

**ULTRA SMALL WATER POWER GENERATOR SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF
PENERANGAN JALAN DI AREA PERSAWAHAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

SUPRIYADI

D400160020

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ULTRA SMALL WATER POWER GENERATOR SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF
PENERANGAN JALAN DI AREA PERSAWAHAN**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

SUPRIYADI

D400160020

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Umar, S.T., M.T

NIK. 731

HALAMAN PENGESAHAN

**ULTRA SMALL WATER POWER GENERATOR SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF
PENERANGAN JALAN DI AREA PERSAWAHAN**

OLEH

SUPRIYADI

D400160020

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa 9 Februari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. **Umar, ST.MT** ()
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Hasyim Asy'ari, ST.MT** ()
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Agus Supardi, ST.MT** ()
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 9 Februari 2021

Penulis



SUPRIYADI

D400160020

ULTRA SMALL WATER POWER GENERATOR SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF

PENERANGAN JALAN DI AREA PERSAWAHAN

Abstrak

Air merupakan sumber energi alternatif potensial bagi manusia. Manfaat air meliputi bidang industri, rumah tangga, pertanian, dan aktivitas lingkungan lainnya. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) tentunya sangat membutuhkan energi air sebagai bahan utamanya. Meskipun sumber energi listrik sudah lumayan besar di Indonesia namun di pedesaan ternyata belum sepenuhnya bisa menikmatinya, banyak sering kita jumpai di sepanjang jalan pedesaan terutama di area persawahan sangat minim sekali penerangan yang ada. Pemanfaatan air sebagai irigasi tentunya juga bisa kita manfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air dalam skala kecil, dengan memanfaatkan aliran air yang ada kita bisa membuat alat pembangkit listrik skala kecil yang menyesuaikan besarnya aliran air irigasi persawahan. Maka dari itu hasil dari penelitian pembuatan alat Ultra Small Water Power Generator sebagai pembangkit listrik skala kecil guna penerangan jalan di area persawahan bisa bermanfaat di masyarakat. Alat ini memiliki prinsip yang sama dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yaitu dengan memanfaatkan air sebagai penggerak utama turbin yang kemudian turbin akan memutar generator. Turbin yang digunakan yaitu jenis turbin yang berbentuk spiral dan memakai jenis generator servo magnet permanen 3 fasa. Dari hasil pengujian didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk charger baterai 12Vdc, 7,2Ah rata-rata per 5 menit yaitu ada penambahan tegangan sebesar 0,209 Vdc, sedangkan untuk pengisian baterai dari kondisi 0 sampai baterai penuh dibutuhkan waktu selama 5 jam 14 menit. Dengan beban lampu 7 watt, arus 0,27 A serta sensor LED dengan arus 0,11, tegangan baterai 12,9 Vdc maka baterai dapat digunakan selama 20 jam. Dari hasil ini maka lampu dapat digunakan sebagai penerangan jalan di area persawahan pada malam hari.

Kata Kunci : Ultra Small Water, Generator, Mikrohidro.

Abstract

Water is a potential alternative energy source for humans. The benefits of water include industry, household, agriculture and other environmental activities. Micro Hydro Power Plant (PLTMH) certainly really needs water energy as its main material. Even though the source of electrical energy is quite large in Indonesia, it is not possible to fully enjoy it in rural areas, many of which we often encounter along rural roads, especially in rice fields, there is very little lighting. Utilization of water as irrigation, of course, we can also use as a small scale hydropower plant, by utilizing the existing water flow we can make small-scale power plants that adjust the amount of water flow for rice fields irrigation. Therefore, the results of research on making Ultra Small Water Power Generator tools as small-scale power plants for street lighting in rice fields can be useful in the community. This tool has the same principles as the Hydroelectric Power Plant (PLTA), namely by using water as the main driving force of the turbine which then turns the generator on. The turbine used is a spiral turbine with a 3-phase permanent magnet servo generator. From the test results, it was found that the time needed for a 12Vdc battery charger, 7.2Ah on average per 5 minutes, that is, there is an additional voltage of 0.209 Vdc, while for charging the battery from condition 0 to a full battery it takes 5 hours 14 minutes. With a lamp load of 7 watts, a current of 0.27 A and an LED sensor with a current of 0.11, a battery voltage of 12.9 Vdc, the battery can be used for 20 hours. From this result, the lamp can be used as street lighting in the rice fields at night.

