

# OPTIMASI KONDISI JARINGAN LISTRIK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO CURUG MUNCAR 2 (50KVA – 3 Phasa) DENGAN PERBAIKAN UKURAN PENGHANTAR JALUR TRANSMISI

Ghoni Musyahaer

Teknik Elektronika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
 Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan  
 Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan  
 Telp.: (0285) 385313, www.fastikom.umpp.ac.id

## ABSTRAK

Optimasi kondisi jaringan dilakukan dengan cara menganalisis jaringan listrik yang lama kemudian mencari titik-titik beban yang mungkin untuk direkonfigurasi. Dari kemungkinan-kemungkinan yang ada, dilakukan analisis beban kemudian dicari mana kemungkinan rekonfigurasi jaringan dengan rugi jaringan yang paling kecil.

Kekurang optimalan penggunaan alat-alat elektronik oleh penduduk setempat sangat dirasakan. Hal tersebut disebabkan karena tegangan yang diterima oleh mereka kurang dari batasan toleransi tegangan terendah (10%) dari tegangan normal, terlebih pada waktu malam hari.

Salah satu penyebab dari kekurang optimalan adalah penggunaan kabel transmisi yang tidak sesuai dengan perhitungan ukuran kabel maupun jenisnya. Dengan memperbaiki hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan optimasi suplay listrik ke rumah-rumah penduduk.

**Kata kunci :** Optimasi penghantar, jenis kabel penghantar

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tenaga listrik memegang peranan penting dalam pengembangan ekonomi dan pembangunan suatu bangsa. Kebutuhan tenaga listrik pada umumnya akan naik, dengan laju pertumbuhan rata-rata 9,8% per tahun, terutama tergantung pada pertumbuhan ekonomi dan laju perkembangan industri suatu negara. Hal ini berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik. Semakin jelas bahwa harus ada suatu gagasan baru mengenai sumber-sumber penghasil energi dan rumusan program-program dengan efisiensi maksimal.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) low head dengan kapasitas kurang dari 500 Kilo Watt (KW). PLTMH mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan di Indonesia. Potensi total PLTMH di Indonesia adalah sebesar 500 Mega Watt (MW), yang sudah dimanfaatkan baru 21 MW. Pada bulan Januari tahun 2008, dinas ESDM Jawa Tengah memberi bantuan mendirikan PLTMH baru (PLTMH Curug Muncar) di desa Curug Muncar kecamatan Petungkriyono dengan kemampuan pembangkitan daya sebesar 50 KVA. PLTMH tersebut ditujukan untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik di desa Curug Muncar kecamatan Petungkriyono yang sebelumnya masih menggunakan kincir tradisional. Sebelumnya pembuatan kincir tradisional dengan cara sederhana sering sekali rusak karena kurangnya pengetahuan masyarakat tentang listrik maupun karena terkena bencana tanah longsor akibat masih awamnya pemilihan lokasi untuk pembangkit. Dengan adanya

pembangunan PLTMH masyarakat Curug Muncar sangat terbantu sekali karena sudah bisa menikmati terangnya malam. Hanya saja mereka kurang bisa menikmati fasilitas elektronik, karena tegangan yang diterima rata-rata 160Volt.

Optimasi kondisi jaringan dilakukan dengan cara menganalisis jaringan listrik yang lama kemudian mencari titik-titik beban yang mungkin untuk direkonfigurasi. Dari kemungkinan-kemungkinan yang ada, dilakukan analisis beban kemudian dicari mana kemungkinan rekonfigurasi jaringan dengan rugi jaringan yang paling kecil.

Pada latar belakang masalah kali ini penulis melihat, mengamati, serta mendengar apa yang disampaikan masyarakat tentang hasil dari penggunaan listrik di tempat tinggal mereka. Kebanyakan dari masyarakat mengeluhkan susahny menggunakan peralatan elektronik walaupun sudah ada aliran listrik di rumah mereka. Hal tersebut disebabkan karena tegangan yang diterima oleh mereka kurang dari batasan toleransi tegangan terendah (10%) dari tegangan normal, terlebih pada waktu malam hari.

### 1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana cara mengatasi jatuh tegangan dengan cara yang sederhana?
- Bagaimana cara pemilihan penghantar saluran udara yang baik?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih mempersempit ruang lingkup penelitian, penulis membatasi penelitian hanya pada saluran transmisi menggunakan simulasi modifikasi jaringan.

