JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI
KEILMUAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI INDUSTRI
E-ISSN : 2615-2827 P-ISSN : 1412-5455
Volume 26, Nomor 1 Tahun 2026
https://ejurnalsttind.id/index.php/SainsdanTeknologi

Proses Fabrikasi Komponen Bangunan Mekanikal Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Piko-Hidro (PLTPH) untuk Listrik Desa dengan Penggerak Mula Pompa Sentrifugal Sebagai Turbin

Asep Neris Bachtiar[1)*], Boby Rachman[2)], Riko Ervil[3)], Ahmad Fauzi Pohan[4)], Irwan Yusti[5)]

[1,2,3,5] Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, Padang, Indonesia.
[4] Universitas Andalas, Padang, Indonesia.

asepnerisb@sttind.ac.id, bobyrachman71@gmail.com, rikopdg01@gmail.com, ahmadfauzipohan@unand.ac.id
irwanyusti@gmail.com

ABSTRAK

Pengaplikasian pompa sentrifugal pada sistem pembangkit listrik tenaga piko-hidro (PLTPH) dilaksanakan di sebuah kampung terisolir, Kampung Mamping di Solok Selatan, Sumatera Barat yang diharapkan dapat bermanfaat nyata bagi masyarakat. Di samping itu, PLTPH diproyeksikan menjadi proyek percontohan bagi desa-desa di sekitarnya. Guna mencapai harapan tersebut, dan memperhatikan hasil analisis kelayakan aspek finansial dan aspek teknis yang menyimpulkan layak, maka langkah berikutnya adalah pembangunan pembangkit tenaga piko-hidro yang mencakup pekerjaan bangunan sipil, mekanikal, dan elektrikal. Penelitian ini akan fokus untuk pengadaan komponen bangunan mekanikal dari sistem pembangkit tenaga piko-hidro melalui kegiatan fabrikasi di Laboratorium Proses Produksi. Hasil penelitian telah behasil mewujudkan komponen bangunan mekanikal sistem pembangkit diantaramya saringan, pipa pesat diameter 12" (d_i = 318,5 mm) dengan panjang 10,9 m, *elbow, frame* atau dudukan pompa sebagai turbin. Komponen mekanikal lainnya adalah transmisi belt-puli satu tingkat dengan diameter puli turbin d_1 = 15", diameter puli generator d_2 = 3" dengan tiga bandar berfungsi untuk memindahkan daya/ putaran dari turbin ke generator, katup gerbang 8" untuk mengatur debit air masuk turbin, generator sinkron 5 kW satu fase untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik, pompa sentrifugal sebagai turbin diameter *inlet* 8" untuk mengubah energi potensial fluida menjadi energi mekanis. Sementara, bahan yang digunakan adalah baja siku 65×65×6mm×6m untuk membuat pintu pengatur dan saringan, baja kanal CNP 75×45×2,3mm×6m untuk membuat *frame*/ dudukan turbin dan generator, dan pipa baja d = 12", t = 5 mm untuk membuat pipa pesat (*penstock*). Semua komponen bangunan mekanikal tersebut selanjutnya dibawa ke lokasi pembangkit untuk dirakit dan dipasang.

Kata kunci: Fabrikasi, Mekanikal, Piko-Hidro, Pompa Sentrifugal, Pembangkit Listrik.

ABSTRACT

The application of centrifugal pumps in a pico-hydro power generation system was carried out in an isolated village, Kampung Mamping in South Solok, West Sumatra, which is expected to provide real benefits to the community. In addition, the pico-hydro power plant is projected to be a pilot project for surrounding villages. To achieve these expectations, and taking into account the results of the financial and technical feasibility analysis that concluded it was feasible, the next step is the construction of a pico-hydro power plant that includes civil, mechanical, and electrical building works. This research will focus on the procurement of mechanical building components of the pico-hydro power generation system through fabrication activities in the Production Process Laboratory. The research results have succeeded in realizing the mechanical building components of the generating system including a filter, a 12" diameter penstock (d_i = 318.5 mm) with a length of 10.9 m, elbow, frame or pump holder as a turbine. Other mechanical components are single-stage belt-pulley transmission with a turbine pulley diameter d1 = 15", generator pulley diameter d2 = 3" with three ports functioning to transfer power/rotation from the turbine to the generator, an 8" gate valve to regulate the water discharge entering the turbine, a 5 kW single-phase synchronous generator to convert mechanical energy into electrical energy, a centrifugal pump as an 8" inlet diameter turbine to convert fluid potential energy into mechanical energy. Meanwhile, the materials used are 65×65×6mm×6m angle steel to make the control door and filter, 75×45×2.3mm×6m CNP channel steel to make the frame/turbine and generator holder, and steel pipe d = 10", t = 4 mm to make the penstock. All mechanical building components are then taken to the power plant location to be assembled and installed.

Keywords: *Fabrication, mechanical, pico-hydro, centrifugal pump, power plant.*

Copyright (c) 2026 Asep Neris Bachtiar, Boby Rachman, Riko Ervil, Ahmad Fauzi Pohan, Irwan Yusti
DOI: https://doi.org/10.36275/a9pw8x61

