

## SISTEM PENGATURAN BEBAN PADA MIKROHIDRO SEBAGAI ENERGI LISTRIK PEDESAAN

<sup>1</sup>Ari Rahayuningtyas, <sup>2</sup>Teguh Santoso dan <sup>3</sup>Maulana Furqon

<sup>1,2,3</sup>Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI  
Jl. KS. Tubun no. 5 Subang Jawa Barat

e-mail: <sup>1</sup>[ningtyas\\_ari@yahoo.com](mailto:ningtyas_ari@yahoo.com), <sup>2</sup>[huget\\_santoso\\_2007@yahoo.co.id](mailto:huget_santoso_2007@yahoo.co.id),  
<sup>3</sup>[furqon.maulana@gmail.com](mailto:furqon.maulana@gmail.com)

**Abstrak.** Salah satu faktor utama untuk mendukung pembangunan pedesaan adalah kesediaan energi. Oleh karena itu pengembangan energi pedesaan memegang peranan penting. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) menjadi alternatif untuk penyediaan energi pedesaan, terutama desa-desa yang memiliki potensi air yang cukup. Selama ini pembangkit listrik tenaga air skala kecil yang di bangun oleh masyarakat belum menerapkan sistem pengaturan beban secara elektronik sehingga terjadi ketidakstabilan tegangan dan frekuensi ketika beban berubah. Pada makalah ini disampaikan mengenai rancang bangun sistem pengaturan beban secara elektronik yang berfungsi menjaga agar turbin dan generator terbebani secara konstan meskipun beban pada pemakai daya listrik berubah-ubah. Sistem rangkaian ini mampu menjaga kestabilan tegangan antara 220 volt sampai dengan 227 volt, dengan frekuensi bekerja antara 47 Hz sampai dengan 50 Hz.

**Kata kunci:** Beban, Tegangan, Frekuensi.

### 1. Pendahuluan

Sebagian besar penduduk Indonesia saat ini masih bertempat tinggal di kawasan pemukiman pedesaan. Kawasan pemukiman pedesaan dicirikan antara lain oleh rendahnya tingkat produktivitas tenaga kerja, masih tingginya tingkat kemiskinan dan rendahnya kualitas lingkungan pemukiman pedesaan. Mengingat besarnya jumlah penduduk Indonesia tinggal di daerah pedesaan, maka pembangunan pedesaan harus mendapat prioritas yang tinggi dalam pembangunan nasional. Dalam pembangunan pedesaan, masyarakat pedesaan diharapkan mampu tumbuh sebagai kekuatan ekonomi yang tidak menggantungkan hanya pada sektor pertanian tetapi juga pada sektor-sektor lainnya, khususnya agroindustri dan kegiatan peningkatan nilai tambah lainnya, yang akhirnya dapat meningkatkan perkembangan ekonomi pedesaan. Energi merupakan salah satu penentu perkembangan ekonomi masyarakat. Salah satu sumber energi yang sangat penting adalah listrik. Selama ini pembangkit listrik tenaga air skala kecil yang di bangun oleh masyarakat belum menerapkan sistem pengatur penyeimbang beban secara elektronik, sehingga ketika terjadi perubahan beban pada pembangkit dapat mengakibatkan kerusakan pada alat-alat listrik/elektronik. Masalah ini dapat diatasi dengan memasang alat pengatur beban elektronik pada pembangkit tersebut. Pengontrol beban pada PLTMH yang ada dipasaran atau ELC (Electronic Load Controller) berbasis mikrokontroler. ELC yang sudah ada dipasaran relatif mahal, distributor mematok rasio harga sekitar Rp 1.500.000 untuk per KW daya PLTMH yang dikontrol. Produksi dan distribusinya berada di Jawa Barat (Bandung-Cimahi), ketika terjadi kerusakan ELC di unit-unit PLTMH di daerah-daerah akan sulit untuk memperbaikinya

atau menggantinya, karena harus dibawa ke distributor. Dalam makalah ini akan disampaikan mengenai rancang bangun sistem pengaturan beban secara elektronik yang berfungsi menjaga agar turbin dan generator terbebani secara konstan meskipun beban pada pemakai daya listrik berubah-ubah.

