

Uji *Range* dan *Rise Time* pada Deteksi Level Air Menggunakan Sensor Giant Magnetoresistance

Fathma Nailal Husna¹, Sri Suharti¹, Wulandari², Ahmad Aminudin^{2*}

¹Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Cileunyi, Jl. Pendidikan No.6,
Kec.Cileunyi, Kab. Bandung.

²Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr.Setiabudi No.229 Bandung
email: aaminudin@upi.edu

ABSTRAK

Air banyak dibutuhkan manusia dalam berbagai aktifitas seperti di rumah rumah, perkantoran maupun di industri. Untuk mempermudah penggunaan air dibutuhkan tanki yang posisinya lebih tinggi dari pengguna air. Pengisian air sering tidak terkendali karena tidak diketahui level permukaan air sehingga banyak air yang tumpah dan terbuang. Oleh karena itu, perlu dipasang alat deteksi level air. Deteksi level air yang dilakukan menggunakan sensor *giant magnetoresistance* (GMR). Metode deteksi level dilakukan melalui magnet permanen yang ada di atas pelampung, yang kemudian bergerak mendekati sensor GMR. Sistem pelampung dan sensor berada dalam satu tabung pengarah. Hasil pengujian menunjukkan sistem sensor mampu mendeteksi keadaan penuh tanki air. Debit air dengan aliran 33,4 mL/s memiliki *rise time* yang lebih singkat daripada debit air masukan 12,5 mL/s.

Kata Kunci : Level air, sensor GMR, sensitivitas

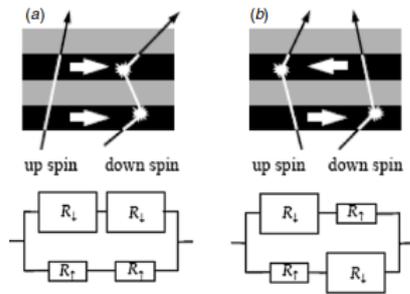
PENDAHULUAN

Deteksi level air merupakan salah satu cara untuk mengetahui ketinggian permukaan air. Deteksi level telah banyak diterapkan diberbagai tempat, seperti danau, waduk, sungai, ataupun pada tangki air di gedung dan perumahan. agar tidak terjadi pemborosan air. Deteksi level air dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis. Namun, pada perkembangan zaman saat ini, deteksi secara manual sudah semakin jarang diterapkan karena pengukuran manual ini dinilai memiliki banyak kendala sehingga sudah diganti dengan deteksi otomatis (Saraswati.M dkk. 2012).

Deteksi level air memiliki berbagai kegunaan, salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai deteksi akan terjadinya banjir. Banjir dapat terjadi ketika debit air yang masuk melebihi dari yang seharusnya. Begitupun dengan pemborosan air yang biasanya terjadi saat penggunaan air. Padahal, air bersih yang tersedia di bumi keberadaannya sudah semakin menurun, sementara kebutuhan masyarakat akan pasokan air semakin

meningkat (Reshmi Benerjee, 2015). Kebutuhan akan alat yang dapat mendeteksi level air menjadi salah satu hal yang dapat menanggulangi permasalahan di atas, salah satunya dengan menggunakan sensor *giant magnetoresistance* (GMR).

Giant Magnetoresistance (GMR) memiliki efek yang sangat mendasar yang terjadi pada bahan magnetik mulai dari nanopartikel dengan lapisan tipis yang berlapis-lapis sampai magnet permanen (Ennen.I dkk, 2014). GMR diamati pada struktur yang ada dari *alternating* lapisan feromagnetik dan non-magnetik dengan ketebalan sekitar persepuluh sampai nanometer. Efeknya memungkinkan mengubah hambatan listrik dari keseluruhan struktur lapisan melalui perubahan orientasi magnetisasi dari lapisan magnetik lunak. Sensor GMR pada dasarnya dapat dipahami sebagai sensor resistif magnetic (Reig Candid, dkk., 2013)



Gambar 1. Ilustrasi transportasi electron pada multilayer magnetic untuk keadaan parallel a) antiparallel b) magnetisasi (Weiss.R dkk, 2013)

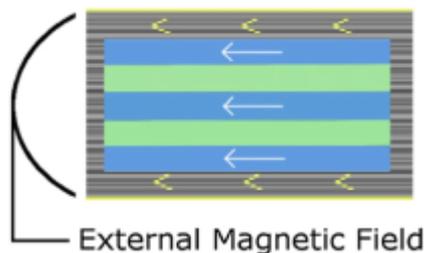
Resistansi total untuk antiparalel magnetisasi lapisan lebih tinggi dibandingkan dengan magnetisasi paralel dari lapisan yang membentuk konduktor dan untuk menghitung rasio GMR sesuai dengan perumusan dibawah ini:

$$R_{\uparrow\downarrow} = \frac{4(R_{\uparrow}R_{\downarrow})}{2(R_{\uparrow}+R_{\downarrow})} \quad (1)$$

