

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) MEMANFAATKAN AIR BUANGAN RUMAH TANGGA DI NAGARI SAWAH TANGAH, KECAMATAN PARIANGAN, KABUPATEN TANAH DATAR, SUMATERA BARAT

MICRO HYDRO POWER PLANT (PLTMH) UTILIZING HOUSEHOLD WASTE WATER IN SAWAH TANGAH VILLAGE, PARIANGAN DISTRICT, TANAH DATAR REGENCY, WEST SUMATERA

Marzuki^{1)*}, Ahmad Fauzi Pohan²⁾, Trengginas E. P. Sutantyo³⁾, Asep Neris Bachtiar⁴⁾

¹⁾Jurusan Fisika, Universitas Andalas. email: marzuki@sci.unand.ac.id

²⁾Jurusan Fisika, Universitas Andalas. email: ahmadfauzipohan@sci.unand.ac.id

³⁾Jurusan Fisika, Universitas Andalas. email: trengginasekaputra@sci.unand.ac.id

⁴⁾Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang
email: asepnrisb@stind.ac.id

ABSTRAK

Kondisi berbukit dan lokasi sungai yang jauh dari pusat pemukiman pada Nagari Sawah Tangah membuat masyarakat kesulitan untuk mengakses sumber air sebagai kebutuhan pokok maupun untuk irigasi persawahan. Saat ini, sumber mata air yang berlimpah pada Jorong Tuah Sakato, Nagari Sawah Tangah, sebagian telah dialirkan dari lembah yang dalam menuju rumah-rumah warga dan persawahan dengan menggunakan pompa listrik. Namun, hal ini membuat masyarakat memiliki biaya listrik yang besar untuk memenuhi kebutuhan air mereka. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk membantu biaya listrik masyarakat Nagari Sawah Tangah dengan membangun sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan memanfaatkan air buangan yang tidak terpakai. Kegiatan dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu diawali dengan (1) melakukan peninjauan lokasi dan penyuluhan, (2) penentuan lokasi pemasangan dan rancangan pipa dan turbin crossflow, kemudian selanjutnya (3) pembuatan sistem sipil dan mekanik sistem turbin, dan (4) melakukan pengujian efisiensi sistem turbin, serta (5) pembinaan kepada masyarakat. Perbedaan ketinggian antara posisi bendungan dengan turbin crossflow sebesar 15°. Debit air yang melewati pipa menuju turbin mencapai 60 liter/detik. Keberhasilan sistem turbin ini mampu memperoleh daya sekitar 2600 W. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini mampu membuat biaya listrik yang ditanggung oleh masyarakat menjadi lebih murah.

Kata kunci: *Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), Turbin crossflow, Efisiensi, Jorong tuah sakato, Nagari sawah tangah*

ABSTRACT

The hilly conditions and the location of the river which is far from the center of settlement in Nagari Sawah Tangah make it difficult for the community to access water sources as basic needs and for irrigation of rice fields. Currently, the abundant springs in Jorong Tuah Sakato, Nagari Sawah Tangah, have been partially drained from a deep valley to people's homes and rice fields using electric pumps. However, this leaves the community with large electricity costs to meet their water needs. This community service activity aims to help the electricity costs of the Nagari Sawah Tangah community by building a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) system by utilizing unused waste water. The activity is divided into several stages, starting with (1) conducting site inspections and counseling, (2) determining the installation location and design of pipes and crossflow turbines, then (3) making civil and mechanical turbine systems, and (4) conducting testing turbine system efficiency, and (5) community development. The difference in height between the position of the dam and the crossflow

turbine is 15° . The flow of water that passes through the pipe to the turbine reaches 60 liters/second. The success of this turbine system is able to obtain a power of about 2600 W. Thus, this service activity is able to make the electricity cost paid by the community cheaper.