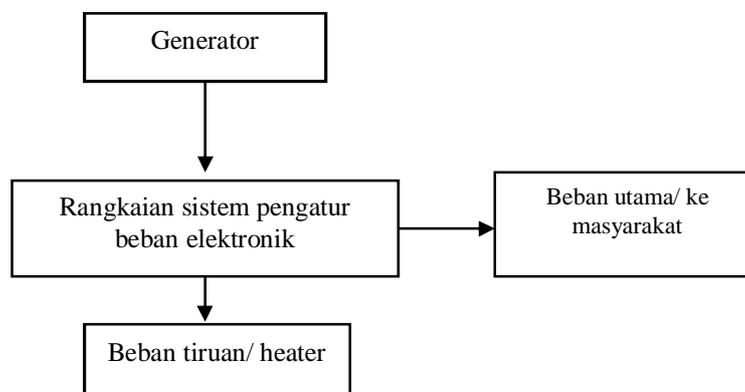
## 2. Metodologi Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna (BBPTTG) Subang . Metodologi yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode rancang bangun meliputi :

- a. Preliminary design mencakup DRO (design requirement and objectives), profil proses dan konfigurasi awal sistem rangkaian pengatur beban secara elektronik.
- b. Pembuatan desain rangkaian sistem pengatur beban secara elektronik.
- c. Konstruksi/ pembuatan rangkaian sistem pengatur beban secara elektronik.
- d. Instalasi sistem secara keseluruhan
- e. Uji coba sistem secara keseluruhan
- f. Pengolahan dan analisa data

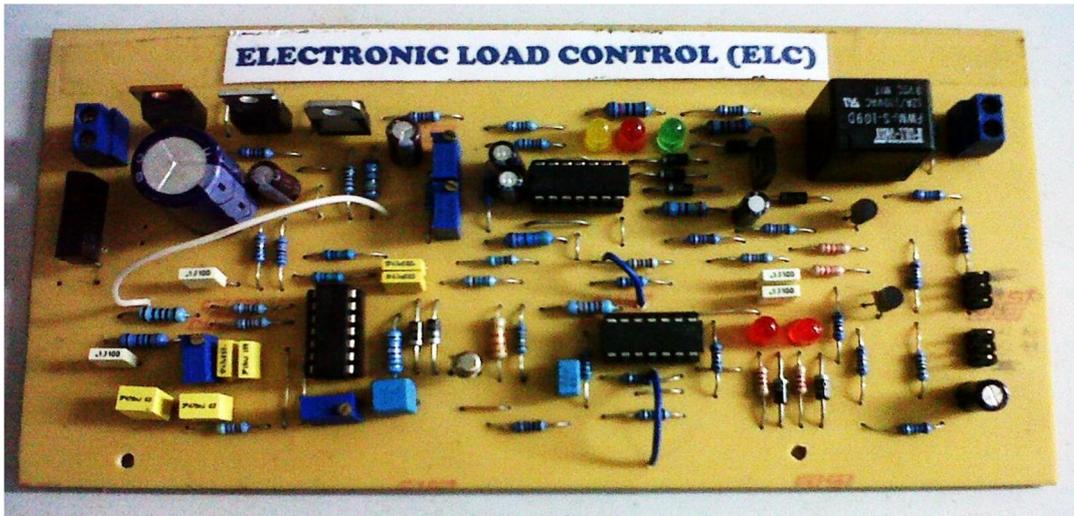
## 3. Hasil dan Pembahasan

Rangkaian sistem pengatur beban secara elektronik ini dirancang menggunakan komponen yang tersedia dipasaran dengan harga relatif murah. Gambar berikut adalah gambar diagram blok sistem secara umum..



