

Perancangan Moto-GV (*Motorized Guide Vane*) pada Pembangkit Listrik Mikrohidro Jenis Turbin *Crossflow* dan Implementasi di PLTMH Beranda Unit 1 dan 2 PT. PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Timur dan Utara

M. Kamil Ansory^{1,2*}, Ananto Dwi Setyawan², Dewa Gede Adnya Putra², Yanto³, Harjadi Gunawan¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta, Jalan Raya Cisauk-Lapan No. 10, Sampora, Cisauk, Tangerang, Banten 15345

²Direktorat Operasi Pembangkit Gas PT. PLN Indonesia Power Head Office
Jalan Gatot Subroto Kav.18, Jakarta Selatan 12950

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta
Jalan Raya Cisauk-Lapan No. 10, Sampora, Cisauk, Tangerang, Banten 15345

Article Info

Abstract

Article history:

Received
04 November 2024

Accepted
12 November 2024

Keywords:

*Design, implementation,
Moto-GV*

This paper aims to present the results of design and implementation of Moto-GV (Motorized Guide Vane) for a crossflow turbine type microhydro power plant and its application in PLTMH Beranda Unit 1 and Unit 2 PT. PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Timur dan Utara. The design and implementation aims to change the manual system into an automatic system in regulating guide vane openings thereby reducing the risk of damage to turbine equipment, generators and supporting equipment due to fluctuating loads or disturbances in the network system which causes the generator turbine to overspeed. The design results resulted in a Moto-GV manufacturing cost of IDR. 5,343,500.- Meanwhile, the potential savings that can be obtained is IDR. 123,311,500.- Per Units in one year.

Info Artikel

Abstrak

Histori Artikel:

Diterima:
04 November 2024

Disetujui:
12 November 2024

Kata Kunci:

*Moto-GV, Penerapan,
Perancangan,*

Paper ini bertujuan untuk menyajikan hasil rancangan Moto-GV (*Motorized Guide Vane*) pada pembangkit listrik mikrohidro jenis turbin crossflow dan penerapan penggunaannya di PLTMH Beranda unit 1 dan unit 2 PT. PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Timur dan Utara. Perancangan dan implementasi bertujuan untuk mengubah sistem manual menjadi sistem otomatis dalam mengatur bukaan *guide vane* sehingga mengurangi resiko kerusakan peralatan turbin, generator dan alat-alat penunjang akibat beban fluktuatif atau gangguan pada sistem jaringan yang menyebabkan turbin generator *overspeed*. Hasil rancangan menghasilkan biaya pembuatan Moto-GV sebesar Rp. 5.343.500.- Sementara itu, potensi penghematan yang dapat diperoleh sebesar Rp. 123.311.500.- per unit per tahun.

*Corresponding author. M. Kamil Ansory
Email address: kamil.12024002905@student.atmajaya.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang berskala kecil dengan Batasan maksimal adalah 100 kW per unit pembangkitnya (Holland, 1983). Dengan prinsip kerja dari PLTMH yaitu memanfaatkan beda ketinggian air dan jumlah debit air pada pipa saluran/pipa pesat sehingga menghasilkan energi mekanik yang kemudian akan menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik (Haimerl, 1960).

Moto-GV (*Motorized Guide Vane*) merupakan sebuah alat yang dirancang untuk mengatur bukaan guide vane atau mengatur debit air yang masuk ke dalam turbin secara otomatis pada PLTMH jenis turbin *crossflow*. Perancangan dan implementasi bertujuan untuk mengubah sistem manual menjadi sistem otomatis dalam mengatur bukaan *guide vane* sehingga mengurangi resiko kerusakan peralatan turbin, generator dan alat-alat penunjang akibat beban fluktuatif atau gangguan pada sistem jaringan yang menyebabkan turbin generator *overspeed*.

