

## PERANCANGAN ALAT UKUR IMPEDANSI PEMBUMIAN

Riana Defi M.P

### ABSTRAK

Pengukuran impedansi selama ini dilakukan secara praktis dengan mengukur tahanan resistansi dan secara percobaan dengan mengukur harga tegangan puncak dan arus injeksi secara terpisah. Impedansi pembumiannya diperoleh dengan membagi harga tegangan puncak dengan arus puncaknya.

Dalam penelitian ini perancangan dilakukan untuk memperoleh alat ukur impedansi pembumian yang mampu mengukur tegangan puncak, arus puncak dan impedansi pembumian dalam satu kesatuan pengukuran. Pengujian alat ukur dilakukan dilaboratorium menggunakan sumber tegangan impuls 400V dan rangkaian-rangkaian pengganti untuk keperluan pengujian.

Hasil pengujian alat ukur impedansi pembumian ini menunjukkan bahwa alat ukur telah dapat digunakan untuk pengukuran impedansi impuls dan tahanan dc yang menggunakan rangkaian pengganti dengan mengabaikan pengaruh pengkabelan. Pengujian dengan beban resistansi, induktansi serta campuran induktansi dan resistansi menunjukkan kecenderungan bahwa semakin besar beban yang digunakan akan memperbesar pula impedansi impuls

Kata kunci: Tegangan puncak, arus puncak, impedansi pembumian

### 1. PENDAHULUAN

Pengukuran pembumian untuk mencari impedansi pembumian dilakukan dengan metode pengukuran langsung yaitu metode 3 (tiga) titik, yaitu titik elektroda pembumian, titik arus balik dan titik potensial permukaan tanah. Impedansi yang didapat merupakan perbandingan 2 (dua) elektroda yang terukur dengan besar arus yang diinjeksikan ke dalam elektroda pembumian tersebut. Artinya bahwa pengukuran impedansi selama ini dilakukan secara praktis dengan mengukur tahanan (resistansi) dan secara percobaan dengan mengukur harga tegangan puncak dan arus injeksi secara terpisah. Impedansi pembumiannya diperoleh dengan membagi harga tegangan puncak dengan arus puncaknya. Untuk tujuan kepraktisan dilakukan perancangan alat ukur impedansi pembumian yang sederhana yang mampu mengukur tegangan puncak, arus puncak dan impedansi dalam satu kesatuan untuk lebih memudahkan pengukuran dilapangan.

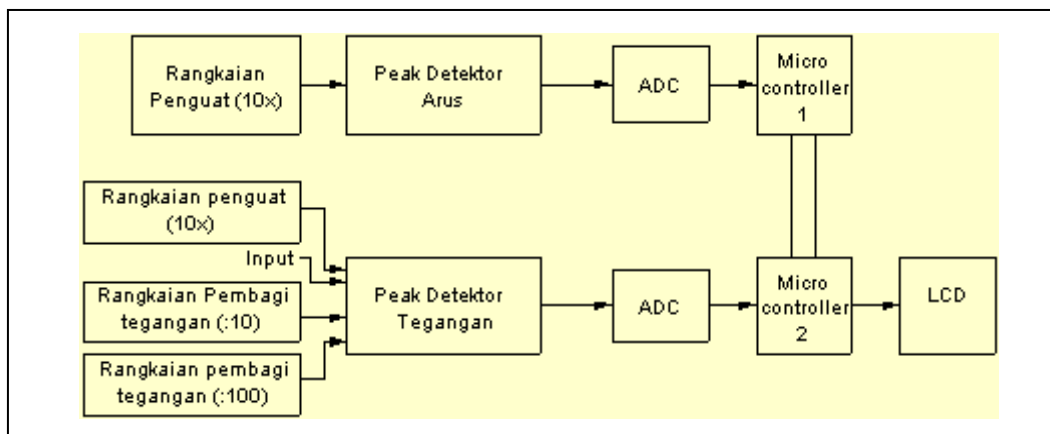
### 2. METODA PERANCANGAN

Perancangan alat ukur impedansi pembumian ini disesuaikan dengan teori yang ada untuk memperoleh impedansi pembumian yaitu:

