

DOI: doi.org/10.21009/0305020127

## RANCANG BAGUN ALAT GEOLISTRIK BERBASIS *PULSE –WIDTH MODULATION* (PWM)

Akbar, Muhammad<sup>\*1,a</sup>, Handayani, Gunawan<sup>1,b</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Bandung, Lab fisika bumi, Jl ganesa no10, Bandung 40132

Email: <sup>a</sup>akbartahanurb@gmail.com, <sup>b</sup>gunawan@fi.itb.ac.id

### Abstrak

Kebutuhan alat survai geofisika sangat tinggi, terutama alat geolistrik. Tinggi kebutuhan tersebut membuat alat geolistrik menjadi sangat mahal. Untuk memecahkan masalah tersebut, maka muncul ide pembuatan geolistrik. Alat geolistrik adalah suatu alat geofisika untuk mengetahui aliran arus listrik kedalam tanah. Alat geolistrik menginjeksikan arus listrik tegangan DC. Kemudian di dalam tanah akan menimbulkan bedapotensial, bedapotensial tersebut kemudian diukur menggunakan voltmeter. Pada pembuatan geolistrik dimana tegangan DC yang diperoleh dari *power supplay*. *Power supplay* yang digunakan berbasis PWM (*pulse-width modulation*). Prinsip dasar dari PWM adalah menaikkan tegangan DC dengan teknik modulasi. Teknik PWN banyak digunakan sebagai penguat amplifier karena memberikan tegangan DC dan arus DC yang cukup besar. Penggunaan PWM tersebut kemudian diubah menjadi power supplay geolistrik karena alat geolistrik memerlukan tegangan DC yang cukup besar untuk memijeksi arus ke dalam tanah pada bentangan yang cukup panjang.

**Kata-kata kunci:** *Geolistrik, Power Supplay, PWM, Tegangan DC*

### 1. Pendahuluan

Potensi alam yang cukup besar di Indonesia hendaknya patut dikelola dengan maksimal. Pada kenyataannya banyak potensi sumber daya alam yang tidak terkelola dengan maksimal dan tidak mensejahterakan masyarakat di daerah tersebut. Hal ini disebabkan ketidaktahuan masyarakat tentang potensi yang ada di daerahnya. Untuk mengetahui suatu potensi sumber daya alam yang ada di daerah tersebut hendaknya dilakukan suatu survai geofisika. Dimana dalam suatu survai geofisika membutuhkan dana yang cukup besar karena alat yang digunakan sangat mahal.

Kebutuhan alat survai geofisika atau alat praktikum yang cukup besar membuat muncul pemikiran mengapa tidak membuat alat survai geofisika yang dapat juga dijadikan sebagai alat praktikum fisika. alat geofisika yang dibuat yaitu alat geolistrik yang dapat digunakan dalam survai sekaligus alat untuk praktikum. Geolistrik diambil karena sangat bermanfaat digunakan pada eksplosi bidang geologi seperti penentuan kedalaman batuan dasar, mencari reservoir air, dan juga banyak digunakan pada eksplorasi panas bumi (*geothermal*). Sehingga sangat bermanfaat bagi masyarakat dalam menentukan potensi sumber daya alam di daerahnya.

Alat geolistrik yang dibuat sangat sederhana dengan 4 elektroda. Dimana pembangkit arus untuk meninjeksikan kedalam permukaan tanah berupa power supply. Power supply dari geolistrik menggunakan teknik PWM (*Pulse-width modulation*)

yaitu suatu teknik modulasi untuk menaikkan atau menurunkan suatu tegangan DC. Power supply dengan teknik PWN biasa digunakan sebagai supply tegangan DC atau penguat amplifier ( *los speakers*). Karena PWN sebagai penyuplay tegangan DC yang besar kemungkinan cocok untuk dipakai sebagai power supply untuk alat geolistrik, karena geolistrik meninjeksikan arus searah (DC) dengan tegangan DC besar yang besar.

### 2. Metode Penelitian

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis pada satu lapisan batuan di bawah permukaan tanah. Cara kerja alat geolistrik yaitu dengan menginjeksi arus listrik DC (*direct current*) pada tegangan tinggi. Injeksi arus dilakukan menggunakan 2 buah elektroda. Arus C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub>. Jarak antara elektroda berpengaruh pada kedalaman.

