

PENGENALAN PEMBANGKIT LISTRIK SKALA PIKOHIDRO MODEL KANAL DI TEMPATKAN PADA SALURAN IRIGASI KAPASITAS 300 WATT

INTRODUCTION OF PICOHYDRO SCALE POWER PLANT A CANAL MODEL IS PLACED ON IRRIGATION CANALS CAPACITY OF 300 WATT

Muhammad Suyanto¹, Syafriyudin², Subandi³

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Jogjakarta

myanto@akprind.ac.id¹, dien@akprind.ac.id², Subandistmt@akprind.ac.id³

abstract

The potential of alternative energy that is quite realistic can be used as one of the studies in new and renewable energy. such as the flow of irrigation water and solar energy that is always there, in the territory of Indonesia. The purpose of community service, namely the introduction of hybrid pico-hydro, is used for street lights, around the neighborhood. This community service, utilizing irrigation flows to create a small-scale power generation system is named (pico-hydro). To increase the output power capacity, a hybrid system is made, namely picohydro (Ph) and solar panels so that charging the battery is faster so that the power is greater. The picohydro generator, equipped with a water canals, aims to raise the water level and focus the flow into the mill. The test results on pico-hydro generate a voltage on a DC generator of 13.2V and a current of 2.3A. While the solar panel generates an output voltage of 13.43V and a current of 2.23A. The conclusion is that the higher the rotation of the waterwheel, the voltage and current of the generator will follow up. As well as solar panels the getting hotter, the sun's light increases, the voltage and current increase.

Keywords: *Picco-hydro, solar panels, water canals, batteries*

1. Pendahuluan

Potensi yang menghasilkan energi terbarukan, sangat besar manfaatnya dan dapat dijadikan suatu kajian dalam konversi energi, baru terbarukan dengan memanfaatkan aliran irigasi.[1]. Pengabdian pada masyarakat kali ini, membuat sebuah sistem pembangkit listrik skala kecil diberi nama (pikohidro).[2][3]. Untuk menambah kapasitas daya keluaran dibuat sistem hibrid terdiri dari dua sumber yaitu pikohidro (Ph) dan solar cell agar pengisian baterai lebih cepat dan daya lebih besar.[4]. Pembangkit listrik hibrid telah dirancang dengan mengkombinasikan pembangkit listrik, dari konversi tenaga air dengan pembangkit dari panel surya.[5][6]. Dari hasil desain pembangkit listrik tenaga surya, diperoleh tegangan besar 13,43V dan arus 2,23A dan uji coba pada Pikohidro dihasilkan tegangan generator searah 13,2V dan arus listrik 2,3A.

Hasil pengujian pikohidro yang dilakukan, pada aliran irigasi persawahan diketahui nilai debit terendah 0,210 m³/s pada jam 13.00 WIB, debit tertinggi pada diperoleh data sebesar 0,224 m³/s pada jam 12.00 WIB. Pada perhitungan efisiensi kincir model kanal, dengan model kanal diperoleh nilai besaran efisiensi 12 %, adapun pada pikohidro diperoleh nilai efisiensi 10 % dan pada solar cell, dengan ukuran 50 Wp menghasilkan nilai efisiensi sebesar 14 % [7].

Pada pengujian performansi kincir air, cara yang terbaik memperlihatkan nilai besaran torsi, banyaknya putaran, dan tenaga koversi yang diperoleh dari kecepatan relatif air yang mengalir di diarea kincir terpasang. Hasil yang diperoleh pada uji pertama, laju kecepatan air mengalir sebesar 2,50 m/s, sedangkan putaran poros kincir sebesar 79,78 rpm, torsi rata-rata pada poros 58,98 Nm, maka energi listrik dihasilkan sebesar 510,67 W. Sehingga diperoleh hasil kinerja dari kincir air model kanal, dari hasil analisis menunjukkan hasil uji coba yang terbaik[8][9].

Berdasarkan pendahuluan diatas maka sistem hibridlah yang cocok untuk lokasi penempatan pembangkit listrik skala pikohidro model kanal di tempatkan pada saluran irigasi untuk kapasitas 300 watt. Dari dua sumber energi alternatif tersebut kemudian dihubungkan secara seri. Alat ini didesain menggunakan sistem kanal air, mempunyai tujuan supaya ketinggian permukaan air naik dan aliran air terarah, masuk menuju ke kanal pintu kincir air.

Hasil yang diperoleh dari pengujian kincir dengan model kanal, adalah membuat suatu sistem kanal air pada pikohidro (Ph) dengan panel surya, menaikkan daya keluaran yang dihasilkan pembangkit pikohidro lebih maksimal.

