

PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK DESA CIPEUJEUH, KABUPATEN BANDUNG

Tarsisius Kristyadi¹⁾, Agus Hermanto²⁾, Eka Taufiq³⁾, Noviyanti Nugraha⁴⁾, Teguh Arfianto⁵⁾, Febrian Hadiatna⁶⁾

Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

¹kristyadi@itenas.ac.id, ²agush@itenas.ac.id, ³ekattf@itenas.ac.id,
⁴noviyanti.nugraha.itenas@gmail.com, ⁵teguh.arfianto@gmail.com,
⁶febrian_hadiatna@yahoo.com

Histori artikel

Received:
22 Februari 2023

Accepted:
03 Mei 2023

Published:
26 Mei 2023

Abstrak

Desa Cipeujeuh merupakan salah satu desa di kecamatan Pacet kabupaten Bandung yang membutuhkan listrik untuk penerangan jalan, pengelolaan kolam, dan pengelolaan air bersih. Ada potensi sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik yaitu aliran air irigasi dan potensi sinar matahari. Tujuan kegiatan ini adalah memberdayakan masyarakat desa Cipeujeuh supaya dapat mengelola sumber energi terbarukan untuk keperluan masyarakat desa tersebut. Mitra kegiatan ini adalah pemerintah desa Cipeujeuh kabupaten Bandung Jawa barat. Pengabdian dilakukan dengan memberikan pendampingan dalam instalasi dan pengelolaan pembangkit listrik *hybrid*. Pembangkit listrik ini merupakan hasil penelitian dari dosen Itenas yaitu turbin aksial horizontal dengan *head* yang sangat rendah. Turbin ini dipasang untuk memanfaatkan saluran irigasi buatan yang ada di Desa Cipeujeuh bersama-sama dengan PLTS membentuk pembangkit listrik *hybrid*. Manfaat kegiatan ini adalah listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk penerangan jalan, aerasi kolam, dan untuk menjalankan sistem air bersih. Kontribusi mitra adalah penyediaan lokasi, peralatan dan sarana untuk pembangkit listrik. Mereka berperan aktif dalam pelaksanaan kegiatan ini yaitu dalam pengoperasian dan perawatan serta proses pembangunan pembangkit listrik. Mitra melaksanakan pemasangan, pengoperasian dan perawatan berdasarkan teknologi yang ditawarkan. Hasil kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah perangkat pembangkit listrik *hybrid* yang dapat dimanfaatkan untuk penerangan, kebutuhan air minum, dan aerasi kolam ikan sehingga masyarakat tidak perlu mengeluarkan biaya listrik untuk keperluan tersebut

Kata-kata kunci: Listrik, PLTS, Turbin

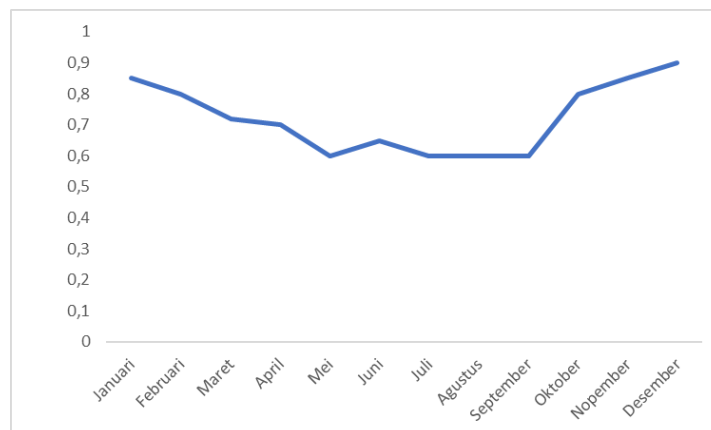
*Penulis Koresponden: Tarsisius Kristyadi (kristyadi@itenas.ac.id)