Adanya injeksi arus listrik menyebabkan timbulnya perubahan nilai tegangan pada tanah. Tegangan pada tanah dapat diukur menggunakan voltmeter atau multimeter yang terhubung oleh dua buah elektroda P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub>. Konfigurasi perubahan posisi keempat elektroda arus dan tegangan mempengaruhi persamaan yang digunakan untuk mencari nilai tahanan jenis. Beberapa jenis konfigurasi pemasangan elektroda seperti konfigurasi Schlumberger, Wenner, atau dipol-dipol. Metode geolistrik lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal.

Proses pengambilan data dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger dimana jarak antara elektroda arus yang biasa di kenal AB lebih besar dari pada jarak elektroda tegangan MN. Susunan elektroda pada konfigurasi Schlumberger elektroda tegangan MN berada diantara elektroda arus AB. Untuk mencari tahanan jenis semu ( $\rho_{semu}$ ) dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\rho = k \frac{V}{I} \quad (1)$$

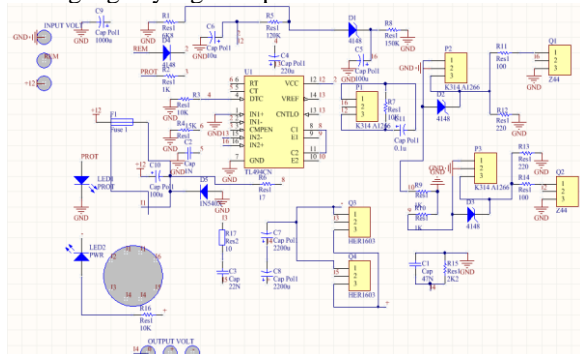
Dimana

$$k = \pi \frac{((AB/2)^2 - (MN/2)^2)}{2 \times MN} \quad (2)$$

### 1.1 Pulse-Width Modulation

*Pulse-width modulation* (PWM) adalah salah satu teknik dalam membuat *power supply*. Cara kerja PWM yaitu menggunakan prinsip modulasi dengan mengubah lebar pulsa (*duty cycle*) dengannilai amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Lebar pulsa merupakan presentase dari kondisi logika *high* dalam suatu periode signal, dalam hal ini *reange* yang dipakai yaitu antara 0 sampai 100%. [1] Jika waktu dalam keadaan *high* sama dengan *low* maka signal mempunyai *duty cycle* 50% dalam hal ini bentuk sinyal AC yang baik.

Aplikasi penggunaan PWM biasanya ditemui untuk pengaturan motor DC, pengaturan cerah /redup LED. Atau dalam membuat komperter DC-DC. Komperter DC-DC juga dapat digunakan dalam membuat geolistrik sebagai *power supply* untuk menginjeksikan arus kedalam tanah. Komperter DC-DC dapat digunakan karena dapat mengeluarkan arus dan tegangan yang cukup besar. Berikut desain PWM



Gambar 1. Desain PWM untuk power supply.

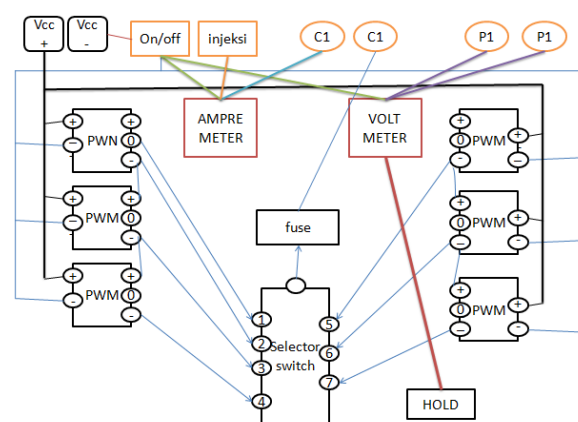
Gambar 1 menunjukan desain PWM yang dipakai sebagai *power supply*. PWM berfungsi sebagai komperter DC-DC. Baterai aki yang digunakan sebagai sumber tegangan dengan besar tegangan 12 volt. Input dari baterai kemudian diproses pada rangkaian PWM dan mengeluarkan output +42VDC dan -42VDC. Rangkain PWM sendiri terdiri dari inverter DC-AC, trafo, catu daya. Rangkaian inverter DC-AC adalah suatu rangkaian yang dapat mengubah tegangan DC dari baterai aki menjadi tegangan AC.