Keywords: Micro Hydro Power Plant (PLTMH), Crossflow turbine, Efficiency, Jorong tuah sakato, Nagari sawah tengah

PENDAHULUAN

Nagari Sawah Tengah adalah sebuah Nagari yang berada di Kecamatan Pariangan, Kabupaten Tanah Datar, dengan mayoritas mata pencarian masyarakatnya sebagai petani. Secara geografis, Nagari Sawah Tengah berada pada daerah berbukit di lereng gunung Merapi, tepatnya 600 m di atas permukaan laut. Kondisi berbukit ini membuat masyarakat memiliki kesulitan untuk mengakses sumber air sebagai kebutuhan pokok maupun untuk irigasi persawahan. Selain itu, lokasi sungai yang jauh dari pusat pemukiman juga memperparah kesulitan warga. Meskipun demikian, sesungguhnya terdapat sumber mata air yang berlimpah pada Jorong Tuah Sakato, akan tetapi lokasinya berada pada lembah yang dalam. Saat ini Nagari Sawah Tengah telah menggunakan pompa listrik *jet pump* dengan daya 7000 Watt untuk mengalirkan air tersebut sampai ke pemukiman dan area persawahan, akan tetapi cara ini memiliki biaya operasional sangat mahal bagi warga Nagari Sawah Tengah.

Kebutuhan air perhari di Nagari Sawah Tengah sangat banyak, mencapai kisaran $7.5 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau $0.125 \text{ m}^3/\text{menit}$ atau 2 liter/detik. Oleh karenanya dengan menggunakan sistem meteran air, masyarakat tidak sanggup membayar biaya pompa listrik

setiap bulannya. Dari survei yang telah dilakukan maka masalah prioritas yang mendesak untuk diselesaikan yaitu kebutuhan listrik dalam waktu jangka panjang untuk meringankan biaya pompa *jet pump*. Banyak penduduk yang merasa resah karena mahalnya biaya listrik yang harus mereka bayarkan setiap bulannya untuk memenuhi kebutuhan air mereka. Hal ini menyulitkan mereka dalam beraktivitas baik untuk kegiatan rumah tangga maupun ekonomi. Selain untuk kebutuhan pokok, air ini juga akan menggerakkan berbagai bidang ekonomi lainnya. Sehingga berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan solusi berupa pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) [1-3] untuk daerah Nagari Sawah Tengah agar masyarakat di seluruh Jorong dapat menikmati air dengan tarif listrik yang lebih murah.

Tenaga air merupakan salah satu potensi sumber energi terbarukan yang dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kebutuhan energi listrik domestik, terutama di daerah terpencil. Pembangkit tenaga air ini termasuk *clean energy* karena ramah lingkungan. Indonesia sendiri memiliki potensi sumber daya air berlimpah dengan jumlah total sekitar 3.200 miliar m^3 per tahun yang tersebar dalam 7.956 sungai

