

ANALISIS PENGARUH FUNGSI MEKANIK KINCIR SUDU TERBUKA PADA PLTMH 50 kVA DI DESA MONGILO KABUPATEN BONE BOLANGO

Burhan Liputo

Program Studi D III Mesin dan Peralatan Pertanian

Politeknik Gorontalo

Email : burhanliputo@gmail.com

ABSTRAK

Desa Mongiilo terdapat sistem PLTMH berkapasitas 50 kVA yang pernah dimanfaatkan oleh warga setempat untuk keperluan listrik rumah tangga dan penerangan akses jalan desa. Sistem PLTMH ini sudah tidak beroperasi lagi karena sering mengalami gangguan dan kerusakan pada komponen bagian sistem PLTMH. Diantara gangguan yang terjadi adalah sabuk transmisi sering putus, tegangan dan frekuensi yang dihasilkan tidak mencapai standar parameter normal. Salah satu penyebabnya adalah fungsi kerja parameter sistem mekanik penggerak tidak berfungsi dengan baik, sehingga telah berpengaruh pada kinerja sistem PLTMH. Akibatnya adalah sistem pembangkit tidak dapat dioperasikan lagi, sementara kondisi desa belum mendapatkan distribusi tenaga listrik dari pihak PLN setempat. Oleh sebab itu perlu dilakukan evaluasi fungsi kerja parameter sistem mekanik untuk mendapatkan data acuan dalam melakukan redesain sistem mekanik PLTMH sehingga dapat menghasilkan kinerja sistem yang optimal.

Kata Kunci : *Evaluasi, Mekanik, Kincir, Transmisi, PLTMH*

ABSTRACT

There Mongiilo village *has with* a capacity of 50 kVA MHP *with* system ever used by local residents for the purposes of household electrical and lighting the access roads. MHP system *is was* no longer in operation due to frequent disruptions and damage to the component parts of the system MHP. Among the disorders that occur *were-are* often broken transmission belt, voltage and frequency generated did not reach the standard of normal parameters. One reason *is was* the work function of the parameters of the mechanical drive system *does was* not function properly, so that it *has had* an effect on system performance MHP. The result *is was* generating system *can could* not be operated again, while the condition of the village *has had* not gotten distribution of electricity from the local power company. Therefore it *is was* necessary to evaluate the function of the mechanical system parameters to get the data reference in the mechanical system redesign MHP so that it *can could* produce optimal system performance.

Keywords : *Evaluation, Mechanical, Windmills, Transmission, PLTMH*

I. PENDAHULUAN

Peranan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di desa Mongiilo kabupaten Bone Bolango provinsi Gorontalo, telah memberikan beberapa kontribusi kepada warga setempat terutama untuk penerangan rumah tinggal, penerangan jalan desa dan untuk keperluan kebutuhan peralatan listrik rumah tangga. Namun kontribusi ini tidak berlangsung lama karena sistem pembangkit ini sering mengalami gangguan pada

komponen mekanik penggerak dan parameter tegangan dan frekuensi yang dihasilkan tidak mencapai nilai normal hingga tidak dapat dioperasikan lagi.

Dalam pengamatan sistem PLTMH di lokasi telah menunjukkan bahwa beberapa komponen mekanik seperti sabuk transmisi dan poros utama kincir telah mengalami kerusakan yang signifikan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa desain parameter sistem mekanik penggerak yang terpasang tidak efektif dan tidak dapat mengimbangi potensi debit sungai yang sangat potensial. Maka kinerja sistem

ANALISIS PENGARUH FUNGSI MEKANIK KINCIR SUDU TERBUKA PADA
PLTMH 50 kVA DI DESA MONGILO KABUPATEN BONE BOLANGO

PLTMH tidak optimal dan tidak dapat digunakan, sementara desa Mongiilo belum mendapatkan distribusi tenaga listrik dari pihak PLN setempat.

Selain itu efek dari desain sistem mekanik PLTMH yang tidak efektif adalah tegangan dan frekuensi yang dihasilkan hanya mencapai ± 150 Volt dengan frekuensi kerja 30 Hz. Kondisi ini merupakan indikator bahwa fungsi kerja dari beberapa parameter sistem PLTMH mengalami gangguan yang salah satunya adalah fungsi parameter sistem mekanik. Sehingga kinerja sistem PLTMH dalam membangkitkan tenaga listrik tidak dapat optimal.