*Gambar 1. Diagram blok sistem rangkaian*

Rangkaian sistem pengatur beban secara elektronik ini berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan listrik yang dihasilkan dari sebuah pembangkit (mikrohidro) sehingga memenuhi persyaratan standar keamanan kelistrikan. Sistem pengatur beban berfungsi menjaga agar turbin dan generator terbebani secara konstan meskipun beban pada pemakai daya listrik berubah-ubah, akan mempertahankan putaran generator dan turbin. Alat ini bekerja menyeimbangkan antara beban utama/ beban ke masyarakat dengan beban tiruan/ heater. Pada hasil uji coba sistem rangkaian pengatur beban ini terlihat bahwa dapat menjaga kestabilan tegangan sebesar 220 sampai 227 volt dengan frekuensi 47 sampai dengan 50 Hz. Dengan menggunakan beban tiruan / heater sebesar 2000 watt.

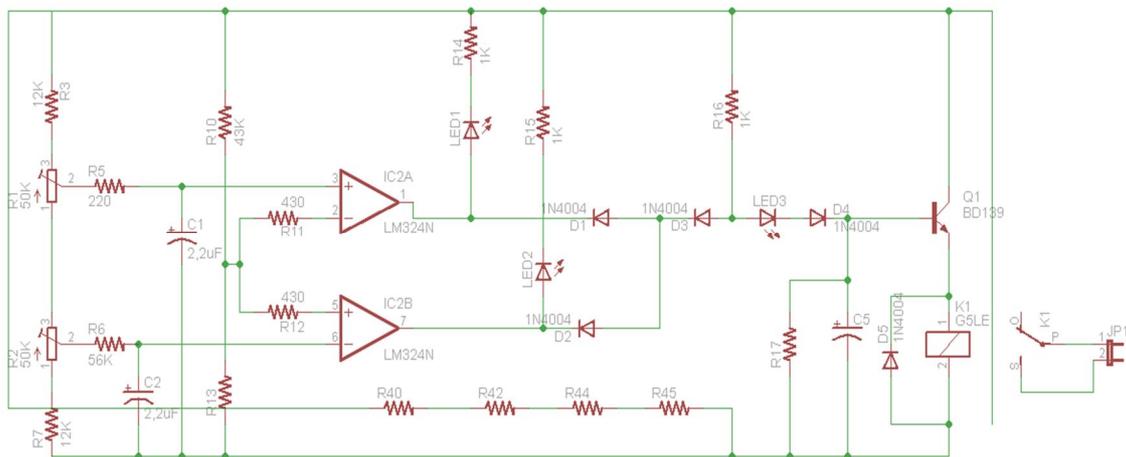


Gambar 2. Gambar rangkaian sistem pengatur beban elektronik

Keterangan singkat rangkaian sistem pengatur beban elektronik

### 3.1 Rangkaian Pengaman Tegangan

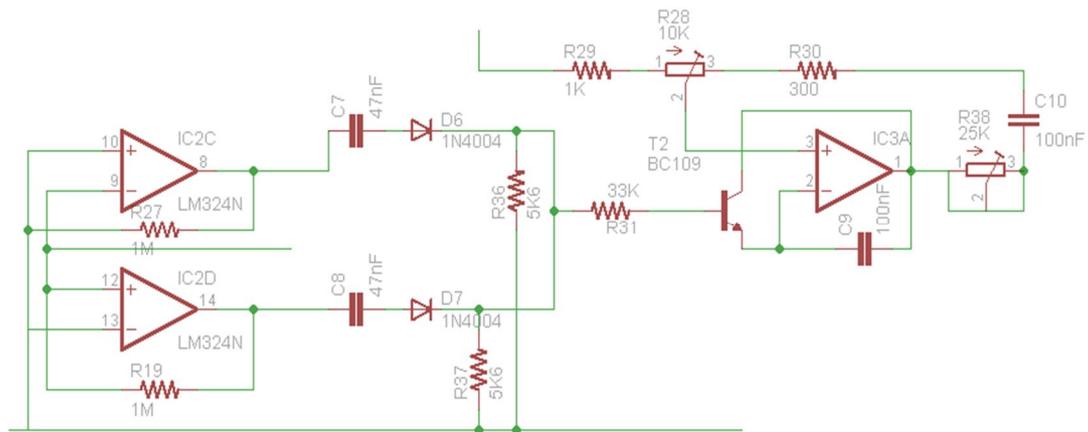
Rangkaian ini berfungsi sebagai pengaman tegangan dari tegangan lebih ataupun kurang, dari tegangan yang diijinkan. Pada sistem ini tegangan diatur antara 220 Volt sampai dengan 227 Volt, dengan frekuensi antara 47 Hz sampai dengan 50 Hz.



