flowchart* pada panel surya dimulai dari panel surya yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, lalu proses dilanjutkan melalui SCC untuk pengatur tegangan dan arus yang masuk, lalu energi listrik disimpan kedalam baterai 12V untuk kemudian diubah dari arus DC menjadi AC menggunakan inverter pada alat (P-SUPIR).

- **Flowchart pada Piezoelectric**



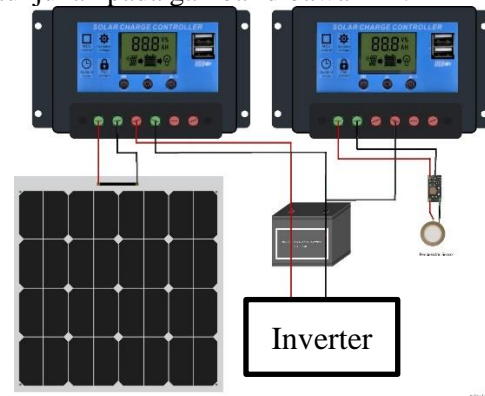
Gambar 3. 4 flowchart pada piezoelectric

Pada gambar 3.4 diatas merupakan bentuk *flowchart* pada *piezoelectric*, dimulai dari proses *piezoelectric* yang dapat menghasilkan energi listrik melalui getaran, lalu dilanjutkan pada SCC (*Solar Charger controller*) untuk mengatur tegangan dan arus yang masuk melalui *piezoelectric*, energi listrik yang dihasilkan akan disimpan kedalam baterai yang akan diproses melalui inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC.

3.1.2 Perancangan Diagram Wiring

Perancangan wiring diagram bertujuan untuk membuat rangkaian listrik pada Alat Pembangkit Listrik *Hybrid* menggunakan Tenaga Surya dan *Piezoelectric* (P-SUPIR)

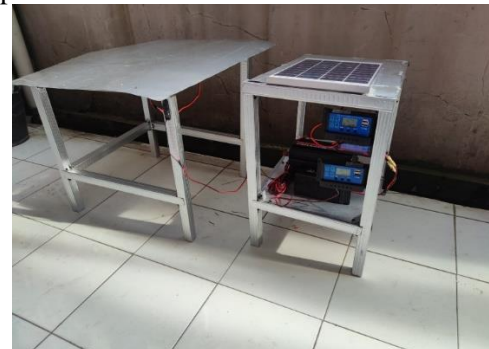
dengan menggunakan software aplikasi Fritzing. Diagram *wiring* pada alat ini akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi

Implementasi adalah suatu tahapan untuk menerapkan rancangan yang telah dibuat secara langsung pada alat. Implementasi bertujuan untuk mengetahui apakah perancangan pada sistem dapat menghasilkan energi yang di harapkan.



4.1.1 Implementasi Perangkat Keras PLTS

Perangkat keras merupakan seluruh komponen atau unsur peralatan yang digunakan untuk menunjang sistem dari alat. Implementasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

- **Panel Surya**
Peneliti menggunakan panel surya berjenis *polycrystalline* dengan daya 10Wp, artinya dapat menghasilkan 10W pada titik puncak radiasi matahari dalam 1 jam. Adapun implementasi posisi panel surya pada sistem yang diterapkan adalah sebagai berikut.



- **Solar Charge Controller**
Penelitian ini menggunakan SCC berjenis *Pulse Width Modulation* (PWM) dikarenakan sistem PLTS yang digunakan berkapasitas kecil. Posisi SCC pada sistem dapat dilihat pada gambar dibawah:

SCC diatur secara manual untuk menentukan batas tegangan maksimum baterai (*discharging*) dan batas tegangan minimum (*charging*). Ketika baterai mencapai tegangan 14,9V maka baterai akan *discharge*, ketika baterai dengan tegangan 13,5V maka baterai akan *charging* kembali dan memutuskan tegangan ke beban.

- **Baterai**
Baterai digunakan sebagai media penyimpanan energi listrik yang berasal dari panel surya. Karena tegangan yang dihasilkan panel surya fluktuatif, untuk menghindari kerusakan pada beban maka energi listrik yang dihasilkan terlebih dahulu disimpan pada baterai. Gambar dibawah menunjukkan posisi baterai pada sistem PLTS yang digunakan. Baterai ini berfungsi sebagai penyimpan energi listrik dari panel surya agar bisa digunakan ketika energi utama padam, dimana panel surya sepenuhnya menyerap energi listrik dan disimpan langsung pada baterai.

