



Pengujian Sensitivitas Sensor Arus dan Sensor Tegangan pada Sistem Pengukuran Electrical Tracking Test

Jumrianto¹, Wahyudi², Abdul Syakur²

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Departemen Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas IVET, Semarang, Indonesia

²Fakultas Teknik, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

DOI:

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit

Direvisi

Disetujui

Keywords:

Electrical Tracking, Data
Aquisition, Sensitivitas

Abstrak

Dalam sistem tenaga listrik, isolator adalah bahan yang menentukan apakah energi listrik dapat disuplai atau disalurkan ke suatu tempat yang berkualitas baik dan tidak merugikan manusia dan lingkungan sekitar perangkat penghantar listrik tegangan tinggi tersebut. Pengujian arus bocor di laboratorium, satuan tegangan dan arus berubah sangat cepat, sehingga sulit dideteksi dengan alat ukur biasa. perangkat lunak untuk mensimulasikan tes diperlukan. Dibuat suatu alat ukur yg dapat mensimulasikan kondisi tegangan dan arus pada Electrical Tracking Test. Jika tidak dilakukan uji sensitivitas, maka hasil yang didapat bisa tidak sesuai dengan tegangan dan arus yang sebenarnya pada sistem pengukuran. Sensor arus dan tegangan yang tersedia dipasaran mencantumkan nilai dan parameter pada datasheet. Namun kondisi lapangan pada saat penerapannya dipengaruhi banyak hal, terutama pengaruh mekanik dan listrik. Dalam makalah ini dilakukan pengujian sensitivitas terhadap sensor arus WCS2702 dan sensor tegangan ZMPT101B. Berdasarkan hasil pengujian sensitivitas yang dilakukan pada kedua sensor tersebut diperoleh sensitivitas sensor arus WCS2702 1,032 mV/mA. Sedangkan sensor tegangan ZMPT101B memiliki sensitivitas 0,2055 mV/V.

Abstract

In an electric power system, an insulator is a material that determines whether electrical energy can be supplied or channeled to a place of good quality and does not harm humans and the environment around the high-voltage electrical conductor. Leakage current testing in the laboratory, the units of voltage and current change very quickly, making it difficult to detect with ordinary measuring instruments. software to simulate the test is required. A measuring instrument is made that can simulate the voltage and current conditions in the Electrical Tracking Test. If a sensitivity test is not carried out, the results obtained may not match the actual voltage and current in the measurement system. Current and voltage sensors available in the market include values and parameters on the datasheet. However, conditions in the field at the time of its application are influenced by many things, especially mechanical and electrical influences. In this paper, sensitivity testing is carried out on the WCS2702 current sensor and the ZMPT101B voltage sensor. Based on the results of sensitivity testing carried out on the two sensors, the sensitivity of the WCS2702 current sensor is 1.032 mV/mA. While the ZMPT101B voltage sensor has a sensitivity of 0.2055 mV/V.

✉ Alamat Korespondensi:

E-mail: jumrianto.ivet@gmail.com

p-ISSN 2721-8341

e-ISSN XXX-XXXX

PENDAHULUAN

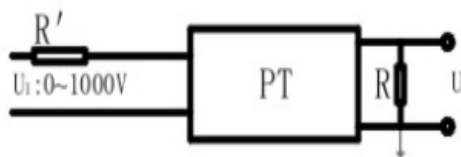
Performa bahan isolasi sebagai isolator baru perlu diuji, untuk menentukan sebaik apa performa tersebut diperlukan pengujian dengan teknik-teknik akuisisi data dari analog ke digital. Saat ini Pengujian masih off line dengan menggunakan osiloskop. Untuk menambah ketelitian pengukuran Electrical Tracking diperlukan pengukuran secara on line dengan memanfaatkan sensor arus dan sensor tegangan. Untuk menguji ketelitian sensor tegangan dan sensor arus tersebut, maka harus dilakukan uji sensitivitas pada sensor tegangan.