$$Z = \frac{V_{puncak}}{I_{puncak}} \quad (1)$$

dan 
$$R_{dc} = \frac{V_{DC}}{I_{DC}} \quad (2)$$

dengan berdasar pada teori tersebut, perancangan dilakukan dengan membuat pengukur tegangan puncak dan arus puncak secara terpisah, dan menyatukannya dalam satu kesatuan tampilan. Untuk tujuan kepraktisan, digunakan mikrokontroler untuk menyimpan harga tegangan puncak yang terukur, arus puncak yang terukur dan memperoleh impedansi pembumian dengan memprogram mikrokontroler untuk membagi tegangan puncak dan arus puncak yang terukur. Tampilan harga tegangan puncak terukur, arus puncak terukur dan impedansi pembumian diberikan dengan bantuan LCD. Bagan rangkaian alat ukur diberikan pada gambar 1.



**Gambar 1 Bagan rangkaian alat ukur impedansi pembumian**

Alat ukur ini mampu mengukur arus puncak dari 1 mA hingga 1 A dan mampu mengukur tegangan puncak dari 1 mV hingga 470V. Karena arus dari peralatan maksimum 1 A maka dapat menggunakan sumber batere.

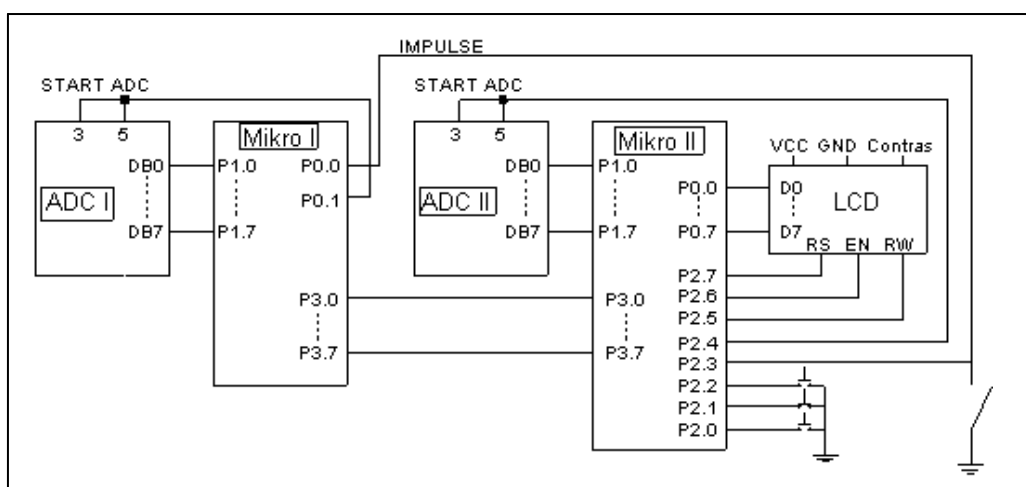
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bagan rangkaian alat ukur impedansi pembumian terdiri dari dua rangkaian pengukuran yang masing-masing melakukan proses pengukuran secara sendiri-sendiri dalam waktu yang bersamaan. Pemisahan pengukuran ini dimaksudkan untuk memperoleh kecepatan yang maksimal dalam mendeteksi arus puncak dan tegangan

puncak, mengingat keterbatasan kemampuan dari komponen-komponen elektronika itu sendiri untuk dapat mengukur impuls dalam orde mikrodetik.