PENDAHULUAN

Salah satu kendala yang menghambat pengembangan pembangkit tenaga air skala kecil, khususnya pembangkit listrik tenaga piko-hidro (PLTPH) adalah pengadaan komponen penggerak mula (turbin) yang tidak mudah. Masyarakat untuk mendapatkannya harus memesan dahulu sehingga harga per unit turbin menjadi mahal karena ada biaya survey dan perencanaan yang harus ditanggung masyarakat, akibatnya investasi piko-hidro saat ini cukup mahal (Wang *et al.*, 2023). Penelitian ini melakukan kajian mesin fluida solutif yang dapat difungsikan sebagai turbin air, yaitu pompa sentrifugal. Pada aplikasi sebagai turbin air, prinsip kerja pompa dibalik, yaitu air dari ketinggian tertentu mengalir melalui sebuah pipa pesat (*penstock*) dan masuk ke sisi buang (*outlet*) pompa hingga air dapat menggerakkan *impeller* pompa. Putaran *impeller* ini akan diteruskan oleh sistem transmisi untuk menggerakkan generator listrik. Beberapa kelebihan aplikasi pompa sebagai turbin adalah, sebagai produk massal pompa mudah diperoleh di pasaran dengan berbagai variasi *head* dan debit, tersedia dalam berbagai merk, tipe, dan ukuran, mudah dalam instalasinya, harga relatif murah, dan suku cadang mudah diperoleh. Aplikasi pompa dapat dikoneksi secara langsung dengan generator (*direct drive*) atau menggunakan transmisi mekanik belt-puli (*indirect drive)* apabila putaran pompa sebagai turbin tidak sesuai dengan putaran generator (Bachtiar, A.N., 2026).

Selanjutnya, penggunaan pompa menjadi turbin menjadi salah satu solusi yang ditawarkan oleh banyak peneliti agar masyarakat lebih mudah mendapatkan penggerak mula dari sistem pembangkit, seperti penelitian yang dilakukan oleh Novara *et al.* (2018), Carravetta *et al*. (2018), Barbarelli *et al*. (2017), Bachtiar *et al.* (2023), Plua *et al.* (2022), Viral *et al.* (2019), Barbarelli *et al.* (2019), Hasan *et al.* (2022), Marre *et al.* (2022). William *et al.* (2018), dan Hongyu *et al.* (2021). Novara *et al.* (2018) menggagas pompa sebagai turbin air (*pump as turbine* = PAT) mengingat teknologi PAT cocok untuk pembangkit listrik skala kecil. Kecepatan spesifik (n_s) PAT umumnya lebih kecil dari 60 dan untuk menghasilkan efisiensi PAT yang bersaing direkomendasikan nilai n_s berkisar antara 60 – 150.

Peneliti telah melakukan studi literatur, survey, dan pengamatan di lapangan dan berhasil mengidentifikasi sedikitnya terdapat 45 unit pembangkit listrik tenaga mini, mikro dan piko-hidro di Sumatera Barat seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Semua pembangkit tersebut menggunakan penggerak mula turbin-turbin konvensional seperti turbin *francis,* turbin *pelton,* turbin *propeller,* turbin *cross-flow,* dan kincir air. Belum ada satupun pembangkit mini, mikro, dan piko-hidro di Sumatera Barat yang menggunakan penggerak mula yang berasal dari pompa. Dengan demikian, pembangkit piko-hidro yang dibangun di Solok Selatan ini adalah satu-satunya pembangkit piko-hidro di Sumatera Barat yang menggunakan penggerak mula pompa sentrifugal. Dalam mewujudkannya perlu identifikasi komponen-komponen yang dibutuhkan serta perlu dirumuskan dan dirancang bagaimana instalasi pembangkit yang praktis, mudah, dan murah sehingga dapat dilakukan pembangunannya oleh masyarakat desa.

Penelitian eksperimen ini akan fokus untuk mewujudkan komponen bangunan mekanikal sebagai kelengkapan sistem PLTPH melalui proses fabrikasi di Laboratorium Proses Produksi. Komponen mekanikal yang berhasil sukses diwujudkan diharapkan menjadi penyemangat dan dapat menginspirasi pemerhati, peneliti, dan mayarakat desa untuk membangun pembangkit listrik tenaga piko-hidro dengan memanfaatkan potensi air yang ada di sekitarnya.

Tabel 1. Pembangkit Listrik Tenaga Piko, Mikro, dan Mini-Hidro yang Dibangun di Sumatera Barat dengan Penggerak Mula Turbin-Turbin Konvensional (Enoh, R.M., 2010)