Abstract. Cipeujeuh Village is one of the villages in Pacet District, Bandung Regency, which requires electricity for street lighting, pond management and clean water management. Relying on PLN electricity for this purpose is very expensive and burdens the economy of the villagers. There are potential sources of energy that can be used to generate electricity, that is the flow of irrigation water and the potential of sunlight. The purpose of this activity is to empower the Cipeujeuh village community to be able to manage renewable energy sources for the needs of the village community. The partner for this activity is the Government of Cipeujeuh Village, Bandung Regency, West Java. The service is carried out by providing assistance in the installation and management of hybrid power plants. This power plant is the result of research from the Itenas lecturer, namely a horizontal axial turbine with a very low head. This turbine was installed to utilize the existing artificial irrigation canals in Cipeujeuh Village together with the PLTS to form a hybrid power plant. The benefit of this activity is that the electricity generated is for street lighting, pond aeration and for running a clean water system. Partner contribution is the provision of location, equipment and facilities for power generation. They play an active role in the implementation of this activity, namely in the operation and maintenance as well as the power plant construction process. Partners carry out installation, operation and maintenance based on the technology offered. The result of this community service activity is a hybrid power plant that can be used for lighting, water treatment and aeration of fish ponds so that people do not need to pay for electricity for this purpose.

Keywords: Electricity, PLTS, Turbin

PENDAHULUAN

Kurangnya ketersediaan listrik di desa menjadi tantangan besar bagi masyarakat desa, terutama dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti penerangan dan pengoperasian perangkat-perangkat elektetronik. Hal tersebut terjadi juga di kampung Butul desa Cipeujeuh kecamatan Pacet Majalaya kabupaten Bandung. Masyarakat memerlukan listrik untuk penerangan jalan, pengoperasian pompa air untuk memenuhi suplai kebutuhan air bersih warga, dan menjalankan peralatan-peralatan listrik lainnya. Untuk keperluan tersebut, maka perlu ada penambahan pasokan listrik yang bisa dimanfaatkan warga desa.



Gambar 1 Pola debit pengaturan aliran irigasi di Desa Cipeujeuh setiap bulan

Desa Cipeujeuh berada di daerah pegunungan dan memiliki sejumlah saluran air dengan debit yang relatif konstan. Berdasarkan data dari dinas pengairan PUPR setempat yang di jelaskan pada Gambar 1 Pola debit pengaturan aliran irigasi di Desa Cipeujeuh setiap bulan. Air ini dimanfaatkan warga untuk berbagai keperluan termasuk untuk pengairan

pertanian. Dinas pengairan setempat telah melakukan upaya pengaturan pengairan ini dengan membuat irigasi dan pintu air di daerah kampung Butul. Gambar 2 memperlihatkan salah satu pintu air yang di maksud.



Gambar 2. Pintu air irigasi di kampung Butul desa Cipeujeuh

Potensi aliran air ini sebenarnya bisa dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan warga akan sumber listrik, yaitu dengan mengkonversi aliran air menjadi tenaga listrik. Secara teknis, aliran air dapat digunakan untuk memutar sudu turbin (Dietzel & Sriyono, 1990). Sudu turbin kemudian memutar poros dan putaran poros, setelah melalui serangkaian transmisi, dimanfaatkan untuk memutar poros generator listrik.

Selain itu berdasarkan data dari *Helioscope* desa Cipeujeuh merupakan daerah yang memiliki radiasi sebesar $4,60 \text{ kWh/m}^2$ /hari serta memiliki potensi energi sebesar $3,75 \text{ kWh/kWp}$ per hari, dengan intensitas yang cukup tinggi desa ini berpotensi untuk dipasangkan *photovoltaic* sebagai energi tambahan yang berbasis energi terbarukan. Dengan adanya potensi energi air dan energi surya tersebut maka desa Cipeujeuh layak untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga *hybrid*. Pembangkit Listrik Tenaga *Hibrid* (PLTH) merupakan integrasi dari beberapa sumber energi yang dapat diperbarui (*renewable energy*) dengan atau yang tidak dapat diperbarui (*unrenewable energy*) yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dalam mensuplai kebutuhan energi listrik.

Penelitian terdahulu yang dikembangkan oleh Ginting (2018) menunjukkan bahwa aliran air irigasi dapat digunakan untuk memutar turbin dengan spesifikasi *head* rendah. Selain itu beberapa penelitian yang dilakukan oleh Rauf (2017), Amelia (2012), Hariyanto (2015) menunjukkan bahwa pembangkit *hybrid* sangat bermanfaat bagi masyarakat khususnya masyarakat desa yang belum terjangkau listrik PLN.