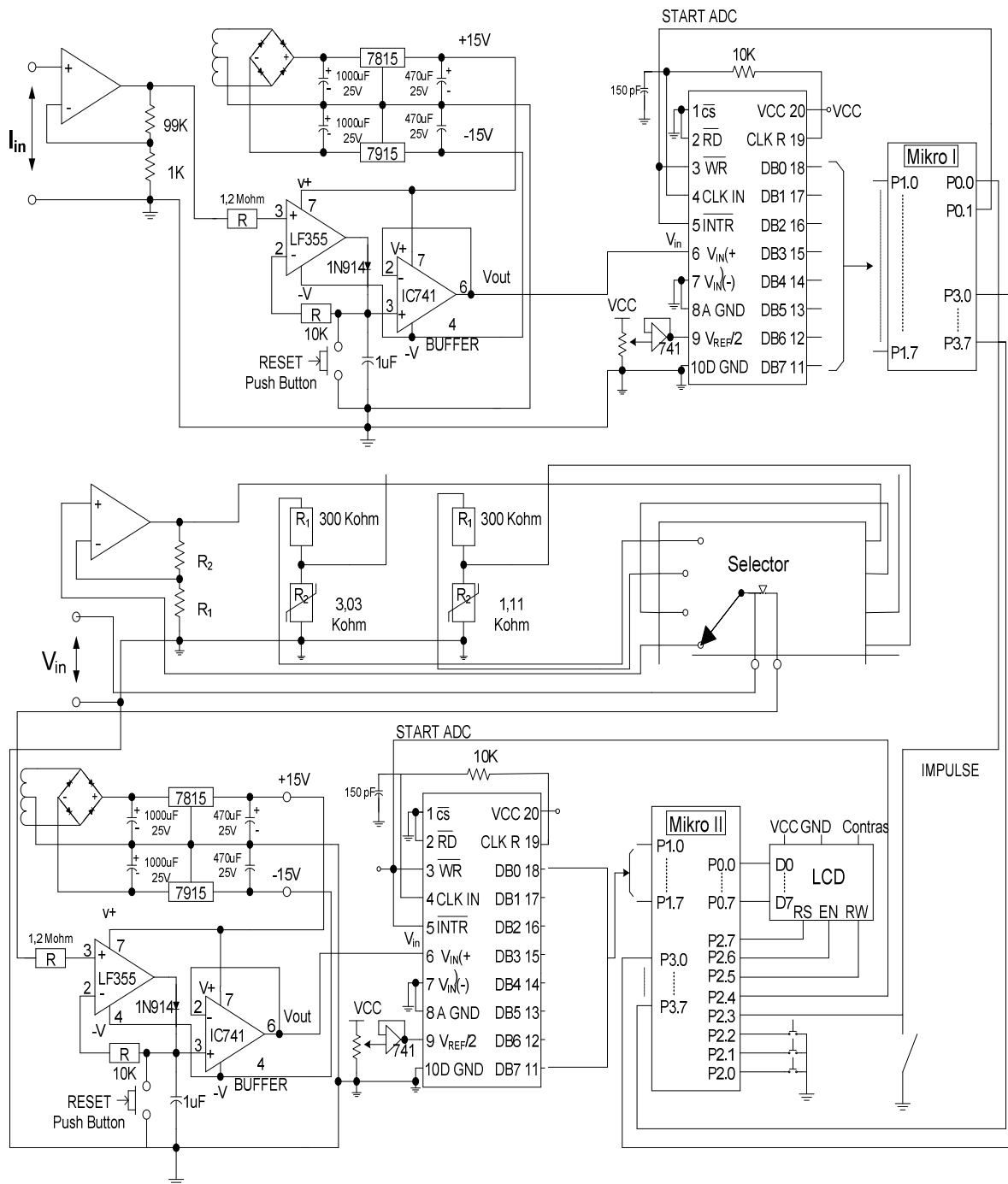
Dari bagan pada gambar 1 diatas, penyeleksian input tegangan dibagi dalam beberapa kategori, yaitu:

Select	Keterangan
I	Untuk input tegangan 0,01V – 0,47V
II	Untuk input tegangan 0,48V – 4,7V
III	Untuk input tegangan 4,8V – 47V
IV	Untuk input tegangan 48V – 470V

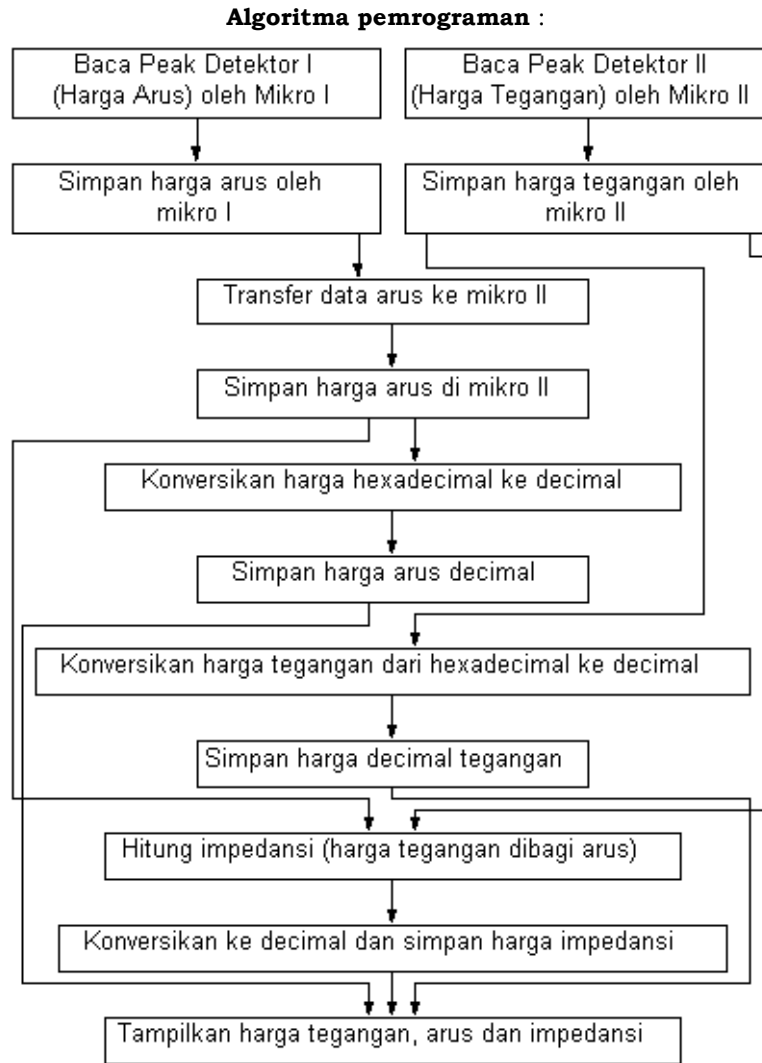
Sedangkan hubungan antara dua mikrokontroler diberikan pada gambar 2.



**Gambar 2 Hubungan antara 2 mikrokontroler (AT89C51)**



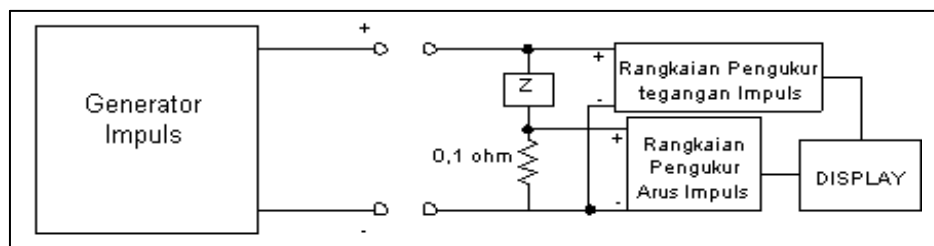
**Gambar 3 Rangkaian lengkap Alat ukur Impedansi Pembunian**