Nilai Insulasi Resistansi material yang diuji dapat ditentukan, langkah awal dapat disimulasikan pada program multisim. Aliran arus bocor terjadi saat diberi kontaminan menyebabkan kebocoran arus dari fase ke ground. Nilai arus bocor dan tegangan yang diukur dapat digunakan untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara arus bocor dan tegangan serta resistansi pada material isolasi yang diuji. Nilai tersebut dapat dianalisis lebih lanjut untuk menentukan energi yang digunakan saat melakukan *electrical tracking test* bahan insulasi. Simulasi menggunakan Proteus dapat mensimulasikan perolehan data pada uji *electrical tracking*.

Sensor adalah detektor yang memiliki kemampuan untuk mengukur beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi, seperti tekanan atau cahaya. Sensor kemudian akan dapat mengkonversi pengukuran menjadi sinyal bahwa seseorang akan dapat membaca. Sensitivitas sensor menentukan banyak aplikasi sensor itu sendiri. Ketika sensor merespon perubahan yang relatif besar dalam suatu medium dengan perubahan yang relatif kecil dengan detektor material dan output yang konsekuen, itu menunjukkan sensitivitas rendah. Tapi kadang-kadang diperlukan sensor untuk mengukur perubahan kecil, dalam hal ini sensor dituntut untuk menunjukkan sensitivitas tinggi, menanggapi secara signifikan untuk perubahan menit dalam medium dibawah pengukuran. Seringkali, linearitas sensor tersebut terbatas pada kisaran yang dibatasi, diluar itu akan merespon tidak akurat.

A. Sensor Tegangan ZMPT101B

Wiring diagram minimal untuk modul sensor arus WCS2702 diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Wiring Diagram Sensor Tegangan ZMPT101B

$$U_2 = \frac{U_1}{R'} \cdot R$$

Dimana :

U_1 = Input Voltage

U_2 = Output voltage

R' = Limiting Resistor

R = Sampling Resistor

1. Kelebihan dan kekurangan :

- Output aktif, Keuntungan: tinggi presisi, kesalahan fase kecil, tegangan output tinggi, kapasitas beban kuat. Sedangkan untuk unipolar AD, terminal masukan positif dari op amp bisa ditambah dengan tegangan acuan tetap untuk dipecahkan. Sementara itu, untuk menyederhanakan jalurnya, umumnya tidak mengakses C dan R untuk tahap kompensasi. Jika perlu mengimbangi, biasanya menggunakan cara software. Kerugian: Garis sedikit lebih rumit.
- Output pasif, Keuntungan: Sirkuit sederhana, presisi tinggi. Kerugian: Tegangan output memiliki keterbatasan tertentu, Semakin besar beban resistensi, semakin besar perbedaan fasa.

2. Spesifikasi ZMPT101B

Spesifikasi lengkap ZMPT101B diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Sensor Tegangan ZMPT101B

Model	ZMPT101B
Rated input current	2mA
Rated output current	2mA
Turns ratio	1000:1000
Phase angle error	$\leq 20'$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
Linear range	0~1000V 0~10mA (sampling resistor 100 Ω)
Linearity	$\leq 0.2\%$ (20% ~ 120%)

Permissible error	$-0.3\% \leq f \leq +0.2\%$ (input 2mA, sampling resistor 100 Ω)
Isolation voltage	4000V
Isolation Resistance	>100 M Ω
Application	voltage and power measurement
Encapsulation	Epoxy
Installation	PCB mounting (Pin Length>3mm)
Operating temperature	-40°C~+70°C
Storage temperature	-40°C~+130°C
Rated Burden	$\leq 200 \Omega$
Cup	PBT
Encapsulation	Epoxy
Terminal	Pin $\oplus$ 0,8mm
Tolerance	$\pm 0,2$ mm
Approx. Weight	13 gr
Case	Carton