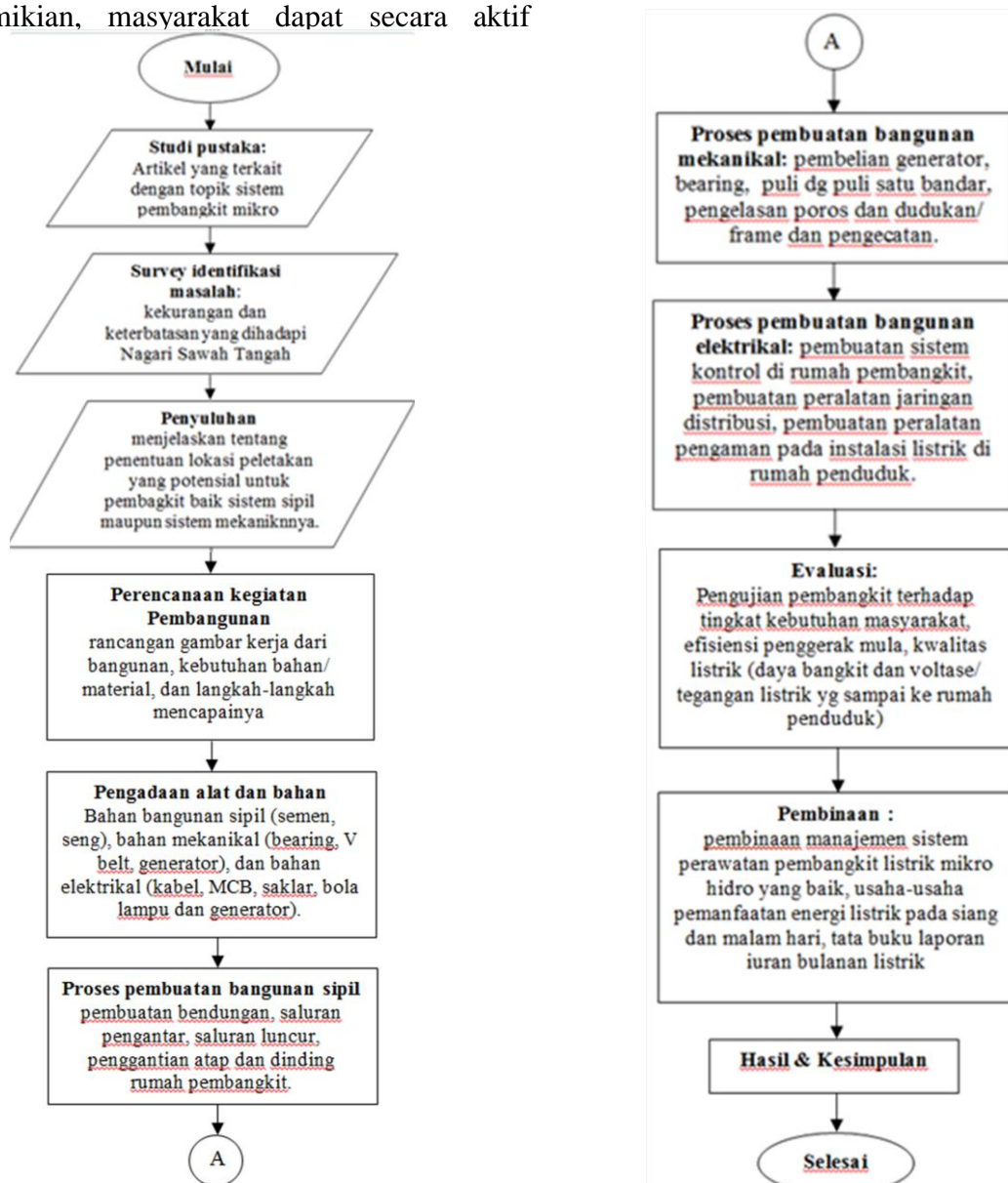
dan 512 danau dimana potensinya mencapai 75.000 MW dan baru dimanfaatkan 7,2% [4].

Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah: (1) terwujudnya bangunan PLTMH yang kokoh sehingga dapat memenuhi kebutuhan listrik *jet pump* dari masyarakat Nagari Sawah Tengah. Dan kemudian (2) dengan melibatkan masyarakat dalam proses pembuatan PLTMH diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan pembelajaran, untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap kebermanfaatan potensi alam. Dengan demikian, masyarakat dapat secara aktif

menjaga kelestarian alam khususnya kondisi sumber daya air yang ada di Nagari mereka.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Metode pelaksanaan kegiatan ini mencakup beberapa tahapan, yaitu: (1) survey dan penyuluhan, kemudian (2) merancang sistem turbin dan bangunan PLTMH, selanjutnya (3) pembuatan bangunan mekanik, sipil dan elektrik, setelah itu (4) pengujian, dan evaluasi, terakhir (5) pembinaan. Secara rinci setiap tahapan tersebut disajikan melalui diagram alir pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Bagan alir tahapan pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat dalam pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Nagari Sawah Tengah