Dengan demikian bahwa tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kembali fungsi dan karakteristik kerja sistem mekanik PLTMH dengan metode pengujian kinerja komponen mekanik, untuk mendapatkan data acuan dalam melakukan perencanaan redesain konstruksi sistem mekanik PLTMH yang proporsional, efektif dan efisien dalam membangkitkan tenaga listrik yang optimal.

II. METODE PENELITIAN

II.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian mengenai PLTMH akan dilakukan di desa Mongiilo kabupaten Bone Bolango. Desa ini belum mendapatkan distribusi daya listrik dari PLN karena akses jalan menuju desa tersebut harus melewati medan pegunungan dan hutan lindung provinsi Gorontalo meskipun jaraknya relatif dekat yaitu sekitar 60 km dari pusat kecamatan Tapa.

II.2. Survei Lokasi PLTMH

Survei lokasi PLTMH merupakan kegiatan yang telah dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi awal dan dokumentasi tentang kondisi lokasi dan kondisi sistem PLTMH. Informasi dan dokumentasi mengenai kondisi PLTMH akan memberikan gambaran umum tentang parameter yang akan dikaji dan apa saja yang harus dipersiapkan untuk mendukung pelaksanaan penelitian pada sistem PLTMH di desa Mongiilo kabupaten Bone Bolango. Beberapa parameter yang diamati adalah debit sungai, saluran pembawa dan parameter mekanik penggerak

II.3. Tinjauan Sistem Pembangkit PLTMH

Untuk melakukan pengambilan data dan gambar fisis parameter sistem sebagai bahan informasi dan acuan dalam evaluasi, maka harus dilakukan peninjauan langsung ke lokasi sistem PLTMH yang ada di desa Mongiilo kabupaten Bone Bolango. Tujuannya adalah agar setiap kondisi yang menjadi masalah pada sistem PLTMH dapat diteliti secara jelas dan rinci untuk mendapatkan solusi pemecahannya. Tinjauan sistem PLTMH difokuskan

pada parameter utama sistem yaitu sumber energi air, putaran kincir dan transmisi generator sesuai dugaan hasil identifikasi sebelumnya sehingga dalam melakukan kajian secara teknis dapat dilakukan dengan mudah dan terarah.

II.4. Pengujian Mekanik Kincir

Pengujian mekanik kincir adalah meliputi data daya putar yang dihasilkan, dimensi bagian-bagian kincir, torsi dan gaya rotasi yang dibangkitkan. Data putaran kincir yang dihasilkan berdasarkan daya kerja debit sesuai kondisi sungai. Pengukuran dimensi bagian-bagian kincir seperti jari-jari rangka mekanik, dimensi sudu, jumlah sudu dan karakteristik sudu adalah untuk mendapatkan data analisis efektivitas kerja mekanik kincir.

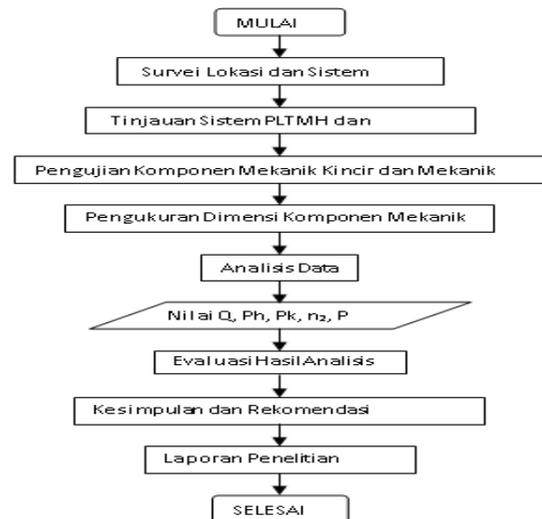
II.5. Pengujian Mekanik Transmisi

Pengujian mekanik transmisi dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan efisiensi transfer daya mekanik pada generator pembangkit. Factor-faktor yang perlu diamati dalam pengujian adalah dimensi komponen mekanik, putaran yang dihasilkan, rugi-rugi daya yang terjadi dan daya efektif yang dapat dicapai. Untuk mengetahui fungsi kerja parameter mekanik transmisi akan didasarkan pada analisis data pengukuran hasil uji yang dilakukan.

