

## PENINGKATAN PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK DAERAH TERPENCIL BERBASISKAN TURBIN *CROSS-FLOW* 1KW

NANANG PURNOMO, ADI SASTRA P TARIGAN, SOLLY ARYZA

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Pembangunan Panca Budi

**Abstract:** *MHP (Microhydro Power Plant) was built after going through a thorough feasibility study with parameters: water discharge, height, type of generator and others, so that when given a maximum load, the generator is still able to produce voltage and frequency according to the standard. However, MHP has not been utilized optimally so that changes in the load on consumers cause voltage and frequency fluctuations because the generator speed will tend to change too, and in reality the changes that occur cannot be monitored at any time. Changes in load that often occur in a PLTMH can cause frequency stability to be disturbed. It can also cause the wheels to spin faster. In this study discusses the support for the performance of this MHP, setting or controlling the frequency is very necessary so that it is always in the working area between 49 Hz - 51 Hz. The purpose of this paper is to design an electronic load divider control system using a firing angle control on a micro hydro power generator (PLTMH), so that the load from the generator in this case is the consumer's load is not damaged by using the ATmega 16 microcontroller.*

**Keywords:** *MHP, New Method, Frequency stability.*

**Abstrak:** PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) dibangun setelah melalui studi kelayakan yang matang dengan parameter: debit air, ketinggian, jenis generator dan lain-lain, sehingga pada saat diberi beban maksimum maka generator masih mampu menghasilkan tegangan dan frekuensi yang sesuai dengan standar. Tetapi PLTMH belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga perubahan beban pada konsumen menyebabkan terjadinya fluktuasi tegangan dan frekuensi karena kecepatan generator akan cenderung berubah-ubah pula, dan dalam kenyataannya perubahan yang terjadi tidak dapat dimonitor setiap saat. Perubahan beban yang sering terjadi pada sebuah PLTMH dapat mengakibatkan kestabilan frekuensi menjadi terganggu. Selain itu juga dapat mengakibatkan roda gerak berputar lebih cepat. Didalam Penelitian ini membahas Penunjang kinerja PLTMH ini, pengaturan atau pengendalian frekuensi sangat diperlukan agar selalu berada pada daerah kerja antara 49 Hz – 51 Hz. Tujuan makalah ini untuk merancang sistem kontrol pembagi beban elektronik menggunakan kontrol sudut penyalan (*firing angle*) pada generator pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), agar beban dari generator dalam hal ini adalah beban konsumen tidak mengalami kerusakan dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 16.

**Kata Kunci:** PLTMH, Metode Baru, Kestabilan frekuensi.

### A. Pendahuluan

Listrik merupakan salah satu kebutuhan primer bangsa. Namun hal ini berbanding terbalik dengan terbatasnya bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik, karena pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil yang masih sangat diandalkan. Dimana pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil masih sangat diandalkan. Ketersediaan energi fosil belakangan ini semakin menurun. Sehingga harga bahan bakar fosil cenderung naik. Kenaikan harga energi fosil mempengaruhi harga energi listrik, karena sebagian besar pembangkit listrik yang ada di Indonesia menggunakan energi fosil. Agar energi listrik tidak semakin mahal, maka perlu dilakukan upaya lain untuk mengatasinya. Hal ini membuat banyak negara termasuk Indonesia mencari cara dalam pemanfaatan energi untuk menambah pasokan listrik guna memenuhi kebutuhan di berbagai bidang dan aspek kehidupan. Salah satu cara yang sudah dilakukan adalah pemakaian energi air sebagai penggerak turbin.

Pemanfaatan sungai selama ini digunakan untuk kebutuhan irigasi, perikanan dan kebutuhan air bak. Padahal potensi tenaga air yang tersebar hampir diseluruh Indonesia

diperkirakan mencapai 75000 MW, 500 MW diantaranya adalah potensi untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Potensi mikrohidro yang mencapai 500 MW, baru dimanfaatkan hanya 4% saja yaitu 20 MW. Permasalahan yang lain adalah bagaimana membangun pembangkit listrik tenaga mikrohidro di daerah yang memiliki persediaan sumber air yang terbatas. Pada Penelitian ini telah dirancang sebuah pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan turbin *crossflow* yang dapat dipasang sebagaimana kondisi diatas sebagai upaya pemanfaatan energi terbarukan untuk memenuhi pasokan listrik Negara. Pemakaian jenis turbin *cross flow* lebih menguntungkan dibanding dengan penggunaan kincir air maupun jenis turbin mikrohidro lain.

Salah satu contohnya adalah daya guna atau efisiensi rata-rata turbin ini lebih tinggi dari pada daya guna kincir air. Hasil pengujian laboratorium yang dilakukan oleh pabrik turbin Ossberger Jerman Barat yang menyimpulkan bahwa daya guna kincir air jenis yang paling unggul sekalipun hanya mencapai 70% sedangkan efisiensi turbin *cross flow* mencapai 82% (Haimmerl, L.A,1960). Tingginya efisiensi turbin *cross flow* ini akibat pemanfaatan energi air pada turbin ini dilakukan dua kali, yang pertama energi tumbukan air pada sudu-sudu saat air mulai masuk, dan yang kedua adalah daya dorong air pada sudu-sudu saat air akan meninggalkan runner. Kerja air yang bertingkat ini ternyata memberikan keuntungan dalam hal efektifitas yang tinggi dan kesederhanaan pada sistem keluaran air dari runner.

