

# Pengembangan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro sebagai Media Pembelajaran berbasis Internet of Things

Givy Devira Ramady\*<sup>1</sup>, Hetty Fadriani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung

E-mail: \*<sup>1</sup> [givy.d.ramady@gmail.com](mailto:givy.d.ramady@gmail.com) , <sup>2</sup> [hetty\\_hf@yahoo.co.id](mailto:hetty_hf@yahoo.co.id)

## Abstrak

Energi listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer saat ini karena merupakan sumber energi yang menggerakkan aktifitas serta mobilitas manusia modern. Sumber energi listrik konvensional yang berasal dari batu bara, gas, minyak, dan nuklir persediaannya terbatas, sehingga mendorong manusia untuk memanfaatkan sumber pembangkit energi listrik lain yang bersifat terbarukan. Air merupakan sumber energi terbarukan yang berpotensi besar dijadikan sebagai sumber pembangkit listrik. Pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH) merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik yang mampu menghasilkan daya listrik skala kecil yaitu sekitar 5 kW. Berdasarkan hal tersebut diatas maka dibuatlah sebuah desain Prototype PLTPH sebagai media pembelajaran untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep serta prinsip kerja pembangkit listrik tenaga pikohidro dalam menghasilkan energi listrik. Pada penelitian ini, sistem yang akan dibangun tersusun atas modul mikrokontroler arduino, modul ESP8266, sensor ACS712, sensor ZMPT101B, sensor water flow, sensor proximity switch, dan cloud computing thingspeak. Hasil pengukuran sensor terhadap arus, tegangan, debit air, dan rpm yang dihasilkan akan diproses lalu dikirimkan secara berkala ke database cloud computing thingspeak untuk dapat diakses secara real time. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa volume debit air mempengaruhi output rpm, tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan generator.

**Kata Kunci :** Energi, Listrik, Generator, Sensor, Thingspeak

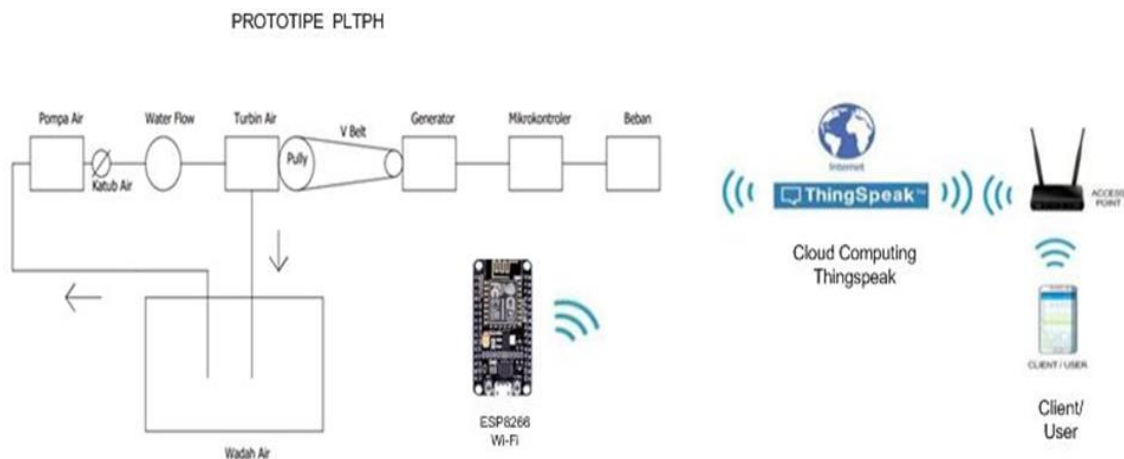
## 1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, kebutuhan akan energi pun makin meningkat terutamanya energi listrik. Energi listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer saat ini karena merupakan sumber energi yang menggerakkan aktifitas serta mobilitas manusia modern. Namun, Sumber energi listrik konvensional yang berasal dari batu bara, gas, minyak, dan nuklir persediaannya terbatas. Kondisi ini yang kemudian mendorong manusia untuk memanfaatkan sumber pembangkit energi listrik lain yang bersifat terbarukan serta ramah lingkungan[1].