Gambar 3. Rangkaian Pengaman Tegangan Yang Diijinkan

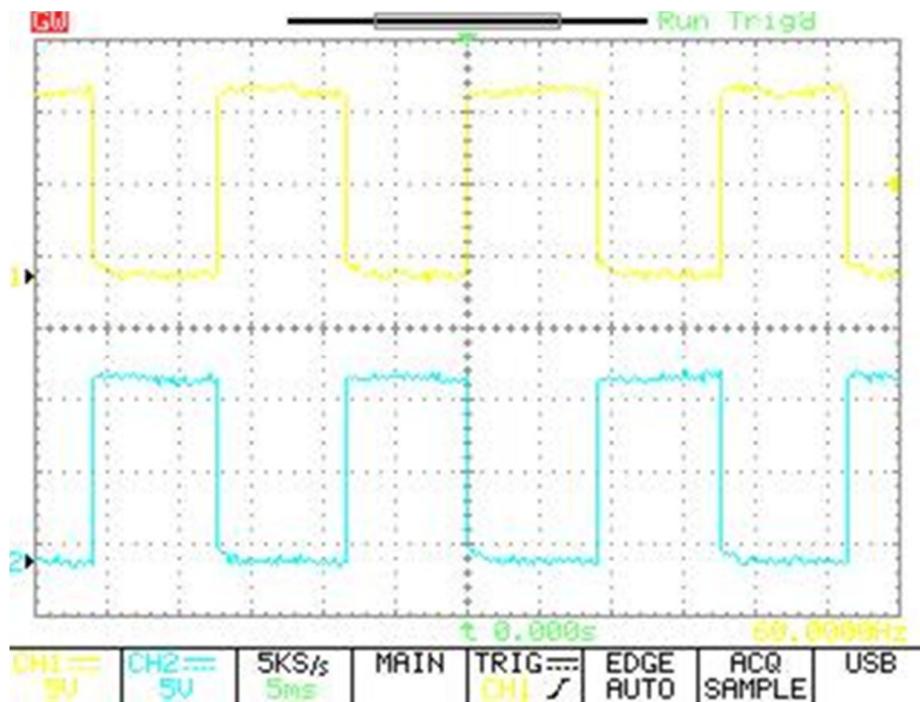
### 3.2 Rangkaian Sensor

Prinsip dari rangkaian ini adalah menurunkan tegangan keluaran jika frekuensi pada generator naik, dan menaikkan tegangan keluaran jika frekuensi generator turun.