Berdasarkan permasalahan mitra di atas, solusi yang akan di lakukan adalah pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro bagi warga desa Cipeujeuh dengan

menggunakan turbin tipe *low head* dengan kapasitas debit sekitar 400-800 L/detik pada kondisi kedalaman sungai normal dan daya yang dihasilkan oleh generator sekitar 10 kW. Pembangkit ini digabungkan dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Listrik yang dihasilkan pembangkit listrik ini dapat digunakan untuk sumber energi bagi pompa air baku, sehingga tidak memerlukan biaya yang besar untuk biaya listrik PLN, untuk penerangan jalan dan untuk aerasi kolam bahkan energi listrik dapat digunakan untuk sumber daya penggerak alat pengolah hasil pertanian seperti perontok padi.

Jadi secara garis besar isu-isu yang diselesaikan dalam pengabdian kepada masyarakat kali ini adalah: Pertama, identifikasi kebutuhan masyarakat yakni kebutuhan akan energi yang murah untuk pengoperasian sejumlah peralatan listrik yang mendukung kegiatan sosial masyarakat. Kedua, identifikasi dan pemanfaatan sumber daya alam yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan energi listrik pada isu pertama. Dalam hal ini sumber daya alam yang tersedia dan bisa dimanfaatkan adalah adanya debit aliran air dan cahaya matahari yang cukup. Ketiga, restorasi PLTMH dari kegiatan PKM sebelumnya pada tahun 2019 dan pemberian bantuan penambahan fasilitas PLTS. Keempat, pemberian informasi dan pelibatan masyarakat dalam instalasi, pengoperasian dan pemeliharaan sumber energi baru dan terbarukan ini.

METODE PELAKSANAAN

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diputuskan untuk melakukan pengabdian kepada masyarakat di desa ini melalui program pengembangan PLTMH, penanggulangan aliran air PLTMH digabungkan dengan potensi energi surya membentuk pembangkit tenaga *hybrid*. Pemanfaatan tenaga listrik hasil PLT *hybrid* untuk kepentingan warga kampung. Selain itu, karena ada pemanfaatan teknologi yang baru setidaknya untuk warga desa, maka perlu adanya pengenalan mengenai fasilitas ini melalui *forum grup discussion* (FGD).

Untuk kegiatan PKM ini melibatkan 4 dosen dari program studi teknik mesin, 2 orang dosen dari program studi teknik elektro, dan 14 orang mahasiswa. Pekerjaan yang dilakukan adalah merestorasi PLTMH, memasang PLTS, membangun Kirmir, membangun instalasi pemanfaatan PLT *hybrid* (penerangan jalan, instalasi listrik ke rumah pompa air bersih dan instalasi aerasi kolam ikan warga) dan melatih/ edukasi masyarakat untuk dapat mengoperasikan bantuan pembangkit listrik *hybrid* ini. Semua pekerjaan dilaksanakan mulai dari tanggal 21 Desember 2021 sampai 30 Desember 2021. Mahasiswa dibagi menjadi empat tim yaitu tim PLTMH, tim PLTS, tim pembuatan jaringan pemanfaatan PLT *hybrid* dan tim pelatihan warga. Sedangkan untuk kirmir dikerjakan warga dan profesional (tukang) dengan arahan dari dosen.

Pekerjaan restorasi PLTMH dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu: Tahapan-1 membersihkan saluran dan rumah turbin. Tahapan-2 memeriksa, membongkar, dan menginventarisir kerusakan sistem PLTMH. Tahapan-3 memperbaiki komponen yang masih bisa diperbaiki dan mengganti komponen yang rusak. Kerusakan umumnya disebabkan oleh karat. Tahapan-4 Setelah perbaikan, dilakukan uji coba operasi turbin dengan cara mengalirkan air irigasi ke penstock dan turbin seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Putaran turbin dipastikan dapat memutar generator melalui transmisi. Tahapan-5 perbaikan dan instalasi kelistrikan.



Gambar 3. Sudu turbin di Instalasi PLTMH (kiri). Aliran air keluar turbin (kanan)

Pekerjaan pemasangan PLTS dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: Tahapan-1, membongkar atap pintu irigasi. Tahapan-2 memasang panel surya menggantikan atap pintu irigasi (Gambar 5). Tahapan-3 melakukan instalasi pengkabelan dari panel surya ke kontrol box. Pekerjaan pemanfaatan kelistrikan juga dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: Tahapan-1 pemasangan jaringan kabel untuk penerangan jalan, pemasangan tiang dan soket lampu. Tahapan-2 pemasangan pengkabelan yang menghubungkan PLT *hybrid* ke rumah pompa penyedia air bersih warga. Tahapan-3 pemasangan sistem aerasi kolam warga, yaitu pemasangan kabel dan selang saluran udara aerator.