3. Bentuk Fisik Sensor Tegangan ZMPT101B

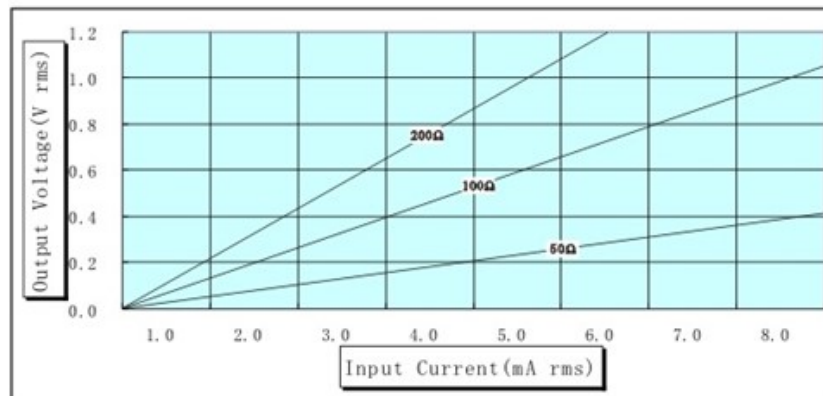
Bentuk fisik dari sensor tegangan ZMPT101B dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk Fisik ZMPT101B

4. Karakteristik Output ZMPT101B

Berdasarkan datasheet Karakteristik Output ZMPT101B ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik Output ZMPT101B

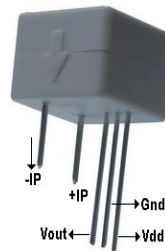
Sensor tegangan ZMPT101B yang bisa langsung digunakan umumnya tersedia di pasaran umumnya sudah berupa modul yang siap dioperasikan, tetapi tetap perlu dilakukan kalibrasi.

B. Sensor Arus WCS2702

Sensor arus keluaran Winson Company WCS2702 ini menggunakan prinsip Hall Effect. Fitur WCS2702 adalah :

1. Noise jalur sinyal analog rendah
2. Tahanan konduktor internal 98 m Ω
3. Tegangan output sebanding dengan arus AC dan DC
4. Minimal Penginderaan arus 0 ~ 2.0A pada suplai tegangan 5V
5. Sensitivitas Tinggi 1 mV/mA
6. Kisaran tegangan operasi yang luas 3.0 ~ 12 V.

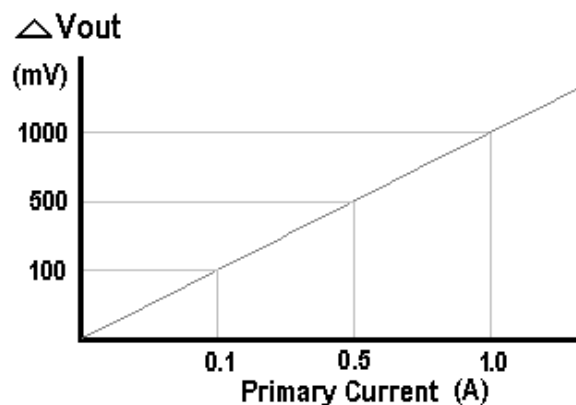
7. Arus operasi rendah 3mA
8. Histeresis magnetik hampir nol
9. Output ratiometrik dari tegangan suplai
10. Bandwidth 10KHz



Gambar 4. Bentuk Fisik WCS2702

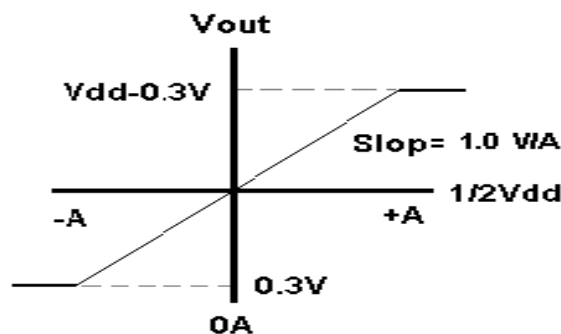
Maksimum Rating WCS2702 adalah :

1. Supply Voltage, Vdd : 3-12 Volt
2. Pass Current, IP : 2,5 A
3. Pass Current (10ms pulse) Ipulse : 5 A
4. Output Current Sink : 0,4 mA
5. Output Current Source 2 mA
6. Conductor Isolation Voltage : 1000 V
7. Operating Temperature Range, Ta : -20°C to +125°C
8. Storage Temperature Range, Ta : -65°C to +150°C
9. Power Dissipation, Pd : 1 W