Survey dan Penyuluhan

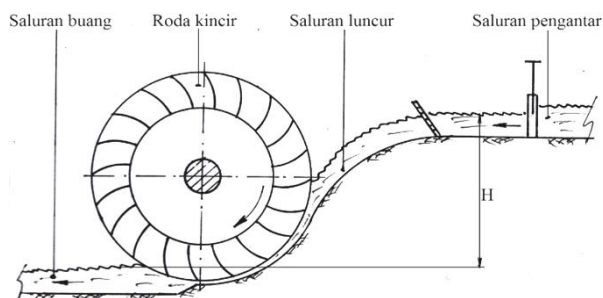
Survey dilakukan untuk melihat kekurangan dan keterbatasan di Nagari Sawah Tengah. Setelah itu, dilakukan penyuluhan untuk menentukan lokasi PLTMH sehingga didapatkan hasil yang optimum.



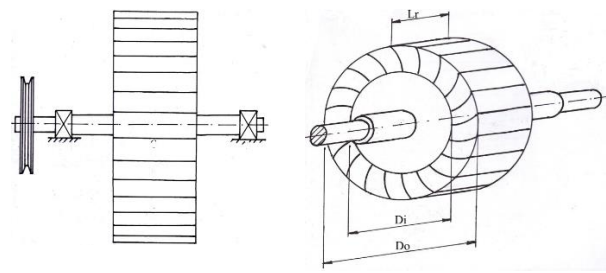
Gambar 2. (a) Survey dan (b) penyuluhan penentuan titik lokasi PLTMH untuk memperoleh hasil yang optimum

Rancangan Sistem Turbin

Tahap perancangan ini merupakan langkah awal sebelum melaksanakan proses pembangunan. Rancangan turbin yang diterapkan pada sistem PLTMH diilustrasikan melalui Gambar 3. Sedangkan rancangan keseluruhan sistem PLTMH pada Nagari Sawah Tengah diperlihatkan pada Gambar 8.



(a)

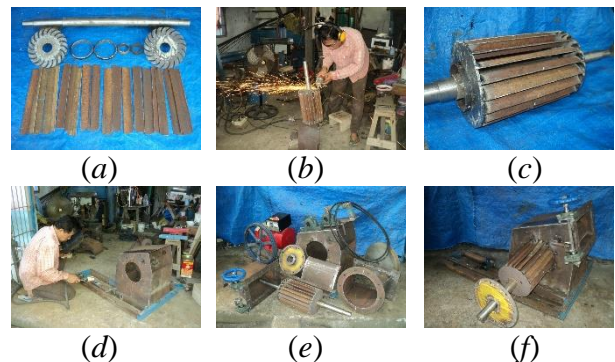


(b)

(c)

Gambar 3. Sistem Turbin pada PLTMH di Nagari Sawah Tengah, (a) tampak penampang sistem kincir, (b) pandangan depan yang memperlihatkan poros, bearing dan puli transmisi dan (c) gambar perspektif yang memperlihatkan diameter dalam dan diameter luar roda kincir 180 cm

Selanjutnya dilakukan perakitan turbin *crossflow* beserta dengan rumah turbin.



(a)

(b)

(c)

(d)

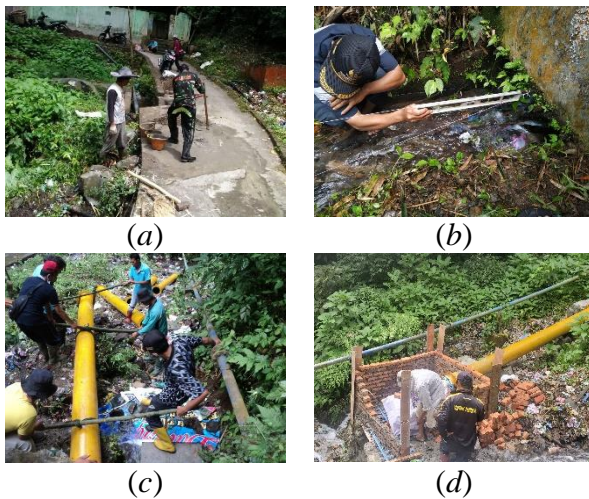
(e)