Keywords : Ultra Small Water, Generator, Microhydro.

1. PENDAHULUAN

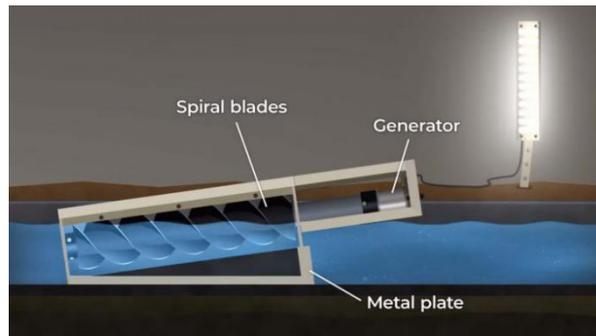
1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber energi alternatif terbarukan yang dapat diperoleh kembali layaknya angin dan sinar matahari. Fungsi air meliputi pemanfaatan di rumah tangga, rekreasi, industri, aktifitas lingkungan dan penggunaan di bidang pertanian (Setyo dkk , 2012). Dalam pemanfaatan yang lain air juga bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi Pembangkit Listrik karena air merupakan sumber energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang ramah lingkungan yang tidak memberi pengaruh negatif pada pemanasan global, dengan demikian pemanfaatan air yang ada sudah sepatutnya dapat dimaksimalkan sebaik mungkin mengingat di Indonesia sendiri hampir seluruh wilayahnya pasti memiliki sungai. Pemanfaatan sungai di beberapa daerah berbeda-beda, ada yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, sebagai pembangkit listrik, saluran irigasi persawahan, dan lain-lain. Banyaknya air yang ada tentunya mampu dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai energi penghasil listrik yang bisa digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik sebagai penerangan maupun hal lain sebagainya.

Pembangkit Listrik Mikrohidro adalah Pembangkit Listrik yang menggunakan air sebagai sumber penggerak utamanya, dengan memanfaatkan energi potensial jatuhnya air maka akan didapatkan besar putaran turbin air, semakin tinggi jatuhnya air yang memutar turbin maka semakin besar pula energi listrik yang dihasilkan dari perputaran generator. Secara fungsi pembangkit listrik mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air sebagai sumber penggerak, turbin dan generator sebagai penghasil listrik (Kusmantoro, 2013). Dengan memanfaatkan Pembangkit Listrik Mikrohidro maka Masyarakat pedesaan akan bisa menikmati energi listrik. Saluran irigasi tentunya memiliki potensi sumber daya air yang mampu dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air, debit air saluran irigasi umumnya relatif tetap dibandingkan dengan sungai-sungai kecil yang debitnya berfluktuasi tinggi, sehingga saluran irigasi memiliki kelebihan untuk pembangkit listrik tenaga air (Pranoto dkk, 2018).

Perencanaan pembuatan Pembangkit ini bermula dari studi penulis yang melihat begitu banyak di daerah pedesaan atau lebih tepatnya di jalan area persawahan ternyata sangat minim sekali penerangan bahkan hampir tidak ada penerangan, padahal kalau kita bisa lihat tentunya di area persawahan memiliki sumber energi air sebagai saluran irigasi untuk pengairan di sawah dan debit airnya pun lumayan besar. Dari permasalahan yang ada, maka penulis ingin membuat Pembangkit Listrik Mikrohidro skala kecil yang memanfaatkan sumber aliran air irigasi

persawahan sebagai sumber utamanya. Air digunakan sebagai energi potensial untuk memutar turbin, air mengalir ke bagian atas turbin spiral, putaran air terus mengalir ke bagian bawah sesuai panjang spiral. Tekanan hidrostatik dari air pada permukaan turbin spiral mengakibatkan putaran. Rotasi poros ulir mampu menghasilkan listrik dengan menghubungkannya ke generator (Erinofiardi et al, 2017). Turbin yang digunakan merupakan jenis turbin spiral, sedangkan generator menggunakan jenis generator magnet permanen. Rencana skema rangkaian Pembangkit Listrik Mikrohidro sendiri terlihat seperti gambar yang ada di bawah ini.