### 1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah supaya terjadi optimasi tegangan pada konsumen, sehingga konsumen dapat menikmati fasilitas listrik sebagaimana mestinya ( bisa menghidupkan alat – alat elektronik rumah tangga dengan sempurna.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Jenis-jenis kabel

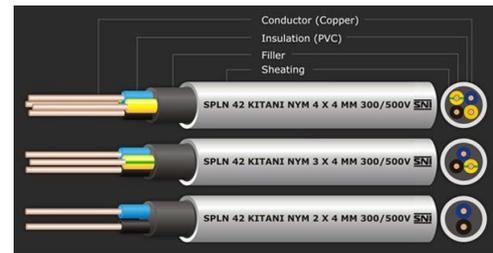
Ada banyak jenis kabel yang sering kita gunakan kehidupan kita sehari-hari untuk instalasi rumah dan lain-lainnya. berikut macam jenis dari kabel, baik yang umum kita lihat maupun yang sering dipergunakan untuk instalasi tertentu.

#### 1 Kabel NYA



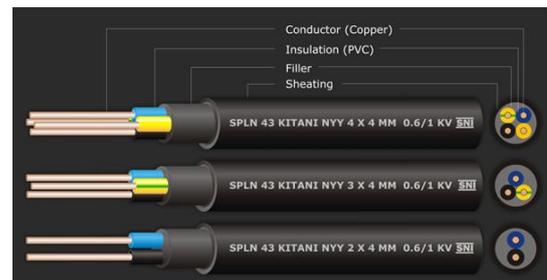
Kabel jenis ini di gunakan untuk instalasi rumah dan dalam instalasi rumah yang sering di gunakan adalah NYA dengan ukuran 1,5 mm<sup>2</sup> dan 2,5 mm<sup>2</sup>, yang berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air (NYA adalah tipe kabel udara) dan mudah digigit tikus. Agar aman jika menggunakan kabel tipe ini lebih baik kabel dipasang di dalam pipa atau saluran penutup, karena selain tidak bisa diganggu oleh hewan pengerat dan tidak terkena air, juga apabila ada isolasi yang terkelupas (terbuka) tidak bisa tersentuh langsung oleh manusia.

#### 2. Kabel NYM



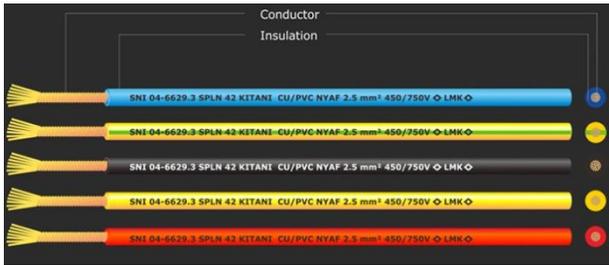
Kabel jenis ini hanya direkomendasikan khusus untuk instalasi tetap di dalam bangunan yang dimana penempatannya biasa di luar/ di dalam tembok ataupun di dalam pipa (conduit). Kabel NYM berinti lebih dari 1, memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA). Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam.

#### 3. Kabel NYY



Kabel ini dirancang untuk instalasi tetap di dalam tanah yang dimana harus tetap diberikan perlindungan khusus (misalnya duct, pipa PVC atau pipa besi). Kabel protodur tanpa sarung logam. Instalasi bisa ditempatkan di dalam dan di luar ruangan, dalam kondisi lembab ataupun kering, memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna hitam), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM (harganya lebih mahal dari NYM). Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus.

#### 4. Kabel NYAF



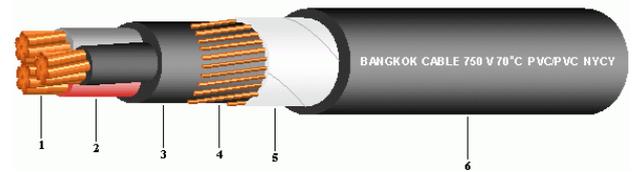
Kabel ini direncanakan dan direkomendasikan untuk instalasi dalam kabel kotak distribusi pipa atau di dalam duct. Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi. Kabel jenis ini sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan – belokan tajam. Digunakan pada lingkungan yang kering dan tidak dalam kondisi yang lembab/basah atau terkena pengaruh cuaca secara langsung.

#### 5. Kabel NYFGbY/NYRGbY/NYBY



Kabel ini dirancang khusus untuk instalasi tetap dalam tanah yang ditanam langsung tanpa memerlukan perlindungan tambahan (kecuali harus menyeberang jalan). Pada kondisi normal ke dalaman pemasangan di bawah tanah adalah 0,8 meter.

#### 6. Kabel NYCY



Kabel ini dirancang untuk jaringan listrik dengan penghantar konsentris dalam tanah, dalam ruangan, saluran kabel dan alam terbuka. Kabel protodur dengan dua lapis pelindung pita CU Kabel. Instalasi ini bisa di tempatkan di luar atau di dalam bangunan, baik pada kondisi lembab maupun kering.

#### 7. Kabel BC



Kabel ini dipilin/stranded, disatukan. Ukuran / tegangan mak = 6 – 500 mm<sup>2</sup> / 500 V Pemakaian = saluran di atas tanah dan penghantar pentanahan.