Air merupakan sumber energi terbarukan yang berpotensi besar dijadikan sebagai sumber pembangkit listrik. Potensi sumber energi listrik yang dihasilkan dari tenaga air di Indonesia saat ini sekitar 75.67 GW dan yang baru dimanfaatkan hanya sekitar 4.2 GW. Pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH) merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dalam skala kecil, yaitu dengan cara memanfaatkan aliran air sungai yang utamanya berada di daerah-daerah terpencil dan belum terjangkau aliran distribusi listrik PLN. Aliran air sungai ini digunakan sebagai energi untuk menggerakkan turbin dan generator yang kemudian akan mengubah energi potensial air sehingga menghasilkan daya listrik skala kecil yaitu sekitar 5 kW[2][3].

Berdasarkan hal tersebut diatas maka dibuatlah sebuah desain *Prototype* PLTPH sebagai media pembelajaran untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep serta prinsip kerja pembangkit listrik tenaga *pikohidro* dalam menghasilkan energi listrik. Dalam realitas lapangan, desain dan perancangan PLTPH berkaitan erat dengan bidang teknik elektro dan teknik sipil dimana saluran irigasi yang dibuat untuk mengalirkan aliran air sungai menuju instalasi pembangkit akan diperhitungkan untuk menentukan debit air yang akan melaluinya, sebelum akhirnya digunakan untuk menggerakkan turbin. PLTPH mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, *pikohidro* memanfaatkan energi potensial jatuhan air (*head*). Semakin tinggi jatuhan air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik[4-6].

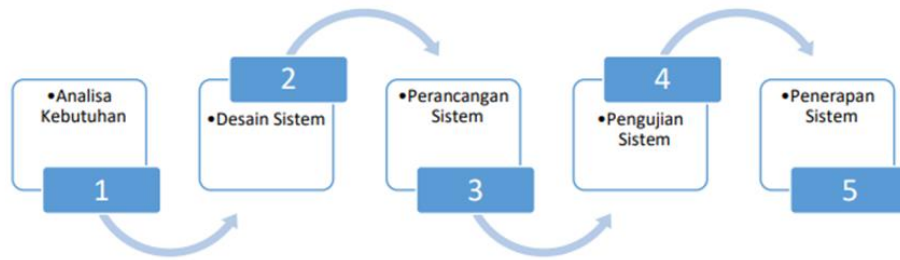
Pada penelitian ini, sistem yang akan dibangun tersusun atas beberapa komponen utama yaitu *modul mikrokontroler arduino* [7] sebagai unit yang memproses instruksi serta mengolah data hasil pengamatan *sensor*, *modul ESP8266* sebagai *RTU (Remote Transfer Unit)*, *sensor ACS712* untuk mengukur arus, *sensor ZMPT101B* untuk mengukur tegangan, *sensor water flow* untuk mengukur debit air, *sensor proximity switch* digunakan untuk mengukur *rpm*, *generator DC* magnet permanen[8-10]. Data hasil pengolahan tersebut kemudian akan dikirimkan secara berkala oleh sistem ke *database cloud computing thingspeak (Internet of Things)* melalui saluran komunikasi data *internet*. Nilai informasi berupa nilai arus, nilai tegangan, nilai debit air, dan nilai kecepatan *rpm* yang tersimpan dalam *database cloud computing thingspeak* yang dapat diakses melalui aplikasi *thingview* ataupun *website* secara *real time* melalui perangkat *mobile*.