Gambar 1. Skema Pembangkit Listrik Mikrohidro Skala Kecil

Hasil output dari generator disimpan dalam baterai 12 volt dc agar supaya energi listrik yang nantinya ingin digunakan bisa stabil, dari baterai 12 volt dc kemudian bisa digunakan untuk sumber listrik penerangan jalan di area persawahan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana skema rancangan pembangkit listrik mikrohidro skala kecil dengan menggunakan turbin spiral?
- b. Berapa besar daya listrik yang mampu dihasilkan pembangkit listrik mikrohidro skala kecil ini?
- c. Bagaimana pemanfaatan pembangkit listrik mikrohidro di area persawahan?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Membuat Pembangkit Listrik Mikrohidro skala kecil di area persawahan.
- b. Memanfaatkan sumber aliran air irigasi sebagai Pembangkit Listrik Mikrohidro skala kecil.

- c. Mengetahui besar daya listrik yang mampu dihasilkan Pembangkit Listrik Mikrohidro skala kecil.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Memberikan tambahan pengetahuan tentang penggunaan sumber energi terbarukan yang ada saat ini.
- b. Memberikan tambahan pengetahuan tentang pemanfaatan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan.
- c. Memberikan pengetahuan tentang pemanfaatan saluran irigasi sawah sebagai sumber energi listrik.

1.5 Batasan Penelitian

- a. Membuat Pembangkit Listrik Mikrohidro skala kecil di area persawahan dengan menggunakan turbin spiral.
- b. Parameter yang diteliti hanya daya listrik, arus, dan tegangan.
- c. Mendapatkan output tegangan dari generator magnet permanen.
- d. Hasil akhir yang didapat selama pengujian alat Pembangkit Listrik Mikrohidro.

1.6 Target Luaran

- a. Mampu memberikan dampak yang baik bagi masyarakat dalam pemanfaatan saluran irigasi sawah.
- b. Munculnya Pembangkit Listrik Mikrohidro skala kecil sebagai pengembangan sumber energi terbarukan.
- c. Hasil outputan dapat dimanfaatkan sebagai sumber penerangan di setiap jalan area persawahan.

2. METODE

2.1 Tahapan Penelitian

a. Studi Literatur

Tahap ini merupakan proses pengumpulan informasi dari berbagai sumber baik dari : buku, jurnal nasional atau internasional dan dari internet yang bertujuan untuk membantu proses penelitian.

b. Perancangan Alat

Tahap ini merupakan proses perakitan sebuah alat yang di dapat dari hasil studi literatur dan nantinya akan digunakan sesuai konsep kerjanya.

c. Pengujian dan Pengambilan Data

Tahap pengujian alat ini merupakan hasil dari perancangan alat yang hasilnya akan di uji coba guna mengambil data yang di inginkan seperti :

1. Mengukur kecepatan putar turbin
2. Mengukur besar tegangan yang keluar dari generator
3. Mengukur besar tegangan yang keluar dari *boost converter*
4. Mengukur arus generator saat dibebani aki
5. Mengukur arus dan tegangan pada beban

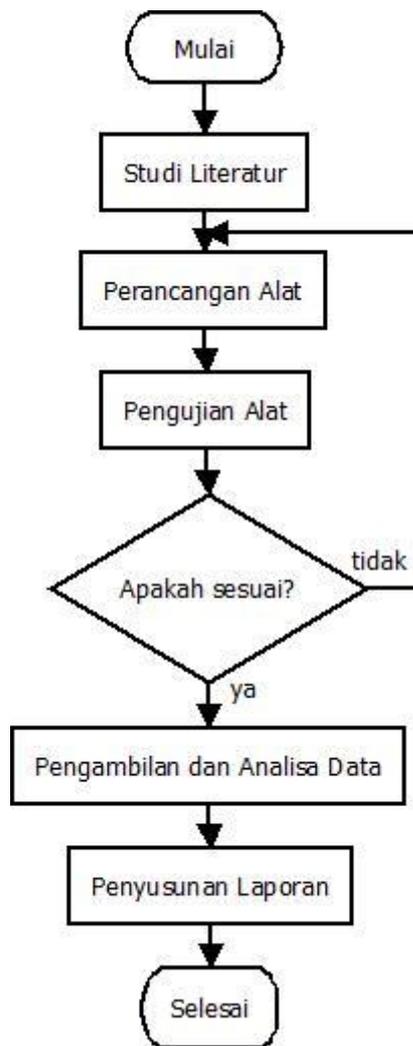
d. Analisa Data

Pada tahapan ini semua data yang terkumpul dikelompokkan, dibuat grafik, dan dianalisis guna membuat analisa dan kesimpulan.