### 3. PENGUJIAN

Pengujian alat ukur dilakukan dilaboratorium, dengan memberikan impuls dari generator impuls 400V dengan frekuensi 8KHz. pengukuran dilakukan pada sistem pembumian yang digantikan dengan

komponen-komponen elektronika yang mampu merepresentasikan kondisi pembumian. Untuk lebih jelasnya, bagan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:



**Gambar 4 Pengukuran dasar tegangan dan arus impuls**

Bentuk tegangan impuls yang digunakan untuk pengujian dan arus impuls yang terukur diperlihatkan pada gambar 4. Pengujian alat ukur impedansi ini dilakukan dengan memberikan impuls tegangan pada beban resistansi murni, induktansi, dan campuran induktansi dan resistansi dengan menseserinya.

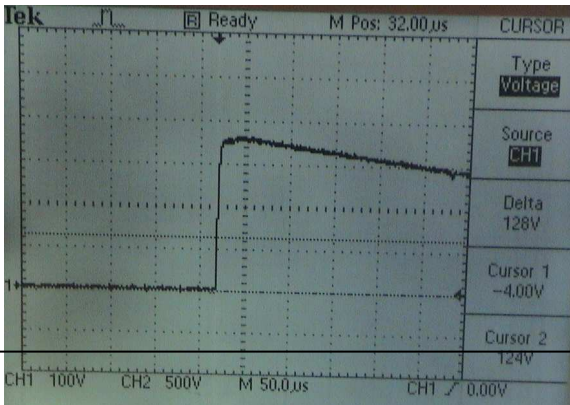
**4. HASIL PENGUJIAN**

Berikut ini adalah data-data hasil pengujian yang dilakukan dengan memberikan beban:

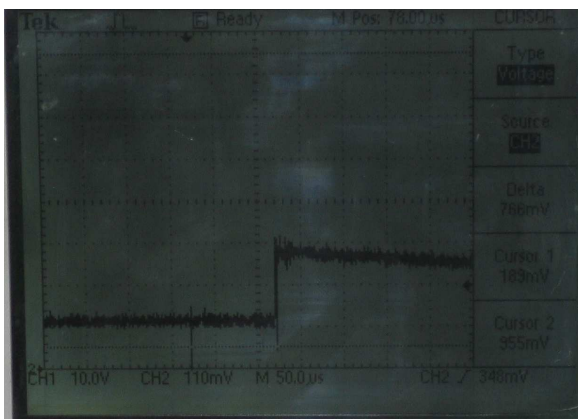
- Resistansi murni

**Tabel 1 Hasil pengukuran impedansi impuls beban R murni**

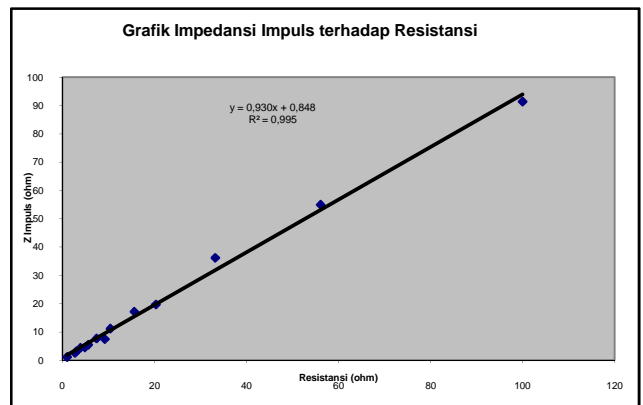
Beban: R (Ohm)	Hasil Pengukuran		
	Vpuncak Impuls (Volt)	Ipuncak Impuls (Ampere)	Z Impuls (Ohm)
1,0	0,3310	0,313	1,060
2,7	0,7843	0,313	2,505
3,0	0,9607	0,313	3,069
3,9	1,0784	0,250	4,313
4,85	1,3921	0,313	4,447
5,6	1,6078	0,298	5,395
7,4	1,9019	0,250	7,607
9,2	2,3137	0,313	7,392
10,4	3,1370	0,282	11,12
15,6	5,0980	0,298	17,10
20,3	6,4681	0,329	19,66
33,2	10,196	0,282	36,15
56,1	15,490	0,282	54,92
100	24,313	0,266	91,40