No	Nama Pembangkit, Lokasi/ Tahun Pembangunan	Daya Bangkit (kW)	Penggerak Mula Turbin	Pengelola
1	PLTMiH Kuranji, Padang/ 1910	2 x 300	*Francis*	PT. SP
2	PLTMiH Batu Busuk, Padang / 1910	2 x 300	*Francis*	PT. SP
3	PLTMiH Muara Labuh, Solok Selatan/ 1940	400	*Francis*	PLN
4	PLTMiH Koto Anau, Solok/ 1975	150	*Francis*	PLN
5	PLTMH Sungai Puar, Agam/ 1976	70	*Pelton*	PLN
6	PLTPH Koto Lawas, Solok/ 1980	10	*Cross-flow*	Masyarakat
7	PLTPH Bukit Sileh, Solok/ 1981	10	*Cross-flow*	Masyarakat
8	PLTMH Batu Bajanjang, Solok/ 1982	40	*Cross-flow*	Masyarakat
9	PLTMH Salayo Tanang, Solok / 1983	50	*Cross- flow*	Masyarakat
10	PLTPH Batu Banyak, Solok/ 1985	10	*Cross- flow*	Masyarakat
11	PLTPH Indudur, Solok / 1985	10	*Cross-flow*	Masyarakat
12	PLTPH Baruh Gunung, 50 Kota/ 1986	5	*Cross-flow*	Masyarakat
13	PLTPH Siguntur Tua, Pesisir Selatan/ 1987	10	*Cross-flow*	Masyarakat
14	PLTPH Tamtaman, Agam/ 1988	10	*Cross- flow*	Masyarakat
15	PLTPH Gumarang, Agam/ 1988	10	*Cross- flow*	Masyarakat
16	PLTPH Koto Alam, Agam/ 1988	10	*Cross- flow*	Masyarakat
17	PLTMH Palembayan, Agam/ 1989	20	*Propeller*	Masyarakat
18	PLTPH Talang Kuning, Pasaman/ 1990	5	*Propeller*	Masyarakat
19	PLTPH Simpang Lolo, Pasaman/ 1991	5	*Propeller*	Masyarakat
20	PLTPH Pasir Lawas, Pesisir selatan/ 1991	10	*Cross-flow*	Masyarakat
21	PLTPH Bululaga, Pasaman Barat/ 1992	5	*Cross-flow*	Masyarakat
22	PLTMH Talang Kuning,Pasaman Barat/ 1993	15	*Propeller*	Masyarakat
23	PLTPH Situak, Pasaman Barat/ 1994	10	*Cross-flow*	Masyarakat
24	PLTPH Sialang, 50 Kota/ 1994	10	*Cross-flow*	Masyarakat
25	PLTMH Punggasan, Pesisir Selatan/ 1995	30	*Cross-flow*	Masyarakat
26	PLTMH Ngalau Gadang,Pesisir Selatan/1997	30	*Cross-flow*	Masyarakat
27	PLTPH Kayu Kalek/ Solok/ 1997	10	*Cross-flow*	Masyarakat
28	PLTMH Silayang, Pasaman/ 1997	30	*Cross-flow*	Masyarakat
29	PLTMH Air Luo, Solok / 1998	30	*Propeller*	Masyarakat
30	PLTMH Matundak, Pasaman/ 2000	15	*Propeller*	Masyarakat
31	PLTPH Tanjung Durian,Pasaman Barat/ 2000	10	*Propeller*	Masyarakat
32	PLTMH Kampung Baru, Pasaman / 2002	30	*Propeller*	Masyarakat
33	PLTMH Kinali, Pasaman Barat/ 2003	20	*Cross-flow*	Masyarakat
34	PLTMH Tandai, Solok / 2004	100	*Cross-flow*	Masyarakat
35	PLTPH Simp. Empat, Pasaman Barat/ 2004	10	*Propeller*	Masyarakat
36	PLTMH Muara Air, Pesisir Selatan/ 2005	40	*Propeller*	Masyarakat
37	PLTMH Paninjauan, Solok Selatan/ 2005	100	*Cross-flow*	Masyarakat
38	PLTMH Padang Aro, Solok Selatan/ 2006	16	*Cross-flow*	Masyarakat
39	PLTMH Sapan Salak, Solok Selatan/ 2006	50	*Cross-flow*	Masyarakat
40	PLTMH Sungai Nan Tigo, Solok Selat/ 2013	20	*Cross-flow*	Masyarakat
41	PLTPH Ngalau Randah, Solok Selatan/ 2011	3	Kincir air	Masyarakat
42	PLTPH Parit, Solok Selatan/ 2016	5	Kincir air	Masyarakat
43	PLTPH Mamping Ateh, Solok Selatan/ 2016	5	Kincir air	Masyarakat
44	PLTPH Manggis, Solok Selatan/ 2017	5	Kincir air	Masyarakat
45	PLTPH Manggis, Solok Selatan/ 2017	10	*Cross-flow*	Masyarakat

METODE

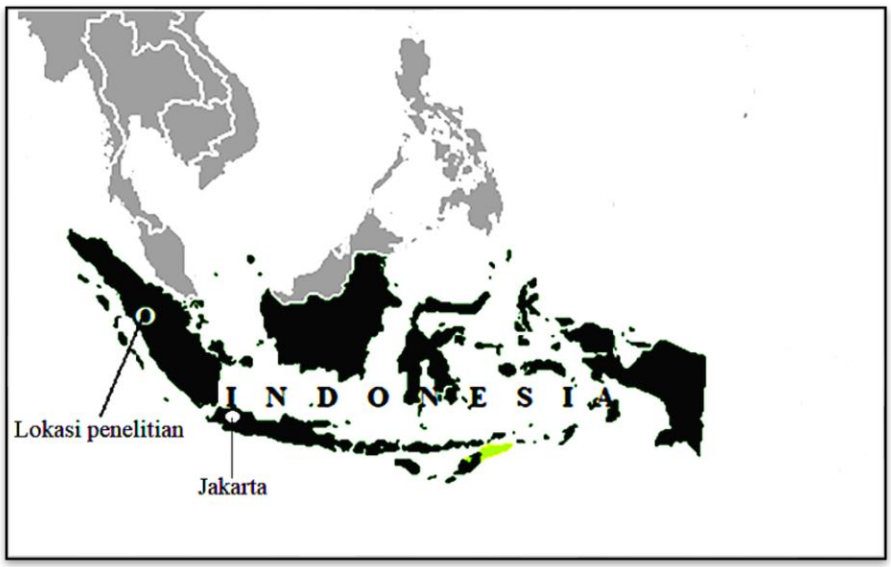
1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan tujuan fokus untuk mewujudkan komponen bangunan mekanikal sistem pembangkit listrik tenaga piko-hidro