Pekerjaan sosialisasi dan pelatihan kepada warga terkait pemanfaatan PLT *hybrid* ini terdiri dari: Tahapan-1, mengundang warga sekitar untuk menghadiri acara serah terima, sosialisasi dan pelatihan. Tahapan-2 pelaksanaan acara serah terima, sosialisasi dan pelatihan di balai desa dan Tahapan-3 pelatihan di lokasi PLT *hybrid*.

Bagian pengembangan PLTMH bertujuan untuk memperbaiki PLTMH sehingga dapat beroperasi dan hasil energi listriknya dapat dimanfaatkan warga. Keberhasilan beroperasinya PLTMH tidak lepas dari hasil penelitian dari dosen dan mahasiswa. Untuk

dapat menghasilkan PLTMH sesungguhnya, sebelumnya pernah dilakukan penelitian berupa simulasi PLTMH turbin air untuk *head* yang rendah (Mubarok et al., 2017), dan penelitian pembuatan model turbin (Ginting et al., 2018). Hal ini dilakukan agar saat PLTMH sesungguhnya dibangun, dapat beroperasi sesuai harapan. Cara kerja PLTMH pada intinya adalah merubah energi aliran air menjadi putaran poros melalui sudu turbin. Putaran poros turbin harus dapat ditransmisikan ke poros generator pada putaran yang dipersyaratkan generator listrik. Penelitian mengenai transmisi ini juga menjadi pertimbangan saat pembangunan PLTMH (Rudini et al., 2018). Hasil pembangunan PLTMH sesungguhnya masih diteliti kinerjanya melalui pengujian turbin *head* rendah (Imanuddin & Hermanto, 2020). Penelitian-penelitian yang disebutkan di atas menjadi referensi bagi tim restorasi PLTMH.

Paralel dengan proses pengembangan, dilakukan juga usaha untuk mengatasi aliran air keluar turbin agar tidak merusak/ mengikis tanah sekitar. Diputuskan untuk membangun kirmir, yaitu tembok bata di sebagian aliran yang dilalui agar aliran air tidak langsung kontak dan mengikis tanah.



Gambar 4. Pinggiran saluran keluaran air turbin yang berpotensi terkikis air

Pengembangan pembangkit listrik tenaga surya dilakukan dengan memanfaatkan atap penutup pintu irigasi yang berada pada lokasi penempatan turbin. PLTS ini digabungkan dengan PLTMH sehingga membentuk pembangkit listrik tenaga *hybrid*. Hasil perhitungan potensi sinar matahari dan ketersediaan lokasi atap, maka PLTS dibangun dengan daya 1 kWp.

Sementara itu untuk pemanfaatan listrik yang dihasilkan, tim membangun jaringan kabel listrik untuk beberapa keperluan warga. Pertama membangun jaringan kabel lengkap dengan soket dan lampu untuk penerangan jalan warga. Kedua membuat jaringan kabel yang menghubungkan antara sumber listrik PLTMH dengan pompa air warga. Ketiga, pemberian bantuan pompa aerasi untuk keperluan kolam ikan warga.

Tim juga melakukan penyuluhan melalui *forum group discussion* (FGD) dengan masyarakat tujuannya. agar warga terinformasi, teredukasi dan dapat memanfaatkan bantuan yang diberikan. Jadi dengan adanya PkM ini terjadi difusi ipteks dan pelatihan agar masyarakat dapat mengoperasikan dan merawat bantuan teknologi yang diberikan.