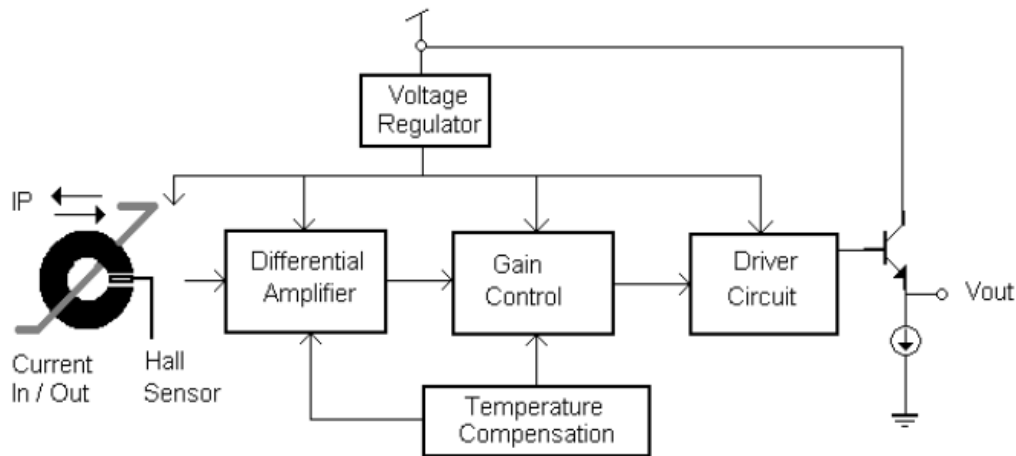
Gambar 5. Grafik Sensitivitas sensor arus WCS2702

Gambar 5 di atas memperlihatkan bahwa sensitivitas penyensoran arus terhadap tegangan output dari WCS2702 sesuai dengan datasheet adalah 1 mV untuk setiap 1 mA arus yang mengalir melalui Ip.



Gambar 6. Grafik titik ofset sensor arus WCS2702 pada saat tanpa arus yang mengalir adalah 0,5 x Vdd

Gambar 6 di atas memperlihatkan bahwa dalam kondisi tidak ada arus yang mengalir pada I_p , maka tegangan output sensor arus WCS2702 adalah $0,5 \times$ Tegangan V_{dd} (Referensi). Blok Diagram output sensor arus WCS2702 diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok Diagram sensor arus WCS2702

Karakteristik listrik dari WCS2702 berdasarkan datasheet pada Tabel 2 dengan catatan : Semua pengukuran tegangan keluaran dilakukan dengan voltmeter yang memiliki impedansi masukan minimal $100k\Omega$.

Tabel 2. Karakteristik Listrik: ($T = +25^\circ\text{C}$, $V_{dd} = 5,0\text{V}$)

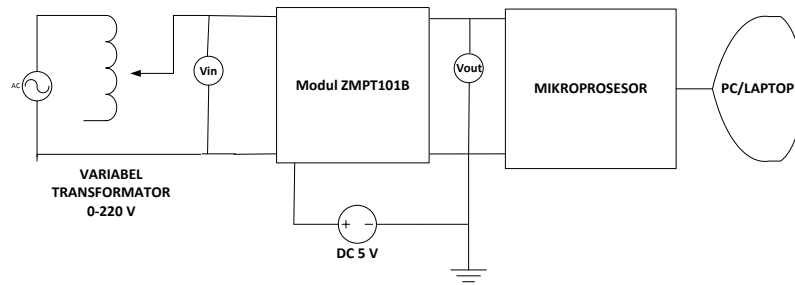
Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Supply Voltage	V_{cc}	—	3.0	—	12	V
Supply Current	I_{supply}	$I_P = 0\text{ A}$	—	3.5	6.0	mA
Zero Current V_{out}	V_{OG}	$I_P = 0\text{ A}$	2.4	2.5	2.6	V
Primary Conductor Resistance	$R_{primary}$	$I_P = 2\text{ A}$	—	98	—	$m\Omega$
Sensitivity	ΔV_{out}	$I_P = \pm 2.0\text{ A}$	0.85	1.0	1.15	V/A
Bandwidth	BW	—	—	10	—	kHz
Measurable Current Range	MCR	$V_{dd} = 5\text{V}$ (DC current)	—	± 2.0	—	A
		$V_{dd} = 5\text{V}$ (AC RMS)	—	1.4	—	
Temperature Drift	ΔV_{out}	$I_P = 0\text{ A}$	—	± 0.5	—	$mV/^\circ\text{C}$