(f)

Gambar 4. (a) Komponen turbin *crossflow*, (b) proses perakitan (c) turbin *crossflow* (d) rumah turbin, (e) komponen sistem turbin keseluruhan, (f) rangkaian sistem turbin

Pembuatan Bangunan Mekanik, Sipil dan Elektrikal

Sebelum membangun sistem sipil dan mekanik, terlebih dahulu tahap pengadaan bahan. Kemudian selanjutnya adalah tahap pekerjaan lapangan; pembuatan bangunan mekanik, sipil, dan elektrikal yang mencakup pekerjaan pembersihan, pemasangan dan pembangunan beberapa komponen sistem pembangkit, seperti bak penampung, pondasi pipa dan rumah turbin.



Gambar 5. (a) Pembersihan lokasi pembangunan PLTMH (b) pengukuran kemiringan pipa sebagai penghubung antara bak penampung dengan rumah turbin (c) pemasangan pipa, dan (d) pembangunan rumah turbin

Pengujian dan Evaluasi



Gambar 6. (a) Pembersihan lokasi pembangunan PLTMH (b) pengukuran kemiringan pipa sebagai penghubung antara bak penampung dengan rumah turbin (c) pemasangan pipa, dan (d) pembangunan rumah turbin

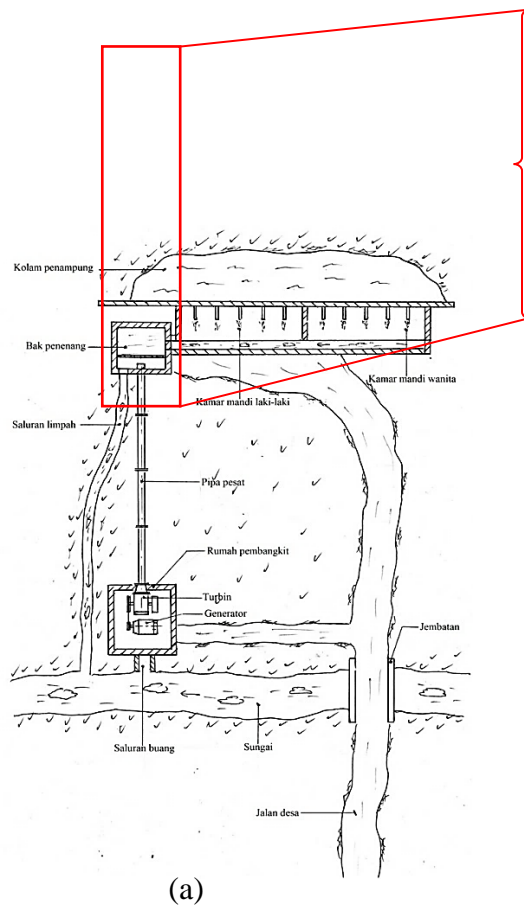
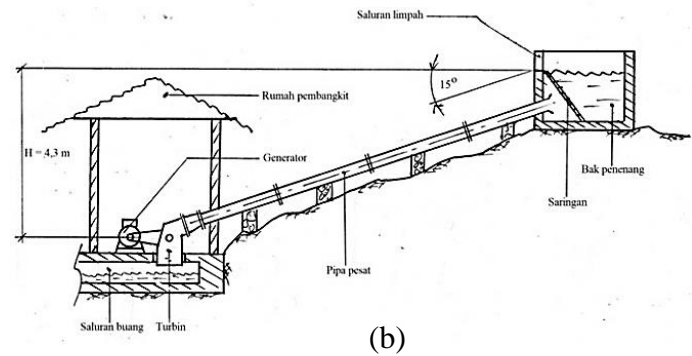
Setelah semua tahap di atas dilaksanakan dengan baik, tahap berikutnya adalah tahap evaluasi dan pengujian. Tahap ini mencakup evaluasi kepuasan masyarakat dalam menikmati aliran listrik, dampak pengadaan listrik terhadap kesejahteraan masyarakat, uji efisiensi pembangkit dan uji kualitas listrik. Dalam prosesnya saat hasil evaluasi/pengujian belum maksimal, maka dilakukan perbaikan hingga sistem pembangkit mikro hidro yang optimal dapat diperoleh.