Gambar 5 Pemasangan PLTS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

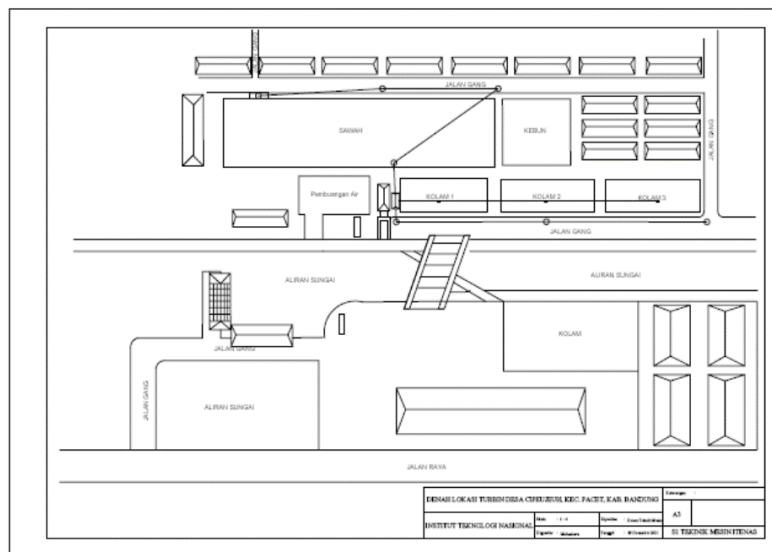
Sebagai pendatang yang berniat memberikan bantuan pada desa Cipeujeuh ini, tim PkM mengunjungi dan memperkenalkan diri ke warga dan aparat desa setempat. Tim juga memohon ijin kepada kepala desa untuk merestorasi PLTMH agar dapat kembali dioperasikan dan sekaligus menggali informasi mengenai permasalahan yang ada. Gambar 6 memperlihatkan pertemuan ini.



Gambar 6. Pertemuan dengan Kepala Desa Cipeujeuh

Pemanfaatan Listrik untuk Lampu Penerangan Jalan

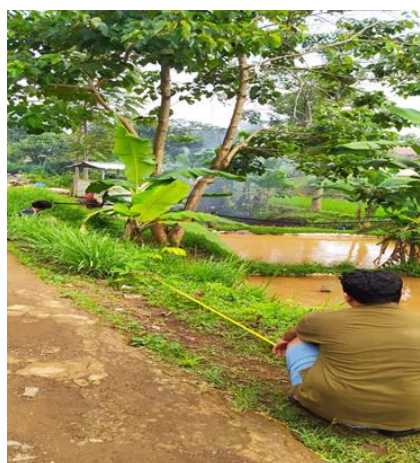
Titik lampu penerangan jalan yang akan dipasang ada 7 titik sebagai tahap permulaan, warga desa dapat melanjutkan penambahan titik penerangan untuk *progress* selanjutnya. Lokasi titik penerangan dicantumkan pada denah Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7 Denah titik penerangan jalan

Aerasi

Aerasi adalah proses pengolahan air dengan cara menggontakkannya dengan udara, pengolahan air dengan Aerasi ini cukup bermanfaat untuk meningkatkan kualitas hasil perikanan. Metoda yang di gunakan yaitu metoda aerator gelembung udara yang udara yang disemprotkan oleh kompresor dan di salurkan melalui selang sepanjang 30 meter. Gambar 8 menunjukkan proses pengukuran jalur aerasi. Daya penggerak kompresor memanfaatkan listrik yang di hasilkan oleh turbin.



Gambar 8. Mengukur jalur aerasi

Penggerak Pompa Air Bersih

Air bersih yang digunakan oleh warga kampung Butul desa Cipeujeuh ditampung di lokasi khusus, Gambar 9, kemudian didistribusikan ke perumahan warga menggunakan pompa listrik. Sumber listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa listrik penyalur air bersih berasal dari PLTMH.



Gambar 9. Salah satu lokasi penampungan air bersih

Serah Terima Sistem PLT *Hybrid*

Pada akhir kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan serah terima sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLT *Hybrid*) kepada desa Cipeujeuh kecamatan Pacet kabupaten Bandung yang secara simbolik diterima oleh kepala desa Cipeujeuh (Gambar 10). Selanjutnya kepala desa Cipeujeuh akan membentuk tim untuk bertanggung jawab dalam operasional dan perawatan sistem PLTMH yang telah diserahkan kepada desa Cipeujeuh.



Gambar 10. Serah terima sistem PLTMH kepada desa Cipeujeuh

Sosialisasi Pelatihan Operasional dan Perawatan Sistem PLTMH dan PLTS

Setelah dilakukan serah terima sistem PLT *hybrid* dari tim PkM Itenas, dilaksanakan kegiatan sosialisasi baik cara kerja atau operasional sistem maupun perawatan dari pembangkit listrik tersebut kepada perwakilan warga masyarakat desa Cipeujeuh (Gambar 11), dimulai dari pemaparan secara teori sampai praktik langsung di lokasi pemasangan instalasi pembangkit listrik tersebut. Pelatihan ini meliputi pelatihan untuk operator pengoperasian PLT *hybrid*, pengoperasian jaringan, pemeliharaan PLT *hybrid*, dan pemeliharaan jaringan (Gambar 12).