4.2 Hasil Pengujian Panel Surya

Pengujian sistem ini dilakukan dengan cara menentukan arah mata angin timur, utara dan barat. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.



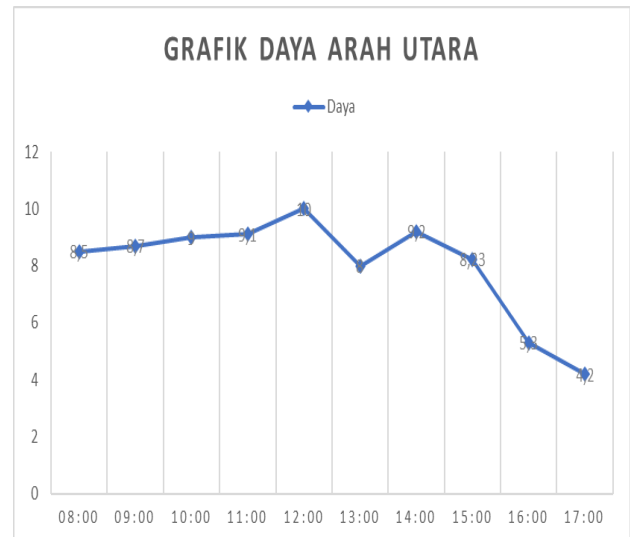
Pada gambar 4.5 dan 4.6 ditunjukkan bahwa hasil pada pengujian panel surya menggunakan watt meter, hasil yang langsung dapat dilihat pada gambar tersebut merupakan salah satu hasil pada percobaan panel surya yang digunakan pada alat ini.

Untuk menentukan nilai intensitas cahaya, penulis melakukan pengukuran menggunakan alat *Light meter digital* yang akan menampilkan hasil intensitas cahaya seperti pada gambar 4.7 dan 4.8 dibawah ini.



4.3 Pengujian Arah Mata Angin Utara

NO	Waktu	Intesitas Cahaya (Lux)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Kondisi Cuaca
1	08.00 WIB	40888	12,32	0,69	8,5	Cerah
2	09.00 WIB	45701	12,40	0,70	8,7	Cerah
3	10.00 WIB	54612	12,60	0,71	9	Cerah
4	11.00 WIB	54612	12,61	0,72	9,1	Cerah
5	12.00 WIB	54612	12,9	0,77	10	Cerah
6	13.00 WIB	22426	12,21	0,65	8	Berawan
7	14.00 WIB	51308	12,7	0,72	9,2	Cerah
8	15.00 WIB	34181	12,25	0,67	8,23	Cerah
9	16.00 WIB	16612	12,01	0,44	5,3	Berawan
10	17.00 WIB	6844	11,70	0,35	4,2	Berawan



Dapat dilihat pada tabel dan Gambar menunjukkan bahwa intensitas cahaya maksimal yang dihasilkan adalah 54612 Lux, tegangan maksimal yang dihasilkan 12,61 Volt, arus yang dihasilkan 0,77 Ampere dan daya maksimal yang dihasilkan adalah 10 Watt. Setelah melalui proses perhitungan, daya yang diperoleh dari panel surya dengan orientasi arah mata angin utara dengan sudut adalah 10Watt selama 10jam pengujian. Dapat disimpulkan rata-rata daya yang diperoleh perj

4.4 Hasil Pengujian *Piezoelectric*

Pada pengujian ini dilakukan pnegujian pada sensor *piezoelectric* yang diuji melalui getaran dan tegangan yang dihasilkan ketika air hujan memantul pada seng, pengukuran dilakukan menggunakan Avo meter. Dibawah ini merupakan table hasil pengujian yang didapat melalui pengujian pada sensor *piezoelectric*



Perancangan prototipe penelitian ini menggunakan 20 buah sensor *piezoelectric*, pemasangan dirangkai secara seri dan diletakan dibagian seng. Penyusunan sensor *piezoelectric* ini bertujuan untuk membentuk suatu generator listrik yang akan menghasilkan tegangan dan arus yang diperlukan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *output* daya dari sensor *piezoelectric* yang dimanfaatkan sebagai sumber energi.