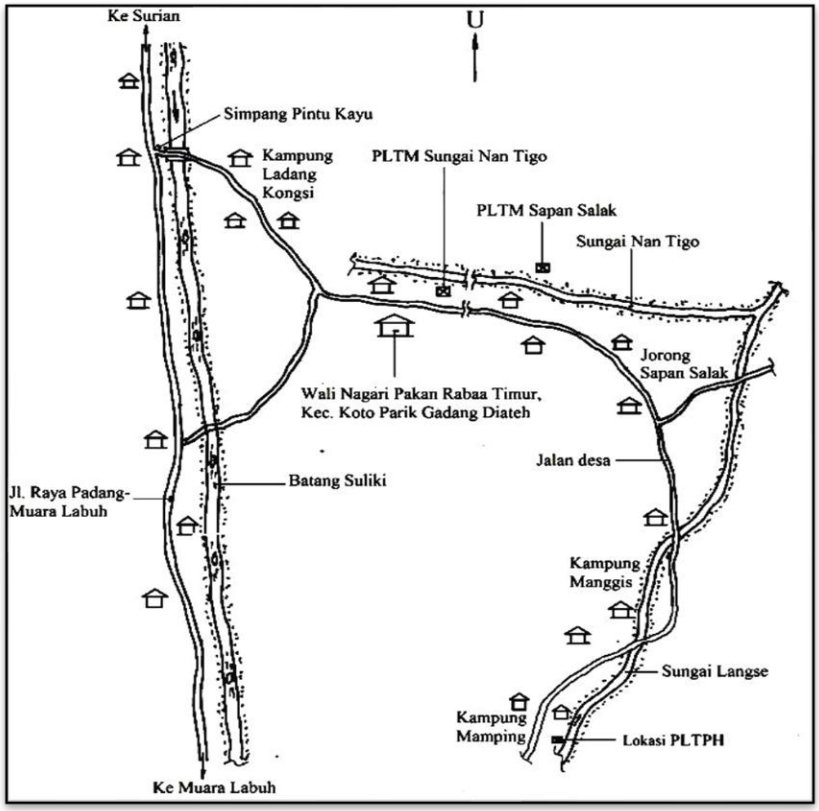
yang akan dibangun di sebuah kampung terisolir di Solok Selatan. Tahapan penelitian diawali dengan perencanaan setiap komponen mekanikal yang akan menghasilkan luaran variabel dimensi dan bahan. Bahan yang dibutuhkan disesuaikan dengan kebutuhan setiap komponen mekanikal dengan kualitas standar, selanjutnya semua bahan dibawa ke Laboratorium Proses Produksi untuk dibentuk dengan melibatkan proses pemotongan, pengerolan, pengeboran, pembubutan, pengelasan, penggerindaan, pengamplasan, dan pengecatan dasar.

2. Lokasi Penelitian

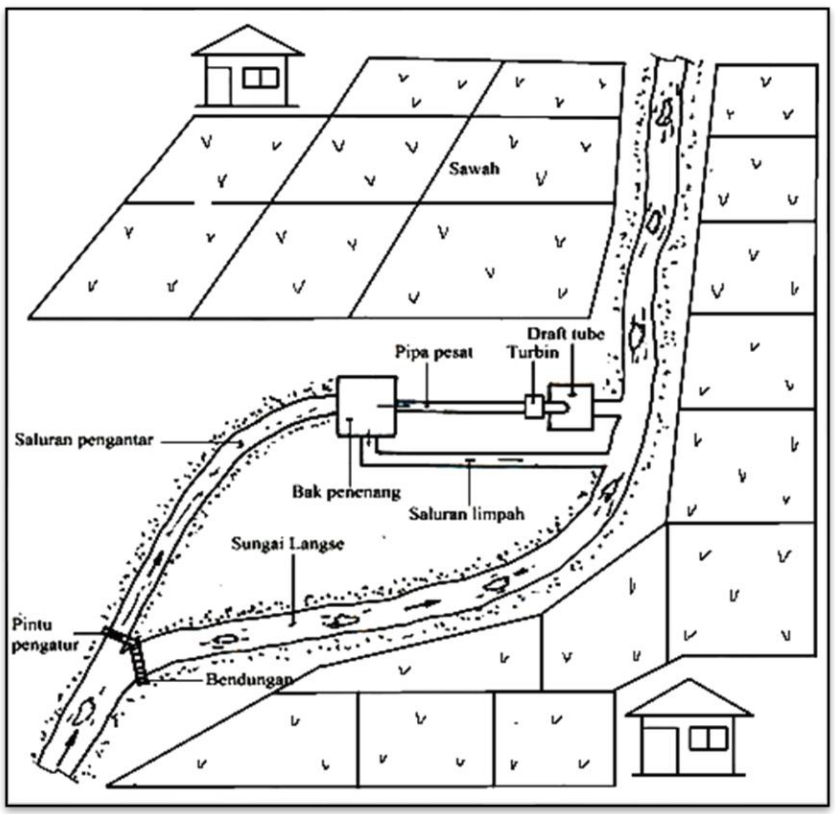
Lokasi penelitian terletak di Kampung Mamping yang berbatasan dengan Kampung Manggis di Kanagarian Pakan Rabaa Timur, Kecamatan Koto Parik Gadang Diateh, Kabupaten Solok Selatan, Propinsi Sumatera Barat, Indonesia pada posisi koordinat $101{,}06^0$ BT dan $1{,}509^0$ LS seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Lokasi penelitian Pembangkit listrik dibangun di tepi Sungai Langse, anak sungai yang mengalir melalui Kampung Mamping yang digunakan masyarakat untuk mengairi sawah, mandi dan mencuci seperti terlihat pada Gambar 2. Aliran air Sungai Langse cukup deras, pada musim kemarau debitnya 150 L/s, kemiringan dasar saluran sekitar 10^0. Airnya yang bersih sangat mendukung untuk digunakan sebagai fluida penggerak turbin air. Lokasi pembangkit listrik piko-hidro akan memanfaatkan lokasi kincir air yang sudah empat tahun rusak dan tidak beroperasi. Bangunan yang sudah ada di sekitar lokasi pembangkit adalah bendungan dan *head race*. Areal di sekitar lokasi pembangkit berupa perbukitan yang sebagian besar merupakan hutan dan pesawahan, selebihnya berupa perkampungan penduduk, *lay-out* di sekitar lokasi pembangkit seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Di Solok Selatan, Propinsi Sumarera Barat



Gambar 2. Posisi Lokasi PLTPH di Kampung Mamping



Gambar 3. *Lay-Out* Di Sekitar Lokasi PLTPH

Lokasi pembangkit memanfaatkan *head race* atau saluran pengantar eksisting yang telah digunakan oleh masyarakat untuk mengalirkan air ke sawah mereka. *Head race* ini akan digunakan sebagai saluran penghantar air dari bendungan ke *forebay* atau bak penenang. Untuk dapat menampung debit air yang lebih besar maka *head race* diperlebar dan diperdalam mengelilingi bukit sepanjang 90 m, di bawahnya mengalir Sungai Langse. Posisi *forebay* dan lintasan *head race* telah dibersihkan masyarakat seperti terlihat pada Gambar 4.