Gambar 2.1. Skema alir Penelitian

III HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1. Fungsi Mekanik Kincir Penggerak



Jenis kincir yang terpasang pada sistem PLTMH adalah kincir jenis *under shot* atau kincir dengan tekanan di bawah. Kincir yang digunakan pada sistem PLTMH di desa ini adalah kincir yang memiliki konstruksi rangka fisik terbuka. Diantaranya adalah bagian sisi kiri dan kanan sudu, bagian sisi

dalam sudu dan bagian sisi rangka luar kincir, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Kondisi fisik mekanik kincir

(sumber : Lokasik PLTMH, Mongiilo)

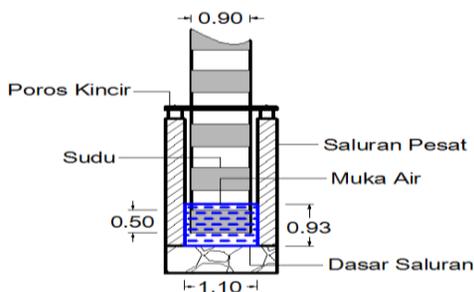
Kerusakan beberapa komponen ini disebabkan karena beberapa hal diantaranya adalah rangka mekanik kincir memiliki beban yang berat, konstruksi poros tidak simetris dan efek dari beban konstruksi mekanik transmisi yang bertingkat. Sehingga fungsi dari beberapa komponen mekanik kincir tidak mampu menahan karakter beban baik yang ditimbulkan oleh mekanik kincir sendiri maupun mekanik transmisi.

Gambar 3.1. Ilustrasi mekanik kincir sudu terbuka

Bagian Mekanik Kincir	Keterangan
Diameter dalam	4,5 m
Diameter luar	5,5 m
Dimensi sudu	(0,9 x 0,5) m
Jumlah sudu	18 buah
Diameter poros	7 cm
Konstruksi rangka	Pelat siku (6 x6) cm

(Sumber: PLTMH di desa Mongiilo)

Gambar 3.2 dapat mengilustrasikan tampak fisik mekanik kincir PLTMH di desa Mongiilo.



Gambar 3.2. Tampak dan dimensi kincir

Fisik dengan sifat terbuka kemungkinan akan mengalami beberapa kendala pada saat beroperasi, diantaranya adalah daya kerja sebagai penggerak tidak optimal dan daya hasil kerja akan mengalami kekurangan. Sehingga efisiensi yang dihasilkan sangat kecil. Berikut dimensi hasil pengukuran bagian-bagian mekanik kincir PLTMH.

Debit yang menggerakkan kincir melalui saluran pesat 2,851 m³/s dengan kecepatan rata-rata aliran 2,788 m/s yang menghasilkan putaran kincir N_K 52,844 rpm. Gambar 4.2 adalah skema konstruksi mekanik kincir dan ukuran dimensi komponen mekanik.

Jika dievaluasi daya aktif yang dihasilkan kincir (P_K) untuk menggerakkan mekanik transmisi dengan dimensi luas sudu adalah 0,45 m², maka nilai debit efektif (Q_{Eff}) yang memberikan daya kinetik pada sudu tersebut dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh sebesar 1,255 m³/s, maka daya kincir P_K dapat dihitung dengan persamaan (12) sebesar 26,565 kW dan η_K 44 %.

Dengan demikian fungsi kerja dari parameter mekanik kincir sangat berpengaruh dan menyebabkan gangguan terhadap kinerja sistem PLTMH sehingga tidak mencapai standar operasi normal. Yang menjadi faktor pemicu kondisi ini adalah :

1. Desain sudu-sudu kincir terbuka,
2. Efektif kerja debit pada sudu hanya mencapai 1,255 m³/s dari yang seharusnya 3,132 m³/s,
3. Daya kincir P_K hanya mencapai 26,565 kW dari yang seharusnya 58,342 kW, dan
4. Efisiensi kerja kincir η_K sebesar 44 %.