**Gambar 5 Bentuk gelombang tegangan**



**Gambar 6 Bentuk gelombang arus**

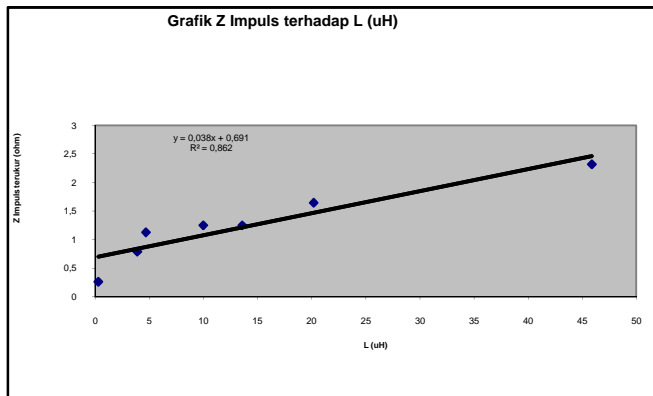


**Gambar 7 Grafik Impedansi impuls untuk beberapa harga resistansi**

➤ Induktansi

**Tabel 2 Hasil pengukuran impedansi impuls beban induktansi**

Beban: L ( $\mu H$ )	Hasil Pengukuran		
	V <sub>puncak Impuls (Volt)</sub>	I <sub>puncak Impuls (Ampere)</sub>	Z Impuls (Ohmmeter)
0,3	0,0784	0,298	0,263
3,9	0,2352	0,298	0,789
4,7	0,3529	0,313	1,127
5,0	0,392	0,313	1,250
13,6	0,3725	0,298	1,250
20,2	0,4901	0,298	1,644
45,9	0,7254	0,313	2,317
114,4	1,1372	0,298	3,816



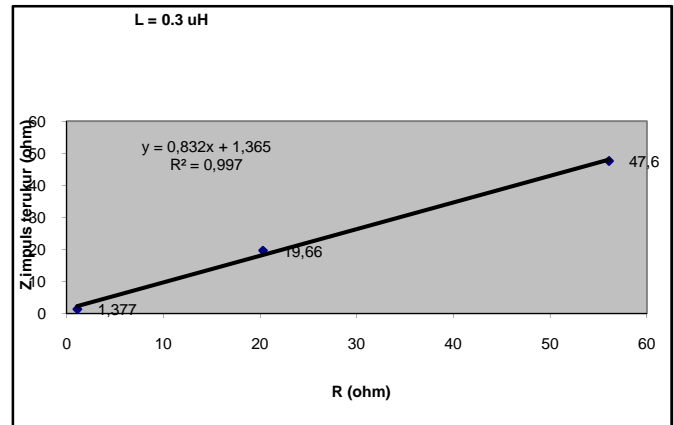
**Gambar 8 Grafik impedansi impuls untuk beban induktansi dalam harga yang bervariasi**