Winson WCS2702 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk penginderaan arus DC dan AC di sistem industri, komersial dan komunikasi. WCS2702 terdiri dari sebuah IC sensor arus suhu rendah yang presisi, dengan rangkaian kompensasi suhu dan jalur arus dengan resistansi konduktor internal yang khas $98\text{ m}\Omega$. Resistansi yang sangat rendah ini dapat secara efektif mengurangi kehilangan daya, suhu operasi dan meningkatkan reliabilitasnya. Arus terapan yang mengalir melalui jalur konduksi ini menghasilkan medan magnet yang dirasakan oleh IC Hall terpadu dan diubah menjadi tegangan proporsional. Terminal jalur konduktif diisolasi secara elektrik dari lead sensor. Ini memungkinkan sensor arus WCS2702 digunakan dalam aplikasi yang memerlukan isolasi listrik tanpa menggunakan isolator opto atau teknik isolasi mahal lainnya dan membuat sistem lebih kompetitif dalam biaya.

METODE

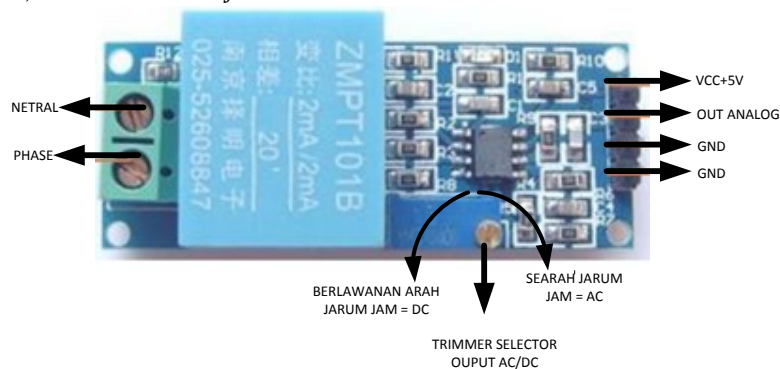
A. Kalibrasi dan Pengujian Sensitivitas Modul Sensor Tegangan ZMPT101B

Kalibrasi modul sensor tegangan ZMPT101B diperlukan untuk mengetahui hubungan antara tegangan input modul sensor dengan tegangan output modul sensor. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat Diagram Pengujian seperti Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Kalibrasi dan Pengujian ZMPT101B.

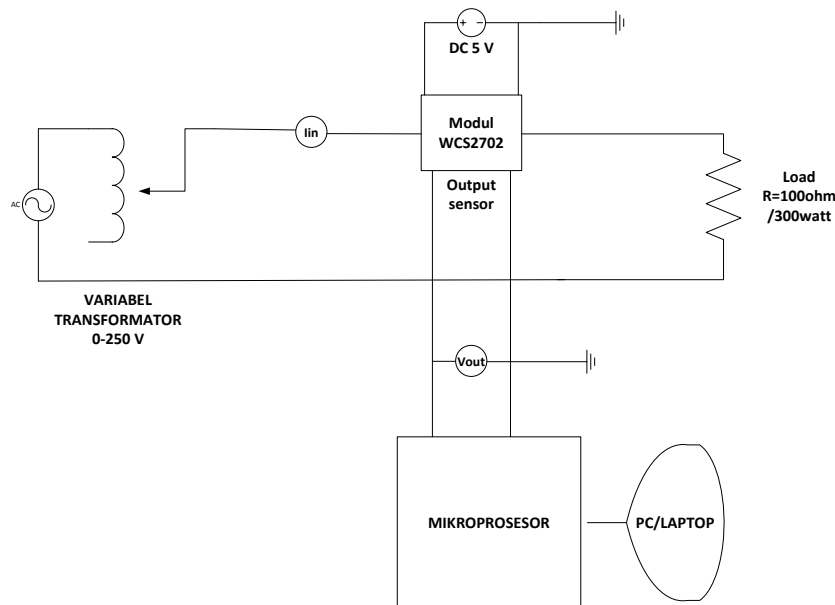
Hubungkan modul sensor tegangan ZMPT101B sesuai konfigurasi Pin : Vcc, Out, GND, GND, AC: Netral, AC: Fase. Ditunjukkan Gambar 9.