2. METODOLOGI

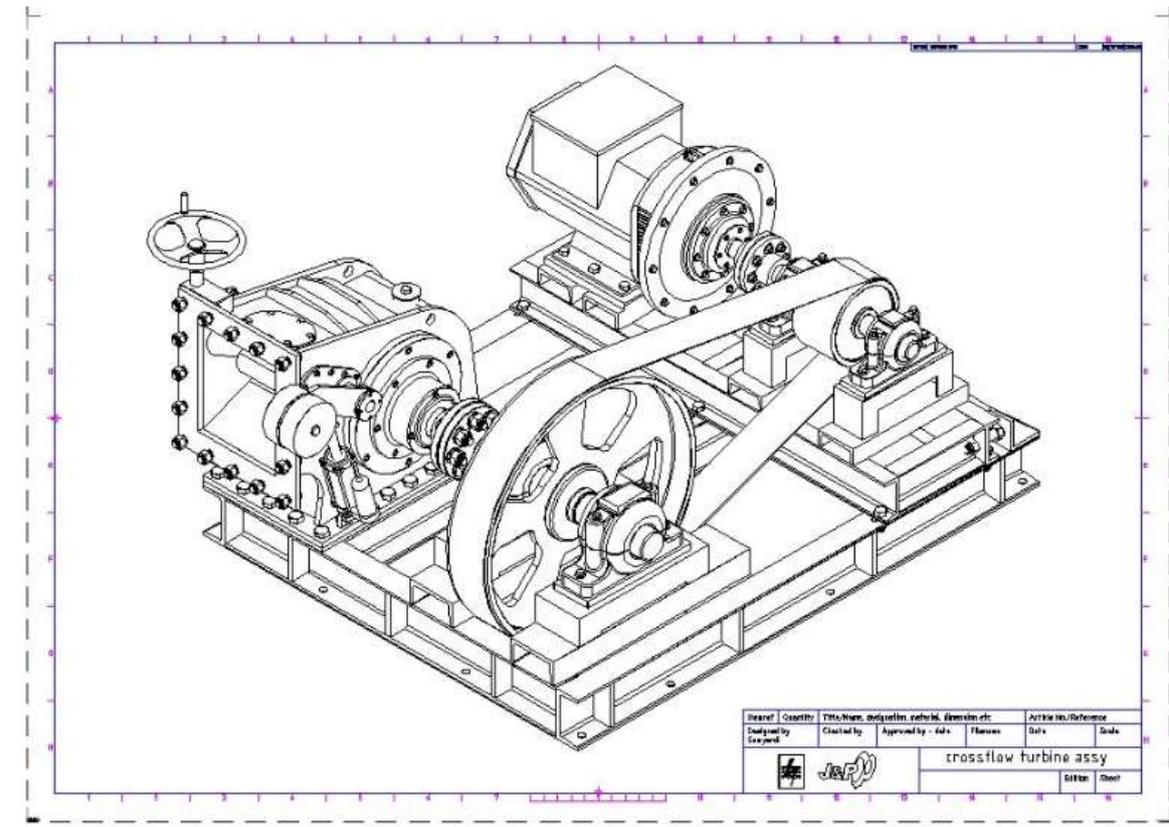
Untuk merancang Moto-GV (*Motorized Guide Vane*) pada pembangkit listrik mikrohidro jenis turbin *crossflow* yang akan diimplementasikan di PLTMH Beranda Unit 1 dan 2 PT. PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Timur dan Utara, dilakukan beberapa kegiatan atau langkah sistematis. Kegiatan dimulai dari pengamatan langsung terhadap sistem bukaan *guide vane turbin crossflow*, studi literatur, kegiatan CoP (*Community of Practice*), analisa terhadap permasalahan, membuat rancangan dan identifikasi kebutuhan peralatan (Sutarno, 1973).

Dari pengamatan dan kajian literatur, diketahui bahwa prinsip pembangkit Listrik mikrohidro adalah memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai, atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Perancangan Moto-GV pada pembangkit Listrik mikrohidro jenis turbin *crossflow* adalah untuk mengubah sistem manual menjadi sistem otomatis dalam mengatur bukaan *guide vane* sehingga mengurangi resiko kerusakan peralatan turbin, generator dan alat-alat penunjang akibat beban fluktuatif. Saat ini, spesifikasi turbin *crossflow* yang digunakan di PLN Pusharlis disajikan pada Tabel 1. (Sutarno, 1973).

Tabel 1.

