

KARAKTERISASI PENGARUH PENGHALANG BOLA BESI TERHADAP MEDAN MAGNET, UNTUK PEMANFAATAN ALAT UKUR VISKOSITAS FLUIDA METODE BOLA JATUH MENGGUNAKAN SENSOR HALL EFFECT UGN 3503

M. Firdaus A.

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Industri dan Kebumian
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Email : daud.ustj@yahoo.com

ABSTRAK

Karakterisasi sensor hall effect UGN 3503 terhadap pengaruh penghalang bola besi dari medan magnet, bertujuan sebagai penyempurnaan perancangan alat pengukuran viskositas fluida dengan metode bola jatuh. Sensor hall effect UGN 3503 yang digunakan adalah sensor medan magnet, yang perlu dilakukan penelitian untuk menemukan karakteristik sensor tersebut terhadap persebaran medan magnet pengaruh penghalang bola besi agar dapat digunakan untuk keperluan perancangan alat ukur viskositas fluida. Karakterisasi dilakukan dengan mendekatkan sensor hall effect UGN 3503 pada sumber magnet batang permanen Niodinium, dan memposisikan bola besi diantara keduanya dengan variasi volume bola besi dan variasi jaraknya secara vertikal dan horizontal dari sisi sensor. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui besar keluaran sensor serta kuat medan magnet terhadap variasi jarak dan volume bola besi. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali percobaan. Hasil penelitian variasi volume dan jarak bola secara horizontal atau sejajar diantara sensor dan magnet menunjukkan bahwa pada jarak 30 mm antara sensor dan magnet, variasi jarak bola besi yang semakin dekat dengan sensor dan volume bola besi yang lebih besar, dalam hal ini digunakan ukuran bola besi berdiameter 14 mm, diperoleh keluaran rata-rata kuat medan magnet sebesar 92 Gs s/d 124.667 Gs, sehingga baik digunakan untuk keperluan perancangan alat ukur viskositas fluida metode bola jatuh. Sedangkan pada variasi volume dan jarak bola secara vertical atau tegak lurus terhadap sumbu sejajar antara Sensor dan magnet, dengan jarak 20 mm dari magnet, menunjukkan keluaran kuat medan magnet sebesar 78.3 Gs s/d 133.33 Gs pada percobaan bola besi berdiameter 14 mm, dengan puncak kuat medan pada jarak vertikal bola besi antara 8-13 mm atau 5 mm dibawah sumbu sejajar antar sensor dan magnet. Sensor dapat mendeteksi adanya medan magnet dengan lebih baik ketika sumber medan magnet memiliki arah yang tepat dengan sensor dan jika berada pada medan magnet yang luas. Posisi bola besi yang berbeda, dan ukurannya mempengaruhi hasil pengukuran keluaran sensor dan besar kuat medan magnet.

Kata Kunci : efek hall, UGN 3503, medan magnet, viskositas fluida.

ABSTRACT

The characterization of the UGN 3503 hall effect sensor on the influence of the iron ball barrier from the magnetic field aims to improve the design of a tool for measuring fluid viscosity using the falling ball method. The UGN 3503 hall effect sensor used is a magnetic field sensor, research

needs to be carried out to find the characteristics of this sensor regarding the distribution of the magnetic field under the influence of iron ball barriers so that it can be used for designing fluid viscosity measuring instruments. Characterization was carried out by bringing the UGN 3503 hall effect sensor closer to a Neodymium permanent bar magnet source, and positioning an iron ball between the two with variations in the volume of the iron ball and variations in distance vertically and horizontally from the sensor side. This research is intended to determine the size of the sensor output and the strength of the magnetic field with respect to variations in distance and volume of the iron ball. Data collection was carried out 3 times. The results of research on variations in the volume and distance of the ball horizontally or parallel between the sensor and the magnet show that at a distance of 30 mm between the sensor and the magnet, variations in the distance of the iron ball are closer to the sensor and the volume of the iron ball is larger, in this case the size of the iron ball is used with a diameter of 14 mm, an average magnetic field strength output of 92 Gs to 124,667 Gs is obtained, so it is good to use for designing a fluid viscosity measuring instrument using the falling ball method. Meanwhile, variations in the volume and distance of the ball vertically or perpendicular to the parallel axis between the sensor and the magnet, with a distance of 20 mm from the magnet, show a magnetic field strength output of 78.3 Gs to 133.33 Gs in the 14 mm diameter iron ball experiment, with a peak field strength at a vertical distance of the iron ball between 8-13 mm or 5 mm below the parallel axis between the sensor and the magnet. The sensor can detect the presence of a magnetic field better when the magnetic field source is in the right direction with the sensor and if it is in a wide magnetic field. The different positions of the iron balls and their sizes affect the measurement results of the sensor output and the strength of the magnetic field.

Keywords: Hall effect, UGN 3503, magnetic field, fluid viscosity.

1. PENDAHULUAN

Salah satu penunjang kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam fisika adalah perkembangan peralatan laboratorium sekolah. Dalam penggunaannya peralatan laboratorium sekolah ini masih banyak yang bersifat manual, sehingga menimbulkan kerugian waktu dan biaya. Hal ini bisa diminimalisir dengan membuat peralatan laboratorium yang bersifat manual menjadi digital. Salah satunya adalah viskometer.. Pembuatan alat pengukur Viskositas Fluida dapat dilakukan dengan memanfaatkan sensor berbasis Arduino Uno[1].

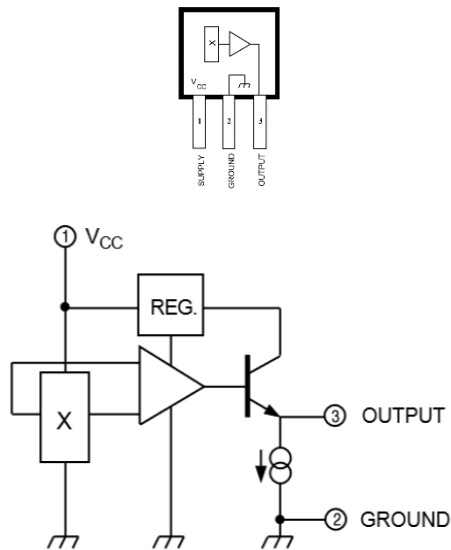
Penelitian ini mengembangkan penelitian sebelumnya mengenai pembuatan alat pengukuran viskositas menggunakan sensor medan magnet Efek Hall UGN3503.[2] Dimana, dalam penelitian tersebut belum memiliki hasil karakterisasi variasi jarak Bola besi secara vertikal dan horizontal dari sisi sensor terhadap kutub utara magnet Neodymium bentuk Silinder. Penelitian sebelumnya baru sebatas memiliki hasil karakterisasi sensor pengaruh penghalang bola besi terhadap medan magnet kutub selatan.

Dalam penelitian ini, dilakukan karakterisasi sensor hall effect terhadap pengaruh penghalang bola besi pejal pada persebaran medan magnet sebelum digunakan untuk perancangan pembuatan alat pengukur viskositas fluida menggunakan sensor efek hall. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor hall effect UGN 3503 yang sama dengan penelitian sebelumnya yang merupakan tipe sensor hall effect linier (pada gambar 1). IC ini memiliki 3 pin komponen internal terdiri dari elemen sensor hall effect, amplifier dan Regulator yang semuanya dalam satu chip. Sensor ini memberikan tegangan keluaran yang sebanding dengan besar medan magnet. Keluaran sensor pada saat medan magnet masukannya 0 gauss adalah setengah dari Vcc. Untuk medan positif (kutub selatan), semakin besar medan maka tegangan keluarannya juga semakin besar dan untuk medan negatif (kutub utara), semakin besar medan maka tegangan keluarannya akan semakin kecil. Semua peralatan hall effect diaktifkan oleh adanya medan magnet. Medan magnet mempunyai dua karakteristik yang penting, densitas-flux dan polaritas. Kebanyakan dari saklar digital hall effect dirancang akan mati jika tidak ada

medan magnet (rangkaiannya terbuka pada keluaran). Saklar akan aktif jika hanya dikenai medan magnet yang memiliki densitas yang cukup dan arah yang tepat[3].

Efek Hall merupakan peristiwa berbeloknya muatan pada keping logam yang berada dalam medan magnet. Pembelokan aliran muatan ini mengakibatkan terjadinya beda potensial di antara sisi keping yang disebut potensial Hall (Bachtera, dkk, 2009).

sensor hall effect yang mempunyai banyak kelebihan antara lain: linieritas dan kestabilan yang tinggi, tidak merusak (non destruktif), sensitivitas terhadap arah yang tinggi, reliable, relative sederhana dan biaya operasi yang murah, sehingga ada kecenderungan untuk menggunakan sensor tersebut[4]. Berbagai jenis sensor hall effect diaplikasikan pada pengukuran kemiringan[5], pada pengukuran daya listrik lampu pijar dan pengukuran massa[3], pengukuran posisi linier, posisi sudut, kecepatan, rotasi dan arus[6],[7].



Gambar 1. Sensor Hall Effect dan Blok Diagram Sensor UGN 3503

Tulisan ini melaporkan hasil karakterisasi sensor hall effect UGN 3503 terhadap pengaruh penghalang bola besi pejal pada persebaran medan magnet kutub utara sebelum digunakan untuk pembuatan alat pengukur viskositas fluida menggunakan dengan variasi jarak bola besi pejal antara sumber medan magnet terhadap sensor dan variasi volume bola besi.

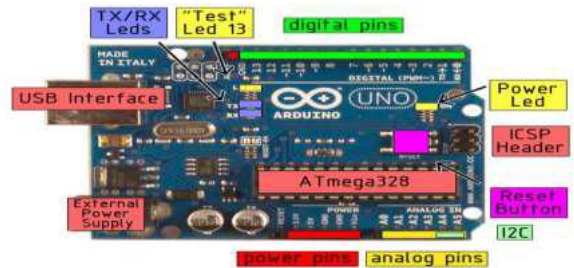
Penelitian ini menggunakan Arduino Uno328 sebagai mikrokontroler untuk memprogram sistem.

Arduino Uno328 merupakan chip mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler ATmega328 yang sudah dilengkapi dengan berbagai fitur yang memberi kemudahan-kemudahan bagi pemakai (Heri, dkk, 2013).

Mikrokontroler ATmega328 terdiri dari 14 pin input dan output digital yang bisa digunakan sebagai output PWM sebanyak 6 buah pin dan pin input analog sebanyak 6 buah dan beberapa perangkat lainnya. Penggunaan mikrokontroler ini dapat dihubungkan langsung dengan komputer menggunakan kabel USB tanpa ada perangkat tambahan lainnya (Helmi, dkk, 2013).

Arduino Uno bukan hanya sebagai sebuah alat pengembangan saat ini, akan tetapi sebagai sebuah kombinasi hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang mampu berperan sebagai penulis program, merubah ke dalam bentuk biner serta mengupload ke memory mikrokontroler (Feri, Djuandi, 2011).

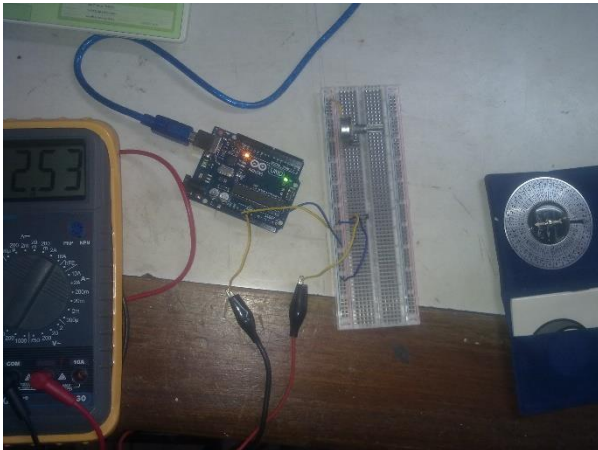
Gambar 2 merupakan gambar papan Arduino Uno yang sudah dilengkapi dengan external power supply dan USB antar muka yang bisa langsung dihubungkan dengan komputer. Lebih lengkap mengenai deskripsi Arduino Uno ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Board Arduino Uno

Tabel 1. Deskripsi arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Voltage	5V
Input Voltage	7-12 V (Rekomendai)
Input Voltage	6-20 V (Limits)
I/O	14 Pin (6 untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32 KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 MHz



Gambar 2. Rangkaian sistem sensor hall effect A1302

2. METODE PENELITIAN

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu membuat rangkaian sistem sensor hall effect UGN 3503 seperti gambar 3 yang akan digunakan untuk karakterisasi sensor terhadap pengaruh penghalang bola besi pejal pada persebaran medan magnet kutub utara. Langkah selanjutnya melakukan pengujian rangkaian dan pengambilan data. Pengambilan data dilakukan dengan variasi jarak dan volume bola besi diantara medan magnet dan sensor, secara horizontal maupun vertical dari sisi sensor terhadap posisi bola. Kutub magnet yang digunakan pada saat pengambilan data adalah kutub utara.

Dalam pengambilan data digunakan pengolahan perhitungan langsung menggunakan Mikrokontroler Atmega328 dengan board Arduino uno untuk penghitungan kuat medan, sedangkan pengukuran tegangan digunakan multimeter digital U1233A, dan Milli Gauss meter type GU-3001 untuk kalibrasinya. Magnet yang digunakan adalah magnet permanen bentuk silinder jenis neodimium diameter 12 mm dengan panjang 44 mm. Karakterisasi yang dilakukan yaitu mencari pengaruh jarak penghalang bola besi terhadap sumber medan magnet dan keluaran sensor, baik secara vertikal dan horisontal dari sisi sensor, sebagaimana gambar 3 dan 4. Jarak sumber medan magnet terhadap sensor digunakan 30 mm. Variasi jarak bola besi dari sumber magnet pada posisi horisontal dari sisi sensor adalah 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 24, dan 25 mm, sedangkan pada posisi vertikal dari sisi sensor, variasi posisi bola adalah 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, dan 18 mm dengan titik 0 pada 13 mm, serta variasi jarak bola dari magnet 10, 15, dan 20 mm. Titik 0

adalah posisi bola besi yang sejajar diantara sensor dan magnet. Setelah itu dilanjutkan dengan mencari pengaruh volume bola besi terhadap keluaran sensor dengan variasi diameter 8, 10, 12, dan 14 mm. Dilakukan 3 kali pengukuran dengan tiap pengukuran diukur keluaran kuat medan magnet (B) sensor. Setelah didapatkan semua data, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata dan pembahasan berdasarkan dengan data grafik yang telah dibuat. Untuk pengolahan data, semua data dalam satuan gauss agar dapat dibandingkan besar kuat medan magnetnya. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\bar{X}-X_i)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(1)$$

dengan,

σ gauss = ralat kesalahan pengukuran

X_i = data ke-i yang diperoleh

\bar{X} = rata-rata dari jumlah data ke-i

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan pengambilan data, sensor diuji terlebih dahulu. Pada aplikasinya, sensor hall effect harus dikenai sumber medan magnet. Ketika sensor diuji tanpa dikenai medan magnet, menunjukkan nilai tegangan keluaran sensor sebesar 2,51 volt. Nilai 2,51 memiliki arti bahwa sensor tersebut memiliki medan magnet bernilai 0 gauss. Nilai ini membuktikan karakteristik sensor yang tercantum pada data sheet sensor, bahwa tegangan keluaran sensor adalah 0,5 dari Vcc (5 volt) pada saat B = 0 gauss. Berdasarkan referensi nilai sebenarnya adalah 2,5 volt, maka ralat yang diperoleh sebesar 0,4%. Hasil pengukuran ini berbeda 0,4% dari referensi, karena sensor tidak benar-benar bebas dari medan magnet.

Ketika sumber medan magnet didekatkan pada jarak terdekat, menggunakan multi meter, terbaca 0,97 volt pada kutub magnet selatan, dan 1,03 volt pada kutub magnet utara. Ketika kutub selatan didekatkan pada sensor hall effect pada jarak 12 mm terbaca 15 Gs, dan 16 Gs ketika dihadapkan pada kutub utara. Tanpa mengubah jarak lagi diganti posisi sensor dengan milli gauss meter dan didapatkan kuat medan magnet sebesar 18,8 Gs ketika dihadapkan dengan kutub utara magnet. Artinya, kuat medan pada kutub utara magnet lebih besar dari kutub selatan magnet, dan ralat pengukuran ini berbeda 17,5% dari tegangan kelu-



Gambar 3. Karakterisasi sensor posisi vertikal

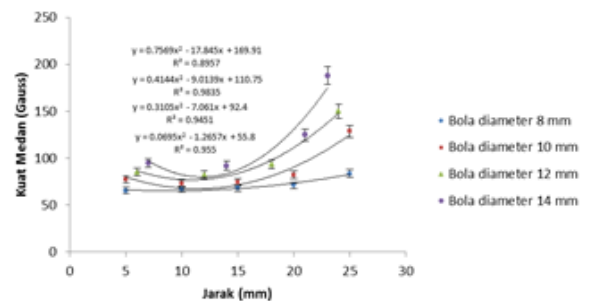


Gambar 4. Karakterisasi sensor posisi horisontal

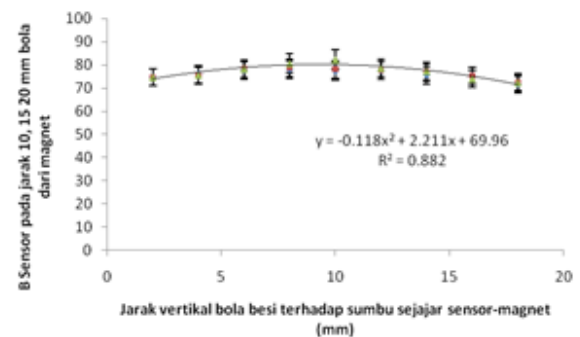
aran sensor karena milli gauss meter tidak benar-benar bebas dari medan magnet bumi. Posisi sensor pada saat pengukuran, menghadap ke kutub selatan bumi. Setelah itu baru dilakukan pengambilan data. Pengambilan data dilakukan ketika sensor tidak dikuatkan. Grafik pada gambar 5 merupakan hasil pengukuran kuat medan magnet keluaran sensor terhadap variasi jarak bola besi dari magnet secara horisontal dari sisi sensor dan variasi diameter bola besi. Grafik ini menunjukkan kurva persamaan linear dan regresi polynomial orde 2 dengan standar deviasi masing-masing adalah sebesar 0.955, 0.945, 0.9835, 0.8957.

Dari grafik terlihat bahwa pada jarak yang semakin mendekati sensor dan magnet, kuat medan magnet keluaran sensor mengalami kenaikan, namun lebih besar ketika mendekati sensor. Demikian pula terlihat bahwa besar volume bola besi berbanding lurus dengan besar keluaran kuat medan magnet sensor. Saat pengambilan data, posisi magnet terhadap sensor pada posisi utara-selatan dan berjarak 30 mm dari sensor. Hal

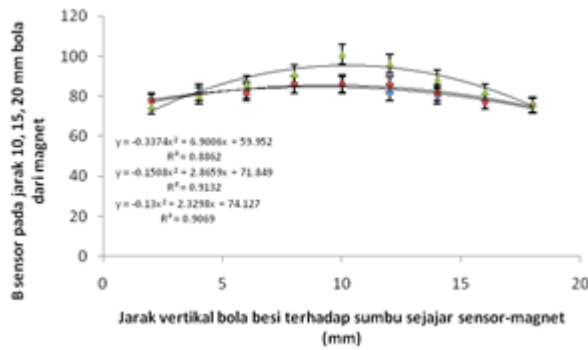
ini dimungkinkan adanya pengaruh medan magnet bumi. Secara alamiah bumi memiliki medan magnet sehingga faktor tersebut tidak dapat diabaikan. Pada posisi utara-selatan menunjukkan kuat medan dan tegangan keluaran yang besar karena medan magnet bergerak dari arah utara menuju selatan. Adanya persamaan arah medan baik dari sumber medan magnet maupun magnet bumi menyebabkan keduanya akan saling menguatkan karena berada pada posisi yang sama.



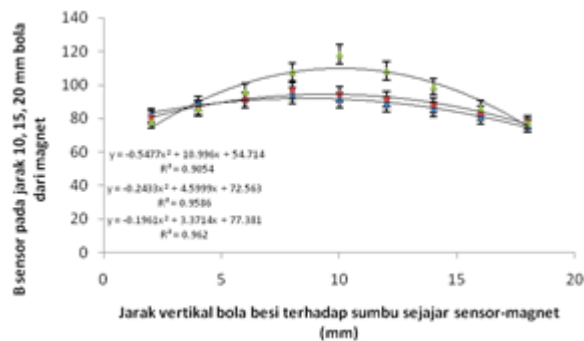
Gambar 5. Hasil Pengukuran rata-rata kuat medan magnet dengan variasi jarak horisontal bola besi dari sisi sensor bola besi terhadap magnet.



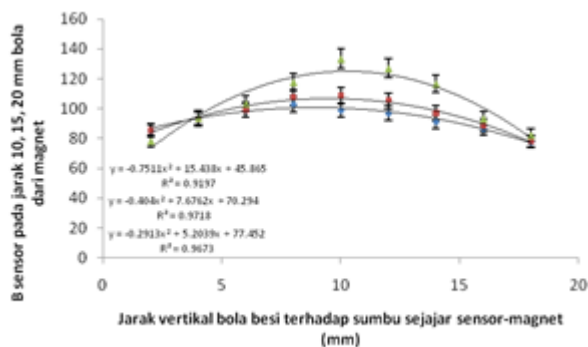
Gambar 6. Hasil Pengukuran rata-rata kuat medan magnet dengan variasi jarak vertikal bola besi diameter 8 mm dari sisi sensor terhadap magnet.



Gambar 7. Hasil Pengukuran rata-rata kuat medan magnet dengan variasi jarak vertikal bola besi diameter 10 mm dari sisi sensor terhadap magnet.



Gambar 8. Hasil Pengukuran rata-rata kuat medan magnet dengan variasi jarak vertikal bola besi diameter 12 mm dari sisi sensor terhadap magnet.



Gambar 9. Hasil Pengukuran rata-rata kuat medan magnet dengan variasi jarak vertikal bola besi diameter 14 mm dari sisi sensor terhadap magnet.

Hasil pengukuran kuat medan pada variasi vertikal posisi bola besi dari sisi sensor, dan variasi

jaraknya dari sumber medan magnet ditunjukkan grafik pada gambar 6 hingga 9. Grafik ini menunjukkan persamaan regresi polynomial orde 2. Dari grafik dapat dilihat bahwa pada jarak vertikal 8-13 mm kuat medan magnet berada pada keadaan maksimal dengan keluaran sensor tertinggi pada jarak 10 mm. keadaan maksimal kuat medan magnet yang besar berada pada jarak vertikal dibawah posisi 0 sumbu sejajar sensor-magnet. Yakni dibawah jarak 13 mm. Hal ini menunjukkan bahwa sensor UGN 3503 membaca kuat medan magnet lebih baik pada keadaan medan magnet yang lebih luas. Hasil pengukuran medan magnet (B) terhadap variasi volume bola besi dan variasi jarak 10, 15, dan 20 mm dari sumber medan magnet ke sensor yang terlihat pada grafik menunjukkan kemampuan sensor UGN 3503 dalam membaca kuat medan magnet bola besi akan semakin maksimal pada ukuran volume bola yang semakin besar dan pada jarak yang lebih dekat ke sensor. Volume bola dan posisinya diantara magnet dan sensor mempengaruhi besar keluaran kuat medan magnet dari sensor.

Pada data karakterisasi sensor untuk variasi posisi, terdapat perbedaan antara pengukuran kuat medan magnet dan tegangan keluaran sensor pada posisi utara-selatan dengan posisi barat-timur. Sifat sensitivitas sensor yang mudah berubah terhadap perubahan medan magnet sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran [3]. Permasalahan bentuk dan ukuran magnet juga berpengaruh terhadap keluaran sensor dan kuat medan magnet.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam pengukuran pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar volume bola besi, semakin besar kuat medan magnet yang terbaca oleh sensor, sebagaimana pada bola diameter 12 dan 14 mm, diperoleh keluaran kuat medan magnet yang besar sehingga dapat digunakan untuk keperluan perancangan alat pengukuran viskositas fluida metode bola jatuh. Sensor dapat mendeteksi adanya medan magnet lebih maksimal ketika sumber medan magnet memiliki arah yang tepat dan medan magnet yang luas terhadap sensor. Kesimpulan lanjut dari penelitian ini adalah bahwa penempatan bola besi pada posisi yang berbeda, baik dalam keadaan vertikal maupun horizontal, keluaran sensor yang besar adalah ketika bola besi semakin mendekati sensor. Semakin dekat jarak bola besi dengan sensor, semakin besar kuat medan magnet yang terbaca.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. NGADIYONO, "RANCANG BANGUN ALAT UKUR PERCEPATAN GRAVITASI BUMI MENGGUNAKAN METODE AYUNAN MATEMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51," Diponegoro University, 2010.
- [2] N. putri tissos ,Yulkifli, and Z. kamus, "Pembuatan Sistem Pengukuran Viskositas Fluida Secara digital Menggunakan Sensor Efek Hall UGN3503 berbasis Arduino Uno328," Jurnal Sainstek., vol. VI, no. 1: 71-83 Juni 2014.
- [3] S.Suryono, J. Endro Suseno, and A. Riyanti, "Karakterisasi Sensor Magnetik Efek Hall UGN3503 Terhadap Sumber Magnet dan Implementasinya pada Pengukuran Massa," Berk. Fis., vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2009.
- [4] J.Sabaryati and M. Budiman, "Perancangan dan Implementasi Alat Ukur Medan Magnet Menggunakan Sensor Efek Hall," Pros. Semin. Dan Simp. Fis., vol. 0, no. 0, pp. 58–61, Apr. 2012.
- [5] A. Ro'uf and Y. Saufy, "Karakterisasi Sensor Efek Hall UGN3503 Untuk Mengukur Kemiringan," Indones. J. Electron. Instrum. Syst., vol. 1, no. 1, 2013.
- [6] J. Wahyudi and W. Gurum Ahmad Pauzi, "Desain dan Karakterisasi Penggunaan Sensor Efek Hall UGN3503 untuk Mengukur Arus Listrik pada Kumparan," J. Teori Dan Apl. Fis., vol. 1, no. 2, 2013.
- [7] R. S. Popovic, Z. Randjelovic, and D. Manic, "Integrated Hall-effect magnetic sensors," Sens. Actuators Phys., vol. 91, no. 1–2, pp. 46–50, Jun. 2001.