Gambar 9. Konfigurasi PIN ZMPT101B.

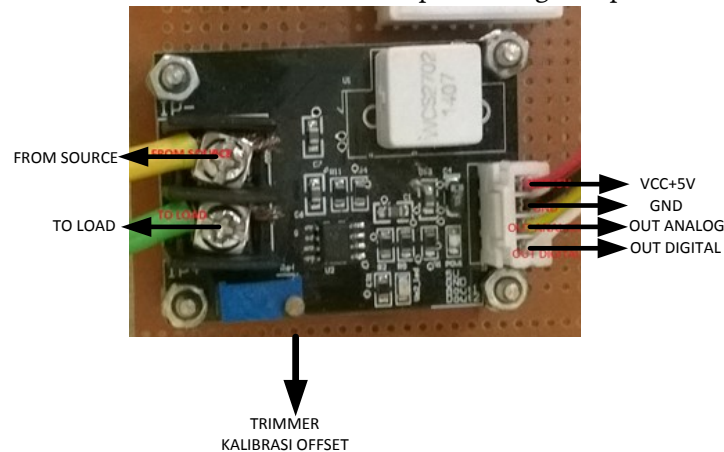
B. Kalibrasi dan Pengujian Sensitivitas Modul Sensor Arus WCS2702

Kalibrasi modul sensor arus WCS2702 diperlukan untuk mengetahui hubungan antara arus input modul sensor dengan tegangan output modul sensor agar didapatkan hubungan yang tepat untuk perhitungan tegangan disisi software dengan arus yang sebenarnya disisi input sensor. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat diagram pengujian seperti Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian kalibrasi sensor arus WCS2702

Hubungkan kaki-kaki sensor arus WCS2702 seperti konfigurasi pada Gambar 11.



Gambar 11. Konfigurasi hubungan Kaki-kaki WCS2702

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalibrasi Sensor Tegangan

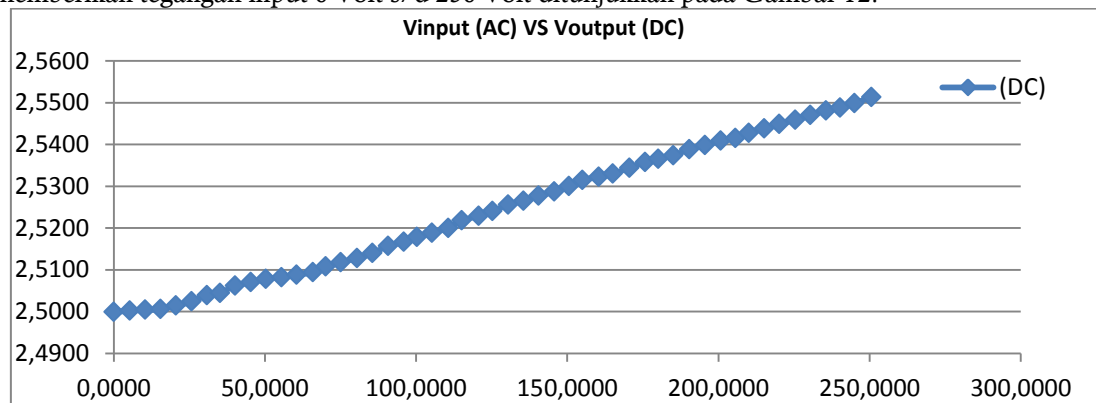
Kalibrasi sensor tegangan dilakukan dengan memberikan kenaikan tegangan secara berkala pada sisi input sensor tegangan. Kemudian mengukur dan mencatat tegangan terukur multimeter pada sisi input dan sisi output, dibuat tabel di microsoft excel seperti Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran Perbandingan Tegangan Input terhadap tegangan output sensor tegangan ZMPT101B