#### 8. Kabel AAAC



Kabel ini terbuat dari aluminium-magnesium-silicon campuran logam. Keterhantaran listrik tinggi yang berisi magnesium silicide, untuk memberi sifat yang lebih baik. Kabel ini biasanya dibuat dari paduan aluminium 6201. AAAC mempunyai suatu anti karat dan kekuatan yang baik, sehingga daya hantarnya lebih baik.

## 9. Kabel ACSR



Kabel ACSR merupakan kawat penghantar yang terdiri dari aluminium berinti kawat baja. Kabel ini digunakan untuk saluran-saluran transmisi tegangan tinggi, dimana jarak antara menara/tiang berjauhan, mencapai ratusan meter, maka dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi, untuk itu digunakan kawat penghantar ACSR.

## 10. Kabel ACAR



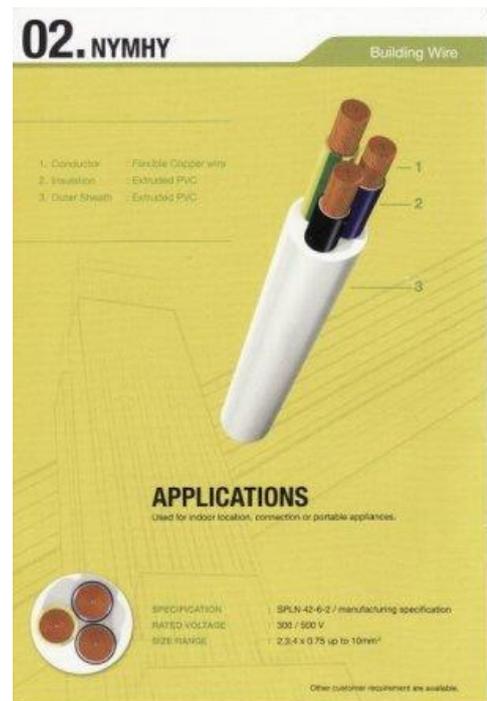
Kabel ACAR yaitu kawat penghantar aluminium yang diperkuat dengan logam campuran, sehingga kabel ini lebih kuat daripada kabel ACSR.

## 11. Kabel NYMHYO



Merupakan kabel jenis serabut dengan berintikan dua serabut. Kabel ini biasanya digunakan untuk soundsystem, loudspeaker, virtual video. Gunakan kabel jenis NYA/NYM untuk jembatan / hantaran listrik yang bersifat permanen. Untuk pemakaian daya yang besar seperti televisi, magicom, sanyo, kulkas, AC, gunakan jenis kabel ini secara langsung. Jenis kabel ini mampu menghantar hingga 700 VA sehingga aman dan menjadikan pembayaran rekening listrik menjadi murah. Untuk jenis kabel NYMHYO biasanya digunakan pada model Roll. Jika digunakan pada pemakaian daya yang besar seperti tersebut di atas hanya bersifat temporary / sementara karena jenis kabel ini hanya mamapu menghantarkan listrik 20VA-50VA. Kurang / hilangkan pemakaian jenis kabel ini karena mudah sekali menimbulkan bahaya listrik serta menjadikan pembayaran listrik membengkak. Spin control berputar berdasarkan panas yang dikeluarkan oleh energi listrik. Untuk jenis kabel NYMHYO biasanya digunakan pada lampu taman.

## 12. Kabel NYMHY



Kabel jenis ini khusus direkomendasikan untuk digunakan sebagai penghubung alat-alat rumah tangga yang sering dipindah pindah dan harus di tempat kering. Kabel ini mempunyai isolasi plastic tahan panas. Bilamana digunakan untuk penghubung alat pemanas, maka pada titik sambungannya antar alat dengan kabel.

Temperaturnya tidak boleh lebih dari 85 derajat Celcius, karena hal tersebut dapat membahayakan kabel itu sendiri.

**2.2 Perhitungan Rugi Tegangan**

Kerugian tegangan dalam saluran listrik adalah berbanding lurus terhadap panjang saluran dan beban, namun berbanding terbalik terhadap penampang saluran. Kerugian ini harus tetap berada dalam batas-batas tertentu. Dalam peraturan instalasi listrik, telah ditentukan bahwa rugi tegangan pada suatu titik dari suatu instalasi, tidak boleh melebihi 2% dari tegangan yang dipakai untuk instalasi penerangan dan 5% dari tegangan yang dipakai untuk instalasi tenaga seperti motor listrik dan lain-lain. Perhitungan-perhitungan menggunakan notasi berikut :