Gambar 11. Sosialisasi kepada perwakilan Warga



Gambar 12. Pelatihan operator

Pembahasan

Manfaat

Masyarakat desa mendapatkan sumber listrik alternatif dari PLTMH dan PLTS (hybrid). Beberapa penelitian dan kegiatan sejenis juga telah dilakukan oleh peneliti untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini. Beberapa penelitian tersebut dilakukan antara lain oleh Syahputra (2020), Rauf (2017), Dedisukma (2015), Amelia (2012), Julianto (2016), dan Hariyanto (2015). Dari beberapa hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa

pembangkit tenaga *hybrid* yang terdiri dari pembangkit listrik berbasis energi baru terbarukan sangat efektif untuk membantu daerah masing-masing.

Masyarakat desa kampung Butul desa Cipeujeuh memperoleh penerangan jalan kampung sehingga mempermudah akses transportasi di jalan kampung Butul. Meningkatkan kesejahteraan warga masyarakat kampung Butul dengan memperoleh sumber listrik untuk pendistribusian air bersih bagi warga. Meningkatkan kesejahteraan warga masyarakat dalam peningkatan kualitas produk hasil perikanan hasil dari aerasi kolam perikanan warga. Meningkatkan pemahaman mengenai pengoperasian dan maintenance PLTMH khususnya tim pemeliharaan.

Dengan beroperasinya kembali PLTMH ini membuat kegiatan pengabdian masyarakat di desa Cipeujeuh tidak sia-sia. Keberhasilan pengoperasian PLTMH ini tidak terlepas dari hasil penelitian dosen dan mahasiswa Itenas Bandung yang berkaitan dengan pembangkit listrik turbin air *low head* dan beberapa penelitian yang mendukungnya seperti sudah dijelaskan pada bagian metoda artikel ini dan sudah tercantum di daftar pustaka.

Dampak Ekonomi dan Sosial

Pada proses penerapan PLTMH ini, diharapkan peran serta dari pemerintah desa dan juga peran serta masyarakat, baik dalam tahap diskusi analisis permasalahan, tahapan teknis seperti proses survey, maupun dalam pengembangannya. Dengan demikian hal ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat desa Cipeujeuh tentang pentingnya untuk ikut serta dalam proses pembangunan kesejahteraan di wilayahnya terutama adalah memenuhi kebutuhan masyarakat desa akan sumber listrik dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat dari segi pembagunan sumberdaya yang dilakukan. Pompa listrik mengurangi biaya pengeluaran warga untuk listrik PLN. Biasanya warga mengeluarkan biaya antara Rp 1 juta hingga Rp 2 juta setiap bulan, dengan adanya PLTMH dan PLTS ini pengeluaran untuk biaya listrik PLN menjadi kurang lebih Rp 200 ribu sampai Rp 400 ribu setiap bulan.

Untuk kebutuhan penerangan, pengeluaran setiap warga untuk penerangan kurang lebih Rp 25.000 sampai Rp 30.000 setiap bulan, dengan adanya pembangkit ini menjadi tidak ada biaya pengeluaran untuk penerangan karena supply listrik dari PLTMH yang sudah terpasang.

Secara umum dan secara keseluruhan pemanfaatan pembangkit listrik mikrohidro ini mampu menghemat biaya listrik kurang lebih dengan perincian sebagai berikut:

1. Listrik yang dihasilkan oleh PLTMH dan PLTS adalah 10 kW dan 1 KWp
2. Listrik dengan daya 10 kW bila menggunakan listrik PLN, biaya yang harus dibayar warga selama 1 tahun penuh adalah : = 10 kW x 8760 jam x Rp 1000/ kWh = Rp. 87.600.000

Kontribusi Terhadap Sektor Lain

Kontribusi terhadap sektor transportasi dan keamanan, dengan adanya penerangan jalan kampung mempermudah akses transportasi di jalan kampung Butul dan meningkatkan keamanan karena sarana jalan menjadi lebih terang. Meningkatkan penghasilan warga dari sektor perikanan. Pendistribusian air bersih dapat meningkatkan kesejahteraan dan kesehatan warga kampung Butul. Sumber listrik yang ada dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lain yang dapat meningkatkan kesejahteraan warga kampung Butul.