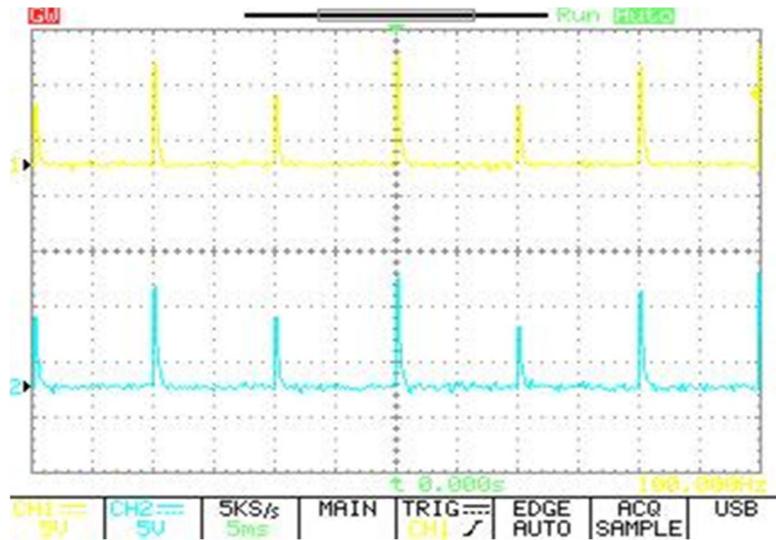
**Gambar 4.** Rangkaian sensor

Tegangan efektif generator sebesar 227V dengan frekuensi 50 Hz. Nilai ini diubah menjadi gelombang kotak oleh dua op-amp. Op amp yang digunakan adalah tipe IC LM 324 yang berfungsi sebagai pembanding /komparator, dengan tegangan catu sebesar +15V. IC LM 324 ini mempunyai tegangan kerja antara +5 V sampai +15V untuk +Vcc dan -5V sampai -15V untuk -Vcc. Tampilan keluaran pada osiloskop dapat dilihat pada gambar 5.



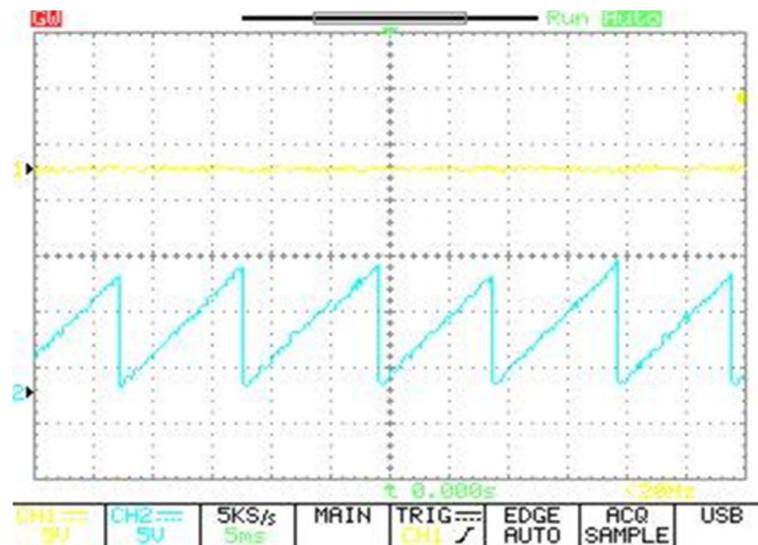
**Gambar 5.** Gelombang Kotak

Keluaran dari gelombang kotak diumpankan pada sebuah kapasitor (47 nf) akan terjadi pulsa sesaat selama 5 milidetik, seperti terlihat pada gambar 6



Gambar 6. Gelombang Pulsa Sesaat

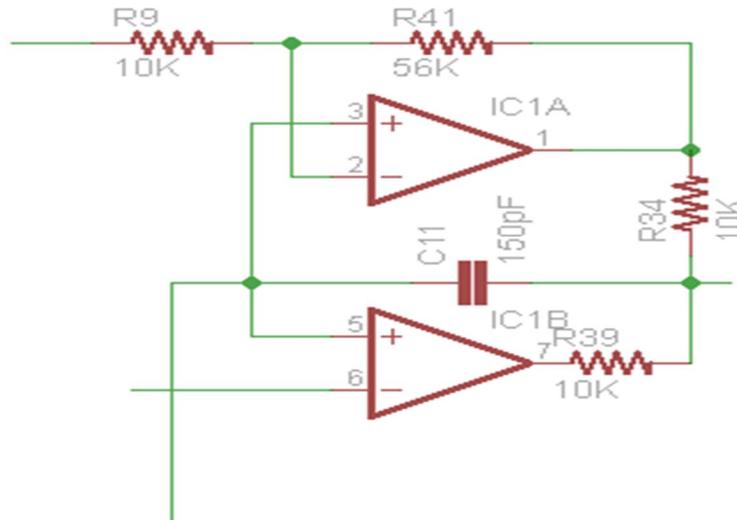
Pulsa sesaat ini merupakan saklar elektronik yang menutup selama 5 milidetik dan menghasilkan tegangan 5 volt untuk frekuensi 50 Hz . Gelombang yang dihasilkan adalah berbentuk segitiga seperti pada gambar 7