Keluaran dari inverter kemudian masuk ke trafo untuk menaikkan nilai tegangan. Catu daya berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi DC.

### 1.2 Desain Geolistrik

Desain alat geolistrik pada dasarnya terdiri atas beberapa bagian yaitu *power supply* sebagai pembangkit tegangan, amprometer dan voltmeter. Berikut skema desain geolistrik.

Pada gambar 2 menunjukan skema pembuatan geolistrik. Tegangan DC dari baterai Aki akan masuk melalui VCC+ dan VCC-, kemudian akan diteruskan oleh untuk menaikkan tegangan DC. Untuk mendapatkan nilai tegangan yang cukup besar keluaran PWM dirangkai secara seri. Pengaturan keluaran tegangan akan diatur oleh *selector switch* untuk selanjutnya diinjeksikan kedalam tanah.



Gambar 2. Skema pembuatan geolistrik.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Fungsi Kerja PWM

PWM yang berfungsi sebagai *power supply* mempunyai peran besar dalam komponen alat geolistrik. Baterai aki 12 VDC berfungsi sebagai penyuplai tegangan pada PWM. PWM akan mengubah tegangan DC menjadi AC kemudian akan dinaikkan menggunakan transformator. Keluaran dari transformator akan diubah mejad tegangan DC. Kemudian di injeksikan kedalam tanah.

Komponen utama dari rangkaian PWM adalah IC TL 494 CN. TL 494 CN berfungsi sebagai kontrol modulasi pada proses terbentuknya gelombang AC. TL 494 CN memiliki 16 pin yang mempunyai fungsi masing-masing sesuai skema gambar 1. Tegangan aki yang masuk melalui pin 12 pada IC TL 494 CN kemudian dikontrol oleh pin 14 yaitu VREF. Fungsi dari VREF adalah sebagai supply tegangan pada IC TL 494 CN. Adapun pin 5 dan 6 berfungsi sebagai osilator. Dimana perbandingan kapasitor (1N) dan resistor(15Kohm) menentukan frekuensi kerja (timer) dan keluaran frekuensi akan dikontrol oleh pin 4 yaitu dead-time kontrol. IC TL494CN memiliki 2 error amplifier dimana input positif berada pada pin 1 dan 16 sedangkan input negatif berada pada pin 2 dan 15.

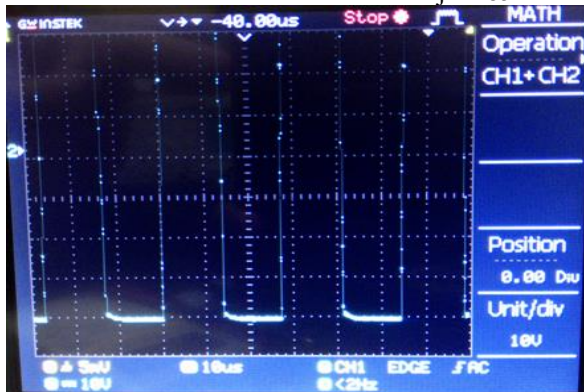
Output dari TL494CN yang berfungsi sebagai collector yaitu pin 8 dan 11. Dimana output pin 8 dan 11 langsung menuju trafo. Sedangkan output emitor (pin 9 dan 10) masing-masing akan menuju pada emitor pada transistor. Output basis transistor akan menuju ke IC Z44. Kemudian output ke Z44 akan menuju ke trafo. Fungsi dari rangkaian Z44 adalah untuk menaikkan daya dalam hal ini yang diutamakan arus. Hal ini dikarenakan arus yang dikeluarkan dari TL494CN sangat kecil akan tetapi kita membutuhkan arus besar setelah keluar dari trafo.