Gambar 1. Skema PLTPH berbasis *Internet of Things*

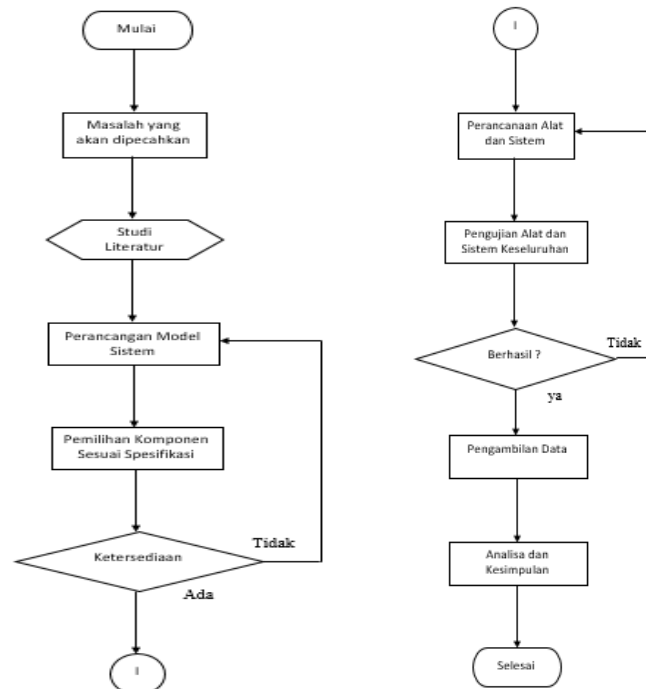
## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian digunakan sebagai acuan dalam mengumpulkan data dan membuat alat yang sistematis sehingga menjadi lebih tepat sasaran serta tujuan akhir dapat tercapai dengan baik. Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan berupa metode penelitian eksperimental dengan pola *waterfall*, dimana tahapan awal dimulai dari analisa kebutuhan untuk menunjang penelitian, selanjutnya mendesain sistem, kemudian implementasi sistem, lalu pengujian sistem, dan tahap terakhir adalah penerapan sistem.

Gambar 2. Metode penelitian *waterfall*

Pada Gambar 2 diperlihatkan langkah-langkah atau prosedur penelitian yang dilakukan selama penelitian ini. Adapun rincian dari masing-masing tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

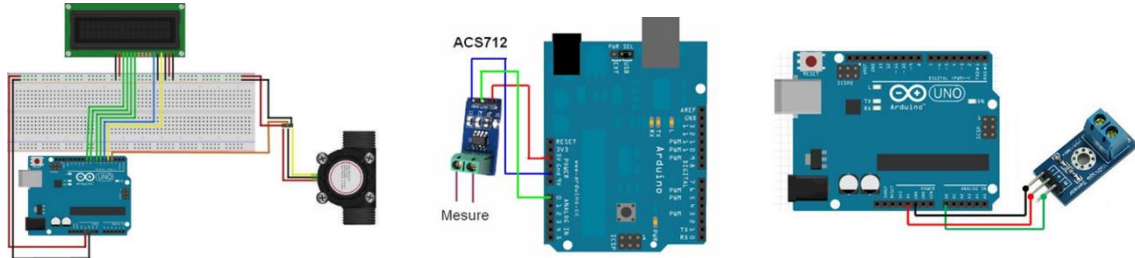
1. Tahap Analisa Kebutuhan; Pada tahapan ini dilakukan perumusan akan maksud dan tujuan serta kemungkinan kendala yang muncul dari pengembangan *prototipe* PLTPH yang akan dibangun. Termasuk didalamnya dilakukan pengumpulan data berupa studi literatur.
2. Tahap Desain Sistem: Pada tahapan ini dilakukan desain *prototipe* PLTPH yang akan dibuat berdasarkan hasil dari tahap sebelumnya yaitu tahap inisiasi/analisa kebutuhan.
3. Tahap Perancangan Sistem: Pada tahapan ini dilakukan perancangan *prototipe* PLTPH baik secara perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).
4. Tahap Pengujian Sistem: Pada tahapan ini *prototipe* PLTPH yang sudah dibuat akan di test untuk menguji apakah sistem tersebut telah berfungsi dengan baik.
5. Tahap Penerapan Sistem: Pada tahapan ini *prototipe* PLTPH yang telah diuji pada tahapan sebelumnya mulai diimplementasikan. Kemudian selanjutnya akan dilakukan proses pengujian serta analisis kembali terhadap sistem yang diimplementasikan tersebut.