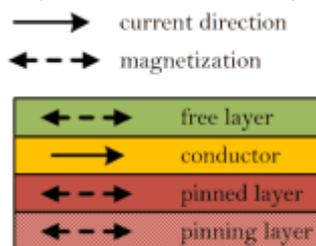
$$R_{\uparrow\uparrow} = \frac{(R_{\uparrow}+R_{\downarrow})^2}{2(R_{\uparrow}+R_{\downarrow})} \quad (2)$$

$$GMR \% = \frac{\Delta R}{R} = \frac{(R_{\downarrow}-R_{\uparrow})^2}{4(R_{\uparrow}R_{\downarrow})} \quad (3)$$

Hubungan khas antara orientasi magnetisasi dari lapisan magnetik dan hambatan listrik ini sangat memungkinkan untuk pengukuran medan magnet eksternal. Sensor GMR yang sering digunakan untuk tujuan pengukuran biasanya menggunakan sistem *spin-valve*.



Gambar 2. Skema dari dari sensor GMR-multilayer dengan medan magnet eksternal (Weiss.R dkk, 2013)

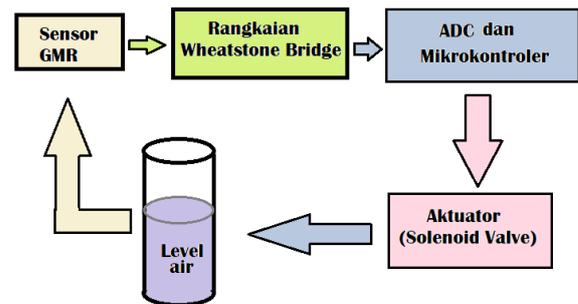


Gambar 3. GMR *spin valve* (M.J. Seikh, 2013)

Spin valve didasarkan pada efek giant magnetoresistance (PP Freitas, dkk., 2007) yang memiliki struktur berlapis-lapis tertentu. Pada *spin valve*, lapisan antiferomagnetik tambahan (*pinning*) ditambahkan ke bagian atas atau bawah struktur (Reig Candid, dkk, 2009), seperti pada Gambar .3.

METODE

Desain deteksi level dilakukan dalam beberapa tahap seperti dalam blok diagram di bawah ini..

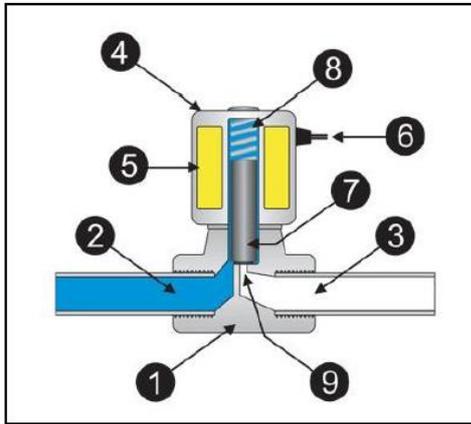


Gambar 4. Desain deteksi level level air

Pada Gambar 4 sensor GMR mendeteksi level air, kemudian di kondisikan rangkaian Wheatstone bridge agar lebih sensitive. ADC berfungsi mengkonversi data analog menjadi digital kemudian diproses mikrokontroler. Hasil proses mikrokontroler digunakan untuk mengendalikan solenoid valve. *Valve* atau katup adalah sebuah alat mekanis yang dapat mengendalikan aliran cairan dan tekanan dalam sistem atau proses. Sebuah *valve* mengontrol sistem atau proses laju fluida dan tekanan dengan melakukan salah satu fungsi berikut: menghentikan dan memulai aliran cairan , memvariasikan jumlah aliran cairan, mengontrol arah aliran fluida, mengatur sistem hilir atau tekanan proses.