KESIMPULAN

Berikut adalah hal-hal yang dapat disimpulkan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat terkait pengoperasian/penerapan PLTMH di desa Cipeujeuh, kecamatan Pacet, kabupaten Bandung. Pertama, pembangunan pengoperasian dan penerapan instalasi PLTMH telah berhasil dilakukan. Kapasitas turbin adalah 20 kW namun karena kapasitas generator 10 kW maka listrik yang dapat dimanfaatkan baru 10 kW. Selain itu, PLTH sudah dilindungi kirmir agar aliran air PLTMH tidak menggerus tanah pinggiran aliran air. PLTMH digabungkan dengan PLTS dengan daya 1 kW membentuk pembangkit listrik tenaga *hybrid* yaitu gabungan antara PLTMH dan PLTS.

Kedua, instalasi penerangan di sebagian jalan setapak di Kampung Butul berhasil dilakukan dimana sumber listrik diambil dari listrik PLTMH. Ketiga, selain digunakan untuk penerangan, listrik yang dihasilkan PLTMH ini juga digunakan untuk pengoperasian pompa distribusi air bersih warga setempat dan sebagai sumber listrik untuk pengoperasian pompa aerasi kolam ikan warga. Dengan demikian warga diuntungkan karena tidak perlu membayar listrik PLN dari ketiga fasilitas yang memerlukan tenaga listrik untuk pengoperasiannya tersebut.

Keempat warga bertambah pengetahuannya karena telah mendapatkan penyuluhan bagaimana mengoperasikan sebuah PLTMH.

DAFTAR PUSTAKA

- Dietzel, F., & Sriyono, D. (Penerjemah). (1990). *Turbin pompa dan kompresor*. Erlangga.
- Ginting, O., Hermanto, A., & Hidayat, F. (2018). *Pembuatan Model Sistem Turbin Very Low Head Water Turbine*. Itenas: Bandung.
- Imanuddin, M., & Hermanto, A. (2020). *Pengujian Very Low Head Water Turbine*. Itenas: Bandung.
- Mubarok, D. R., Hermanto, A., & Hidayat, F. (2017). *Simulasi Model Turbin Very Low Head Water Turbine*. Institut Teknologi Nasional.
- Rudini, D., Hermanto, A., & Hidayat, F. (2018). *Perancangan dan Pembuatan Gearbox Turbine Very Low head untuk Pembangkit Listrik pada Saluran*. Itenas: Bandung

- Sugiyanto, D. (2016). Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Kaplan dengan Variasi Debit Air. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 1(1), 31–42. <https://doi.org/10.52447/jktm.v1i1.331>
- Manmadharo, S., S.N.V.S.K. Chaitanya, B. Venkateswara rao, dan G. Srinivasarao. (2019). Design and Optimization of Grid Integrated Solar Energy System Using HOMER Grid Software. *International Journal International of IEEE*. [Online]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8960118>
- Syahputra, R., dan I. Soesanti. (2020). Planning of Hybrid MicroHydro and Solar Photovoltaic Systems for Rural Areas of Central Java, Indonesia. *Hindawi Journal*. [Online]. <https://www.hindawi.com/journals/jece/2020/5972342>
- Rauf, R., Budiman, dan H. Lalan. (2017). Studi Penyediaan Daya Listrik Hibrid (PLTMH, Photofoltaik) di Kabupaten Pesisir Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*. [Online]. fortei.org
- Dedisukma, W. Sunanda, dan R.V. Gusa. (2015). Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Diesel Generator dan Photovoltaic rray Menggunakan Perangkat Lunak HOMER (Studi Kasus di Pulau Semujur Kabupaten Bangka Tengah). *Jurnal Ecotipe*, 2(2). <https://www.researchgate.net/publication/320557360>.
- Amelia, Rosa. (2012). *Analisis Ekonomi dan Perancangan Pembangkit Hybrid Wind Surya di Desa Parangtritis Yogyakarta*. Institut Teknologi Nasional: Bandung.
- Julianto. (2016). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat pada Kampung Puay Distrik Sentani Timur*. Intitut Teknologi Nasional: Bandung.
- Hariyanto. (2015). *Perancangan dan Aplikasi Pembangkit Listrik Hybrida Energi Surya dan Energi Biogas di Kampung Haur Gembong Kabupaten Sumedang*. Institut Teknologi Nasional: Bandung.