Gambar 3. Flowchart Perancangan Alat dan Sistem

### 2.1. Rancangan Skema Rangkaian

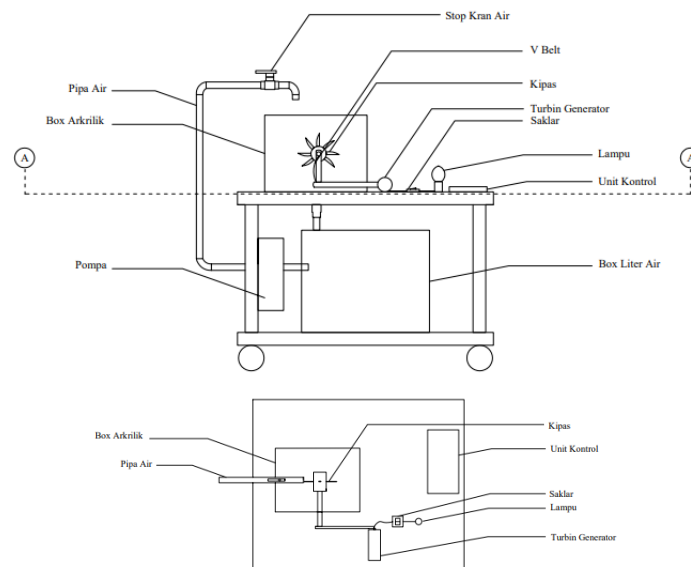
Pada perancangan prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro berbasis Internet of Things dilengkapi monitoring arus, tegangan, rpm dan debit air terlebih dahulu dibuatkan skema rangkaian dan *wiring* sistem untuk memudahkan pengkabelan dan instalasi tiap-tiap komponen.



Gambar 4. Desain *wiring* PLTPH

### 2.2. Desain Prototipe PLTPH

Desain/*blueprint* sistem dibuat untuk dijadikan sebagai acuan dalam perancangan *prototipe* PLTPH yang akan dibangun. Sehingga akan sangat memudahkan pada saat dilakukan realisasi perangkat sistem.



Gambar 5. Desain *prototipe* PLTPH

### 2.3. Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) pada perancangan *prototipe* pembangkit listrik tenaga pikohidro berbasis Internet of Things dilengkapi monitoring arus, tegangan, RPM dan debit air berbasis Arduino Uno meliputi program pada *nodeMCU8266*, program *sensor water flow*, program *sensor arus ACS712*, dan program *sensor tegangan*.

Gambar 6. Program *prototipe* PLTPH

Prinsip pengoperasian perangkat ini adalah dengan menggunakan energi air sebagai sumber awalnya. Di sana, air di dalam tangki dipompa melalui katup air dan sensor aliran air oleh pompa air mini sebelum mengenai bilah turbin. Karena adanya gaya dorong air yang mengenai sudut-sudut turbin, maka turbin akan berputar atau bergerak sesuai dengan kecepatan dan keluaran air yang mengenai sudut-sudut tersebut. Kemudian putaran turbin ditransmisikan ke generator oleh *pulley* pada poros turbin dan poros generator yang dihubungkan dengan *V-belt*. Karena putaran poros *generator* memutus garis gaya magnet pada generator, sehingga timbul *EMF* (*Electric Motive Force*) pada *generator*. Besarnya tegangan yang dihasilkan oleh *generator* tergantung pada energi putaran yang dihasilkan oleh turbin, mengingat *generator DC* magnet permanen [11][12], digunakan sebagai *generator*, sehingga tegangan keluaran dipengaruhi oleh putaran. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *generator* kemudian dikontrol atau dipantau menggunakan *mikrokontroler Arduino Uno* sebelum dihubungkan ke beban.

Data hasil pengukuran sensor terhadap arus, tegangan, debit air, dan rpm yang dihasilkan oleh perangkat *prototype* kemudian akan diproses lalu dikirimkan secara berkala ke *database cloud computing thingspeak* (*Internet of Things*) melalui saluran komunikasi data *internet*. Nilai informasi berupa nilai arus, nilai tegangan, nilai debit air, dan nilai kecepatan *rpm* yang tersimpan dalam *database cloud computing thingspeak* dapat diakses melalui aplikasi *thingview* ataupun *website* secara *real time* melalui perangkat *mobile* [13].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian merupakan tahapan terpenting dalam merancang sebuah perangkat sistem. Melalui pengujian, kita dapat mengetahui kinerja dan performa dari perangkat yang dibuat, apakah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Berdasarkan hasil pengujian kita dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari perangkat yang dibuat tersebut.



.Gambar 7. Realisasi *prototipe* PLTPH

### 3.1. Metode Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengumpulan data primer yang berkaitan dengan parameter atau spesifikasi alat. Hasil pengujian ditentukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dengan *volume* debit air yang berbeda.