- E = Tegangan antara 2 saluran (Volt)
- q = Penampang saluran dalam (mm<sup>2</sup>)
- N = Beban (watt)
- ev = Rugi tegangan (Volt)
- p = Rugi tegangan (%)
- L = Panjang saluran (m)
- ξ = Daya hantara Jenis saluran, yaitu  
 Tembaga (Cu) = 56  
 Alumunium (Al) = 32.7  
 Besi (Fe) = 7

- o Untuk saluran bolak-balik tanpa beban induksi, umpamanya untuk beban penerangan (1 phase), kita gunakan rumus-rumus berikut :
- 1. Bila Kerugian dinyatakan dalam prosen (p)

$$q = \frac{L \times N \times 200}{E \times E \times p \times \xi} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$q = \frac{L \times i \times 200}{E \times p \times \xi} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(2)$$

Bila Kerugian dinyatakan dalam volt (ev)

$$q = \frac{L \times N \times 200}{E \times ev \times \xi} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(3)$$

$$q = \frac{L \times i \times 2}{ev \times \xi} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(4)$$

- o Untuk saluran bolak-balik 3 phase, kita gunakan rumus-rumus berikut :

$$ev = \frac{\sqrt{3} \times L \times i \times \cos \Phi}{\xi \times q} \text{ volt} \dots\dots\dots(5)$$

$$q = \frac{\sqrt{3} \times L \times i \times \cos \Phi}{\xi \times ev} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(6)$$

Bila Kerugian dinyatakan dalam volt (ev)

$$ev = \frac{L \times N}{\xi \times q \times E} \text{ volt} \dots\dots\dots(7)$$

$$q = \frac{L \times N}{\xi \times ev \times E} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(8)$$

**3. METODELOGI**

Metode yang digunakan adalah penelitian berorientasi teknik / *Engineering oriented Reseach*. Pengumpulan data berupa nilai tegangan dilakukan secara acak pada beban puncak / malam hari antara jam 19.00 – 21.00. Selanjutnya pengukuran panjang penghantar / kabel dari konsumen sampai pembangkit. Terbuat dari apakah penghantar itu, sehingga bisa diketahui hambatan jenisnya. Di pembangkit sendiri tegangan yang dihasilkan diukur. Dengan demikian melalui perhitungan matematis akan didapat berapa luas penampang kabel yang seharusnya dipakai, sehingga rugi tegangan bisa diminimalisir.

Menggunakan jenis **penelitian terapan**

- Dilakukan utk memperbaiki atau memodifikasi proses suatu sistem atau program, dgn menerapkan teori-teori yang ada.

Teknik penelitian yang digunakan adalah teknik **non empirik**, dimana di dalamnya terdapat konsep penelitian, teorema dan aplikasi secara matematis dan simulasi.

**4. HASIL PEMBAHASAN**

Generator yang dipakai di PLTMH Curug Muncar adalah 3 phase = cos Ø 0,8 dengan tegangan 380 Volt dan arus nominal 100 ampere. Panjang Saluran 200 meter. Rugi tegangan tidak boleh melebihi 20 volt pada terminal motor.

Pembahasannya :

$$q = \frac{\sqrt{3} \times L \times i \times \cos \Phi}{\xi \times ev} \text{ mm}^2$$

$$q = 26,28 \text{ mm}^2 \quad q = \frac{1,732 \times 200 \times 100 \times 0,85}{56 \times 20}$$

Untuk ini dapat digunakan kabel tembaga (Cu)  $>26,28 \text{ mm}^2$

## 5. Kesimpulan

Untuk memberikan optimasi daya listrik masyarakat pemakai PLTMH perlu dilakukan dengan cara saluran udara menggunakan kabel tembaga (Cu)  $>26,28 \text{ mm}^2$

## Daftar Pustaka

- [1] Aslimeri, Ganefri. 2008. Teknik Transmisi Tenaga Listrik : Departemen Pendidikan Nasional.
- [2] Muslim Supari. 2008. Teknik Pembangkit Tenaga Listrik : Departemen Pendidikan Nasional.
- [3] Fayyadl, Muhammad. 2006. Rekonfigurasi Jaringan Distribusi
- [4] Hutauruk, T. S. 1990. "Transmisi Daya Listrik". Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [5] KESDM. 2010. Indonesia Energy Outlook 2010. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM.
- [6] Maryono. 2008. <http://www.alpensteel.com/article/50-104-energi-sungai-pltmh--micro-hydro-power/1911-krisis-listrik-diatasi-oleh-pltmh> diakses April 2013.
- [7] Neidle, Michael. 1991. Teknologi Instalasi Listrik. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- [8] ilham syaqir, tenaga listrik Mikrohidro di 17.24
- [9] [lembagaenergihijau@yahoo.com](mailto:lembagaenergihijau@yahoo.com)
- [10] <http://elektro-unimal.blogspot.co.id/>
- [11] <https://rendemen.wordpress.com/2011/11/29/perhitungan-rugi-tegangan-pada-kabel/>