2.2 Alat dan Bahan

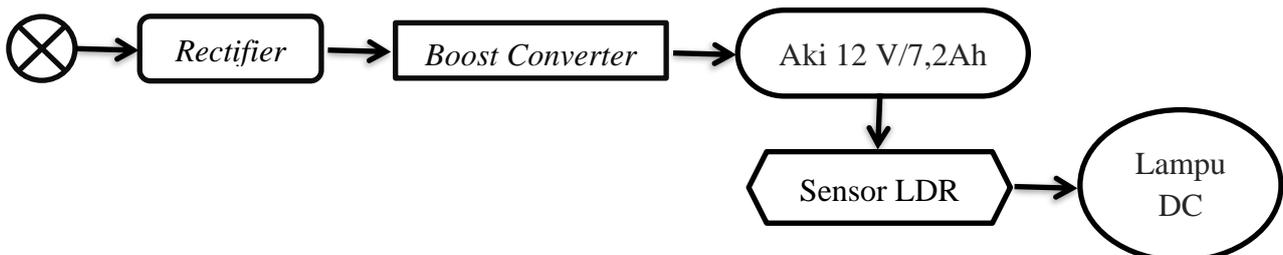
1. Turbin Spiral, Generator Servo Magnet Permanen 3 Fasa
2. *Rectifier*
3. *Boost Converter*
4. Aki 12 V/ 7,2 Ah
5. Lampu DC 7 Watt
6. Sensor Cahaya LDR
7. Multimeter, Tachometer, Aki Tester

2.3 Flowchart Penelitian



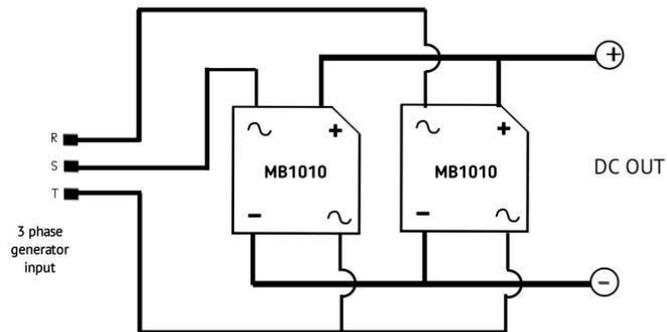
Gambar 2. Flowchart Penelitian

2.4 Gambar Skema Rangkaian



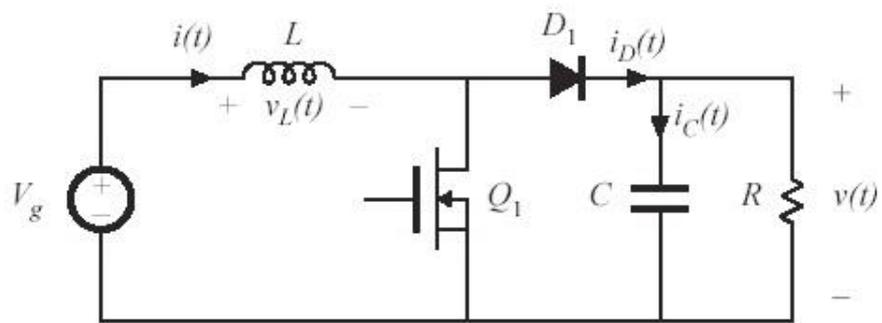
Gambar 3. Skema Rangkaian

2.5 Skema Rangkaian *Rectifier*



Gambar 4. Skema Rangkaian *Rectifier*

2.6 Skema Rangkaian *Boost Converter*



Gambar 5. Skema Rangkaian *Boost Converter*

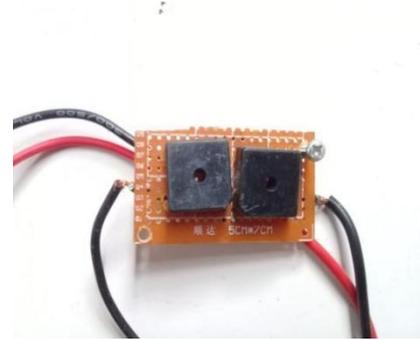
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Peralatan