Spesifikasi turbin *crossflow* yang digunakan di PLN Pusharlis

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Jenis turbin	Banki (cross-flow)
2	Net head	35 mm
3	Debit	130 lt/dtk
4	Daya dibangkitkan	30 kw
5	Diameter pipa pesat	12"
6	Diameter runner	300 mm
7	Lebar runner	240 mm
8	Putaran turbin	750 rpm
9	Efisiensi total	70%
10	Tegangan output	220 / 380 v
11	Phasa	3
12	Putaran generator	1500 rpm



Gambar 1.
Turbin *Crossflow* yang dibuat di PLN PUSHARLIS

Turbin yang dibuat di PT PLN (Persero) Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (Pusharlis) merupakan rancangan turbin *crossflow* yang masih menggunakan sistem manual dalam pengaturan bukaan *guide vane*, seperti terlihat pada Gambar 1. (Udiklat Bogor PT PLN, 2016) Bagian dari turbin *crossflow* antara lain *main Inlet Valve* (untuk membuka dan menutup aliran air yang masuk ke turbin), *Casing* (sebagai rumah turbine), *Guide Vane* (untuk mengatur jumlah air yang masuk ke turbin), *runner* (untuk merubah energi kinetik dan potensial menjadi energi mekanik), *coupling* (untuk meneruskan putaran dari *runner* ke *pulley*), *pulley/flywheel* (untuk menstabilkan/mengkonversikan putaran turbin) dan generator (untuk merubah energi mekanik menjadi energi listrik) (Dick, 2021).

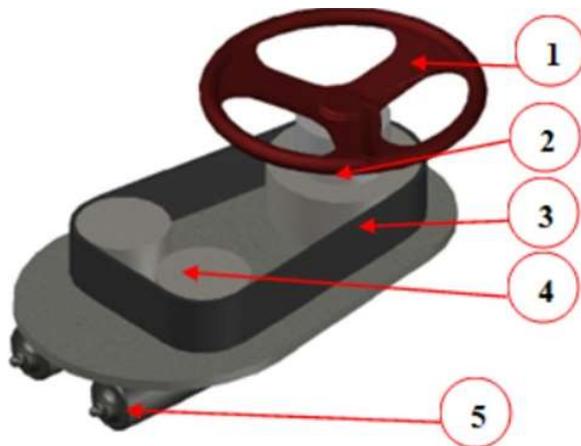
Berdasarkan analisa saat ini, pengaturan debit air yang masuk diatur secara manual dengan memutar tuas *handle guide vane* yang tidak responsif terhadap perubahan beban jaringan (Gambar 2) (Pusat Pendidikan dan Pelatihan PT PLN, 2016). Dengan pengaturan manual yang bergantung pada operator, kestabilan turbin sulit dijaga. Ditambah lagi, terjadi masalah keterbatasan jumlah operator dengan jumlah pembangkit yang lebih dari satu. Akibatnya, turbin sering mengalami gangguan yang disebabkan lambatnya pengaturan bukaan *guide vane* pada turbin sehingga kemungkinan terjadi kerusakan pada komponen-komponen pembangkit akibat *under over speed*. Diperlukan suatu alat yang mampu mengontrol bukaan *guide vane* secara otomatis.



Gambar 2.
Tuas *handle* yang dioperasikan secara manual

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis kebutuhan, dirancang suatu alat yang mampu mengontrol bukaan *guide vane* secara otomatis, diberi nama *motorized guide vane* (Moto-GV). Fungsi Moto-GV pada turbin jenis *crossflow* pada umumnya hampir sama dengan *governor* pada PLTA yang berfungsi untuk mengatur debit air yang memutar runner pada turbin, dengan prinsip kerja yaitu mengontrol *guide vane* dengan sistem drat persegi. Untuk kerja manual atau otomatis digunakan *magnetic coupling*.



Gambar 3.
Tuas *handle* yang dioperasikan secara manual

Moto-GV hasil rancangan disajikan pada Gambar 3. Motor ini didesain sebagai pengatur/pengontrol bukaan *guide vane* secara otomatis mengikuti fluktuasi beban jaringan. Komponen dari Moto-GV ini terdiri dari 5 yaitu (1) handle manual sebagai pengendali bukaan tutup manual *guide vane*, (2) rumah *coupling* sebagai tempat *coupling* dan *magnetic coupling* sebagai pemutus dan penyambung putaran, (3) *timing belt* sebagai penerus putaran ke *coupling*, (4) *timing pulley* sebagai konversi putaran dan (5) *motor universal DC* sebagai sumber penggerak ditambah *cover* untuk tutup komponen, *speed control* dan *bushing* sebagai pengikat tuas *guide vane* dan *coupling*. Sementara itu, material yang dibutuhkan untuk proses pembuatan disajikan pada Tabel 2. Total biaya pembuatan sebesar Rp. 5.343.500.-

Tabel 2.