Gambar 7. Gelombang segitiga

### 3.3 Rangkaian pengatur pulsa

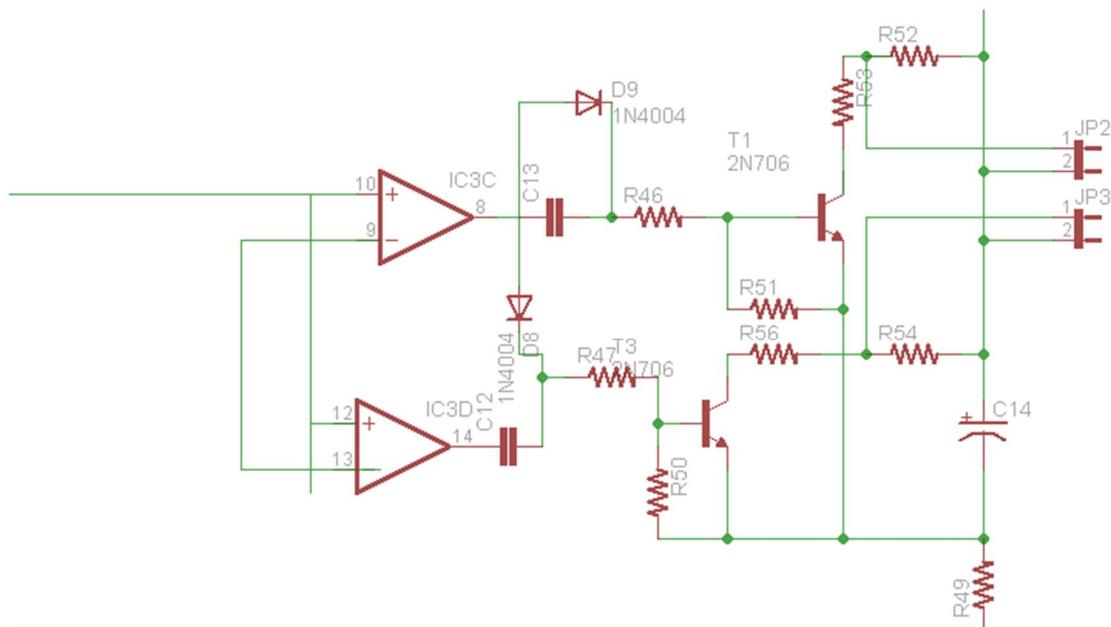
Rangkaian ini berfungsi membandingkan frekuensi generator yang berubah terhadap beban konsumen dengan frekuensi yang diinginkan. Rangkaian ini akan mengeluarkan pulsa tinggi jika frekuensi generator lebih kecil dari frekuensi referensi dan sebaliknya.