2. Metode

Metode yang dikenalkan, dalam pelaksanaa pemasangan peralatan pengenalan pembangkit listrik skala pikohidro model kanal di tempatkan pada saluran irigasi kapasitas 300 watt, sebagaimana dalam pelaksanaan pengabdian dimasyarakat sebagai berikut:

a. Tahapan awal pelaksanaa di masyarakat

Keperdulian masyarakat setempat dengan adanya, pemasangan pikohidro dalam pelaksanaan program pengabdian di wiyahnya sangat diharapkan, dimana pelaksanaannya dilakukan secara bersama, dan masyarakat sangat merespon sekali, jika dilihat saat dilakukan diskusi pada pertemuan warga setempat. Lokasi dimana pikohidro akan diterapkan sebagai pembangkit listrik dengan aliran irigasi model kanal, dengan memanfaatkan aliran air yang cukup deras mereka dengan tangan terbuka, melakukan gotong royong sebagai upaya terealisasinya sebuah pembangkit listrik pikohidro yang direncanakan.

1. Selama pelaksanaan program, masyarakat turut serta membantu, melakukan pengambilan data awal mencari lokasi dimana kincir air akan dipasang. Dalam hal ini, melihat dimana kapasitas air irigasi yang memadai, untuk keperluan penempatan kincir yang akan dipasang terlihat membantu pelaksanaan.
2. Masyarakat setempat dengan senang hati, membantu pelaksanaan dalam pembuatan kincir air yang bersekala pikohidro.
3. Selain daripada itu masyarakat juga, menyediakan tenaga baik tukang batu maupun las secara bergantian selama pembuatan maupun dalam pemasanga kincir air dengan model kanal.

Permasalahan pemasangan pembangkit listrik pikohidro, yang dipasang di lokasi dusun Singosaren Wukirsari, dengan memanfaatkan saluran irigasi persawahan, merupakan solusi yang ditawarkan, tim dosen pelaksana melibatkan warga setempat dan mahasiswa jurusan Teknik elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND Jogjakarta. Tim pelaksana berharap permasalahan tentang pemanfaatan irigasi sebagai pembangkit listrik kapasitas kecil (pikohidro), Energi listrik yang dihasilkan dapat dipakai sebagai, sarana produktif pertukangan, maupun sebagai penerangan jalan umum diwilayahnya. Sehingga tidak merugikan masyarakat dari segi pemakaian energi listrik dari aliran listrik PLN. Seperti diperlihatkan pada Gambar 1. memperlihatkan diskusi bersama masyarakat setempat.



Gambar 1. Diskusi bersama masyarakat sinkronisasi program

b. Tahap persiapan peralatan

Alat dan Bahan

Realisasi pemasangan peralatan pembangkit listrik pikohidro, banyak digunakan beberapa komponen-komponen yang berkaitan antara satu dengan yang lainnya, Hal tersebut pembangkit yang dipasang menggunakan sistem Hibrid, yaitu gabungan dari pikohidro dengan panel surya. Oleh karena diperlukan beberapa peralatan yang harus dipasang untuk mendukung terciptanya sebuah pembangkit berskala pikohidro dengan system hibrid sebagai berikut:

1. Personal komputer, 2. Alat ukur tegangan dan arus (multimeter). 3. Alat ukur putaran (tachometer), 4. Alat ukur kuat sinar matahari (luxmeter), 6. Beberapa kunci pas ring.
2. Bahan-bahan pendukung mekanis dan elektris, yang diperlukan untuk dipasang pada kerangka pembangkit pikohidro adalah sebagai berikut:
 1. Satu keping panel surya kapasitas 50 Wp, mengubah sinar matahari menjadi listrik.
 2. *Solar charge controller* (SCC), mengatur fungsi pengisian baterai.
 3. *Battery* 35 Ah, untuk menyimpan energi listrik
 4. *Inverter* 300 W, berfungsi merubah tegangan DC menjadi AC
 5. Generator DC 12-18 V, 15 A, merubah putaran dari kincir menjadi energi listrik
 6. Kerangka alat sebagai tempat penghubung seluruh komponen
 7. Penyekat berupa kanal berfungsi mengarahkan air supaya masuk ke pintu *jumping water*
 8. Poros atau besi panjang sebagai (as) kincir air, meneruskan tenaga mekanis ke Generator.
 9. *Bearing* sebagai bantalan poros(as), mengurangi gesekan akibat putaran kincir air.
 10. Transmisi berupa pulley ukuran 3:12 inc, Sebagai penghubung putaran mekanis.
 11. Ban penghubung/Strength ukuran 59 mm, mentrasfer tenaga dari kincir air ke generator.
 12. Plat pengarah ukuran tertentu, sebagai kanal air berfungsi mengarahkan debit aliran air.