Material yang dibutuhkan untuk proses pembuatan moto-GV

No	Nama Material	Vol	Sat
1	Pulley	2	Bh
2	Pulley Besar	1	Bh
2	Belt	1	Bh
3	Plat SS 41 tebal 10 mm uk. 60 x 25 cm	1	Bh
4	Plat SS 41 tebal 2 mm uk. 60 x 25 cm	1	Bh
5	Plat SS 41 tebal 2 mm uk. 15 x 120 cm	1	Bh
6	Motor Universal 24 VDC	2	Bh
7	Magnetic Coupling 24VDC	1	Bh
8	Mur dan Baut	1	Lot
9	Bronze d = 50 mm p =100 mm	1	Bh
10	Kabel NYAF 1,5 mm	1	Roll
11	Skun Jack 1,5 mm	25	Bh
12	Speed Control Digital dan Proximate	1	Set
13	Limit Switch	2	Bh

**Gambar 4.**

Moto-GV hasil rancangan yang dipasang pada turbin

**Gambar 5.**

Moto-GV yang telah diterapkan penggunaannya di PLTMH Beranda Unit 1 dan Unit 2

Moto-GV hasil rancangan yang dipasang pada turbin disajikan pada Gambar 4. Moto-GV dikontrol berdasarkan fluktuatif putaran generator, yang disebabkan karena perubahan beban pada jaringan. Apabila terjadi perubahan beban pada jaringan maka putaran generator akan berubah, sehingga sensor *speed control* akan membaca perubahan-putaran generator, impuls dari sensor tersebut dibaca oleh *display speed control*. *Speed control* dilengkapi oleh *setting auxiliary contact* yang dapat di setting besarnya sesuai kebutuhan sehingga *auxiliary contact* tersebut melalui relay bantu akan menggerakkan Moto-GV untuk menutup atau membuka *guide vane*. *Auxiliary Contact* masing-masing disetting dua putaran dibawah putaran nominal (*under speed*) dan dua setting putaran diatas putaran nominal (*over speed*). Alat ini juga sudah diterapkan penggunaannya pada PLTMH Beranda Unit 1 dan Unit 2 PT. PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Timur dan Utara (Gambar 5). Pemasangan ini sudah mulai dilakukan sejak bulan Oktober 2013 – lihat Gambar 5.

Ada manfaat yang diperoleh dengan menggunakan alat hasil rancangan ini. Secara finansial, terjadi pengurangan biaya pengoperasian PLTM dibandingkan PLTD. Berdasarkan hitungan, total penghematan yang dapat diperoleh satu tahun sebesar Rp. **123.311.500** per unit pembangkit. Sementara itu, terdapat manfaat lainnya antara lain tugas operator yang lebih ringan, pengurangan kerusakan komponen turbin serta beban turbin yang dapat diatur sesuai dengan beban jaringan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Moto-GV merupakan alat untuk mengatur bukaan *guide vane* secara otomatis yang mengontrol bukaan *guide vane* sesuai dengan perubahan beban dan putaran turbin. Moto-GV telah diimplementasikan pada PLTMH Beranda PT PLN (persero) Wilayah Kalimantan Timur dan Utara unit 1 dan unit 2 pada bulan Oktober 2013. Dengan menggunakan Moto-GV dapat mengurangi risiko kerusakan peralatan pada turbin dan generator serta mempermudah dalam pengoperasian PLTMH *crossflow*/meningkatkan kehandalan unit. Dengan biaya pembuatan Moto-GV sebesar **Rp. 5.343.500,-** pada PLTMH *crossflow* 30 kW, dalam setahun dapat memberikan penghematan secara finansial sebesar Rp. 123.311.500 per unit pembangkit per tahun.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. E. Dick., (2021)., *Fundamentals of Turbomachines 2nd*, Springer Verlag, Germany
2. Haimerl, L.A., (1960). *The Cross-Flow Turbine*. Water Power, Vol. 12, No. 1.
3. Holland R. (1983) *Micro-Hydro Electric Power*, Technical papers 1
4. Pusat Pendidikan dan Pelatihan PT.PLN (Persero). (2016). *Pengoperasian PLTMH*, Jakarta: PT PLN (Persero).
5. Sutarno.(1973). *Sistim Listrik Mikro Hidro Untuk Kelistrikan Desa*. Yogyakarta: UGM Yogyakarta
6. Unit Pendidikan dan Pelatihan Udiklat Bogor PT.PLN (Persero). (2016). *Diklat Pemeliharaan Governor*, Bogor: PT.PLN (Persero).