4.4.1 Pengujian Pertama

Adapun hasil pengujian pertama rangkaian seri *piezoelectric* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

No.	Keterangan	Intesitas Hujan (mm/hari)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	Hujan Deras	120	0,9	0,7	0,63
2	Hujan Sedang	30	0,5	0,3	0,15

V. PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat pada penelitian “Pembangkit Listrik *Hybrid* menggunakan Tenaga Surya dan *Piezoelectric*” ini dapat dituliskan menjadi beberapa poin sebagai berikut:

1. Pada alat ini memiliki 2 sumber energi listrik yaitu PLTS dan dari sensor *piezoelectric*, berdasarkan beban keluaran merupakan tegangan arus AC yang tidak memerlukan tegangan arus tambahan dari PLN, agar alat ini mudah

ditempatkan dilahan terbuka dimana saja.

2. Setelah melakukan pengujian pada panel surya 10WP dengan orientasi arah mata angin, maka didapatkan hasil daya keluaran dari panel surya yang optimal yaitu orientasi arah mata angin timur dan daya yang diperoleh pada saat pengujian sebesar 14Watt atau 14Wh.
3. Karena sistem pada alat ini sepenuhnya mengisi daya pada baterai 12V, maka durasi pengisian baterai pada kondisi penuh selama 8 jam atau hampir setengah hari. Sedangkan baterai dapat berfungsi untuk membackup beban agar tetap berjalan dapat diperoleh data sebesar 21 jam atau hampir 1 hari.
4. Dari pengujian pada *piezoelectric* dapat disimpulkan bahwa nilai *output*-nya lebih kecil dibandingkan dengan hasil yang didapatkan dari panel surya. Hal ini disebabkan adanya tekanan pada *piezoelectric* tidak besar. Selain itu, data hasil pengukuran menunjukkan hasil perbedaan yang tidak terlalu besar.

1.2 Saran

Pada penelitian tugas akhir ini memiliki beberapa kekurangan sehingga masih perlu adanya pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu peneliti memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat lebih mengembangkan Alat Pembangkit Listrik *Hybrid* menggunakan Tenaga Surya dan *Piezoelectric* agar lebih baik lagi untuk kedepannya. Adapun sarannya adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan fitur *Internet of things* (IoT) agar dapat dimonitoring dari jarak jauh.
2. Menambahkan lebih banyak daya pada panel surya agar dapat digunakan semaksimal mungkin.