c. Perancangan Sistem

Spesifikasi Kincir Air

Desain kincir air model kanal yang diperlihatkan pada gambar 2, adalah sebagai sarana untuk mengubah atau mengkonversi dari energi air menjadi energi mekanik, yang keluarannya berupa putaran pada poros kincir. Kincir air model kanal tersebut, dilengkapi dengan papan lonjakan agar supaya air yang masuk ke kincir langsung mengalir jatuh ke dalam bagian sudu- sudu sisi bagian atas kincir, dikarena akibat gaya berat air maka roda kincir berputar.[10]. Plat kincir air model kanal inilah yang di terapkan di aliran irigasi, katrena kincir air model kanal, hal ini paling banyak dibuat dan digunakan sebagai pembangkit pikohidro, dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain. Gambar 2. Menunjukkan desain kincir air model kanal.



Gambar 2. Desain kincir air model kanal Overshot.

Ukuran dari desain kincir model kanal sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2, yaitu sebuah perancangan kincir model kanal yang digunakan pada, pembangkit listrik pikohidro sistem hibrid, kincir ini di pasang di dusun Singosaren wukirsari. Pembangkit pikohidro dengan panel surya, dirangkai pada kerangka sebagai dudukan peralatan atau sebagai tempat komponen-komponen mekanis eletronik, Adapun ukuran dari komponen mekanis panjang kerangka tempat dudukan kincir 68 cm, lebar kerangka kincir 64 cm dan tinggi kerangka 74 cm. Adapun ukuran dari sekat-sekat kanal yang digunakan untuk, mengarahkan aliran air menuju ke pintu kincir dengan ukuran lebar sekat 28 cm, panjang sekat 100 cm serta tinggi sekat 74 cm. Sedangkan spesifikasi ukuran kincir secara mekanis mempunyai diameter

lingkaran kincir 50 cm, lebar sudu- sudu kincir 20 cm dan jumlah sudu ada 8 biji, sudu kincir dipasang dengan kemiringan 25°. Adapun sebagai transmisi dari kincir ke generator listrik dengan menggunakan roda penghubung berupa pulli bertingkat, sebagai konversi gaya mekanik dari kincir air menjadi listrik melalui generator, dengan ukuran pulli 12 inch berbanding 3 inch dengan rasio 1 : 4 secara bertingkat. Gambar 3. memperlihatkan desain alat dari kincir sampai pemasangan komponen pembangkit listrik sistem hibrid dengan model kanal.

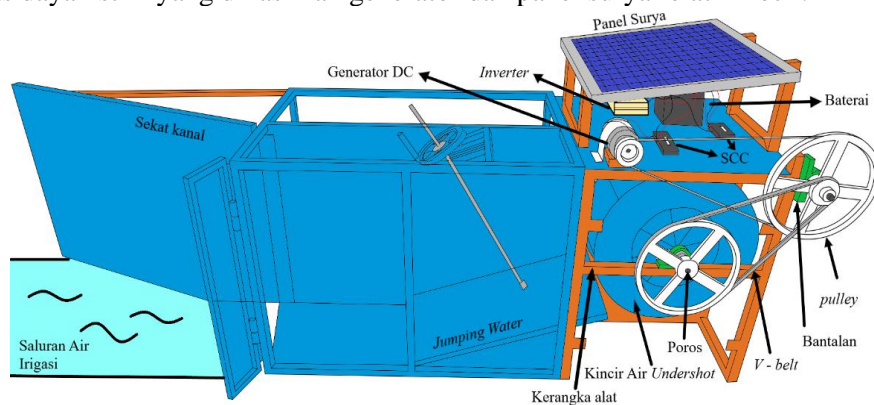
Sedangkan kelebihan dan kerugian desain kincir model kanal yaitu:

Kelebihannya:

- Mempunyai tingkat efisiensi kerja mencapai 85%.
- Model desain kincir tersebut tidak harus dipasang pada aliran air yang deras.
- Desain kincir sangat simple dan sederhana.
- Sangat mudah dalam perawatan.
- Teknologinya sederhana dan dapat dipasang di daerah yang terisolir.