Output TL494CN berupa tegangan AC yang berbentuk gelombang kotak seperti terlihat pada gambar 3. Hal ini dikarenakan sistem kerja dari TL494 CN yaitu seperti *switch on off* dengan waktu jeda yang sangat kecil. Output keluaran dari TL494 CN yang memiliki 2 output tegangan masing-masing 12 Volt AC. Output tersebut kemudian digabungkan sebelum masuk ke dalam trafo, sehingga tegangan yang masuk ke dalam trafo menjadi 24 volt. Berikut bentuk tegangan sebelum masuk ke dalam trafo yang dilihat menggunakan osiloskop.



Gambar 3 bentuk gelombang sebelum masuk ke trafo

Tegangan yang masuk ke dalam trafo adalah tegangan AC dengan memiliki frekuensi yang cukup tinggi. Hal dikarenakan jumlah lilitan dalam trafo yang digunakan sedikit sehingga untuk menimbulkan induksi magnet memerlukan arus yang tinggi dengan frekuensi yang besar. Perbandingan jumlah lilitan antara lilitan primer dan sekunder adalah 7:24. Dari tegangan input 24 volt yang masuk ke dalam trafo dengan perbandingan lilitan tersebut maka keluaran trafo menjadi 85 volt.



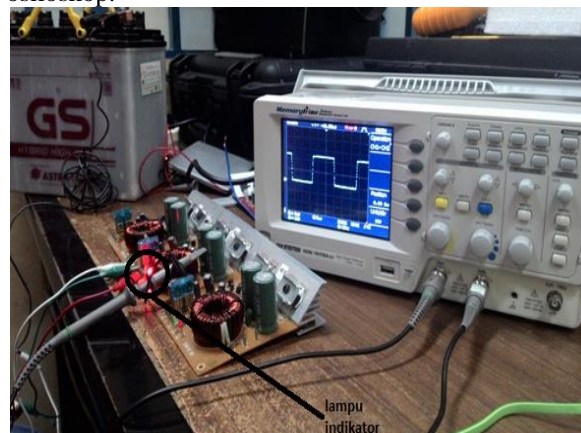
Gambar 4 bentuk gelombang keluaran dari trafo

Hasil keluaran dari rangkaian PWM yang berupa tegangan DC, maka keluaran tegangan dari trafo berupa tegangan AC seperti terlihat pada gambar 3 hendaknya dibuat rangkaian penyearah. Keluaran tegangan dari trafo sebesar 85 volt AC dengan asumsi pada tegangan AC terdapat tegangan yang bernilai positif dan negatif. Pembuatan rangkaian penyearah dengan menggunakan dioda 1N4007 dapat memisahkan tegangan yang bernilai positif sebesar 42 volt dan tegangan negatif sebesar -42 volt. Kemudian tegangan tersebut difilter dengan sebuah kapasitor dan rangkaian low pass maka kita dapat memperoleh tegangan DC 42 volt dan -42 volt. Bentuk keluaran tegangan DC dari PWM seperti gambar 5. Untuk mendapatkan tegangan 85 volt maka output + dan output - dapat disatukan.



Gambar 5 bentuk gelombang keluaran PWM

pengecekan rangkaian PWM, apakah berfungsi atau tidak dapat dilakukan dengan dua cara pengecekan secara fisik dan pengecekan keluaran tegangan. Pengecekan secara fisik dapat dilihat pada lampu indikator, apabila lampu indikator menyala itu berarti rangkaian PWM masih berfungsi dan dapat mengeluarkan tegangan. Penampakan lampu indikator pada PWM seperti gambar 6. Sedangkan pengecekan output dapat dilakukan menggunakan multimeter atau osiloskop.



Gambar 6 pengecekan fungsi kerja PWM

### 3.2 Fungsi Kerja Alat Geolistrik

Pengecekan fungsi alat geolistrik dapat dilihat dari beberapa komponen seperti PWM, ampre meter, volt meter, *selector switch*, dan *fuse*. Pengecekan volt meter dan ampre meter dapat langsung diketahui berfungsi atau tidak setelah *switch on/off* dinyalakan maka layar pada ampre meter dan volt meter akan langsung menyala. Terdapat beberapa kendala pada ampre meter dan volt meter apabila menggunakan ampre meter dan volt meter yang digital. Kendala tersebut yaitu membuat nilai awal pada alat tersebut menunjukan angka nol. Seperti pada gambar 7.