Desain alat ini dapat lebih menggunakan bahan yang lebih berkualitas agar lebih bertahan lama dan kokoh ketika ditempatkan ditempat terbuka. i abstrak, atau hanya poin-poin hasil eksperimen. Berikan pembenaran ilmiah yang jelas dari pekerjaan Anda, dan tunjukkan kemungkinan aplikasi dan ekstensi. Anda juga harus menyarankan penelitian di masa depan dan atau menunjukkan penelitian yang sedang berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Adrian, "Pengaruh Energi dalam Kehidupan Manusia," pp. pp 1-1, 2015.
- [2] B. T. Handrea, Sistem Tenaga Listrik Tenaga Surya, Yogyakarta: CV Budi Utama, 2020.
- [3] Arifin, "Energi Baru Terbaru Berperan Besar Dalam Upaya Penurunan Emisi Di Sektor Energi," Rabu 14 September 2022.
- [4] P. T. Putu, Suwarno and F. Z. M, "Optimalisasi Kecepatan Putaran Motor Listrik Sebagai Beban Pada PLTS 5 kWp (Aplikasi : Laboratorium Balai Besar Pengembangan Dan Penjamin Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Bangunan Dan Listrik Medan)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 1, pp. 8-15, 2022.
- [5] H. P. Bambang, Jatmiko and A. F. Muhammad, "EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10-14.
- [6] M. Fitra and R. Lisa, "PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI SUPPLAI CADANGAN PADA RUANGAN JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR," Universitas Muhammadiyah Makasar, Makasar, 2018.
- [7] D. C. J. B, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Catu Daya Pompa Air Submersibe," Universitas Negeri Samarinda Jl Ciptomangonkusumo, Samarinda, 2023.
- [8] H. P. E. B, A. F. M and H. Fahmi, "EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF," 2019.
- [9] R. M. M, H. H, G. C, A. R. M, I. R. M and H. S, "Power loss due to soiling on solar panel: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 59, pp. 1307-1316, 2016.
- [10] "Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap Terbaik di Indonesia," *SUN Energy*, 2021.
- [11] "PERANCANGAN UMBRELLA ENERGY SEBAGAI PAYUNG CHARGER".
- [12] K. A. B. A and T. M. A, "PERENCANAAN DAN SIMULASI SISTEM PLTS OFF-GRID UNTUK PENERANGAN GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNKRIS," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 6, p. 3, 2018.
- [13] H. R. M. K. A, "RANCANG BANGUN INVERTER DENGAN MENGGUNAKAN SUMBER BATERAI DC 12V," *Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak*, 2019.
- [14] A. K, "Rancang Bangun Inverter Untuk Fitting Lampu AC Dengan Menggunakan Sumber Baterai DC 12V," *Bandar Lampung: Universitas Lampung*, 2016.
- [15] D. T, "Analisis Hubungan Beban dan Arus Listrik," *Sumedang : ITS*, 2022.
- [16] A. P and M. Arif, "ANALISIS PERBANDINGAN BATERAI LITHIUM-ION, LITHIUM-POLYMER, LEAD ACID DAN NICKEL-METAL HYDRIDE PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK - REVIEW," pp. 95-99, 2015.
- [17] W. Eddy, H. Budi, R. Rendy, S. Ade and S. Kevin, "Pengujian Sistem Konversi Energi Suara menjadi Energi Listrik menggunakan Piezoelektrik," *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 17, no. 1, pp. 59-67, 2018.
- [18] Z. Dermawan, K. Demision and A. C. W. Yohanes, "Desain dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan Menggunakan Piezoelectric Disk," *Teknik Elektro, Universitas Widya Kartika Surabaya*, vol. 4, no. 1, pp. 80-94, 2019.
- [19] J. D, "Step-up DC–DC converter for megawatt size applications," *School of Engineering, University of Aberdeen, Aberdeen AB24 3UE, UK*, vol. 2, no. 6, pp. 675-685, 2009.
- [20] P. Hery, A. Lundhe and G. Giovano, "Studi Banding antara Boost Converter dan DC-DC Rasio Tinggi Quadratic

Boost Converter," *Jurnal EECCIS*, vol. 15, no. 3, p. 86, 2021.

- [21] A. N. Firman, B. A. S. M. P. Kharisma and R. S. M. P. Angga, "SISTEM PENGISIAN BATERAI AKI PADA AUTOMATED GUIDED VEHICLE MENGGUNAKAN SOLAR PANEL," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 3, pp. 8781-8790, 2020.
- [22] N. Dedi, R. S. Dian, K. W. Dewa and E. Machmud, "Perbandingan Solar Charger Controller PWM dan MPPT untuk di Implementasikan Pada Hidroponik dengan Tenaga Surya," *Seminar Keinsinyuran*, pp. 480-487, 2021.
- [23] S. S, "Metode Penelitian Pendidikan:(Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R & D)," *Alfabeta*, 2015.
- [24] S. Sugiyono, "Metode Penelitian Pendidikan:(Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R & D)," *Alfabeta*, 2015.

Hak Cipta

Semua naskah yang tidak diterbitkan, dapat dikirimkan di tempat lain. Penulis bertanggung jawab atas ijin publikasi atau pengakuan gambar, tabel dan bilangan dalam naskah yang dikirimkannya. Naskah bukanlah naskah jiplakan dan tidak melanggar hak-hak lain dari pihak ketiga. Penulis setuju bahwa keputusan untuk menerbitkan atau tidak menerbitkan naskah dalam jurnal yang dikirimkan penulis, adalah sepenuhnya hak Pengelola. Sebelum penerimaan terakhir naskah, penulis diharuskan menegaskan secara tertulis, bahwa tulisan yang dikirimkan merupakan hak cipta penulis dan menugaskan hak cipta ini pada pengelola.