Vinput (AC Volt)	Voutput (DC Volt)	Sensitivitas (mV/V)
0,0140	2,4999	0,2055
5,3020	2,5002	
10,3710	2,5004	
15,3760	2,5006	
20,5020	2,5014	
25,6450	2,5024	
30,7810	2,5039	
35,0910	2,5044	
40,0580	2,5062	
45,3180	2,5070	
50,3100	2,5078	
55,4000	2,5082	
60,4100	2,5088	
65,8000	2,5094	
70,1000	2,5108	
75,0400	2,5118	
80,4000	2,5128	
85,5400	2,5140	
90,7100	2,5157	
95,8500	2,5167	
100,2300	2,5178	
105,2400	2,5188	
110,5700	2,5200	
115,1100	2,5218	
120,6900	2,5229	
125,1800	2,5240	
130,4400	2,5256	
135,5000	2,5265	
140,4600	2,5277	
145,6900	2,5287	

150,5400	2,5300
155,0300	2,5315
160,3500	2,5322
165,0800	2,5330
170,5400	2,5344
175,7700	2,5358
180,0700	2,5365
185,0900	2,5374
190,3800	2,5388
195,4900	2,5398
200,7300	2,5409
205,6000	2,5415
210,0000	2,5427
215,1000	2,5438
220,0600	2,5449
225,3900	2,5459
230,3200	2,5470
235,5800	2,5481
240,2400	2,5488
245,0100	2,5499
250,5800	2,5513

Grafik hubungan antara Vinput dan Voutput pada Modul sensor ZMPT101B, dengan memberikan tegangan input 0 Volt s/d 250 Volt ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hubungan antara Vinput dan Voutput pada Modul sensor ZMPT101B pada tegangan input 0 s/d 250 Volt

Dari Tabel 3.1. dapat ditentukan sensitivitas sensor pada rentang tegangan input 0 s/d 250 V. Sensitivitas Sensor Tegangan dalam mili volt per volt adalah :

$$SSen\ Teg\ mV/V = \frac{((Vout\ max\ (mV) - Vout\ min\ (mV)))}{(Tegangan\ yg\ disensor\ (V))} \quad (3.1)$$

$$Sst\ (mV/V) = ((2551,3 - 2499,8))/250,58 = 0,2055\ mV/V$$

B. Kalibrasi Sensor Arus

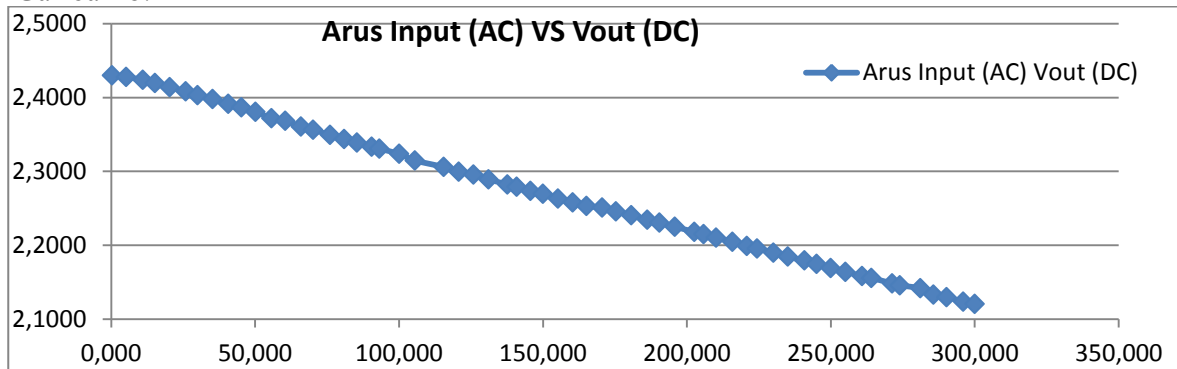
Kalibrasi modul sensor arus WCS2702 diperlukan untuk mengetahui hubungan antara arus input modul sensor dengan tegangan output modul sensor. Tabel 4 memperlihatkan hasil pengukuran terhadap sensor arus.