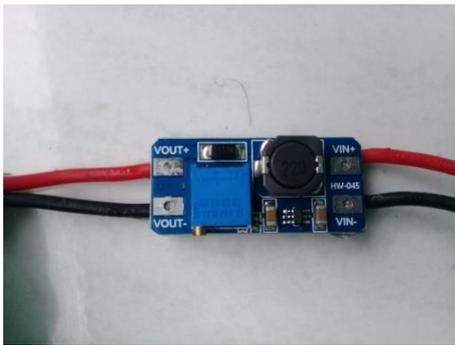
Desain *ultra small water power generator* ini menggunakan energy dari air saluran irigasi sawah sebagai penggerak utamanya. Air mengalir kemudian memutar turbin spiral yang nantinya hasil putaran turbin akan di kopel langsung dengan generator AC magnet permanen, kemudian tegangan di searahkan menggunakan *rectifier* yang nanti hasilnya akan di simpan di *accumulator* (baterai) 12 volt dc guna menghidupkan lampu dc 7 watt pada malam hari.



Gambar 6. Generator Servo 3 fasa dan Turbin Spiral



Gambar 7. Rectifier



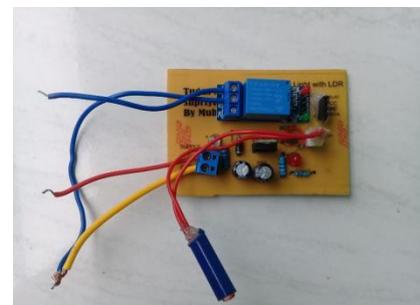
Gambar 8. Boost Converter



Gambar 9. Control Aki Charger



Gambar 10. Accumulator

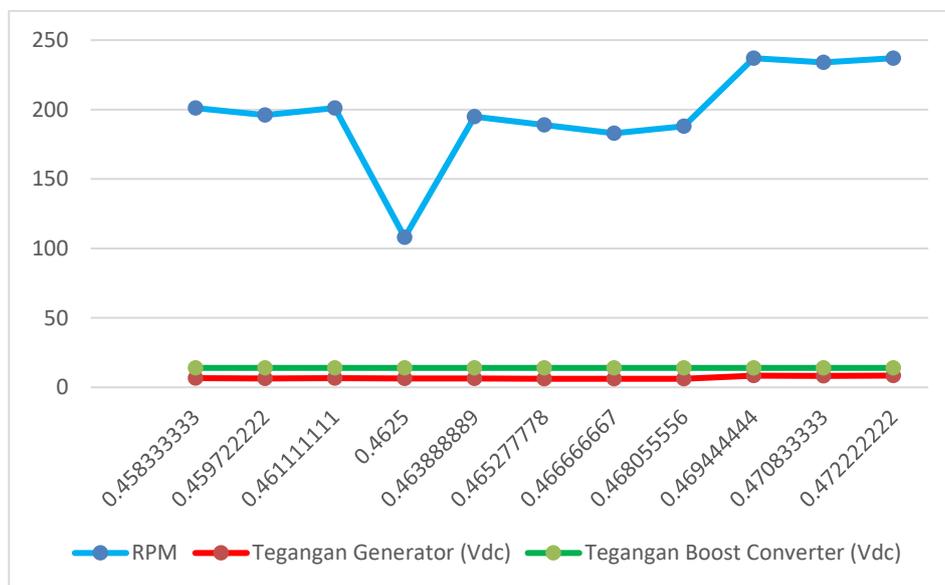


Gambar 11. Sensor Cahaya LDR

3.2 Hasil Pengukuran RPM dan Tegangan

Tabel 1. Pengukuran Generator Tanpa Beban

Waktu	RPM	Tegangan Generator (Vdc)	Tegangan <i>Buck Converter</i> (Vdc)
11:00	201	6,63	14
11:02	196	6,44	14
11:04	201	6,55	14
11:06	108	6,29	14
11:08	195	6,39	14
11:10	189	6,25	14
11:12	183	6,15	14
11:14	188	6,20	14
11:16	237	8,39	14
11:18	234	8,25	14
11:20	237	8,37	14