Pembinaan

Kegiatan pembinaan menjelaskan masalah teknis yang kemungkinan timbul dan manajemen bagaimana pengelolaan PLTMH untuk selanjutnya. Selain itu, kegiatan ini juga dilakukan dalam rangka menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap potensi alam dan mengajak masyarakat secara aktif menjaga kelestarian sumber daya air yang berada di Nagari Sawah Tengah.



Gambar 7. Kegiatan pembinaan



Gambar 8. Rancangan sistem PLTMH dengan memanfaatkan air buangan yang tidak terpakai, dilihat (a) tampak atas, dan (b) tampak samping. Sistem memiliki beda ketinggian sebesar 4,3 m dengan kemiringan 15° .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang berada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya akan menggerakkan generator

dan menghasilkan listrik. Turbin, generator dan sistem kontrol masing – masing diletakkan dalam sebuah rumah yang terpisah. Pondasi turbin – generator juga harus dipisahkan dari pondasi rumahnya. Tujuannya adalah untuk menghindari masalah akibat getaran. Rumah turbin harus dirancang sedemikian agar memudahkan perawatan dan pemeriksaan.



Gambar 9. Sistem turbin PLTMH diletakkan di dalam rumah turbin

Potensi daya input P_{in} mikrohidro dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{in} = \rho ghQ\eta_s \quad (3)$$

dengan Q adalah debit dan η_s merupakan efisiensi sistem. Menurut Haimerl daya guna kincir air dari jenis yang paling unggul sekalipun hanya mencapai 70% sedang efisiensi turbin *crossflow* mencapai 82% [5]. Tingginya efisiensi ini akibat pemanfaatan energi air pada turbin *crossflow* dilakukan dua kali, yang pertama energi tumbukan air terhadap sudu-sudu turbin pada saat air masuk, dan yang kedua adalah daya dorong air pada sudu-sudu turbin saat air akan meninggalkan *runner* [6]. Hal ini memberikan keuntungan dalam hal efektivitasnya yang tinggi dan kesederhanaan pada sistem pengeluaran air dari *runner*.

Turbin *crossflow* adalah jenis turbin yang paling sederhana dibandingkan dengan turbin lainnya karena pembuatannya dapat dilakukan dengan konstruksi yang ringan dan biaya yang rendah [7]. Dari kesederhanaannya itulah maka turbin *crossflow* dapat dikelompokkan sebagai teknologi tepat guna yang pengembangannya pada masyarakat pedesaan memiliki prospek

cerah karena pengaruh keunggulannya sesuai dengan kemampuan dan harapan masyarakat. Spesifikasi sistem PLTMH di Nagari Sawah Tengah disajikan melalui tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Spesifikasi Sistem Turbin pada PLTMH

Parameter Sistem Turbin	Spesifikasi
Head	: 4,3 m
Debit air	: 60 L/s
Panjang pipa pesat (penstock)	: 15 m
Diameter pipa pesat	: 12 inchi
Jenis turbin	: turbin cross flow
Diameter <i>runner</i>	: 20 cm
Panjang <i>runner</i>	: 30 cm
Jenis transmisi	: belt- puli dengan rasio 3,8
Putaran turbin	: 400 rpm
Putaran generator	: 1500 rpm
Daya bangkit turbin	: 2600 W
Daya generator terpasang	: 3000 W