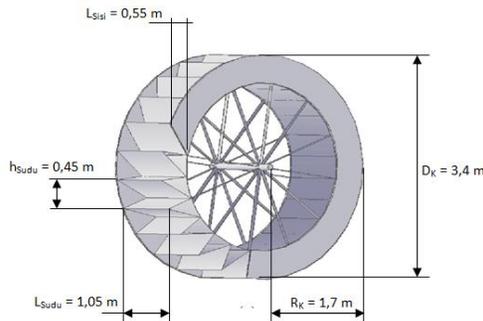
III.2. Model Desain Mekanik Kincir Penggerak

Untuk meningkatkan fungsi kerja mekanik kincir, maka yang menjadi acuan adalah data debit minimum saluran pembawa Q_{Min} 3,132 m³/s, kecepatan putaran kincir per detik N_K 0,88 rps. Berdasarkan data variabel terukur maka hasil analisis fungsi mekanik kincir diberikan dalam Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Data Perbandingan Nilai Parameter

Q _{Min} (m ³ /s)	Q _{Eff} (m ³ /s)	P _K (kW)	η _K	D (m)	r (m)	V _{Sudu} (m ³)	Jlh. Sudu
3,132	2,756	58,342	88 %	3,4	1,7	0,13	24

Dengan demikian maka fungsi kerja parameter mekanik kincir mengalami peningkatan dengan daya yang dihasilkan mencapai 58,342 kW pada efisiensi kerja sebesar 88 %. Gambar 4.3 adalah mofrl desain mekanik kincir dan ukuran dimensi bagian-bagiannya.



Gambar 3.3. Model desain mekanik kincir

Tabel 4.3. Rasio Nilai Parameter

Data Sebelum Desain				Data Setelah Desain			
Q	Q _{Eff}	P _k	η _k	Q _{Min}	Q _{Eff}	P _k	η _k
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(kW)		(m ³ /s)	(m ³ /s)	(kW)	
2,851	1,25	26,5	44	3,13	2,75	58,3	88
	5	65	%	2	6	42	%

Model kincir ini dirancang berdasarkan jumlah debit air yang bekeja pada saluran pembawa yaitu dengan asumsi tanpa ada rugi-rugi debit. Jumlah sudu yang dirancang sebanyak 24 sudu dimana masing-masing sudu memiliki ukuran volume sebesar 0,13 m³, dengan lebar sudu 1,05 m. Ukuran ini berdasarkan nilai debit yang bekerja pada satu putaran penuh yaitu 2,756 m³/s dengan kecepatan putaran 0,88 rps. Dengan demikian maka menghasilkan daya sebesar 58,342 kW dengan efisiensi kerja 88 %.

III.3. Evaluasi Fungsi Mekanik Transmisi

Hasil survei di lokasi menunjukkan bahwa mekanik transmisi bertingkat pada sistem PLTMH seperti ini sangat berpengaruh pada sabuk yang digunakan, karena efek beban fisik mekanik yang dimiliki cukup besar sehingga dapat berpengaruh pada putaran dan daya yang ditransmisikan.

Konstruksi mekanik seperti ini kurang efisien terutama pada saat proses transmisi berlangsung. Akibatnya adalah daya kerja dan daya putar yang ditransmisikan tidak mencapai parameter standar. Berikut adalah gambaran umum model konstruksi dan ukuran dimensi dari mekanik transmisi puli pada sistem PLTMH di desa Mongiilo.

Hasil analisis karakteristik konstruksi sistem mekanik penggerak pada Gambar 4.4, akan memberikan nilai kerja dari parameter yang dibutuhkan pembangkit sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 4.4 berikut :

Puli	N Puli (rpm)	N Transmisi (rpm)	N Generator (rpm)	P _H (kW)	P _G (kW)
1	52.844	1019	1500	26,565	40
2	52,844				
3	52,844				
4	226,474				
5	1019				

Tabel 4. 4 Data Hasil Perhitungan Transmisi Putaran Daya putar yang diberikan untuk menggerakkan mekanik ini adalah sebesar 26,565 kW. Transmisi putaran yang dihasilkan hanya mencapai 1019 rpm dan tidak mencapai standar putaran pembangkit sebesar 1500 rpm. Dengan kondisi nilai variabel seperti dalam Tabel 4.4 maka sistem mekanik transmisi menjadi faktor penyebab gangguan pada kinerja sistem PLTMH. Sebagai pemicu kondisi ini adalah :

1. Sistem ini memiliki konstruksi transmisi sebanyak lima tingkat,
2. Tidak ada peningkatan transmisi pada puli satu sampai puli tiga,
3. Ukuran dimensi puli tidak mencapai perbandingan putaran pada mesin pembangkit, dan
4. Daya hidrolik sebagai daya penggerak tidak mencapai daya standar pembangkit.