Kerugiannya:

- Model kincir tersebut arah aliran air, dari muka kincir dan biasanya berupa *reservoir* air atau bendungan air, memerlukan investasi yang lebih besar.
- Model kincir tersebut, tidak dapat digunakan pada mesin putaran tinggi.
- Penempatan kincir sistem kanal, memerlukan ruang yang luas untuk penempatan alat.
- Kapasitas daya listrik yang dihasilkan generator dan panel surya relatif kecil.

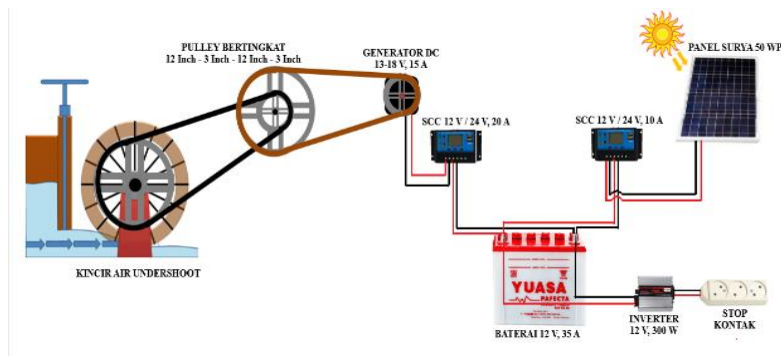


Gambar 3. Desain mekanisme sistem hibrid pikohidro

Beberapa hal yang akan menjadi perhatian perancangan fisik, menjadi bahan analisis dalam pemasangan kincir dengan ketentuan yaitu:

- Kecepatan aliran air (m/s)
- Ketinggian air (m)
- Debit air (m³/s)
- Torsi (Nm)
- Effisiensi kincir air (%)
- Kecepatan putaran kincir dan generator (Rpm)
- Daya yang dihasilkan generator dan panel surya (Watt)
- Tegangan yang dihasilkan generator dan panel surya (Volt)
- Arus yang dihasilkan generator dan panel surya (ampere)

Adapun desain sistem elektronik yang digunakan sebagai pembangkit listrik sistem hibrid, yaitu pembangkit pikohidro dan panel surya, yang terdiri dari sumber pengisian baterai yaitu dari generator DC 13-18 V, 15 A dan sumber pengisian dari panel surya 50 Wp. Sedangkan alat control tegangan (*switching charger control voltage*), yaitu SCC 12 V, 20 A dan SCC 12 V, 10 A untuk panel surya yang dihubungkan secara seri pada baterai. Rangkaian system hibrid gabungan dari kedua sumber tegangan DC, yang diisikan kedalam baterai berkapasitas 35Ah, 12 V. Oleh karena beban yang dipasang adalah tegangan bolak balik, maka diperlukan peralatan tambahan berupa inverter kapasitas 300 W, 12V seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan kelistrikan dari pembangkit sistem hibrid

2. Hasil dan pembahasan

Dalam pelaksanaan pengujian di lapangan, system pembangkit listrik hidro model kanal dan hibrid, menggunakan saluran irigasi persawahan di dusun Singosaren, Wukirsari, dimana air merupakan sumber energi potensial yang mudah didapat di wilayah itu, sebab pada air tersimpan energi potensial berdasarkan gravitasi bumi secara alamiah, dan energi kinetik (pada air mengalir). Sedangkan tenaga air (*Hydropower*) merupakan energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi air yang berasal dari aliran irigasi persawahan, dapat dimanfaatkan atau digunakan sebagai energi mekanis maupun energi listrik. Energi air banyak dimanfaatkan untuk kincir air atau turbin air dari suatu air terjun atau aliran air dari sungai. Diketahui awal abad 18 kincir air banyak digunakan, sebagai penggerak mesin-mesin penggiling biji gandum, pengolahan kayu untuk pertukangan dan mesin-mesin keperluan tekstil. Manfaat dari potensi energi tenaga air yang tersedia, bergantung pada besar kecilnya tinggi terjun dan debit air yang tersedia.

a. Kolam penampung air

Kolam penampung air berfungsi untuk, memperbanyak volume air yang tersedia sebelum dialirkan ke pintu kincir. Perbedaan kincir air *undershot* dengan kincir model kanal yaitu: kincir *undershot* bekerja bila air yang mengalir, menghantam dinding sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir air. Model ini sangat cocok digunakan pada sungai, perairan dangkal daerah yang rata permukaan tanahnya. Model tersebut bisa dikatakan juga dengan "Vitruvian". Karena arah aliran air berlawanan dengan arah putaran sudu pemutar kincir.