### 3.2. Prosedur Pengujian

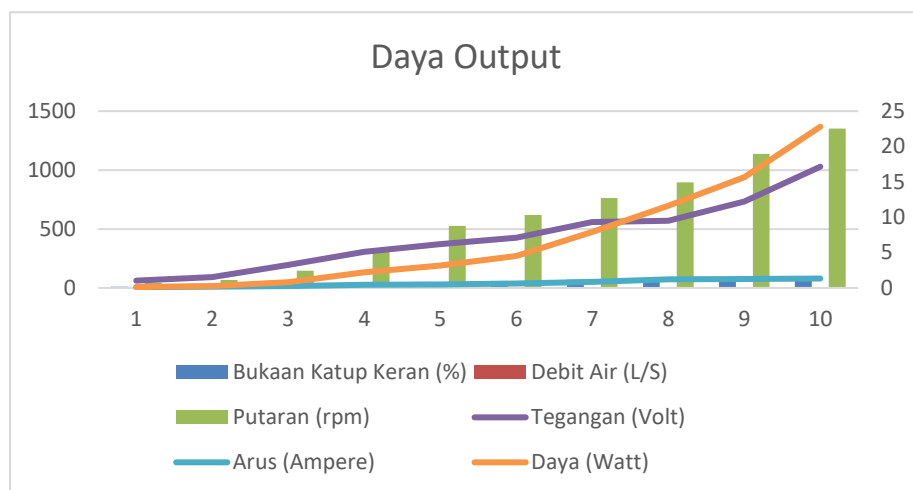
Pengujian perangkat *prototype* PLTPH bertujuan untuk melihat sejauh mana keberhasilan perangkat sesuai dengan prinsip kerja dan referensi yang digunakan. Adapun langkah-langkah dalam proses pengujian alat *prototipe* pembangkit listrik tenaga pikohidro sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Memastikan semua modul penyusun telah terintegrasi menjadi satu kesatuan sistem *prototipe* pembangkit listrik tenaga pikohidro.
3. Melakukan pengujian perangkat secara bertahap mulai dari masing-masing rangkaian seperti catu daya, rangkaian sensor arus, rangkaian sensor tegangan, rangkaian sensor proximity, rangkaian sensor water flow, koneksi *Wifi ESP8266*, rangkaian mikrokontroler Arduino Uno dan rangkaian interface monitoring arus, tegangan, rpm dan debit air.
4. Hubungkan pompa air mini 12 volt dengan alat yang telah dibuat.
5. Menghidupkan pompa air mini 12 volt untuk memompa air yang ada di wadah air yang kemudian digunakan untuk memutar turbin yang telah di hubungkan dengan generator.
6. Mencatat hasil pengukuran dari sensor yang berbeda secara bertahap melalui layar LCD maupun aplikasi *ThingView*.
7. Setelah mendapatkan hasil pengukuran kemudian bandingkan hasil pengukuran tersebut.

### 3.3. Hasil Pengujian Perangkat

Tabel 1. Pengukuran Daya Output

| No. | Bukaan Katup Keran (%) | Debit Air (L/s) | Putaran (rpm) | Tegangan (Volt) | Arus (Ampere) | Daya (Watt) |
|-----|------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|
| 1   | 10                     | 0.062           | 42            | 1.03            | 0.12          | 0.12        |
| 2   | 20                     | 0.085           | 68            | 1.55            | 0.18          | 0.28        |
| 3   | 30                     | 0.168           | 145           | 3.25            | 0.25          | 0.81        |
| 4   | 40                     | 0.254           | 307           | 5.11            | 0.43          | 2.20        |
| 5   | 50                     | 0.357           | 526           | 6.18            | 0.51          | 3.15        |
| 6   | 60                     | 0.525           | 618           | 7.09            | 0.64          | 4.54        |
| 7   | 70                     | 0.612           | 762           | 9.31            | 0.85          | 7.91        |
| 8   | 80                     | 0.873           | 896           | 9.52            | 1.22          | 11.61       |
| 9   | 90                     | 1.036           | 1138          | 12.22           | 1.28          | 15.64       |
| 10  | 100                    | 1.251           | 1352          | 17.14           | 1.33          | 22.80       |