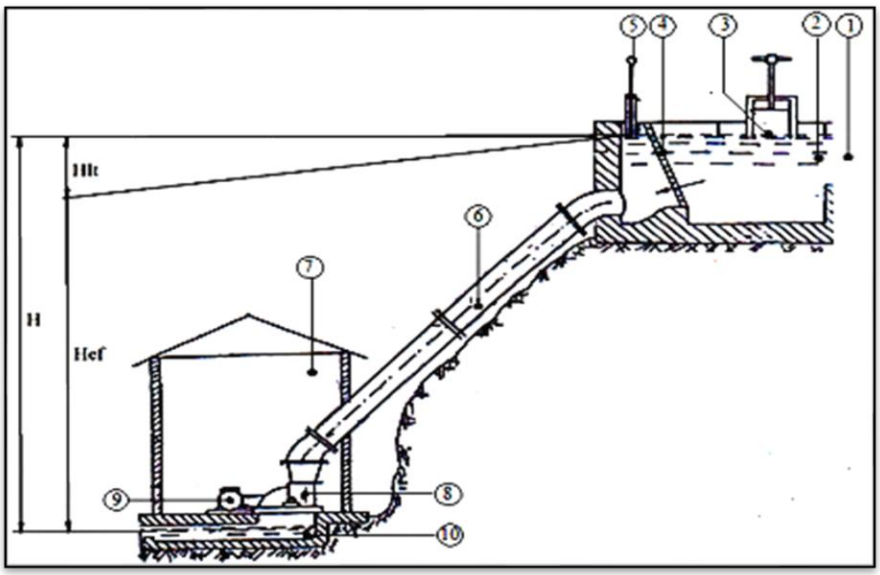


Gambar 4. *Head Race* dan Posisi *Forebay* Sudah Dibersihkan Masyarakat

3. Identifikasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Piko-Hidro

Sistem pembangkit listrik piko-hidro terdiri dari sepuluh komponen utama yaitu saluran pengantar atau *head race* (1), bak penenang atau *forebay* (2), saluran limpah atau *spillway* (3), saringan (4), pintu pengatur (5), pipa pesat (6), rumah pembangkit (7), penggerak mula pompa sentrifugal sebagai turbin (8), generator (9), dan saluran buang (10). Bak penenang dibangun di ujung saluran pengantar yang dilengkapi dengan pintu pengatur, saluran limpah, dan saringan. Komponen pembangkit listrik piko-hidro lainnya yang dibangun adalah rumah pembangkit atau *power house* yang di dalamnya terdapat bangunan mekanikal yang terdiri dari *reduser* sebagai penghubung ujung pipa pesat dengan *elbow*, ujung *elbow* terhubung dengan lubang mulut pompa sentrifugal, ujung poros pompa sentrifugal terhubung ke sistem transmisi belt-puli, dimana puli penggerak pada ujung poros mentransmisikan daya dan putaran ke puli generator melalui belt V tipe B. Selanjutnya air yang keluar dari pompa mengalir masuk ke katup gerbang dan air dibuang keluar melalui *draft-tube* menuju saluran buang atau *tail race* yang terdapat di bawah lantai rumah pembangkit.

Bangunan mekanikal lainnya yang terdapat di dalam rumah pembangkit ialah *frame* atau dudukan pompa dan generator. Posisi *power house* ini sekitar 8,5 m dari posisi bak penenang. Hasil survei menunjukkan bahwa perbedaan elevasi muka air di bak penenang atau *forebay* dengan muka air di *tail race* sekitar H = 7,5 m seperti yang ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 5. Skema Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Piko-Hidro

4. Kebutuhan Daya Listrik

Semua kepala keluarga di Kampung Mamping bekerja sebagai petani dengan penghasilan relatif rendah. Kebutuhan daya listrik setiap keluarga petani di sana diperkirakan sekitar 100 W yang digunakan untuk penerangan dengan lima lampu LED hemat energi masing-masing 20 W. Berdasarkan identifikasi lapangan, terdapat sekitar 20 rumah tangga yang kebutuhan listriknya dapat terpenuhi oleh pembangkit piko-hidro ini. Setelah ditambah untuk penerangan jalan dan rugi daya pada instalasi listrik diperkirakan sekitar 500 W, maka total daya listrik yang dibutuhkan sekitar 3.000 W. Daya 3.000 W tersebut dapat dipenuhi sistem pembangkit listrik tenaga piko-hidro dengan daya terpasang generator sebesar 5,0 kW.

5. Kebaruan Penelitian

Kebaruan dari penelitian ini adalah terbangunnya sebuah bangunan pembangkit listrik tenaga piko-hidro permanen satu-satunya yang dibangun di sebuah kampung terisolir di Sumatera Barat yang menggunakan pompa sentrifugal sebagai penggerak mulanya. Pembangkit tenaga piko-hidro yang dibangun ini dapat memenuhi kebutuhan penerangan masyarakat sehingga kesejahteraan masyarakat desa khususnya petani dapat meningkat. Keberhasilan pembangunan pembangkit ini akan menjadi proyek percontohan bagi desa-desa di sekitarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Jadwal Pelaksanaan Pembangunan PLTPH

Waktu yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTPH sampai listrik masuk ke rumah-rumah penduduk sekitar empat bulan. Pengadaan komponen mekanikal dilaksanakan pada rentang waktu bulan kedua. Kegiatan selengkapnya pada tiga bulan pertama adalah melakukan survey lokasi, pengadaan alat dan bahan, pembuatan komponen bangunan mekanikal di Laboratorium Proses Produksi, pembuatan bangunan sipil di lokasi pembangkit, pengangkutan komponen bangunan mekanikal ke lokasi pembangkit, perakitan komponen bangunan mekanikal di lokasi pembangkit, pemasangan kabel jaringan distribusi, dan pemasangan instalasi listrik di rumah-rumah penduduk. Satu bulan berikutnya dimanfaatkan untuk melakukan pengujian, penyempurnaan, analisis, pembinaan, dan evaluasi. Posisi waktu untuk kegiatan pengadaan komponen bangunan mekanikal tersebut seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jadwal Pelaksanaan Pembangunan PLTPH