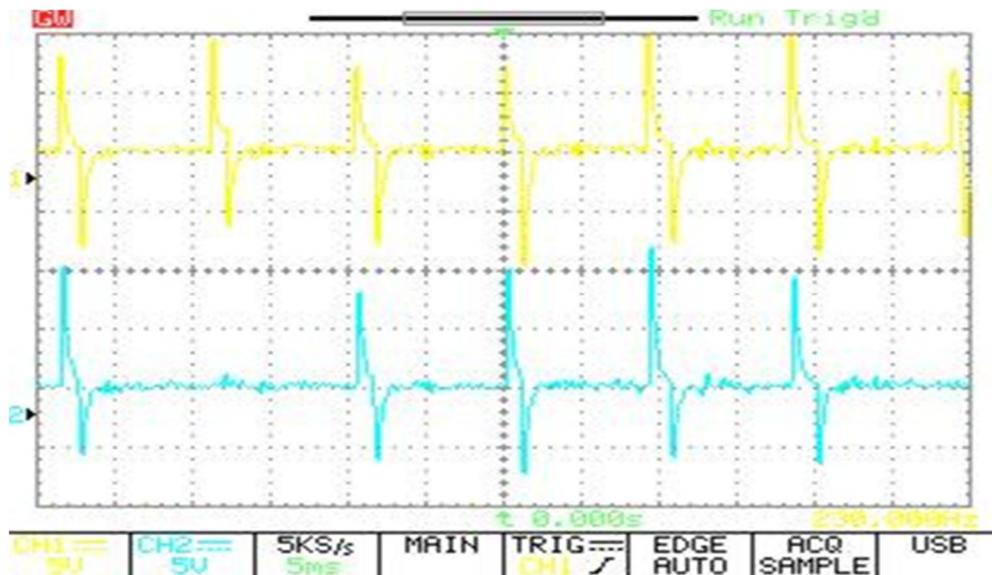
Gambar 8. Rangkaian Pengatur Pulsa

### 3.4 Rangkaian Pembanding

Rangkaian ini merupakan pembanding keluaran pada sensor frekuensi generator dengan keluaran pengatur pulsa. Jika beban utama turun, frekuensi generator akan naik dan keluaran pengatur pulsa akan berubah dari tinggi menjadi rendah. Pulsa rendah ini akan diumpungkan ke rangkaian pembanding untuk dibandingkan kembali dengan frekuensi generator.



Gambar 9. Rangkaian Pembanding



Gambar 10. Sinyal pada rangkaian pembanding

Hasil keluaran dari rangkaian pembanding adalah pulsa tinggi. Pulsa tinggi ini akan diumpangkan ke rangkaian pegatur pulsa agar dapat dihasilkan arus keluaran sebesar 5 ms dan akan mengaktifkan saklar elektronik. Sehingga ada arus yang mengalir pada beban tiruan/ heater. Gambar 10 menunjukkan lebar pulsa yang dibutuhkan untuk mengaktifkan saklar elektronik. Lebar pulsa menentukan jumlah daya yang akan diumpangkan ke beban.

#### 4. Kesimpulan

Pengontrol beban pada PLTMH yang ada dipasaran relatif mahal dan distribusinya berada di Jawa Barat, jika terjadi kerusakan di unit PLTMH di daerah susah untuk memperbaiki /menggantinya. Kegiatan rancang bangun ini memiliki peran penting di dalam menjaga kestabilan tegangan listrik yang dihasilkan dari sebuah pembangkit (mikrohidro) sehingga memenuhi persyaratan standar keamanan kelistrikan. Sistem pengatur beban berfungsi menjaga agar turbin dan generator terbebani secara konstan meskipun beban pada pemakai daya listrik berubah-ubah. Sistem rangkaian ini mampu menjaga kestabilan tegangan antara 220 volt sampai dengan 227 volt, dengan frekuensi bekerja antara 47 Hz sampai dengan 50 Hz. Generator yang cocok digunakan pada sistem ini adalah generator dengan sikat, karena tegangan yang dihasilkan jauh lebih stabil (dilengkapi AVR /Automatic Voltage Regulator).

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada Tim PLTMH 2009-2011 BBPTTG LIPI atas dukungannya terhadap kegiatan ini.

## 6. Daftar Pustaka

Brown B., (1975). "*Op-Amp : Design & Application*", Mc Graw Hill, Kogakusha Ltd..

Revised Edition.

Januari praveshkafle.webs.com, (2010). "*Design and manufacture of electronic load controller (ELC)*",  
diunduh

Rahayuningtyas A., (2009). "Rancang Bangun Sistem Kontrol Elektronik Untuk Energi Pedesaan  
Mikrohidro (PLTMH)", Laporan Akhir Kegiatan Tematik BBPTTG .

Santoso, T. (1996). *Perancangan Kontrol Penyeimbang beban Tiga Fasa pada Mikrohidro. Tugas akhir.  
Teknik Elektro. Politeknik ITB. Bandung.*

Wasito, S, (1985). "Vademekum Elektronika", PT Gramedia, Jakarta.

[www.intersil.com](http://www.intersil.com), "Datasheet IC LM 324", diunduh Januari 2010.