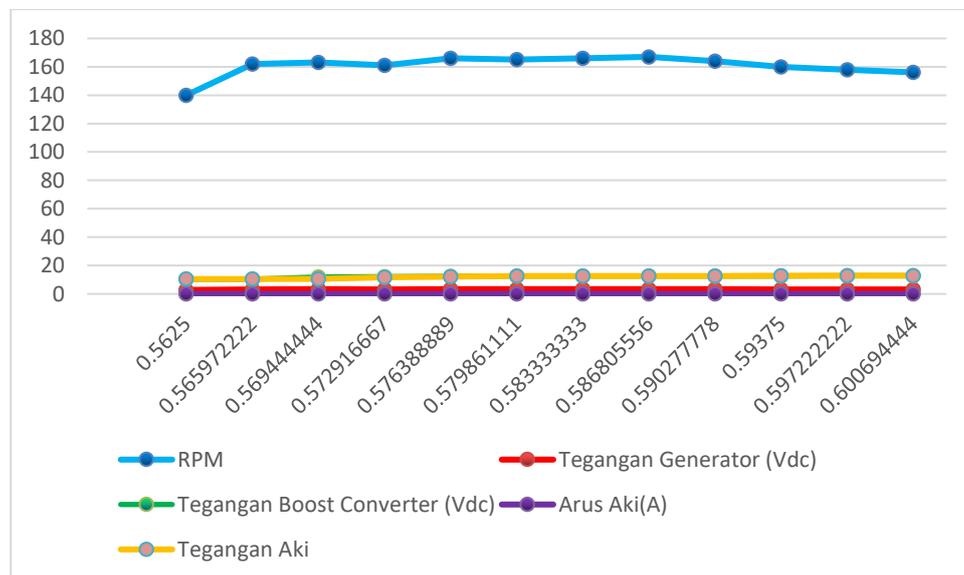


Gambar 12. Grafik Pengukuran Generator Tanpa Beban

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa kecepatan putar turbin spiral selama pengujian dari pukul 11:00 WIB sampai pukul 11:20 WIB selalu mengalami perubahan dan tidak bisa stabil, sehingga berakibat tegangan generator mengalami perubahan seiring dengan kecepatan putar turbin spiral.

Tabel 2. Pengukuran Generator Dengan Beban

Waktu	RPM	Tegangan Generator (Vdc)	Tegangan Buck Converter (Vdc)	Arus Aki (A)	Tegangan Aki (Vdc)
13:30	140	2,82	10,35	0,03	10,5
13:35	162	3,22	10,43	0,03	10,5
13:40	163	3,3	11,88	0,03	10,7
13:45	161	3,27	12,1	0,03	11,7
13:50	166	3,36	12,5	0,03	12,2
13:55	165	3,32	12,52	0,03	12,6
14:00	166	3,36	12,54	0,04	12,6
14:05	167	3,39	12,58	0,03	12,7
14:10	164	3,31	12,64	0,03	12,7
14:15	160	3,25	12,7	0,03	12,8
14:20	158	3,22	12,76	0,03	12,8
14:25	156	3,18	12,77	0,03	12,9



Gambar 13. Pengukuran Generator Dengan Beban

Hasil yang didapat dari pengukuran tabel 2 yaitu :

Selisih tegangan pengisian aki dari 10,5 volt sampai 12,9 volt yaitu 2,3 volt dihitung dari perubahan tegangan setiap 5 menit nya.

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{rata-rata} &= \text{selisih pengisian tegangan} : \text{Jumlah data tegangan} \\ &= 2,3 \text{ volt} : \text{selisih tegangan tiap menitnya yaitu 11} \\ &= 2,3 : 11 \\ &= 0,209 \text{ volt} \end{aligned}$$

Jadi rata-rata per 5 menit ada penambahan 0,209 volt.

Sedangkan untuk pengisian aki dari 0 maka = baterai full : rata-rata per 5 menit

$$\begin{aligned} \text{Dimana} &= 12,9 : 0,209 \\ &= 61,72 \times 5 \text{ menit} \\ &= 308,6 : 60 \text{ menit} \\ &= 5,14 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi untuk pengisian aki dari 0 sampai aki full 12,9 volt maka dibutuhkan waktu 5 jam 14 menit.

Karena dalam pengisian baterai menggunakan *control aki charger* maka untuk menentukan pengisian dan pemutusan charger aki yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Aki penuh} - \text{batas bawah} &= 12,9 - 11,00 \\ &= 1,9 \text{ volt} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk charger aki sampai penuh yaitu 0,3 volt dibagi waktu rata-rata per 5 menit.

$$\begin{aligned} \text{Dimana} &= 1,9 : 0,209 \text{ volt} \\ &= 9,09 \text{ volt} \times 5 \text{ menit} \\ &= 45,45 \text{ menit} \\ &= 45 \text{ menit } 45 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel 3. Pengukuran Tegangan dan Arus Dengan beban