Gambar 7 Tampak muka alat geolistrik.

Pada gambar 7 tampak sebuah *selector switch* dengan 7 kali perubahan. Perubahan keluaran tegangan dapat dilihat pada tabel. Untuk mengukur tegangan output diperlukan sebuah multimeter yang menghubungkan antara C1 dan C2. Setelah itu switch injeksi dinyalakan maka akan muncul nilai tegangan pada multi meter. Apabila tidak muncul nilai tegangan dan lampu indikator PWM meyalah maka kemungkinan terjadi kerusakan pada *fuse*.

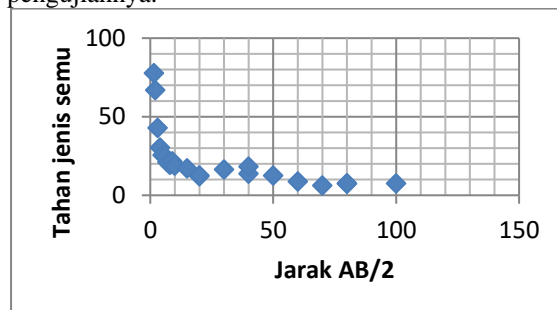
Tabel 1. Output tegangan terhadap perubahan *selector switch*.

Selector Switch	Output Tegangan Pada Geolistrik (Volt)
1	42.2
2	85
3	169
4	254
5	337
6	424
7	505

### 3.2 Pengujian Alat Geolistrik

Pengujian lapangan alat geolistrik yang telah dibuat dilakukan di area kampus Institut Teknologi Bandung. Pengujian dilakukan dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger dengan tujuan melihat perubahan nilai tahanan jenis dengan ID. Dari hasil pengujian kita bisa melihat gambaran perubahan tahanan jenis seperti pada gambar 8

dsampai pada bentangan 200 meter (jarak antara elektroda arus A dan B). Pada alat ini masih terdapat kendala yaitu menghilangkan potensial diri pada medium. Sehingga pada voltmeter terdapat bacaan nilai tegangan sebelum diinjeksi. Sehingga ditambahkan suatu potensio sebagai beban untuk memberikan nilai nol pada geolistrik. Berikut hasil pengujiannya.



Gambar 8 hasil pengujian geolistrik di area ITB.

### 4. Simpulan

Pembuatan geolistrik dapat dilakukan menggunakan prinsip PWM. PWM berfungsi sebagai *power supply*. Geolistrik berbasis PWM memiliki keunggulan yaitu Praktis dan ringan dimana hanya menyusun secara seri beberapa PCB. Dibanding menggunakan trafo yang memiliki massa yang besar. Sehingga tidak praktis digunakan pada kondisi alam yang memerlukan perjalanan yang cukup jauh kelokasi survei.

Pada pembuatan geolistrik ada koreksi alat ukur yang harus diperhatikan terutama pada voltmeter. Karena pada medium batuan atau tanah memiliki potensial diri. Sehingga nilai potensial diri tersebut harus dihilangkan sebelum menginjeksikan arus kedalam tanah. Karena berpotensi data yang dipeoleh memiliki banyak noise dalam pengukuran.

### Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada seluruh pegawai di Leb. Fisika Bumi ITB, Yang banyak membantu dalam pengambilan data dan membantu dalam diskusi demi kesempurnaan alat yang kita buat.

### Daftar Acuan

- [1].Kazimierzczuk, Marian K: *Pulse-Width Modulelated DC-DC Power Comperters*,Wright State University Dayton, John Willey & Sons, Ohio, USA. . 2008
- [2].Holmes, D. Grahame, and Thomas A. Lipo,. *Pulse width modulation for power converters: principles and practice*. Vol. 18. John Wiley & Sons. 2003
- [3]Todd,D.K, 1959, : *Groundwater Hydrology*, Associate Professor Af Civil Engineering Califorfomia University, John Wiley & Sons, New York.