Sebagai sumber energi baru terbarukan, sistem PLTMH dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi masyarakat dalam hal pemenuhan energi listrik tanpa harus menanggung biaya yang tinggi untuk sistem transmisi atau perlindungan lingkungan secara umum, karena penerapan sistem tersebut dipadukan dengan pemanfaatannya [8]. Setelah bangunan PLTMH beroperasi dengan baik, tim pelaksana program kemitraan melakukan evaluasi dan kontrol yang terstruktur dan terjadwal agar bangunan pembangkit dapat terus beroperasi secara optimal. Diharapkan masyarakat dapat menikmati air yang lebih optimal sehingga akan mengubah struktur kehidupan

masyarakat Nagari Sawah Tangah. Selanjutnya untuk jangka panjang tim pelaksana program kemitraan akan menjadikan Nagari Sawah Tangah sebagai desa binaan dalam pelaksanaan program penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.



Gambar 10. Aliran air menggunakan *jet pump* dengan memanfaatkan listrik PLTMH

Bangunan PLTMH ini akan dijadikan proyek percontohan bagi Nagari lainnya untuk membangun pembangkit sendiri di daerahnya masing-masing. Jika penyebaran sistem PLTMH ini telah banyak di masyarakat, diharapkan kegiatan ekonomi di desa khususnya di pedesaan yang terisolir, dapat lebih berkembang yang pada akhirnya dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya.

KESIMPULAN

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang telah dibangun di Nagari Sawah Tangah, Kecamatan Pariangan, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat mampu berfungsi secara optimal dengan kapasitas daya mencapai 2600 W. Dengan demikian, pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat ini mampu meringankan biaya listrik masyarakat Nagari

Sawah Tangah untuk mendapatkan air sebagai kebutuhan mereka.

SARAN

Program ini mendapatkan respon positif baik dari Wali Nagari pada khususnya dan masyarakat pada umumnya. Kegiatan ini juga dapat direalisasikan dengan berbagai faktor baik yang mendukung maupun yang menghambat, tentunya dengan solusi yang telah didiskusikan oleh tim dan juga masyarakat. Selanjutnya, diharapkan masyarakat Nagari Sawah Tangah mampu memiliki kesadaran terhadap potensi alam dan dapat menjadi contoh masyarakat Nagari lainnya untuk secara aktif memanfaatkan dan menjaga kelestarian sumber daya air.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat ini mendapatkan dukungan dari banyak pihak diantaranya Wali Nagari Sawah Tangah dan juga partisipasi aktif dari masyarakat.

Kegiatan ini dibiayai oleh DRPM Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristek/BRIN sesuai dengan Kontrak Nomor: 041 /SP2H/PPM/DRPM/2021

REFERENSI

- [1] Dwiyanto V., Dyah Indriana K dan Subuh Tugiono. 2016. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLMTH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *JRSDD*. Vol 4 (3): 407-422.
- [2] Gunawan A., Arisco O., dan Wahyuni K. 2013. Pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Jurnal Rekayasa Elektrika*. Vol. 10 (4): 202-206.
- [3] Sukamta S. dan Adhi K. 2013. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga

- Mikro Hidro (PLTMH) Jalur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol 5 (2): 58-63.
- [4] Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional. *Laporan Kajian Penelaahan Neraca Energi Nasional Tahun 2020*. <https://den.go.id/index.php/publikasi/download/118>. Diakses tanggal 15 Nopember 2021.
- [5] Haimerl, L. A. 1960. *The Cross Flow Turbine*. Jerman Barat.
- [6] Larasakti, A. A., Himran, S., dan Arifin, A. S. 2012. Pembuatan dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Banki Daya 200 Watt. *Jurnal Mekanikal*. Vol. 3 (1): 245-253.
- [7] Dietzel, F. 1993. *Turbin Pompa dan Kompresor*. Erlangga. Jakarta
- [8] Pranti, A. S., Iqubal A. M. S., dan Saifullah, A. Z. A. 2014. Conceptual Design of Solar-micro Hydro Power Plant to Increase Conversion Efficiency for Supporting Remote Tribal Community of Bangladesh. *American Journal of Engineering Research (AJER)*. Vol 3 (11): 167-197