No	Kegiatan	Bulan Ke			
		1	2	3	4
1	Pertemuan/ diskusi dengan masyarakat Kampung Mamping tentang rencana dan persiapan pembangunan PLTPH				
2	Survey untuk mementukan lokasi pembangkit di sekitar aliran Sunga Langse				
3	Perencanaan PLTPH (dokumen desain dan gambar besar)				
4	Pengadaan alat dan bahan				
5	Operasionalisasi di Laboratorium Proses Produksi dan di lokasi pembangkit :				
	a. Persiapan/ pembersihan di sekitar lokasi PLTPH				
	b. Pelaksanaan pekerjaan mekanikal : pengadaan pintu dan saringan, pipa pesat, *reduser, elbow, frame/* dudukan pompa sebagai turbin, sistem transmisi belt-puli, katup gerbang, dan *draft tube*				
	c. Pelaksanaan pekerjaan sipil : pembuatan bendungan, pintu pengatur, saluran pengantar, limpah, rumah pembangkit, saluran buang.				
	d. Pemasangan/ perakitan bangunan mekanikal di lokasi pembangkit				
	e. Pemasangan kabel jaringan distribusi, dan pemasangan instalasi listrik di rumah-rumah penduduk				
	f. Pengujian prestasi efisiensi penggerak mula pompa sebagai turbin, efisiensi transmisi, dan efisiensi sistem pembangkit, dan kualitas listrik				
	g. Perbaikan/ penyempurnaan				
	h. Pengujian/ evaluasi akhir				
	i. Analisis hasil pengujian				

2. Alat dan Bahan Pembuatan Komponen Mekanikal PLTPH

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) mencakup pekerjaan bangunan mekanikal, sipil dan elektrikal. Yang termasuk pekerjaan bangunan mekanikal adalah pembuatan/ pengadaan pintu dan saringan air, pipa pesat, reduser, elbow, pembuatan *frame/* dudukan pompa sebagai turbin, sistem transmisi belt-puli, katup gerbang, dan *draft tube*. Yang termasuk pekerjaan bangunan sipil adalah pekerjaan membangun bendungan, kanal, bak penenang, saluran limpah, rumah pembangkit dan saluran buang. Sedang yang termasuk pekerjaan elektrikal adalah pekerjaan pemasangan sistem kontrol/ *switching* di dalam rumah pembangkit, pemasangan jaringan kabel distribusi dari rumah pembangkit ke tengah-tengah perumahan penduduk dan pemasangan instalasi listrik di rumah-rumah penduduk. Pada Sub bab berikut ini akan fokus menguraikan tentang alat dan bahan yang dibutuhkan dan proses pengadaan/ pembuatan komponen bangunan mekanikal PLTPH.

a. Alat yang Dibutuhkan

Alat bengkel dan alat ukur yang dibutuhkan untuk pekerjaan mekanikal seperti membuat saringan, pintu air, pipa pesat, sistem transmisi, dan membuat *frame* adalah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Alat Yang Digunakan Untuk Pekerjaan Mekanikal

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Mesin las listrik	Merakit/penyambung komponen-komponen turbin
2	Mesin bor meja/ tangan	Membuat lubang baut
3	Mesin tap/snai	Membuat ulir dalam dan ulir luar
4	Gerinda meja/ tangan	Meratakan/ menghaluskan permukaan
5	Mesin potong lantai	Memotong baja beton
6	Tabung gas LPG dan oksigen	Memotong baja CNP untuk membuat dudukan/ *frame* turbin dan memotong baja plat untuk membuat *flange* pipa pesat
7	Peralatan kerja bangku : jangka sorong, ragum, kikir, gergaji tangan, palu dan lain-lain	Mendukung fungsi dari peralatan/ mesin pada proses memegang, meratakan, mengikir, membengkokkan dan memipihkan komponen-komponen berukuran relatif kecil
8	Waterpass	Memastikan posisi benda/ bidang dalam keadaan rata (horizontal) atau tegak lurus (vertikal)

b. Bahan yang Dibutuhkan

Bahan yang dibutuhkan untuk pengadaan komponen bangunan mekanikal PLTPH seperti ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Bahan Yang Digunakan Untuk Pengadaan Bangunan Mekanikal PLTPH

No	Nama Bahan	Kegunaan
1	Baja siku 65×65×6mm×6m	Membuat pintu pengatur pada bendungan dan saringan
2	Baja plat t = 3 mm	Membuat daun pintu pengatur
3	Baja plat t = 10 mm	Membuat *flange* penyambung pipa pesat
4	Baja kanal CNP 75×45×2,3mm×6m	Membuat *frame* atau dudukan pompa sebagai turbin dan dudukan generator
5	Baja pipa d=12” (318,5 mm), t = 5 mm	Membuat pipa pesat (*penstock*)
6	Baja beton d=10 mm, 12m	Membuat saringan
7	Elektroda las d = 2,6 mm	Logam pengikat pada proses pengelasan
8	Gas LPG dan oksigen	Membuat busur gas untuk pemotongan baja