Sedangkan keuntungan dari kincir air *undershot* yaitu :

Kelebihannya: a. Desain kincir lebih sederhana, b. Lebih murah dari segi biaya, c. Secara fisik mudah untuk dipindahkan, karena tidak berat.

Kerugiannya:

- a. Menghasilkan efisiensi kerja kincir kecil,
- b. Begitu pula daya keluaran yang dihasilkan relatif masih kecil.

b. Pelaksanaan

Tujuan dari pengabdian yang dilakukan salah satunya, adalah pembelajaran teknologi kelistrikan untuk masyarakat. Sedangkan pelaksanaannya disesuaikan dengan permasalahan yang ada, antara lain pemanfaatan irigasi sebagai sumber energi air yang dikonversi menjadi putaran mekanis dan dirubah menjadi energi listrik melalui generator DC:

1. Ketersediaan air di lokasi cukup berlimpah, dimana pembangkit hibrid dipasang maka dapat dikatakan, ketersediaan energi listrik secara gratis, hal tersebut dapat digunakan sebagai sarana penerangan jalan antar dusun yang belum mendapatkan aliran listrik PLN.
2. Energi listrik yang dibangkitkan melalui pembangkit listrik system hybrid model kanal, dimanfaatkan masyarakat sebagai sarana produktif melalui peralatan tepat guna, hal ini dapat membantu perekonomian masyarakat setempat. Sehingga semakin menjamin keamanan dan kenyamanan dalam hidup bermasyarakat.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian pada masyarakat tersebut, dilaksanakan dalam waktu tidak kurang dari 3 bulan, dengan capaian target adalah aplikasi pengenalan pembangkit listrik skala

pikohidro model kanal di tempatkan pada saluran irigasi kapasitas 300 watt. Pelaksanakan tambahan yaitu kegiatan pelatihan pengelolaan peralatan pada pembangkit listrik pikohidro model kanal dan car perawatannya.

Sewaktu dilaksanakan diskusi dan koordinasi dengan masyarakat setempat di dusun Singosaren, Wukirsari sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1. Diskusi berlangsung dengan santai, dalam membicarakan prosedur pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat. Jika dilihat dari antusias masyarakat setempat, tingkat kepedulian sangat tinggi saat mendiskusikan permasalahan lebih lanjut. Adapun tujuan dari diskusi lanjut, supaya bisa saling menjaga hasil karya yang telah dibuat bersama masyarakat di dusun Singosaren. D i p e r l i h a t k a n p a d a Gambar 4. Lokasi dimana pembangkit hybrid dipasang.



Gambar 5. Lokasi PLTPH di letakkan dan kolam tandon air.

c. Langkah Tahap Pengujian

Pengujian alat dilakukan jika semua sistem sudah terhubung dan selesai, pengujian ini memiliki tujuan diantaranya

- Memahami referensi atau mencari nilai batas yang harus diberikan pada kincir.
- Memperhatikan kesalahan-kesalahan atau kekurangan yang ada pada sistem dan diharapkan segera di perbaiki.
- Melaksanakan apakah rangkaian yang dibuat dapat menampilkan nilai output sesuai yang diharapkan perancang.



Gambar 6. Pengujian alat pikohidro

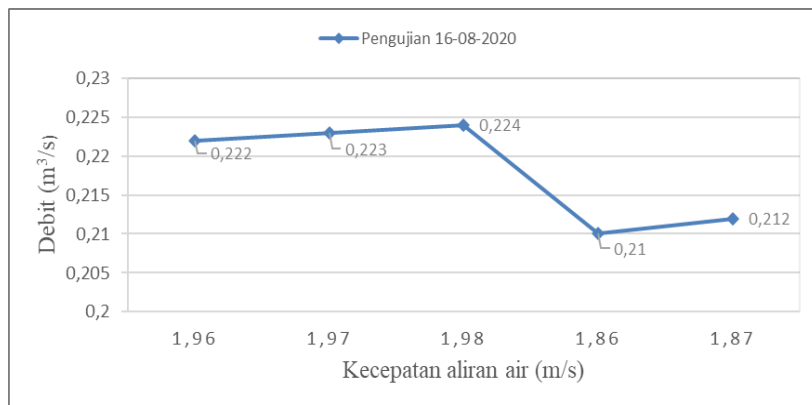
Tahap-tahap pengujian pengambilan data, meliputi :

1. Pastikan alat siap diuji termasuk *boost converter* sudah dipasang dan dipersiapkan.
2. Siapkan alat-alat ukur yang akan digunakan seperti multimeter, tachometer, meteran serta alat tulis untuk mencatat data yang akan diambil.
3. Pastikan semua rangkaian pada alat PLTPH telah tersambung.
4. Tentukan atau setel tinggi yang akan digunakan oleh alat yaitu 27cm.