➤ Induktansi seri resistansi

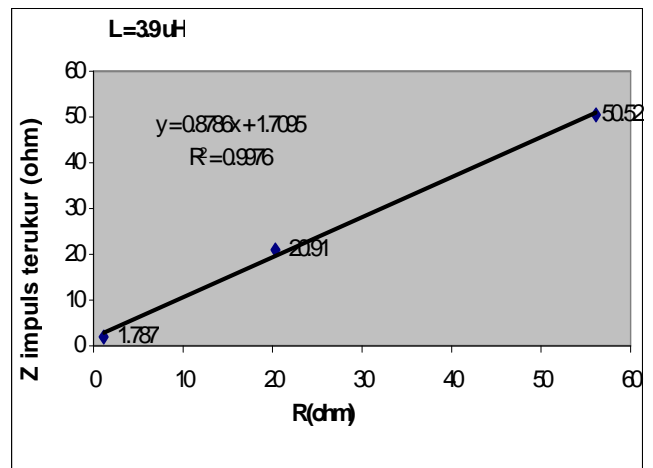
**Tabel 4 Hasil pengukuran impedansi impuls beban induktansi diseri dengan resistansi**

Beban:		Hasil Pengukuran:		
L ( $\mu H$ )	R ( $\Omega$ )	V <sub>puncak Impuls (Volt)</sub>	I <sub>puncak Impuls (Ampere)</sub>	Z Impuls (Ohm)
0,3	1,1	0,4313	0,313	1,377
	20,3	6,4700	0,329	19,66
	56,1	14,901	0,313	47,60
3,9	1,1	0,5880	0,329	1,787
	20,3	6,5479	0,313	20,91
	56,1	14,249	0,282	50,52
10	1,1	0,5880	0,329	1,787
	20,3	6,6630	0,313	21,28

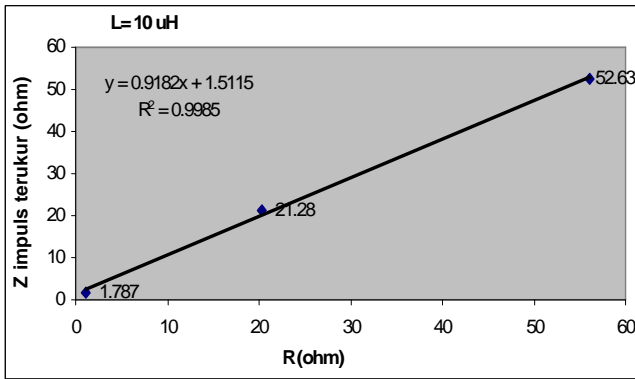
	56,1	15,686	0,298	52,63
20,2	1,1	1,1760	0,298	3,946
	20,3	6,6660	0,313	21,29
	56,1	15,882	0,298	53,29
114,4	1,1	2,1560	0,313	6,888
	20,3	7,6470	0,329	23,24
	56,1	15,882	0,282	56,31



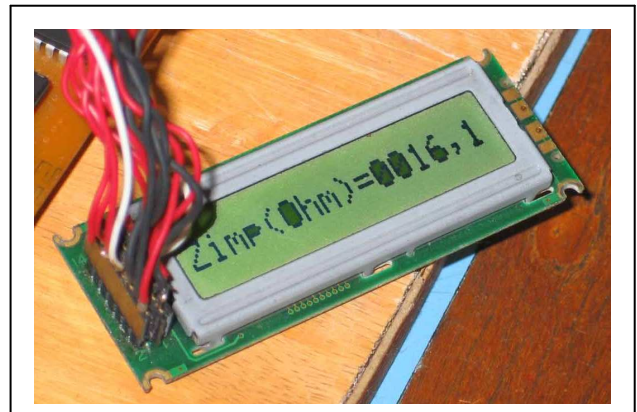
**Gambar 9 Grafik Z Impuls terhadap beban L= 0.3  $\mu H$  paralel dengan 1.15 ohm, 56 ohm dan 100 ohm**