Tabel 4. Pengukuran Perbandingan Tegangan Input dan Tegangan Output

No	Arus Input (AC) mA	Vout (DC) DC (V)	Sensitivitas (mV/mA)
1	0,280	2,4301	1,032
2	5,200	2,4278	
3	10,920	2,4238	

4	15,182	2,4195
5	20,278	2,4140
6	25,840	2,4083
7	30,010	2,4030
8	35,168	2,3978
9	40,685	2,3915
10	45,248	2,3865
11	50,162	2,3807
12	55,630	2,3718
13	60,480	2,3683
14	65,950	2,3605
15	70,120	2,3563
16	75,980	2,3494
17	80,950	2,3436
18	85,320	2,3390
19	90,480	2,3335
20	93,200	2,3306
21	100,020	2,3237
22	105,550	2,3148
23	115,550	2,3059
24	120,750	2,2997
25	125,900	2,2955
26	131,120	2,2893
27	137,640	2,2822
28	140,810	2,2793
29	145,620	2,2735
30	150,030	2,2694
31	155,220	2,2631
32	160,270	2,2578
33	165,150	2,2531
34	170,520	2,2511
35	175,380	2,2458
36	180,620	2,2406
37	186,280	2,2346
38	190,480	2,2305
39	195,850	2,2251
40	202,600	2,2179
41	205,780	2,2149
42	210,180	2,2104
43	215,860	2,2046
44	220,800	2,1989
45	224,400	2,1954
46	230,010	2,1900
47	235,010	2,1844
48	240,820	2,1793
49	245,070	2,1747
50	250,010	2,1688
51	255,060	2,1640
52	260,900	2,1583
53	264,050	2,1557
54	271,270	2,1483
55	274,030	2,1457
56	281,150	2,1415
57	285,670	2,1330
58	290,240	2,1296
59	296,020	2,1236
60	300,030	2,1204

Grafik hubungan antara arus input (AC) terhadap tegangan output (DC) diperlihatkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Hubungan antara arus input (AC) terhadap tegangan output (DC)

Berdasarkan kalibrasi dari Tabel 3.2 dapat dilakukan penghitungan sensitivitas sensor arus adalah sebagai berikut :

$$\text{Sensitivitas Sensor Arus (mV/mA)} = \frac{(V_{out \max} \text{ (mV)} - V_{out \min} \text{ (mV)})}{\text{Arus yg disensor (V)}} \quad (3.2)$$

$$SSA \text{ (mV/mA)} = \frac{(2430,1 - 2120,4)}{300,03} = 1,032 \text{ mV/mA} = 1.032 \text{ mV/A}$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sensor tegangan ZMPT101B, didapatkan sensitivitasnya adalah = 0,2055 mV/V. Artinya setiap volt tegangan input yang disensor, menghasilkan keluaran pada sensor sebesar 0,2055 volt atau 205,5 mV. Hasil pengujian a, didapatkan sensitivitasnya adalah = 1,032 mV/mA. Artinya setiap miliampere arus input yang disensor menghasilkan keluaran 1,032 mV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Jumrianto, Wahyudi, "Design and Development of Data Acquisition for Leakage Current at Electrical Tracking Test," *Proc. 4th Int. Conf. Inf. Technol. Comput. Electr. Eng.*, 2017.
- [2] R. Syam, *Dasar Dasar Teknik Sensor*. 2013.
- [3] Zeming, "ZMPT101B (ZMPT107) Voltage Transformer Operating Guide," pp. 2–5, 2013.
- [4] N. Zeming, "Datasheet ZMPT101B.pdf." p. 1, 2013.
- [5] Winson, "Hall Effect Base Linear Current Sensor," 2014.
- [6] G. L. S. Technologies, "AC Voltage Sensor (ZMPT101B)," *Glob. Logica™ Softw. Technol.*, vol. VERSION 1., pp. 1–5.