5. Pasang atau setel dulu alat ini dengan model *single* kincir.
6. Lakukanlah pengujian dan catat data meliputi rpm, V_{in} , V_{out} , arus.
7. Catat semua data di kertas data.

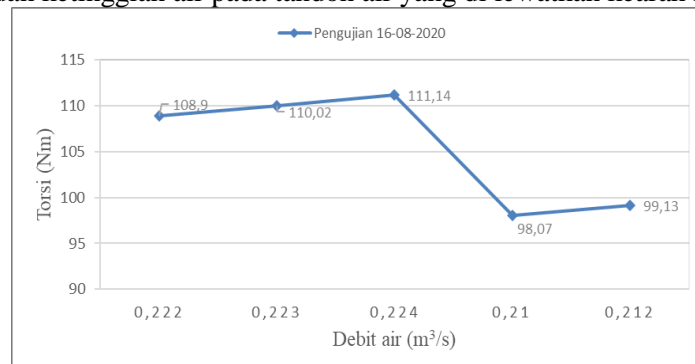
d. Gambar Grafik Hasil Pengujian

Gambar grafik hasil pengambilan data di lapangan diperlihatkan pada gambar 7. Besarnya debit air saat pengujian kincir model kanal tanggal 16 Agustus 2020, dapat dilihat debit terendah dengan nilai debit $0,210 \text{ m}^3/\text{s}$ jam 13.00 WIB dan nilai tertinggi debit dengan nilai debit $0,224 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam 12.00 WIB. Jika dilihat dari hasil pengamatan data gambar grafik, dapat disimpulkan bahwa besarnya debit yang tersedia, sangat dipengaruhi oleh nilai volume air dan kecepatan aliran air saat kolam tandon dibuka.



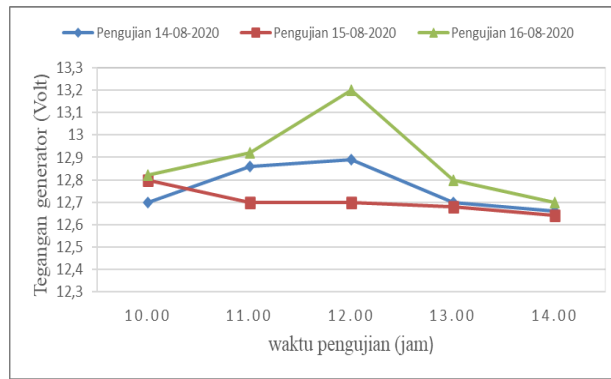
Gambar 7. Grafik debit air tanggal 16/08/2020

Dari hasil grafik pada gambar 8. torsi pada kanal tanggal 16 Agustus 2020, memperlihatkan, bahwa nilai untuk torsi terendah didapatkan nilai torsi sebesar $98,07 \text{ Nm}$ dan nilai terbesar torsi hasil pengukuran didapat nilai torsi sebesar $111,14 \text{ Nm}$. Hasil pengukuran di lapangan dan dibuat tabulasi, kemudian tampilkan secara grafik sehingga dapat disimpulkan bahwa, dengan bertambahnya torsi yang dihasilkan, karena dipengaruhi oleh naiknya jumlah debit air yang tersedia, begitu juga pengaruh dari kecepatan aliran air dan ketinggian air pada tandon air yang di lewatkan ke arah kanal.



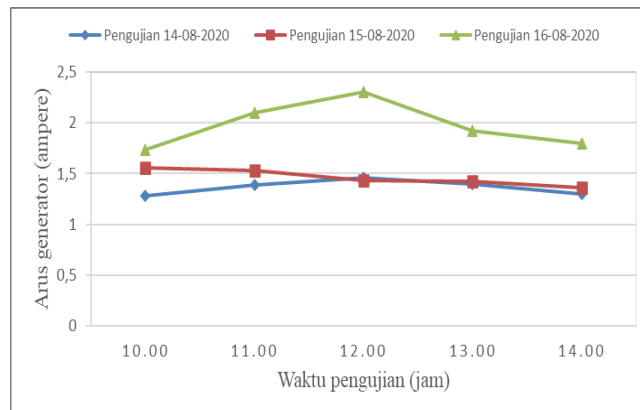
Gambar 8. Grafik torsi kincir air tanggal 16/08/2020

Diperlihatkan pada gambar 9. bahwa grafik tegangan pada generator memperlihatkan, bahwa nilai tegangan pada generator terendah sebesar $12,6 \text{ V}$ dan nilai tegangan generator dengan nilai sebesar $13,2 \text{ V}$. Hasil pengukuran ini berbanding lurus dengan hasil perhitungan efisiensi kincir air karena semakin besar efisiensi kincir maka putaran yang dihasilkan untuk pembangkitan semakin tinggi sehingga jika nilai efisiensi tinggi maka tegangan yang dihasilkan generator juga akan naik.