c. Proses Pembuatan Komponen Bangunan Mekanikal PLTPH

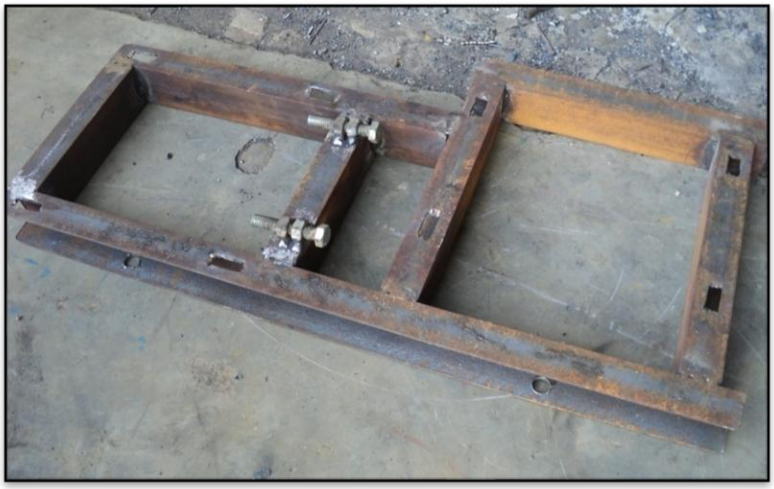
Tahap awal pembuatan komponen mekanik ialah pengadaan bahan bangunan mekanik seperti pipa baja untuk membuat pipa pesat, plat baja untuk membuat *flange* sambungan pipa, baja beton dan baja siku untuk membuat saringan, dan baja profil U untuk membuat dudukan pompa sebagai turbin, dudukan generator, dan membuat pintu air. Pekerjaan berikutnya adalah proses fabrikasi di Laboratorium Proses Produksi untuk membuat dan merakit komponen mekanik seperti contoh kegiatannya ditunjukkan pada Gambar 6-11. Proses pembuatan pipa pesat dimulai pengadaan tiga batang pipa baja diameter 12” panjang 4 m dan plat baja tebal 10 mm. Proses fabrikasi dimulai dengan dengan pembentukan *flange* atau telinga penyambung yang terbuat dari plat baja tebal 10 mm. Pemotongan plat dengan burner busur gas membentuk piringan bulat dengan diameter luar 420 mm. Selanjutnya, piringan dipotong melingkar hingga menghasilkan cincin *flange* dengan diameter dalam 320 mm, langkah berikutnya pembentukan lubang baut di sekeliling cincin *flange* melalui proses pemboran. Cincin *flange* yang telah dibersihkan dengan gerinda tangan selanjutnya disambungkan pada kedua ujung pipa pesat dengan sambungan las elektroda.



Gambar 6. Proses Pembuatan *Flange* Pipa Pesat, Pemotongan Melingkar Piringan *Flange* (a), Hasil Pemotongan *Flange* (b), Pemotongan Lingkaran Dalam (c), dan *Flange* Hasil Akhir Pemotongan Berbentuk Cincin Untuk Siap Dibersihkan-Digerinda (d)



Gambar 7. Pembuatan Lubang Baut Pada *Flange* Dengan Mesin Bor (a), Penyambungan *Flange* Pada Pangkal Pipa Pesat (b) Pada Ujung Pipa Pesat (c), dan Hasil Akhir Kedua Ujung Pipa Pesat Telah Dilengkapi Dengan *Flange* (d)



Gambar 8. *Frame* Atau Dudukan Pompa Sebagai Turbin-Generator Dari Bahan Baja

Frame Atau Dudukan Pompa yang digunakan sebagai Turbin-Generator yang terbuat dari bahan baja cnp 75×45×2,3 mm selesai dirakit dengan sambungan las, sebelah kanan tampak empat lubang baut kaki turbin dan sebelah kiri empat lubang baut kaki generator.



Gambar 9. Proses Merakit *Flange* Pada Salah Satu Ujung Elbow



Gambar 10. Semua Komponen Bangunan Mekanikal PLTPH Selesai Dibuat Untuk Selanjutnya Akan Dilakukan Pengamplasan dan Pengecatan Dasar



Gambar 11. Uji Keserasian Sistem Penggerak Mula, Tampak Posisi *Elbow*-Pompa Sebagai Turbin-Sistem Transmisi Belt-Puli, Dan Generator 5 Kw

Setelah semua komponen bangunan mekanikal dibuat, dicat dasar meni dan dirakit di Laboratorium Proses Produksi, selanjutnya dibawa ke lokasi pembangkit di Solok Selatan menggunakan truk roda 6 seperti kegiatannya ditunjukkan pada Gambar 12-18. Setelah tiba di lokasi pembangkit semua komponen mekanik dicat warna biru seperti hasilnya ditunjukkan Gambar 19, untuk selanjutnya siap untuk dipasang pada sistem pembangkit.



Gambar 12. Pengangkutan Peralatan Mekanik PLTPH Ke Dalam Bak Truk Untuk Dibawa Ke Lokasi Pembangkit Di Solok Selatan Sejauh 150 Km



Gambar 13. Komponen Peralatan Mekanik Pembangkit Piko-Hidro Sudah Dinaikkan Ke Dalam Bak Truk, Tampak Di Antaranya Katup Gerbang, *Elbow, Draft Tube*, Pompa Sentrifugal, Tiga Batang Pipa Pesat, Saringan, dan Generator (Ditutup Terpal Putih)



Gambar 14. Truk Pembawa Peralatan Mekanik PLTPH Tiba Di Pinggiran Kampung Mamping Tempat Lokasi Pembangkit Berada



Gambar 15. Penurunan Komponen Mekanik dari Bak Truk Setelah Truk Sampai di Pinggiran Kampung Mamping, Di Solok Selatan



Gambar 16. Pemuda Kampung Mamping Berpartisifasi Aktif Menurunkan Pipa Pesat Dari Bak Truk Di Tengah Guyuran Hujan



Gambar 17. Pemindahan Pipa Pesat Menyebrangi Sungai Melalui Jembatan Darurat



Gambar 18. Pemindahan Generator Yang Dibungkus Terpal Putih Agar Terhindar Dari Risiko Hujan Saat Di Perjalanan



Gambar 19. Komponen Bangunan Mekanik Yang Dipasang

Komponen bangunan mekanik yang dipasang di dalam rumah pembangkit ada di antaranya dari kiri ke kanan adalah pompa sentrifugal sebagai turbin, *frame*/ dudukan d.turbin/generator*, elbow*, *reduser*, *draft tube,* dan katup gerbang.