Beban	Arus Lampu	Tegangan (Vdc)	Daya (P)
Lampu DC	0,25	12,9	3,4
Sensor LDR	0,11	12	1,32

Dari hasil pengujian tabel 3 dapat di analisa bahwa lama pemakaian baterai yaitu :

$$ip = \frac{Ah}{A_{Load}}$$

Dimana :

i_p = lama pemakaian (jam)

Ah = kapasitas baterai (Ah)

A load = arus beban (A)

Maka dapat dituliskan :

$$i_p = \frac{7,2}{(0,25+0,11)}$$
$$= 20 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa dengan kapasitas baterai 7,2 Ah dan dengan arus beban sebesar 0,27 A maka diperoleh waktu pemakaian baterai yaitu selama 20 jam.

Baterai di gunakan untuk menyimpan tegangan dari generator yang nantinya apabila di gunakan untuk beban tegangan bisa stabil, sebab dari hasil uji coba alat apabila keluaran *boost converter* langsung masuk ke beban sedangkan di sini ada dua yaitu lampu dan juga sensor LDR maka akan mengalami drop tegangan yang tadinya 12 volt menjadi 7,7 volt. Memang beban lampu bisa menyala tapi tidak bisa menyala dengan maksimal dalam artian lampu dalam kondisi redup. Dari uji coba alat ini maka dapat disimpulkan bahwa baterai berfungsi untuk menyimpan tegangan agar supaya bisa stabil saat di beri beban.

4. PENUTUP

5. langsung masuk ke beban

4.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pengujian maka dapat diambil kesimpulan tentang pemanfaatan *ultra small water power generator* di masyarakat sebagai berikut :

1. Besar kecilnya tegangan yang dihasilkan generator tergantung pada kecepatan putar turbin spiral.
2. Kecepatan putar turbin spiral tergantung dari besarnya debit air yang mengalir di saluran irigasi sawah.
3. *Boost converter* digunakan untuk menaikkan tegangan dari generator karena tegangan yang dihasilkan generator listrik sangat kecil.
4. Dalam pengisian aki di pasang control aki charger guna memutus saat aki sudah penuh dan mengisi saat aki sudah dalam batas pengisian yaitu secara otomatis.
5. Proses pengisian baterai 12v/7,2 Ah yaitu 5 jam 14 menit.
6. Dengan kapasitas baterai 7,2 Ah aki dapat menghidupkan beban lampu selama 20 jam.
7. Baterai berfungsi untuk menyimpan tegangan agar supaya saat di gunakan tegangan bisa stabil.

4.2 Kritik dan Saran

1. Alat ini tentunya masih banyak sekali kekurangannya maka dari itu perlu pengembangan penelitian agar alat ini bisa bekerja lebih baik lagi.

5. PERSANTUNAN

Alhamdulillahirobbil alamin puji syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya lah laporan tugas akhir ini bisa terselesaikan dengan baik, harapannya laporan ini bisa bermanfaat buat diri penulis pribadi maupun orang banyak. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu dan keluarga besar yang telah senantiasa memberi dukungan dan doa kepada saya.
2. Ibu dan bapak pengasuh di Panti Asuhan Keluarga Yatim Muhammadiyah Surakarta (PAKYM).
3. Bapak Umar, S.T, M.T selaku kepala jurusan Teknik Elektro sekaligus pembimbing tugas akhir
4. Teman-teman penulis, Bilal, arbi, Yogi, Rodif, Nurfandi yang membantu penulis dalam mencari referensi data.
5. Teman-teman PAKYM, Rudi, Dibyo, Amar yang telah menyemangati dan membantu dalam pembuatan alat.

Daftar Pustaka

- Erinofiardi et all. 2017. *Experimental Study Of Screw Turbine Performance Based On Different Angle Of Inclination*, page 11. Universitas Melbourne Australia
- Pranoto Bono, dkk. 2018. *Potensi Energi Mikrohidro di Daerah Irigasi (Studi Kasus di Wilayah Sungai Serayu)*. Vol.12, No.2, Page 78. Jurnal Irigasi.
- Setyo Putro, Yogi Suryo, dkk. 2012. *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Atei Desa Tubang Atei Kecamatan Senamang Mantikei Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah*. Universitas Brawijaya.
- Sukamta Sri, dan Adhi Kusmantoro. 2013. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur*. Vol.2, No.2, Page 58. Jurnal Teknik Elektro.