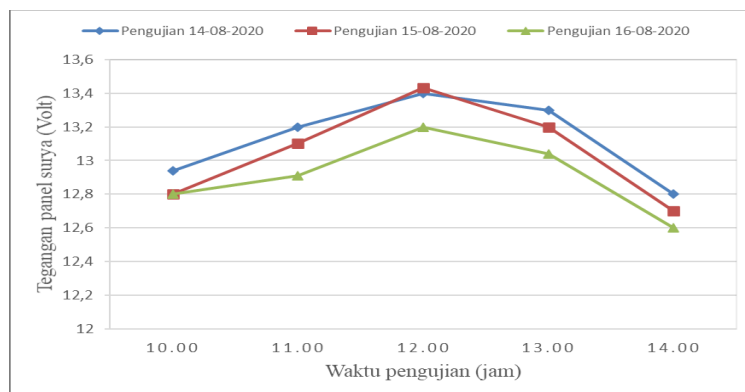
Gambar 9. Grafik tegangan generator

Dari hasil gambar 10 grafik arus generator dapat dilihat, bahwa nilai arus pada generator berdasar hasil pengukuran memperlihatkan nilai terendah sebesar 1,28 A dan nilai tertinggi arus generator dengan nilai 2,3 A. Dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran ternyata, berbanding lurus dengan besaran nilai putaran poros generator, semakin cepat putaran poros generator maka besarnya nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh generator semakin naik.



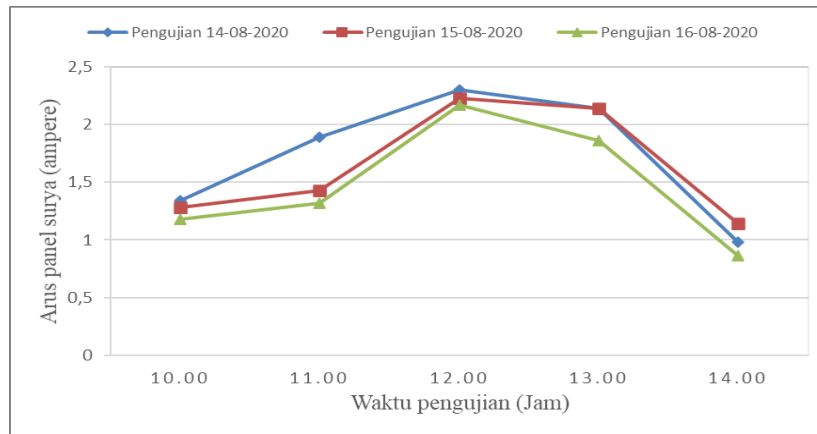
Gambar 10. Grafik arus generator

Dari hasil gambar 11. grafik tegangan panel surya pada jam 10.00 – 14.00 dapat dilihat besarnya nilai voltase pada panel surya pada jam 14.00 memperlihatkan nilai tegangan terendah sebesar 12,6 V dan nilai tegangan panel surya pada jam 12.00 menunjukkan nilai tertinggi sebesar 13,4 V. Dapat disimpulkan bahwa semakin panas matahari maka arus yang dihasilkan oleh panel surya akan semakin besar yang puncaknya pada jam 12.00 karena sinar matahari sedang terik. Ketika sudah melewati jam 12.00 maka secara bertahap arus akan turun karena sinar matahari sudah tidak terlalu efektif lagi menyinari panel surya.



Gambar 11. Memperlihatkan grafik tegangan panel surya

Dari gambar 12. Menunjukkan grafik arus panel surya pada jam 10.00 – 14.00 dapat dilihat nilai arus panel surya terendah pada jam 14.00 dengan nilai 0,86 A dan nilai tertinggi arus panel surya pada jam 12.00 dengan nilai 2,3 A. Dapat disimpulkan bahwa semakin panas matahari maka tegangan yang dihasilkan oleh panel surya akan semakin besar yang puncaknya pada jam 12.00 karena sinar matahari sedang terik. Ketika sudah melewati jam 12.00 maka secara bertahap tegangan akan turun karena sinar matahari sudah tidak terlalu efektif lagi menyinari panel surya.