d. Pengujian

Penelitian aplikatif telah berhasil membangun pembangkit listrik tenaga piko hidro di Solok Selatan menggunakan penggerak mula pompa sentrifugal 8 inchi dengan memanfaatkan *head* aktual 6,6 m. Pada saat pembangunan fisik dilaksanakan, semua anggota masyarakat dilibatkan sehingga mereka mendapat pengalaman yang sangat berharga untuk bekal mereka dalam mengoperasikan dan memelihara pembangkit piko-hidro dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan, pada bukaan katup 100 % diketahui pompa sentrifugal mampu membangkitkan daya 2290 W pada putaran 530 rpm yang cukup untuk memenuhi kebutuhan penerangan sekitar 25 rumah di Kampung Mamping.

Sistem transmisi daya dari turbin ke generator menggunakan belt-puli satu tingkat, pada tegangan konstan 220 V dan saat tanpa beban diketahui efisiensi transmisi mencapai 98,2 % dan 92,6 % pada saat pembebanan 2000 W. Efisiensi sistem pembangkit mencapai 48,2 % pada putaran konstan 1500 rpm. Di samping masyarakat Kampung Mamping mendapat penerangan listrik yang murah dan mudah, mereka juga dapat mendayagunakan energi listrik dari PLTPH ini untuk menggiling kopi dan menjerat babi yang masuk ke ladang dan sawah mereka. Semua data dan temuan sosial ini menunjukkan bahwa pompa sentrifugal layak difungsikan sebagai turbin khususnya untuk diterapkan pada sistem pembangkit listrik tenaga piko-hidro di kampung tersisolir yang belum memiliki penerangan listrik

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada masyarakat Kampung Mamping, Kanagarian Pakan Rabaa Timur, Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat yang telah membantu dan memfasilitasi selama kami melakukan pengangkutan komponen mekanikal dari lokasi truk berhenti menuju lokasi pembangkit melalui jalan setapak yang terjal naik-turun sejauh 1 km.

DAFTAR PUSTAKA

Bachtiar, A. N.,2026. *"Pompa Sentrifugal Penggerak Mula Alternatif Sistem Pembangkit Tenaga Piko-Hidro"*. HAQI PUB. ISBN 978-634-7608-22-2

Bachtiar, A. N., Pohan, A. F., Ervil, R., Santosa, I. Berd, and U. G. S. Dinata.2021. "Performance of water wheel knock down system (W2KDS) for rice milling drive", International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT). vol. 11, no. 3, pp. 907-916.

Bachtiar, A. N., Pohan, A. F., Ervil, R. and Nofriadiman. 2023. " Effect of Rotation and Constant Head Variation on Performance of three sizes of Pum-as-turbine (PAT), International Journal of Renewable Energy Research (IJRER), vol. 13, no. 1, pp. 171-183, 2023

Barbarelli, S., Amelio, M., Florio, G., dan Scornaienchi, N.M. 2019. "*Prosedur Selecting Pumps Running as Turbines in Micro Hydro Plants"*. *Energy Procedia*. Vol. 126 (2019) : 549–556.

Bekiroglu B. and Yazar M. D. 2019."Analysis of grid connected wind power system", *2019 IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*, Brasov, Romania, pp. 868-873, 3 - 6 Nov.

Carravetta, A., Fecarotta, O., dan Ramos, H.M. 2018. "*A New Low-Cost Installation Scheme of PAT for Pico-Hydro Power to Recover Energy in Residential Areas"*. *Renewable Pompa Sentrifugal Penggerak Mula Alternatif Energy*. Vol. 125 (2018) : 1003–1014.

Enoh, R.M. 2010. "*Perencanaan dan Pembuatan Turbin Cross Flow dengan Kapasitas 38 kW Untuk PLTMH Batu Sanggan, Kabupaten Kampar, Propinsi Riau"*. *Thesis MST-UGM*. Jogjakarta.

Hassan, M., Salman, S. 2022. “Effects of impeller geometry modification on performance of pump as turbine in the urban water distribution network”. Energy Volume 255, 15 September 2022. 124550

Hongyu G., J. Wei, W. Yuchuan, T. Hui, L.Ting, and C. Diyi. 2021.“Numerical simulation and experimental investigation on the influence of the clocking effect on the hydraulic performance of the centrifugal pump as turbine”. Renewable Energi, vol. 168, no. 3, pp.21–30.

Marre, M., Mandin, P., Lanoisellé, J. L. and R. Inguanta. 2022. “Pumps as turbines regulation study through a decision-support algorithm”, Renewable Energy, vol. 194, pp. 561-570, Jul.

Novara, D. dan Aonghus, M. 2018. “*A Model for the Extrapolation of the Characteristic Curves of Pumps as Turbines from a Datum Best Efficiency Point”. Energy Conversion and Management*. Vol. 174 (2018) : 1 – 7.

Plua, F., Hidalgo, V., Cando, E., Perez-Sanchez , and Lopez-Jimenez. 2022. “Pump as turbines (PATs) by Analysis with CFD Models”. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT). vol. 12, no. 3, pp. 1098-1104.

Viral, R. dan Singh, S.N. 2019. “*Development of Labview Based Integrated Data Acquisition System for Pumps as Turbine Generator Unit Performance Evaluation”*. IGHEM-2019. Oct. 21-23. 2019. AHEC. IIT Roorkee. India.

Wang, W., Guo, H., Zhang, C. 2023. “Transient characteristics of PAT in micro pumped hydro energy storage during abnormal shutdown process”, Renewable Energy, vol 209, pp. 401-412,

Williams, A.A. dan Simpson, R. 2018. “Piko Hidro *Reducing Technical Risks for Rural Electrification*”. Original Research Article Renewable Energy. Vol. 34 (2018) : 1986–1991.