Dengan alasan-alasan inilah sistem mekanik transmisi telah mempengaruhi kinerja sistem PLTMH.

Pada hasil penelitian dalam pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran untuk meningkatkan keinerja sistem PLTMH sebagaimana dijelaskan dalam subbab berikut ini.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah :

1. Nilai efisiensi hasil evaluasi bahwa mekanik kincir hanya mencapai 44 % yang menghasilkan daya sistem P_{Out} 20,138 kW.
2. Hasil desain konstruksi saluran pelimpah dapat meningkatkan fungsi parameter debit saluran pembawa sebesar 3,132 m³/s dengan daya hidrolik yang dihasilkan 66,298 kW.
3. Hasil desain konstruksi mekanik kincir dan mekanik transmisi dapat meningkatkan efisiensi parameter mekanik penggerak sebesar 87,7 %.
4. Peningkatan fungsi parameter debit dan parameter mekanik penggerak dapat menghasilkan daya sistem pembangkit P_{Out} sebesar 46,533 kW.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Ade Larasakti, S. H. (2012). Pembuatan dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Banki Daya 200 Watt. *Jurnal Mekanikal*, Vol. 3 No. 1 (Pembuatan dan Pengujian Turbin Banki Daya 200 Watt), 245-253.
- Anonim. (2010). *Kriteria Perencanaan – 03 Saluran*. Bandung: C.V Galang Persada.
- Benjamin, T. B. (1956). *On The Flow In Channels When Rigid Obstacles are Placed in The Steam*. *J. Fluid Mech.* United Kingdom: Cambridge University Press.
- Hagendoorn, J. J. (1989). *Konstruksi Mesin 2*. Jakarta: PT. Rosda Jayaputra.
- Harun, N. (2011). *Perancangan Pembangkitan Tenaga Listrik*. Makasar.
- Kadir, A. (1996). *Pembangkit Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Mesin, D. (1983). *Fisika Jilid 1,2*. Bandung: P.E.D.C. Bandung.
- Parastiwi, A. (2012). Analisis dan Desain Sistem Pakar Untuk Prekdiksi Kelayakan Teknis Pembangkitan Listrik Tenaga Mikrohidro. *Eltek*, 10 No 01 (Prekdiksi Kelayakan Teknis Pembangkitan Listrik Tenaga Mikrohidro), 1-13.
- Patty (1995). *Tenaga Air*. Jakarta: Erlangga.
- Santoso, A. (2011). Konsep Dasar Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Infotekmesin*, Volume 3.
- Siswoyo, H. (2011). *Pengembangan Potensi Sumber Daya Air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Wilayah Pedesaan Jember: Politeknik Negeri Jember*. Jember: Politeknik Negeri Jember.
- Suarda, M. (2009). Kajian Teknis dan Ekonomis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro di Bali. *Teknik Mesin Cakra, M*, Vol. 3 No.2. (Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro), 184 - 193.
- Subramanya, K. (1986). *Flow In Open Channels*. New Delh: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Sutikno, D. (1997). *Turbin Air Banki*. Malang: Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Wibawa, U. (2001). *Sumber Daya Energi Alternatif*. Malang: Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Widia, A. &. (2010). Analisis Pengontrolan Frekuensi Generator PLTMH (Pusat Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan Governor Sederhana. *Elektron*, Vo. 2, No. 1.
- William D.Stevenson, J. (1996). *Analisis Sistem Tenaga Listrik, Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Yunar, A. (2009). Perencanaan Low Head Mikrohidro di Dusun IV Desa Walatana Kec. Dolo Selatan Kabupaten Sigi Selatan. *Media Litbang Sulteng*, Vol. 2 No.2 (Perencanaan Low Head Mikrohidro), 137-145.

*ANALISIS PENGARUH FUNGSI MEKANIK KINCIR SUDU TERBUKA PADA
PLTMH 50 kVA DI DESA MONGILO KABUPATEN BONE BOLANGO*