Gambar 12. Grafik arus panel surya

4. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran dapat disimpulkan bahwa, terkait dengan pengenalan pembangkit listrik skala pikohidro sistem hibrid model kanal ditempatkan pada saluran irigasi kapasitas 300 Watt, dengan sistem *jumping water* pada pembangkit sistem hibrid pikohidro & panel surya, diantaranya yaitu:

1. Bahwa merancang sebuah sistem hibrid dengan cara seri dari sumber generator dan panel surya dapat mempercepat pengisian baterai dan dapat memperoleh daya yang lebih besar hingga 80 W dari pada pemakaian dengan sistem terpisah.
2. Hasil uji kemampuan kincir model kanal, yang dijadikan bahan ekperiment dengan ditambahkan kanal menaikan debit air tertinggi pada nilai sebesar 0,224 m³/s, sedangkan torsi tertinggi dengan nilai sebesar 111,14 Nm dan efisiensi kincir model kanal air tertinggi dengan nilai efisiensi sebesar 23,99 %.
3. Besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan generator diperoleh dari penggunaan kanal dengan nilai tegangan sebesar 13,2 V dan nilai arus sebesar 2,3 A. Sedangkan pada panel surya dengan efisiensi 14,46 % tegangan dan arus tertinggi pada jam 12.00 dengan tegangan 13,43 V dan arus 2,23 A.

Dalam pengujian pembangkit listrik system hybrid dengan kincir model kanal, masih banyak hal yang harus ditindak lanjuti untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada pengujian berikutnya. Dengan demikian dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Untuk pengoptimalan efisiensi kincir maka perlu diperbesar diameter kincirnya.
2. Kanal harus lebih rapat agar tidak terjadi rugi-rugi kebocoran aliran air.

Ucapan terimakasih

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan barokah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah ini. Penulisan ini dapat selesai tidak terlepas dari dukungan, warga desa Wukirsari, Imogiri Bantul dan teman-teman mahasiswa. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa naskah ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Referensi

- [1] Suyanto, M., Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Pembangkit Listrik Terbarukan, Jurnal TEKNIK, Volume 27 Nomor 3, , Jakarta Oktober 2014, hal 135-188.
- [2] Alipan, N; Yuniarti, N;. (2018). Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* Dengan Memanfaatkan Alternator Untuk Membantu Penerangan Jalan Seputaran Kebun Salak. ISSN 2548-8260. Jurnal Edukasi Elektro, Vol. 2, No. 2[
- [3] Hakim, L. (2019). Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil “*Small Hydraulic Power Generation*”. Yogyakarta: Deepublish.
- [4] Putri, D, P; Koenhardono E, S; Kusuma, I, R;. (2010). Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid (Sel Surya dan Diesel Generator) Pada Kapal Tanker. Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 2.
- [5] Sugeng; Rokhman, T; Paridawati, Sofwan, A;. (2019). A Design of Building Prototype of Micro Hidro Hybrid Electricity and Solar Cell as A Learning Media for Electrical Engineering Practicum. IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series 1364.
- [6] Apriyanto, R; Alfi, I;. (2019). Rancang Bangun Pemanfaatan Sinar Matahari dan Menggali Potensi Air Sungai Sebagai Sumber Pembangkit Listrik Untuk Daerah Terpencil. Jurnal Univertas Teknologi Yogyakarta.
- [7] M. Suyanto, 2020, Sistem Penelitian Tegangan Boost Converter Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTH) Picohydro Kapasitas Rendah, E-ISSN 2621-556X, Journal of Electrical Power Control and Automation Vol.3 No.1, Juni 2020.
- [8] Jamlay, K; Sule, L; Hasan, D;. (2016). Analisis Perilaku Aliran Terhadap Kinerja Roda Air Arus Bawah Untuk Pembangkit Listrik Skala Piko hidro. Dinamika Teknik Mesin, Vol.6, No.1
- [9] Syafriyudin; Mujiman; Atmoko, A.D;. (2018). Analisis Sudut jumping water Otomatis pada Kincir Air Pembangkit Listrik Tenaga mikrohidro. Jurusan Teknik Elektro, IST Akprind Yogyakarta.
- [10] Djamal, R; Risandewi, T;. (2017). Uji Terap Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala PicoHydro di Kabupaten Banjarnegara. Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah, Vol. 15.