

RANCANG BANGUN SISTEM KARAKTERISASI SENSOR NANO KOMPOSIT GMR BERBASIS MIKROPROSESOR

Achmad Hindasyah, Setyo Purwanto, Bambang HP., Rusmaryanto.
Pusat Penelitian Bahan Industri Nuklir (PTBIN) – BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM KARAKTERISASI SENSOR NANO KOMPOSIT GMR BERBASIS MIKROPROSESOR. Peralatan ini dapat digunakan untuk mengukur karakteristik resistif sensor GMR dengan memberikan variasi tegangan pada sensor dan membaca arus yang keluar dari sensor. Peralatan ini terdiri dari dua bagian yaitu sumber tegangan terkendali dan perangkat ukur arus listrik yang terkoneksi dengan mikrokontroler dan komputer. Data hasil pengukuran disimpan dalam bentuk file teks dan secara *real time* dapat ditampilkan pada layar monitor komputer. Pengujian sistem ini dilakukan dengan menggunakan resistor, dioda penyearah, dioda zener dan *light emitting dioda* (LED). Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sistem ini dapat membaca data arus paling kecil sekitar 1 nA dan paling besar sekitar 3,5 mA, sedangkan tegangan yang dapat dihasilkan paling kecil 50 mV dan paling besar 9 Volt.

Kata kunci: GMR, alat ukur arus, tegangan terkendali.

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT THE SISTEM CHARACTERIZATION OF GMR NANO COMPOSITE SENSOR BASED ON MICROPROCESSOR. The instrument could be used to measure the resistive characteristic of GMR sensor with giving variable voltage to the sensor and reading the output current from sensor. The instrument consist of two parts namely controlled voltage source and current meter device that connected to microcontroller and personal computer. The data resulted from measurement process were saved in the form of text file and displayed on monitor directly. The instrument was tested using resistor, rectifier diode, zener diode and light emitting diode (LED). The result of test showed that the instrument could read minimum current of 1 nA and maximum current of 3.5 mA, whereas voltage resulted minimum of 50 mV and maximum 9 Volt.

Keywords : GMR, current meter instrument, controlled voltage

1. PENDAHULUAN

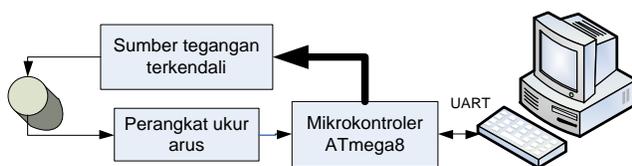
Sensor GMR (*giant magnetoresistif*) merupakan sensor magnetik nano komposit yang bersifat resistif. Sensor ini akan berubah nilai resistansinya apabila ditempatkan pada medan magnet. Perubahan resistansi ini dapat dideteksi dengan menggunakan pembacaan langsung, metoda jembatan atau dengan memberikan beda potensial pada kedua sisinya dan mengukur arus listrik yang keluar dari sensor. Pengukuran karakteristik resistif sensor GMR sangat diperlukan untuk memperoleh informasi elektronik sensor. Pada kegiatan ini akan dibangun sistem instrumentasi untuk mengukur sifat resistansi sensor GMR berbasis mikrokontroler dan komputer personal.

Pengukuran resistansi sensor GMR dapat dilakukan dengan menggunakan LCR meter, ohm meter presisi atau dengan menggunakan *resistance bridge* [2]. Namun peralatan-peralatan tersebut tidak mudah dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan pengujian dan umumnya tidak berbasis komputer sehingga sulit untuk mengumpulkan data ukur dengan sampling yang cepat dan jumlah data yang banyak. Selain itu, peralatan-peralatan tersebut sangat bergantung kepada teknologi dan komponen dari luar. Dengan menggunakan peralatan yang akan dibuat ini, pengukuran resistansi sensor GMR dapat dilakukan dengan kecepatan sampling yang dapat ditentukan dan data hasil pengukuran dapat disimpan dalam bentuk file teks.

Pengukuran resistansi dilakukan dengan cara memberikan tegangan bervariasi pada sensor GMR yang akan diukur besar resistansinya kemudian mengukur arus yang keluar dari sensor tersebut. Peralatan yang akan dibuat ini terdiri dari dua bagian utama yaitu sumber tegangan DC terkendali dan perangkat ukur arus DC. Sumber tegangan DC dibuat menggunakan DAC 8 bit dan op-amp yang besarnya dapat diatur dari mikrokontroler dan komputer, sedangkan pengukur arus dibuat dengan menggunakan resistor presisi dan op-amp. Keluaran pengukur arus ini berupa tegangan yang langsung dapat dibaca oleh ADC internal pada mikrokontroler ATmega8. Selain pembuatan perangkat keras, dibuat pula perangkat lunak yang terdiri dari perangkat lunak untuk mikrokontroler menggunakan BASCOM AVR dan perangkat lunak pada komputer menggunakan Borland DELPHI 7. Dengan dibuatnya peralatan ini, diharapkan data pengukuran berupa variasi tegangan yang diberikan pada sensor GMR dalam suatu rentang tertentu dan data pengukuran arus yang keluar dari sensor dapat dicuplik secara *real time* dan otomatis menggunakan komputer dan data-data tersebut dapat disimpan dalam bentuk file [3]. File data hasil pengukuran dapat diolah lebih lanjut dengan menggunakan program Microsoft Excel untuk memperoleh informasi tentang karakteristik resistif sensor GMR.

2. TATA KERJA

Urutan langkah kegiatan rancang bangun rancang bangun sistem karakterisasi sensor nano komposit berbasis mikroprosesor ini adalah perancangan sistem berupa gambar blok diagram, rangkaian elektronik dan penggambaran PCB untuk rangkaian. Selanjutnya membuat perangkat ukur arus listrik, membuat sumber tegangan terkendali, membuat program kendali untuk mikrokontroler menggunakan Bascom AVR, membuat program antarmuka pada komputer menggunakan program Delphi 7, menggabungkan masing-masing perangkat menjadi sistem terpadu dan pengujian sistem karakterisasi sensor nano komposit pada resistor dan dioda.



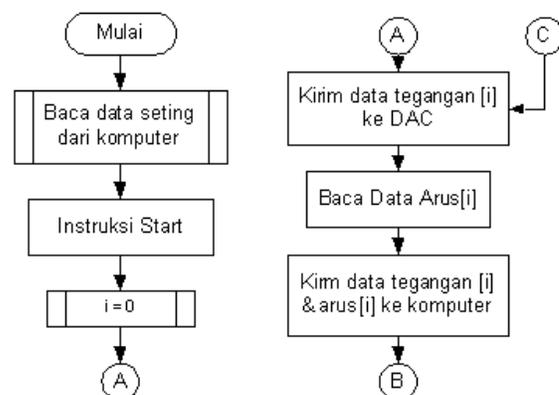
Gambar 1. Blok diagram sistem karakterisasi sensor nano komposit

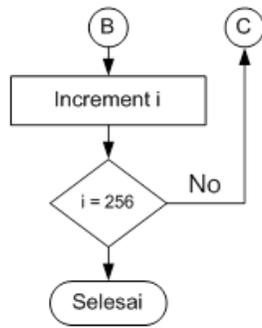
Blok diagram sistem karakterisasi sensor nano komposit berbasis mikroprosesor seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Dengan menggunakan komputer, tegangan yang diberikan pada sensor dapat diset dalam rentang dan resolusi sesuai dengan yang diinginkan [4]. Pemberian tegangan pada sensor resistif akan menimbulkan arus listrik yang bersesuaian dengan tegangan yang diberikan. Arus ini kemudian diukur menggunakan perangkat ukur arus.

Data tegangan dan pengukuran arus dikirim oleh mikrokontroler ke komputer melalui port serial UART [5]. Komputer akan menampilkan kedua data ini dalam bentuk grafik, arus versus tegangan, di monitor dan menyimpan datanya dalam bentuk file teks.

Pengukuran resistansi sensor GMR pada rancangan ini adalah dengan cara memberikan variasi tegangan secara otomatis pada sensor, kemudian membaca arus yang dihasilkan oleh sensor akibat pemberian tegangan. Variasi tegangan dibuat dengan menggunakan DAC 8 bit yang dikombinasikan dengan penguat dan dikendalikan oleh mikrokontroler [6]. Tegangan diset menggunakan program dengan resolusi paling kecil 40 mVolt dan laju perubahan tegangan ditentukan berkisar antara 10 milidetik sampai dengan 100 milidetik. Arus yang keluar dari sensor kemudian dibaca menggunakan perangkat ukur arus. Perangkat ini terdiri dari rangkaian penyangga dan penguat diferensial. Pengukuran arus I dilakukan dengan mengukur tegangan pada resistor. Dengan menggunakan program pada mikrokontroler diperoleh nilai arus I sebesar V/R . Rangkaian ini disebut juga sebagai rangkaian *converter* arus ke tegangan [7,8].

Untuk dapat mengendalikan DAC dan ADC, menerima perintah dari komputer, mengolah data dan mengirimkan data ke komputer diperlukan program yang ditanam di dalam flash mikrokontroler. Diagram alir program mikrokontroler ini seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Mikrokontroler menerima data seting dari komputer dan menerapkan data seting tersebut untuk pengendalian DAC dan ADC. DAC digunakan sebagai sumber tegangan terkendali sedangkan ADC digunakan untuk membaca tegangan keluaran dari konverter arus ke tegangan. Kedua data ini, data tegangan dan data arus, dikirimkan oleh mikrokontroler ke komputer melalui port UART secara periodik dengan jumlah iterasi sampai dengan 256 kali. Apabila iterasi sudah 256 kali maka proses pengukuran selesai.

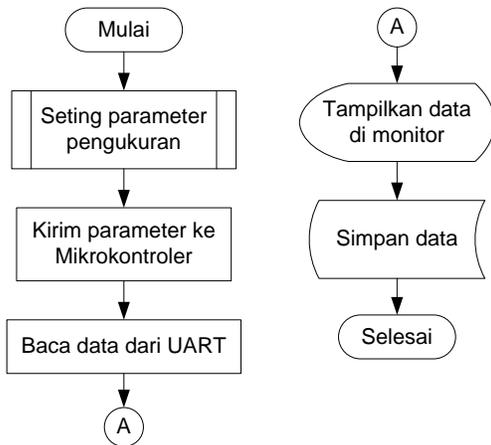




Gambar 2. Diagram alir program pada mikrokontroler

Pada komputer dibuat program untuk menset parameter-parameter ukur dan program untuk membaca, menyimpan dan menampilkan data pengukuran. Parameter-parameter ukur tersebut antara lain tegangan minimum, tegangan maksimum, step tegangan, arus maksimum, kecepatan iterasi dan mode pengukuran. Diagram alir proses komputer seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Pada awal proses dilakukan seting parameter. Parameter-parameter tersebut dikirimkan ke mikrokontroler melalui port UART. Setelah mikrokontroler menerima parameter seting, selanjutnya dimulai pengukuran dan data hasil pengukurannya dikirimkan ke komputer. Komputer menerima data, menyimpan data dalam bentuk file teks dan menampilkan data pengukuran.

Tahapan berikutnya adalah mengintegrasikan sistem analog, digital dan program ke dalam satu paket peralatan karakterisasi sensor nano komposit dan dilakukan pengujian. Peralatan ini diuji coba pada komponen resistor dan dioda. Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk grafik antara arus dan tegangan menggunakan microsoft excel.

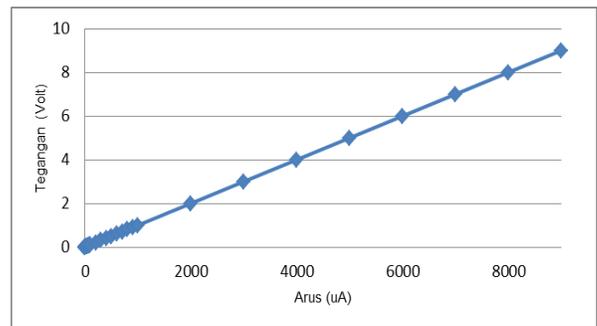


Gambar 3. Diagram alir pada komputer

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

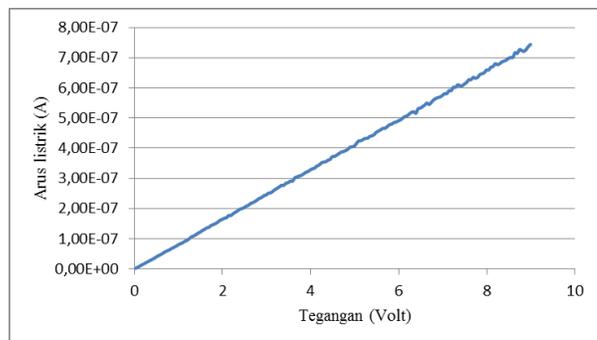
Pengujian linieritas perangkat ukur arus dilakukan sebelum pengujian sistem yang terintegrasi. Rangkaian pengujian perangkat ukur arus menggunakan rangkaian setara Thevenin. Baterai 9 Volt diturunkan tegangannya, menjadi 0,09 Volt, menggunakan rangkaian pembagi tegangan dan pada

keluarannya dipasang resistor variable sebesar 9 Mohm. Dengan demikian arus yang dihasilkan oleh rangkaian setara ini paling kecil sebesar 10 nA dan paling besar 0,35 mA. Data hasil pengujian perangkat ukur arus diperlihatkan pada Gambar 4. Dengan memvariasikan arus dari paling kecil hingga paling besar diperoleh tegangan keluaran dari rangkaian sebesar 10 uVolt sampai dengan 3,5 mVolt. Dari hasil ini menunjukkan bahwa perangkat ukur arus dapat mengkonversi arus listrik dengan rentang menjadi tegangan secara linier.



Gambar 4. Data pengukuran arus menggunakan perangkat ukur arus

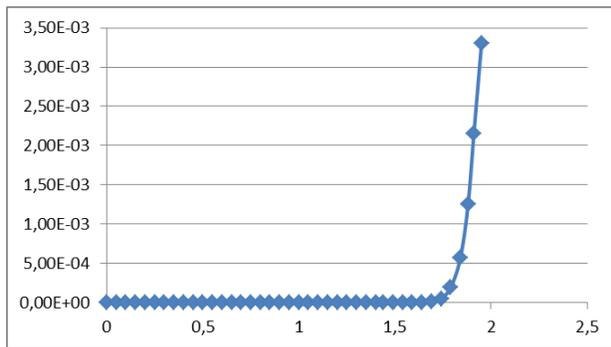
Pengujian sistem karakterisasi sensor nano komposit menggunakan resistor diperoleh data yang diperlihatkan pada Gambar 5. Grafik ini merupakan data hasil percobaan pemberian variasi tegangan dan pengukuran arus yang mengalir melalui resistor. Dari hasil ini terlihat bahwa arus yang mengalir ke resistor naik dengan naiknya tegangan yang diberikan. Hal ini sesuai dengan hukum Ohm dimana arus yang mengalir pada suatu hambatan tetap akan sebanding dengan tegangan yang diberikan pada hambatan tersebut. Arus paling kecil yang dapat diukur sebesar 11 nA dan paling besar sebesar 75 uA. Dengan menghitung



Gambar 5. Grafik pengukuran nilai hambatan resistor

Pengujian sistem karakterisasi sensor nano komposit menggunakan light emitting dioda (LED) diperoleh data seperti diperlihatkan pada Gambar 8, yang merupakan lengkung ciri LED. Grafik ini merupakan data hasil percobaan pemberian variasi tegangan dan peng-

ukuran arus yang mengalir melalui LED. Dari hasil ini terlihat bahwa arus yang mengalir ke LED i_D sebesar 0 A sebelum tegangan masukan mencapai tegangan potongnya yaitu sekitar 1,75 Volt. Setelah tegangan yang diberikan lebih besar dari 1,75 Volt arus LED naik dengan cepat. Hal ini menunjukkan bahwa LED yang diuji memiliki tegangan barrier sebesar 1,75 Volt.



Gambar 8. Grafik pengukuran lengkung ciri dioda led

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Rancang bangun sistem karakterisasi sensor nano komposit berbasis mikroprosesor telah selesai dilaksanakan. Peralatan ini dapat digunakan untuk mengukur karakteristik resistif sensor GMR dengan memberikan variasi tegangan pada sensor dan membaca arus yang keluar dari sensor. Data hasil pengukuran disimpan dalam bentuk file teks dan secara *real time* dapat ditampilkan pada layar monitor komputer. Pengujian sistem ini dilakukan dengan menggunakan resistor, dioda penyearah, dioda zener dan LED. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sistem ini dapat membaca data arus paling kecil sekitar 1 nA dan paling besar sekitar 3,5 mA. Pengujian menggunakan resistor diperoleh arus keluaran dari resistor sebanding dengan tegangan yang diberikan, sedangkan pada dioda diperoleh bahwa arus keluaran pada dioda akan naik setelah tegangan yang diberikan pada dioda melewati tegangan potong dioda.

Modifikasi sistem sangat mudah dilakukan jika pengukuran karakterisasi bahan hendak divariasikan dengan keadaan-keadaan tertentu, misalnya dengan menambah parameter-parameter ukur atau dengan menambah variasi kondisi lingkungan yang diharapkan dapat terukur secara *real time*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- 1 http://en.wikipedia.org/wiki/Giant_magnetoresistance
- 2 NIL SCLATER, *Electronics Technology Handbook*, McGraw-Hill 1999
- 3 KARL J. ASTROM & BJORN WITTENMARK, *Computer Controlled System Theory and Design*, Prentice Hall, Inc., 1997.
- 4 DAVID M. AUSLANDER, PAUL SAGUES, *Microprocessor For Measurement And Control*, Osborne/McGraw-Hill 1988.
- 5 R.E. VEARS, *Microprocessor Interfacing*, Butterworth – Heinemann Ltd, 1992.
- 6 MACKENZIE SI., *The 8051 Microcontroller*, Prentice Hall, 1995.
- 7 DAVID F. STOUT & MILTON KAUFMAN, *Handbook of Operational Amplifier Circuit Design*, McGraw-Hill 1976.
- 8 SUTRISNO, *Elektronika Teori dan Penerapannya*, ITB, 1986.