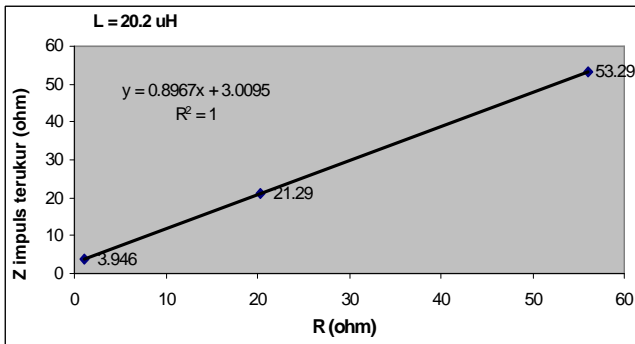
**Gambar 10 Grafik Z Impuls terhadap beban L= 3,9  $\mu H$  seri dengan R= 1  $\Omega$  , 20,3  $\Omega$  , 56,1  $\Omega$  , dan 100  $\Omega$**



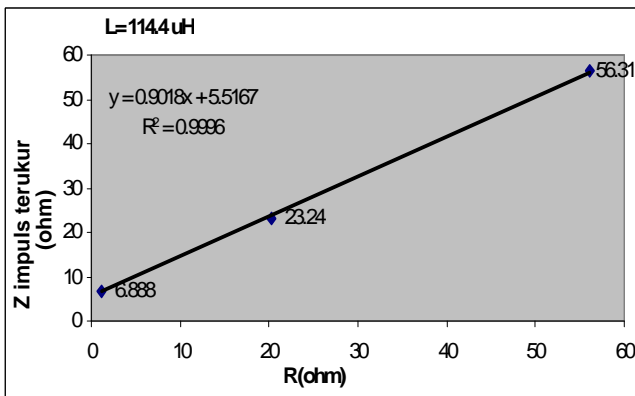
**Gambar 11** Grafik Z Impuls terhadap beban L= 10  $\mu H$  seri dengan R= 1  $\Omega$  , 20,3  $\Omega$  , 56,1  $\Omega$  , dan 100  $\Omega$



**Gambar 14** Tampilan pada LCD



**Gambar 12** Grafik Z Impuls terhadap beban L= 20,2  $\mu H$  seri dengan R= 1,1  $\Omega$  , 20,3  $\Omega$  , 56,1  $\Omega$  , dan 100  $\Omega$



**Gambar 13** Grafik Z Impuls terhadap beban L= 114,4  $\mu H$  seri dengan R= 1  $\Omega$  , 20,3  $\Omega$  , 56,1  $\Omega$  , dan 100  $\Omega$

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan pengujian pengukuran impedansi pembumian di laboratorium dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ukur impedansi pembumian telah dapat digunakan untuk mengukur impedansi impuls dan tahanan DC yang dilakukan dengan menggunakan rangkaian pengganti dan mengabaikan pengaruh pengkabelan.
2. Hasil pengukuran dengan beban resistansi murni, induktansi murni, maupun gabungan induktansi dan resistansi secara seri maupun paralel menunjukkan bahwa semakin besar beban yang digunakan, harga impedansi impuls yang terukur akan semakin besar pula sebanding dengan beban, baik itu beban resistansi, induktansi maupun beban gabungan resistansi dan induktansi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Mazen Abdel-Salam, Hussein Anis, Ahdab El-Morshe dy, Roshdy Radwan (2000), High voltage Engineering Theory and Practice, second edition.
2. Fink Christiansen (1982), Electronics Engineers Handbook, second edition.
3. Gonos, L.F, Topalis, F.V, Stathopoulos, L.A (22-27 August, 1999), Transient Impedance of Grounding Rods, High Voltage Engineering Symposium.
4. Gamaliel Ketaren, Parouli M.Pakpahan, B.Anggoro (13-14 Nopember 2001), Studi Perilaku Pengetanahan Driven Rod Terhadap Arus Impuls, Proceeding Seminar Nasional & Workshop Tegangan Tinggi IV, Batam, 274-279.
5. Moh.Ibnu Malik, Anistardi (Agustus 1999), Bereksperimen dengan Mikrokontroler, Elex Media Komputindo.

#### **Biografi**

Riana Defi P, dosen Teknik Elektro UNNES