## B. Metodologi Penelitian

Turbin cross-flow terdiri dari dua bagian utama, nosel dan roda turbin. Roda turbin terbuat dari dua piringan lingkaran yang disatukan pada rim oleh sudu-sudu. Nosel yang mempunyai penampang persegi panjang, memancarkan air masuk memenuhi seluruh lebar turbin dengan sudut absolut 160. Air membentur sudu mengalir melalui sudu, dan meninggalkan sudu melalui suatu ruangan kosong antara rim sebelah dalam lalu masuk kembali ke rim di sisi yang lain kemudian akhirnya keluar. Perancangan atau perhitungan parameter-parameter turbin *crossflow* menggunakan persamaan-persamaan yang digunakan Mockmore

## C. Hasil dan Pembahasan

Pengujian terhadap sistem ini berarti bagian-bagian dari blok rangkaian di gabungkan menjadi satu rangkaian di mulai dari Generator Set (genset), rangkaian *zero crossing detector*, sensor frekuensi, rangkaian *firing angle*, beban lampu pijar dan *dummy load* serta *driver triac* seperti yang terlihat pada Gambar 4.10 dibawah ini. Pengujian terhadap sistem ini sangat penting, sebab menyangkut interaksi fungsi antara blok rangkaian yang satu terhadap rangkaian yang lain.

Pada pengujian rangkaian keseluruhan ini di uji dengan frekuensi dari rangkaian pembangkit gelombang kotak dengan IC 555 antara 49 - 51 Hz maka jumlah *ballast* tetap pada jumlah saat itu, jika frekuensi dinaikkan maka jumlah akan bertambah dengan 1 setelah 1 detik, jika frekuensi masih diatas 51 Hz maka akan ada penambahan lagi jumlah *ballast* sebesar 1 *stage* namun jika frekuensi dibawah 49 Hz maka jumlah *ballast* akan berkurang 1 *stage* dan jika frekuensi sudah mencapai 49-51 Hz maka penambahan akan dihentikan. Dapat diketahui hasil pengujian sistem sebelum dan sesudah diberikan kontrol *firing angle* dengan menggunakan beban elemen pemanas dan lampu pijar dengan daya yang bervariasi seperti pada Tabel 1.

Kesimpulan dari Tabel 1 adalah jika generator dijalankan tanpa beban maka didapatkan pengukuran tegangan generator sebesar 275 Volt dan frekuensinya adalah 75 Hz namun jika diberikan beban lampu pijar 205 Watt maka tegangannya menjadi 220 Volt dan frekuensinya menjadi 51 Hz. Akan tetapi jika diuji dengan memberikan beban komplemen (*dummy load*) alat kontrol yang dibuat maka tegangannya berkisar antara 210 Volt sampai dengan 220 Volt frekuensinya berkisar antara 49 Hz sampai dengan 51 Hz.

**Analisa Hasil Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan.** Dari Gambar di atas, saat generator set (genset) dinyalakan tanpa menggunakan beban, tegangan dan frekuensi yang dihasilkan cenderung naik diatas tegangan dan frekuensi nominal generator sebesar 275 Volt dan frekuensinya naik ke 75 Hz hal ini sangat membahayakan peralatan konsumen, namun jika diberi beban maka tegangan dan frekuensi akan turun. Namun jika diuji dengan memberikan rangkaian kontrol *firing angle* serta *dummy load* , hasil pengukuran tegangan generator antara 210 volt sampai 220 volt dan frekuensinya antara 49 Hz sampai dengan 51 Hz, hal ini karena beban generator tetap sama walaupun dengan dan tanpa beban konsumen.

#### D. Penutup

Semakin tinggi kecepatan runner turbin maka daya output turbin akan semakin besar namun ketika telah mencapai titik optimalnya, daya yang dihasilkan akan semakin menurun seiring meningkatnya kecepatan. Hal ini dikarenakan ketika putaran turbin sangat tinggi, maka transfer momentum antara air dan turbin sangat kecil sehingga gaya yang dihasilkan pun akan semakin kecil. Karena gaya berhubungan dengan daya, maka nilainya pun akan semakin bertambah menurun. Pada evaluasi hasil rancang bangun turbin *cross-flow* ini didapat nilai daya maksimal output generator adalah 0.923 kW dengan kecepatan optimal 215.71 rpm Daya listrik secara teoritis yang dibangkitkan adalah sebagai berikut:  $Ph = Q \cdot g \cdot H \cdot \eta_t$ ,  $Ph = 0.03 \cdot 9.81 \cdot 10 \cdot 0.8$ ,  $Ph = 2.35 \text{ kW}$ . Apabila diasumsikan: Effisiensi pipa pesat  $\eta_p = 0.85$  ; Effisiensi turbin  $\eta_t = 0.65$  ; Effisiensi generator  $\eta_g = 0.8$ . Maka daya listrik yang akan dibangkitkan dihitung dengan persamaan:  $P = Ph \cdot \eta_p \cdot \eta_t \cdot \eta_g$ ,  $P = 2.35 \text{ kW} \times 0.85 \times 0.65 \times 0.8$   
 $P = 1.03 \text{ Kw}$ . Rangkaian zero crossing detector dan mikrokontroler ATmega 16 hasil rancangan dapat mendeteksi frekuensi dari sinyal AC (Alternating Current) generator serta dapat mengatur sudut penyalan triac sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pengujian prototip yang dibuat menunjukkan jika beban uji berkisar antara 205 Watt sampai dengan 213 Watt maka frekuensi beban berkisar antara 49 Hz sampai dengan 51 Hz

#### Daftar Pustaka

- Suwignyo, 2011. Mengembangkan Potensi Energi Terbarukan di Jaringan Irigasi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Fakultas Teknik - Univ. Muhammadiyah Malang
- Andreas Wijaya Sitepu, 2014. Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudut Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Bandar Lampung, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
- Miftachul Ulum, Achmad Fiqhi Ibadillah, Diana Rahmawati, 2015, Desain Pengatur Beban Elektronik Menggunakan Kontrol Sudut Penyalan (Firing Angle) Pada Generator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Madura, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura