

# **Pengaturan Tegangan PLTMH 5000 Watt Menggunakan Trafo Dengan Tap yang Terkontrol Mikrokontroler AT Mega 8535**

*(Studi Kasus PLTMH Desa Talang Jawa, Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat)*

**Novan Giri Prasetyo**

**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung**

---

## **Abstrak**

Desa Talang Jawa yang terletak di Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat, merupakan sebuah desa yang tidak memiliki akses listrik dari PT.PLN (Persero). Untuk memenuhi kebutuhan listrik, masyarakat menggunakan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) sebagai sumber energi listrik. PLTMH pada desa Talang Jawa memiliki beberapa kendala, salah satunya adalah jauhnya jarak sumber energi potensial ke pemukiman warga yang mengakibatkan jauhnya jarak generator ke pusat beban. Hal ini menyebabkan terjadinya tegangan sistem yang tidak stabil sehingga tegangan di sisi beban berada di level yang rendah. Untuk mengatasi masalah tegangan yang tidak stabil, dirancanglah sebuah alat berupa trafo yang dapat mengatur tegangan di sisi beban ke level yang aman. Selain itu trafo tersebut dilengkapi dengan rangkaian kontrol berbasis mikrokontroler AT Mega 8535. Penggunaan rangkaian kontroler bertujuan untuk mengontrol perubahan tegangan pada PLTMH. Dari hasil pengujian, didapatkan bahwa tegangan sisi beban setelah dipasang trafo, mengalami kenaikan. Pada awalnya tegangan di sisi beban berada pada level 150 volt, kemudian setelah dilakukan pemasangan trafo, tegangan berada pada level 180 volt-220 volt.

Kata kunci: Trafo, Tegangan, Mikrokontroler

---

## **MHP Voltage Regulation Use Transformer With a Tap That Controlled AT Mega 8535 Microcontroller**

**(Case Studies Micro Hydro Power Plants Talang Java Village, Sukau District, West Lampung)**

---

## **Abstract**

Talang Java Village in Sukau district, West Lampung, is a villages that have no access to electricity of PT. PLN (Persero). To meet the demand for electricity, people used the MHP(micro hydro power plants) as a source of electrical energy. MHP in talang Java village have several problems, which one is the distance of a potential energy source to residential areas which resulted distance the center of the load to generator It is cause voltage unstable system so that the voltage at the load side at low level. To overcome problem of unstable voltage, designed a tool in the form of a transformer which can regulate the voltage on the load side to a safe level. Moreover the transformer equipped with a control circuit based AT Mega 8535 microcontroller. The use of a controller circuit aims to control voltage changes in MHP. From the test results, found that the load side voltage after mounted transformer, an increase. At first the voltage on the load side at the level of 150 volt, then after the installation of transformers, voltage level is at 180 volt-220 volt.

Keyword: Transformer, Voltage, Microcontroller

---

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kabupaten Lampung Barat merupakan daerah dataran tinggi yang terletak di sebelah barat Provinsi Lampung. Kondisi geografis ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk pembangkitan energi listrik. Pembangkit energi listrik yang banyak digunakan di sepanjang Kabupaten Lampung Barat (Kecamatan Sumber Jaya sampai dengan Kecamatan Sukau) adalah PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro). Penggunaan PLTMH sangat cocok dengan kondisi geografis Kabupaten Lampung Barat sehingga memungkinkan menggunakan energi potensial air untuk membangkitkan energi listrik. PLTMH biasanya dibuat dalam skala desa di daerah-daerah terpencil yang belum mendapatkan listrik dari PT.PLN (Persero).

Desa Talang Jawa Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat merupakan salah satu lokasi yang memiliki beberapa titik PLTMH. Desa Talang Jawa memiliki banyak titik terjunan air yang dapat dimanfaatkan menjadi energi potensial yang cukup untuk membangkitkan listrik. Akses listrik dari PT. PLN (Persero) juga belum masuk ke desa Talang Jawa, sehingga penggunaan PLTMH menjadi sangat vital untuk pembangkitan energi listrik di daerah ini. PLTMH adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 200 kilowatt), yang memanfaatkan tenaga aliran air sebagai sumber penghasil energi. Dalam proses alirannya, air yang mengalir melalui saluran pipa pesat (penstock) akan berubah menjadi energi potensial. Energi potensial yang dihasilkan berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Energi kinetik di dalam turbin diubah menjadi energi mekanis, sehingga roda turbin berputar.

PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut sebagai energi bersih karena ramah lingkungan. Dari segi teknologi, PLTMH dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan suku cadang. Secara ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatif murah, sedangkan biaya investasinya cukup bersaing dengan pembangkit listrik lainnya (Damastuti, 1997).

Desa Talang Jawa memiliki PLTMH berkapasitas 3 kilowatt sampai 7,5 kilowatt. Besarnya kapasitas generator yang digunakan tergantung dari energi potensial yang dihasilkan oleh aliran sungai. Beberapa PLTMH yang tersebar di desa Talang Jawa, instalasinya jauh dari Standar kelayakan PLTMH pada umumnya. Instalasi yang layak dari sebuah PLTMH adalah memiliki kontrol debit air (governor), kontrol kestabilan sistem (beban komplemen) dan panel-panel indikator arus serta

tegangan, sedangkan pada PLTMH di Desa Talang Jawa rancangan untuk bendungan dan alat untuk kontrol debit air tidak dibuat.

Instalasi yang tidak layak tersebut, mengakibatkan tegangan di sisi beban tidak normal. Tegangan PLTMH berubah-ubah tergantung pada pergantian musim di daerah tersebut. Pada saat musim kemarau debit air cenderung normal dan pada saat musim hujan debit air cenderung tinggi. Hal tersebut mengakibatkan tegangan di sisi beban berubah-ubah tergantung dari putaran generator yang dipengaruhi debit air.

Jarak dari PLTMH ke pusat beban merupakan faktor lain mempengaruhi daya yang ditransfer oleh generator. Pada umumnya setiap PLTMH di Desa Talang Jawa, memiliki jarak paling dekat 1,5 kilometer dari pusat beban, bahkan ada PLTMH yang memiliki jarak 3 kilometer dari pusat beban. Jarak yang sedemikian jauh, ternyata mengakibatkan losses yang disebabkan oleh panjangnya kabel transmisi yang dialiri oleh arus listrik. Losses tersebut juga mempengaruhi turunnya tegangan di sisi beban di bawah tegangan nominal.

Jarak yang panjang dan pemilihan kabel yang tidak tepat mengakibatkan tegangan sisi beban di desa Talang Jawa berada di bawah nilai nominal yang diizinkan (dibawah 180 volt). Saat ini kabel yang digunakan untuk saluran transmisi PLTMH adalah kabel LVTC 2 x 10 mm yang merupakan jenis saluran rumah. Luas penampang yang kecil menyebabkan nilai resistansi saluran menjadi besar sehingga mempengaruhi tegangan jatuh pada kabel transmisi. Hal tersebut mengganggu kestabilan sistem dan dapat merusak perangkat elektronika yang terdapat di sana.

Hal yang dapat dilakukan untuk mengatur tegangan dari PLTMH adalah dengan melakukan rancang bangun ulang bentuk bendungan sehingga dapat dilakukan pengaturan debit air. Kondisi geografis yang ekstrim merupakan salah satu kendala untuk membangun bendungan yang dapat mengontrol debit air. Salah satu cara untuk mengatur tegangan PLTMH adalah dengan menggunakan trafo dengan tap untuk menaikkan tegangan di sisi kirim (terminal generator). Trafo tersebut digunakan untuk mengontrol tegangan generator yang berubah-ubah akibat pergantian musim, kemudian trafo akan dikontrol oleh rangkaian kontrol berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Mikrokontroler tersebut akan mengatur proses switching pada trafo berdasarkan perubahan tegangan pada terminal generator.

### 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan rancang bangun transformator dengan tap agar tegangan yang digunakan PLTMH berada dalam level normal pada sisi beban.
2. Melakukan rancang bangun rangkaian kontrol pada trafo yang berbasis mikrokontroler ATmega 8535 agar tegangan yang sampai ke sisi beban berada di level tegangan nominal (240 volt).
3. Mengukur tegangan pada sistem PLTMH, sebelum dan sesudah pemasangan trafo.

### 1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, adalah mengatur tegangan di sisi beban agar berada pada level yang normal sehingga aman untuk menghidupkan peralatan elektronik.

### 1.4. Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini, terjadi akibat perancangan sistem PLTMH yang tidak sesuai dengan kelayakan sistem. Perancangan yang tidak sesuai standar tersebut mengakibatkan tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH tidak berada dalam kondisi normalnya. Kondisi tegangan yang tidak normal tersebut, menjadi kendala utama penyebab rusaknya peralatan elektronika di desa Talang Jawa.

### 1.5. Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini hanya membahas tentang cara mengatur tegangan PLTMH menggunakan rekayasa di bidang elektrikal, sehingga perbaikan di bidang konstruksi sipil tidak dibahas
2. Tidak membahas fluktuasi tegangan yang terjadi akibat proses switching di sisi beban

### 1.6. Hipotesis

Berdasarkan hasil studi kasus yang telah dilakukan di desa Talang Jawa Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat, tegangan di sisi beban berada pada level yang rendah. Tegangan di sisi beban mencapai level di bawah 120 volt pada saat PLTMH bekerja pada beban penuh. Hal ini dikarenakan jarak transmisi sepanjang 1,5 kilometer sehingga mengakibatkan susut tegangan. Untuk mengatasi masalah tersebut dirancanglah trafo dengan tap untuk menaikkan tegangan di sisi beban. Setelah dilakukan pemasangan trafo dengan tap, tegangan di sisi beban berada pada level yang aman (200 volt).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro)

PLTMH adalah pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan energi air sebagai penggerakannya. Pembangkit tersebut memanfaatkan energi potensial air untuk dirubah menjadi energi kinetik sebelum menggerakkan turbin ataupun kincir. Air yang dimanfaatkan sebagai sumber daya penghasil listrik harus memiliki kapasitas aliran maupun ketinggian tertentu. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Secara umum PLTMH merupakan pembangkit listrik jenis *run of river* dimana *head* tidak diperoleh dengan cara membangun bendungan besar, melainkan dengan mengalihkan aliran air sungai ke satu sisi dari sungai tersebut selanjutnya mengalirkannya lagi ke sungai pada suatu tempat dimana beda tinggi yang diperlukan sudah diperoleh. Biasanya mikrohidro dibangun berdasarkan adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Kapasitas merupakan jumlah volume aliran air per satuan waktu (*flow capacity*) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*.

Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh suatu PLTMH tergantung dari tinggi terjun air (*head net*), debit air, gaya gravitasi dan efisiensi dari turbin, kopel, generator. Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya energi listrik yang dapat dibangkitkan adalah:

$$P = Q \times H_{\text{net}} \times G \times \eta_{\text{total}}$$

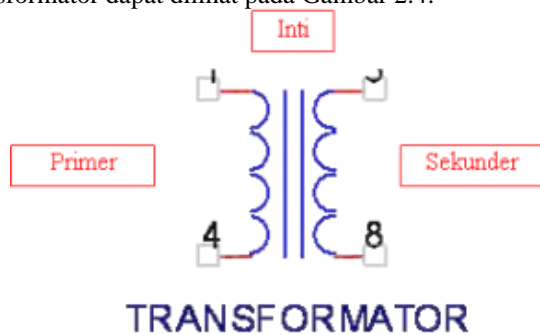
dimana :

- P = Daya yang terbangkit dari Generator (W)  
 Q = Debit air (meter<sup>3</sup> per detik)  
 G = Konstanta gaya gravitasi (9,8 N)  
 H<sub>net</sub> = Tinggi jatuh air (meter)  
 η<sub>total</sub> = Efisiensi total generator, turbin, kopel

Efisiensi total yang dimaksud merupakan efisiensi dari turbin, kopel mekanik dan efisiensi generator. Beberapa bagian yang harus ada dalam pembuatan PLTMH adalah waduk, pipa pesat dan pintu air. Ketiga bagian tersebut digunakan untuk mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik sebelum digunakan untuk memutar turbin. Gambar 2.1 merupakan contoh diagram sederhana instalasi turbin

## 2.2. Trafo

Trafo adalah suatu mesin listrik statis yang proses konversi energinya melalui induksi elektromagnetik. Transformator tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (mentransformasikan tegangan). Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan Hukum *Ampere* dan Hukum *Faraday*, yaitu arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Secara sederhana rangkaian transformator dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.1 Trafo

Berdasarkan jenisnya, trafo dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya:

1. *Step Up*  
Merupakan transformator yang lilitan sekundernya lebih banyak dari pada lilitan primer, penggunaan trafo *step up* banyak digunakan untuk trafo daya. Karena trafo tersebut digunakan untuk menaikkan tegangan, maka pada umumnya trafo daya memiliki kapasitas ruang besar. Selain itu konstruksinya juga dibuat lebih kuat isolasinya, hal ini dikarenakan medan yang tinggi pada sisi sekunder trafo.
2. *Step Down*  
Merupakan trafo yang lilitan sekundernya lebih sedikit dari lilitan primer. Trafo jenis ini banyak digunakan untuk rangkaian elektronika, Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam *adaptor* AC-DC.
3. Auto Transformator  
Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari autotransformator adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah daripada jenis dua lilitan. Tetapi transformator jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder.

## 4. Autotransformer Variabel

Autotransformer variable merupakan transformator biasa yang memiliki tap ganda di sisi sekundernya. Ada 2 jenis trafo jenis ini yang banyak ditemui, trafo *step down* jenis single dan trafo *step down* jenis CT (*center tap*)

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Karena penelitian ini merupakan penelitian studi kasus dan studi literatur, maka penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu:

1. Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat
2. Laboratorium Konversi Energi Elektrik (LKEE)

Penelitian di Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat dilakukan untuk mengambil data pengukuran sebelum tegangan PLTMH diatur, serta mengukur tegangan di sisi beban. Selain itu setelah rancang bangun dilakukan di Lab Konversi Energi Elektrik (LKEE), alat yang dirancang tersebut diujicobakan di PLTMH Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat serta mengambil data tentang tegangan di sisi beban setelah PLTMH diatur.

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Elektrik (LKEE), adalah penelitian tentang rancang bangun trafo daya berserta rangkaian kontrolnya. Selain itu sebelum alat yang dirancang di instalasikan di PLTMH kecamatan sukau, kabupaten lampung barat, alat tersebut akan diujicobakan di Laboratorium Konversi Energi Elektrik.

### 3.2. Perancangan Alat

#### a. Perancangan Trafo Daya

Untuk merancang trafo daya, terlebih dulu kita tentukan berapa daya trafo yang akan kita buat. Untuk PLTMH di Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat trafo yang dirancang berkapsitas 5000 VA

Sebelum menentukan kumparan primer dan sekunder, maka dilakukan perancangan luas inti ( $Q_{eff}$ )

Dalam menggulung transformator, diperlukan perhitungan untuk menentukan besarnya koker. Penentuan besarnya koker biasanya menentukan berapa luas koker. Untuk menghitung luas koker diperlukan perencanaan daya trafo yang akan kita gulung. Untuk menentukan besarnya  $Q_{eff}$  dapat digunakan persamaan:

$$Q_{eff} = 7 \sqrt{\frac{ps}{f}}$$

dimana :

$Q_{eff}$  = Luas Effektif (milimeter persegi)

$ps$  = Daya Trafo (volt ampere)

$f$  = Frekuensi Trafo (hertz)

Setelah kita mendapatkan nilai  $Q_{eff}$ , barulah kita dapat menghitung nilai luas koker dengan menggunakan persamaan 3.2

$$Q_{eff} = 0,9 \times Q_k$$

$$Q_k = \frac{Q_{eff}}{0,9}$$

dimana:

$Q_k$  = luas koker (mm<sup>2</sup>)

Setelah kita mendapatkan nilai dari  $Q_k$ , barulah kita dapat mengitung berapa panjang koker dan berapa lebar kokker (Tebal Kern) dengan persamaan:

$$T_k = \frac{Q_k}{no\ kern}$$

dimana:

$no\ kern$  = ukuran kern yang digunakan

$T_k$  = tebal kern (milimeter)

Sedangkan nomor kern adalah ukuran kern yang akan digunakan untuk menggulung suatu transformator. Setelah perhitungan tebal kern dilakukan, selanjutnya hitung berapa arus yang mengalir pada generator. Dapat juga dengan melihat pada nameplate generator berapa arus nominal yang mengalir pada generator tersebut. Setelah kita mendapatkan nilai arus, maka kita dapat menghitung diameter kawat yang akan digunakan dengan persamaan:

$$A = \frac{I}{j}$$

Dimana:

$A$  = Luas penampang kawat trafo (mm<sup>2</sup>)

$I$  = Arus nominal dari generator (ampere)

$j$  = Kerapatan Arus ( ampere per milimeter)

Selain itu nilai  $J$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$j = 0.51 \times \sqrt{\frac{T}{\left(1 + \frac{hw}{3}\right) \times hw}}$$

dimana:

$T$  = Suhu Trafo (derajat celcius)

$hw$  = lebar celah Kern (milimeter)

Setelah kita mendapatkan nilai luas penampang kawat, barulah kita dapat menentukan jumlah lilitan per volt( $N/V$ ), jumlah lapisan ( $n$ ), dan jumlah lilitan per lapis( $n/lapis$ ). Jumlah lilitan per volt dapat dituliskan

Untuk menentukan besarnya lilitan per volt dapat di gunakan persamaan:

$$N/V = \frac{10^8}{4,44 \times f \times Bm \times Q_{eff}}$$

dimana:

$N/V$  = gulungan per volt (lilitan per volt)

$Bm$  = konstanta bahan (1000 s/d 1500)

Setelah itu dapat dicari besarnya jumlah lapisan dalam trafo tersebut dengan persamaan:

$$n = \frac{N \times D}{hw(lw - 0,2)}$$

dimana:

$n$  = Jumlah Lapisan (lapis)

$N$  = Jumlah Lilitan ( $n$  lilit)

$hw$  = Celah Kern (milimeter)

$Lw$  = Tinggi Kern (milimeter)

$D$  = Diameter (milimeter)

Setelah itu kita dapat mencari regulasi ketebalan lilitan. Maksud dari regulasi ketebalan lilitan adalah, tebal lilitan tidak boleh melewati ukuran  $hw$  kern tersebut. Regulasi ketebalan lilitan dapat dituliskan dengan persamaan:

$$regulasi\ ketebalan\ lilitan = \frac{hw - 0,1}{2}$$

Sedangkan tebal lilitan dapat dihitung dengan persamaan:

$$tebal = n \times D$$

Selain perhitungan di atas, masih terdapat perhitungan lainnya untuk menentukan perbaikan tebal kern apabila

tebal lapisan tidak sesuai dengan regulasi ketebalan lilitan

Rancang ulang ketebalan kern, dapat dituliskan dengan persamaan:

$$T_k \text{ Baru} = \frac{\text{tebal Lapisan}}{\text{regulasi Ketebalan lilitan}} \times T_k \text{ lama}$$

Setelah didapat  $T_k$  Baru, maka kita harus mencari  $Q_k$  baru dengan persamaan

$$Q_k \text{ baru} = T_k \text{ baru} \times \text{no kern}$$

dimana:

$Q_k$  Baru = Luas Kokker baru (milimeter persegi)

$T_k$  Baru = Tebal kern baru (milimeter)

Lalu setelah didapatkan  $q_k$  baru kita dapat mencari  $Q_{eff}$  baru yang pada akhirnya akan dimasukkan ke perhitungan lilitan per volt untuk mendapatkan nilai lilitan per volt yang baru (N/V)

#### IV. PEMBAHASAN DAN ANALISA

##### 4.1. Realisasi Perancangan Trafo Dengan Tap

Perancangan trafo dengan tap dilakukan dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada metodologi penelitian. Hasil dari realisasi perancangan trafo adalah sebagai berikut



Gambar 4.1 Realisasi Trafo Dengan Tap

Perancangan trafo di lakukan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan, peletakan transformator paling optimal harus diletakan di dekat beban pertama, berdasarkan hasil pengukuran, tegangan pada sisi beban berada pada level 150 V, maka untuk sisi primer trafo dirancang 170 V. adapun spesifikasi trafo yg dirancang adalah

P = 5Kva

I = 22A

VP = 170 V dan 250

VS = 200V , 220 V, 240 V

Berdasarkan rumus desain trafo yang terdapat pada bab 3, maka langkah pertama dalam perancangan adalah menentukan besarnya  $Q_{eff}$ .

$$Q_{eff} = 7 \sqrt{\frac{500}{f50}}$$

= 70 cm<sup>2</sup>

Berdasarkan perhitungan didapat nilai  $Q_{eff}$  sebesar 70 cm<sup>2</sup>

$$Q_k = \frac{70}{0,9}$$

= 77,7 cm<sup>2</sup>

$Q_k$  adalah luas ukuran inti besi (kern ) dengan nilai  $Q_k = 77,7$  cm<sup>2</sup>. selanjutnya dapat dicari berapa tebal kern. Tebal kern tergantung dari berapa ukuran kern yang digunakan. Pada perancangan ini kern yang digunakan adalah ukuran 5,7 Cm sehingga tebal kern dapat dihitung.

$$T_k = \frac{77,7}{5,7}$$

= 14 cm

Setelah melakukan perhitungan  $Q_k$  dan  $T_k$ , maka dilanjutkan dengan menghitung kerapatan arus J.

$$J = \sqrt{\frac{60}{\left(1 + \frac{2,55}{3}\right) \times 2,55}}$$

= 1,66

Setelah mendapatkan besarnya J, maka kita dapat menghitung luas penampang dengan membagikan arus (I) terhadap kerapatan arus (J). dari nameplate generator, arus rating generator didapatkan sebesar 18 A. sehingga dapat langsung kita bagikan antara nilai arus terhadap nilai kerapatan arus.

$$A = \frac{18}{1,66}$$

= 11,25 A/mm

Dengan nilai A sebesar 10,7 mm maka diameter kawat yg digunakan adalah sebesar 3,5 mm. setelah selesai melakukan perhitungan tebal kern, dan mendapatkan ukuran kawat yang sesuai maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan besarnya lilitan per volt (N/V)

$$N/V = \frac{10 \times 8}{4,44 \times 50 \times 10.000 \times 70} = 0,6$$

= 0,6 Lilitan/Volt

Maka kita dapatkan nilai lilitan per volt sebesar 0,6 lilitan per volt. Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah lilitan pada sisi primer. Pada sisi primer terdapat 2 buah belitan yaitu tap1 dan tap 2. pada tap 1 akan didapat nilai 102 lilitan (hasil kali antara tegangan dengan lilitan per volt), sedangkan pada tap 2 akan didatkan nilai 150 lilitan. Karena lilitan tap 2 merupakan lilitan paling ujung, maka untuk menentukan regulasi ketebalan lilitan, besar lilitan pada tap 2 menjadi acuan.

#### Mencari tebal lapisan

Setelah kita dapatkan besarnya jumlah lilitan, maka dapat ditentukan berapa lapis lilitan primer dibuat. Berdasarkan rumus pada bab 3 dapat kita masukkan:

$$n = \frac{150 \times 3,5}{28,5 \times 8,3} = 2,5 \text{ lapis}$$

= 2,5 Lapis

maka tebal lapisan adalah sebesar 8,75 mm ditambah ketebalan isolasi sebesar 2 mm adalah setebal 10,75 mm atau 11 mm.

#### Mencari regulasi ketebalan lilitan

regulasi ketebalan lilitan merupakan acuan untuk menentukan ketebalan lilitan, berdasarkan nilai  $hw$  sebesar 28,5 maka kita dapat menentukan regulasi sebesar:

$$\text{regulasi ketebalan lilitan} = \frac{28,5 - 0,1}{2}$$

= 13 mm

Maka didapatkan nilai regulasi ketebalan lilitan sebesar 13 mm. Berdasarkan perhitungan pada lilitan primer didapatkan tebal lilitan sebesar 11 mm, maka pada lilitan primer tebal lilitan sesuai dengan regulasi ketebalan lilitan.

#### Menghitung lilitan sekunder

Pada sisi sekunder akan dirancang tegangan sebesar 200,220,240, dan maka akan kita dapatkan besarnya lilitan berturut turut

$$N = 0,6 \times 200 = 120 \text{ lilitan}$$

$$N = 0,6 \times 220 = 132 \text{ lilitan}$$

$$N = 0,6 \times 240 = 144 \text{ lilitan}$$

Maka pada kumpulan sekunder terdapat 3 lilitan yaitu 120, 132, dan 144 lilitan.

#### 4.2. Hasil Pengujian Rancangan Dan Pengukuran

Setelah dilakukan pemasangan alat pada lokasi di Desa Talang Jawa Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat, maka pengukuran dilakukan pada sisi Generator dan pada sisi beban. Pengukuran dilakukan saat sebelum pemasangan trafo dan saat sesudah pemasangan trafo.

##### a. Pengukuran Sebelum Pemasangan Trafo

Sebelum dilakukan pemasangan trafo, tegangan di sisi beban pada PLTMH Desa Talang Jawa berada pada level di bawah normal. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kualitas daya listrik di sisi beban.

Table 4.1 Data Pengukuran Sebelum Pemasangan Trafo

no	Nama pemakai	Jam Pemakaian	V Di Sisi Generator	V Di Sisi Beban
1	Konsumen 1	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190 V 200V 200 V 190 V 150 V
2	Konsumen 2	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190V 200 V 200 V 190 V 150 V
3	Konsumen 3	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190V 200 V 200 V 190 V 150 V
4	Konsumen 4	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190V 200 V 200 V 190 V 150 V

Data tersebut di ambil selama 3 hari sebelum pemasangan. Saat beban total warga 700 watt, kondisi tegangan pada sisi beban berada pada level terendah 120 V.

##### b. Pengukuran Sesudah Pemasangan Trafo

Setelah melakukan pemasangan trafo beserta rangkaian kontrol, tegangan di sisi generator dan beban kembali

diukur dan didapatkan hasil seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Data Setelah Pemasangan Trafo

no	Nama pemakai	Jam Pemakaian	V Di Sisi Generator	V Di Sisi Beban
1	Konsumen 1	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190 V 200V 200 V 190 V 150 V
2	Konsumen 2	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190V 200 V 200 V 190 V 150 V
3	Konsumen 3	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190V 200 V 200 V 190 V 150 V
4	Konsumen 4	08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-16:00 16:00-20:00 20:00-22:00	200 V 253 V 253 V 200 V 180 V	190V 200 V 200 V 190 V 150 V

Setelah pemasangan trafo, didapatkan hasil berupa tegangan di sisi beban berada pada level yang lebih baik sebelum pemasangan trafo

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian hardware pada lokasi PLTMH, didapatkan kesimpulan berupa:

1. Generator PLTMH, pada Desa Talang Jawa, tidak dapat menghasilkan daya yang maksimal karena rancangan yang tidak sesuai prosedur, serta jauhnya lokasi Generator ke lokasi Beban
2. Setelah dipasangkan Transformator, tegangan pada sistem PLTMH menjadi lebih normal. Namun dari sisi kestabilan tegangan, hal tersebut belum tercapai karena delay waktu saat proses switching kontaktor terlalu lama.
3. Delay pada sistem pengontrolan, terdapat pada internal mikrokontroler dan juga saat pergantian kontak pada kontaktor magnetik. Akibatnya sistem PLTMH akan mati sejenak sebelum kembali menyala 2 detik kemudian..
4. Ketika mengalami reaksi jangkar, PLTMH tidak memberikan reaksi untuk menambahkan jumlah putaran karena putaran generator dibuat tetap. Akibatnya saat terjadi reaksi jangkar, maka putaran generator menurun sehingga tegangan jangkar generator juga ikut menurun.

### 5.2. Saran

Berdasarkan data dan fakta hasil penelitian pada PLTHM Desa Talang Jawa, saran atau masukan untuk menaikkan kinerja sistem PLTHM adalah sebagai berikut.

1. Disarankan mengganti kabel penghantar yg berjarak 1500 meter sesuai dengan standar kelayakan PLTMH
2. Disarankan mengganti lampu bohlam 100 Watt, agar lebih hemat energi. Lampu dapat diganti dengan neon lilin yang tarikan arusnya tidak sebesar lampu bohlam.
3. Untuk keamanan perlu dipasang beban komplemen pada sistem PLTMH
4. Perlu penelitian lebih lanjut tentang *switching* pada tap trafo agar didapatkan *switching* yang lebih halus.

### Daftar Pustaka

- [1] Rashid, Muhammad H. 1999. *Elektronika Daya jilid I*. PT. Prenhalindo. Jakarta.
- [2] Theraja.A.K Theraja.BL.T.1999. *Electrical Technology*. S Chend& Company. New Delhi
- [3] Zuhail.1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] Wardhana, Lingga.2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler Seri AT Mega 8535*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Sulistiyanti, Sri Ratna, Dkk.2006. *Dasar Sistem Kendali (Elt 307)*. Penerbit Universitas Lampung
- [5] PT. Cipta Multi Kreasi. 2008. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. PT. Cipta Multi Kreasi.
- [6] Winoto,Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrograman dengan bahasa C Pada Codevision*. Informatika Bandung.
- Sulasno, Thomas Agus Prajitno. 1991. *Dasar Sistem pengaturan*. Satya Wacana. Semarang.
- Lembaga Elektronika Nasional-LIPI, 1984, *Perencanaan dan Pembuatan Transformator Skala Kecil*, Departemen Perindustrian, Bandung