.Gambar 8. Grafik hasil pengukuran daya output

Berdasarkan tabel hasil pengujian pada tabel 1, diketahui bahwa putaran generator dipengaruhi oleh volume debit air (L/s) yang menggerakannya. Semakin besar volume debit air (L/s) semakin besar juga putaran generator yang dihasilkan. Dari hasil pengujian, didapatkan putaran generator terendah yaitu 42 rpm pada volume debit air 0,062 L/s, dan putaran tertinggi sebesar 1352 rpm pada volume debit air 1,251 L/s. Untuk pengukuran tegangan, terlihat bahwa semakin besar putaran (rpm) semakin besar pula tegangan (v) yang dihasilkan, hasil terendah yaitu sebesar 1.03 volt pada putaran generator 42 rpm dan hasil tertinggi sebesar 17.14 Volt pada putaran generator 1352 rpm. Daya generator yang dihasilkan pada putaran terendah yaitu 42 rpm menghasilkan daya 0.12 watt, sedangkan daya generator tertinggi diperoleh pada putaran 1352 rpm yang menghasilkan daya 22.8 watt.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian secara menyeluruh dan kemudian ditambah hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Volume debit air mempengaruhi output rpm, tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan generator, semakin besar debit air maka output rpm, tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan semakin besar.
2. Pengujian pada rpm terendah (42 rpm) pada volume debit air 0.062 L/s dihasilkan output tegangan 1.02 volt, arus 0.12 ampere, dan daya 0.12 watt.
3. Pengujian pada rpm tertinggi (1352 rpm) pada volume debit air 1.251 L/s dihasilkan output tegangan 17.14 volt, arus 1.33 ampere, dan daya 22.8 watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adjikri, Fikri. "Strategi pengembangan energi terbarukan di Indonesia." *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro* 1.1 (2017).
- [2] Rahmawati, Rahmawati, and M. A. Fajri. "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Menggunakan Program Arduino Uno Pada Penambahan Variasi Aliran Air Dan Flywheel." *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)* (2019): 357-362.
- [3] Kasmin, La Abd Jalil, Bambang Dwi Sulo, and M. Jasa Afroni. "Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (Pltph) Menggunakan Turbin Reaksi Untuk Daya 100 Watt." *SCIENCE ELECTRO* 12.2 (2020).
- [4] Sungkar, Muchamad Sobri, et al. Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Berbasis Kontrol Arduino Uno. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 2021, 10.2: 91-96.
- [5] Azis, Mochammad Irfan. "Sistem Monitoring Arus, Tegangan dan Keamanan pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Berbasis Internet of Things." (2022).
- [6] Putra, I. Dewa Nyoman Dharma, and Winarso Winarso. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Menggunakan Generator DC Shunt." *Jurnal Riset Rekayasa Elektro* 4.1 (2022): 1-10.
- [7] Ramady, G. Devira, and A. Ghea Mahardika. "Analisis uji implementasi smart agriculture system pada lahan terbatas rumah di Wilayah perkotaan berbasis kontrol menggunakan mikrokontroler arduino uno." *Smart Comp Jurnalnya Orang Pint. Komput* 10.2 (2021): 54-60.
- [8] Jasa'Afroni, Mohammad, and Bambang Dwi Sulo. "Desain Inverter Pada Sumber Listrik Pikohidro." *SCIENCE ELECTRO* 15.1 (2022).
- [9] Liklikwatil, Yakob, et al. Turbin Magnet Permanen Sebagai Penggerak Alternatif Generator Yang Bebas Energi. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 2019, 14.1: 72-82.
- [10] Liklikwati, Yakob, et al. Electrical Energy Alternative of Magnetic Field Around Wire of Power Line. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2021. p. 012159.
- [11] Pramanda, Dio, and Aswardi Aswardi. "Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis Arduino dengan Metode Open Loop." *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)* 6.1 (2020): 187-198.
- [12] Syafruddin, R., et al. Brush DC Geared Servomotor Control with Microcontroller. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2021. p. 012085.

- [13] Hidayat, Rahmad, et al. Development of BTS Site Smart Key Based on Internet of Things.  
In: *2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*. IEEE, 2019. p. 507-512.