Solenoid valve dapat diklasifikasikan sebagai katup kontrol untuk *control-valve coping*. *Solenoid valve* yang mempunyai tekanan rendah dengan putaran piston dan diafragma, keduanya menggunakan struktur katup pilot (Liu Lei, dkk, 2014). *Solenoid valve* adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, yang mempunyai koil sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Solenoid valve mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal atau tempat udara masuk. Lubang keluaran berfungsi

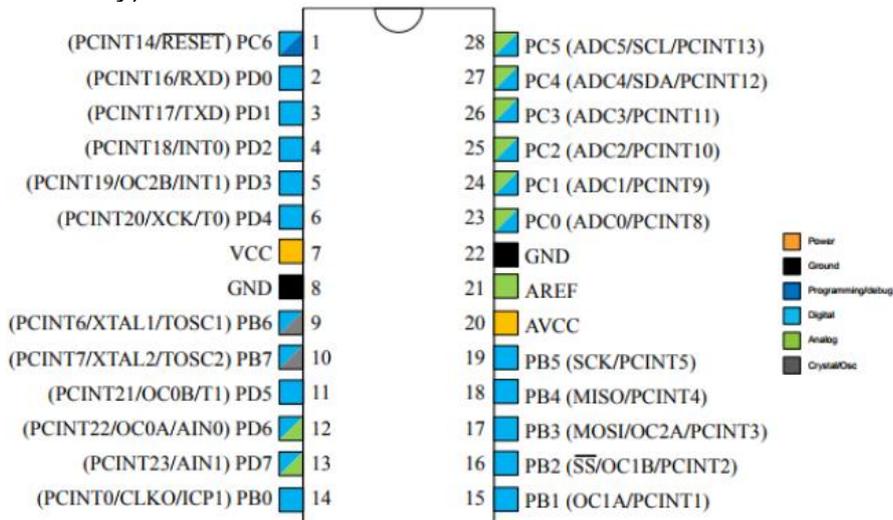
sebagai terminal atau tempat udara keluar yang 2. dihubungkan ke beban, sedangkan lubang 3. *exhaust* berfungsi sebagai saluran untuk 4. mengeluarkan udara terjebak saat piston 5. bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid* 6. *valve* bekerja. Gambar 5 menunjukkan bagian 7. bagian umum dari *solenoid valve*. 16



Gambar 5. Bagian-bagian umum *solenoid valve*

Keterangan:

1. Rangka *valve* (*Valve body*)



Gambar 6. Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega328

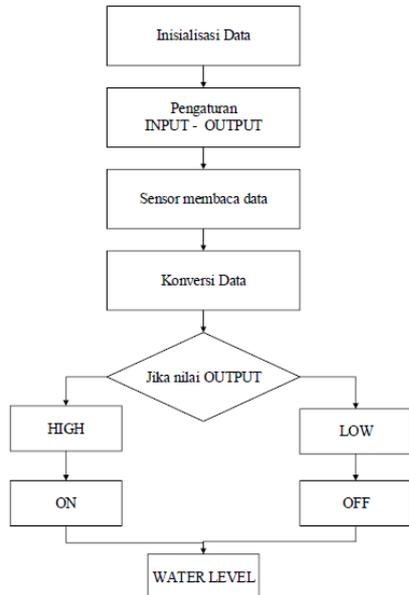
Perancangan program dilakukan dengan membuat diagram alur program seperti pada Gambar 7. Setelah dilakukan perancangan, dibuat *sketch* program dengan *software* Arduino IDE yang ditanamkan kepada Arduino yang berfungsi sebagai alat pengendali dari sistem kontrol secara keseluruhan tersebut. Pada program ini, pertama-tama dilakukan inisialisasi data, kemudian dilakukan pengaturan nilai *input-*

2. Aliran masukan (*Inlet port*)
3. Aliran keluaran (*Outlet port*)
4. Kumparan atau solenoid (*Coil*)
5. Gulungan kumparan (*Coil windings*)
6. Kabel untuk *power supply* (*Lead wire*)
7. Piston (*Plunger*)
8. Pegas (*Spring*)
9. Lubang (*Orifice*)

Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan otak dari system ini. mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega328 yang memiliki 8-bit tiap portnya dengan CMOS berdaya rendah dan mengikuti arsitektur RISC. Dengan menjalankan instruksi kuat dalam satu siklus clock, ATmega328 mendekati 1MIPS per MHz. Hal ini dapat diberdayakan untuk mengoptimalkan perangkat untuk konsumsi daya dan kecepatan pemrosesan. ATmega328 memiliki fungsi pada pin-nya masing-masing yang ditunjukkan pada Gambar 6

output. Setelah itu, sensor akan mulai mengambil data dan melakukan konversi. Ketika nilai *output* sensor dalam keadaan *high* (tinggi), maka pompa air akan menyala dan *solenoid valve* akan mati. Sedangkan sebaliknya, saat nilai *output* sensor dalam keadaan *low*, maka pompa air akan mati dan *solenoid valve* akan menyala. Pengujian sistem deteksi lenkap ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Flowchart Program untuk Deteksi Level Air



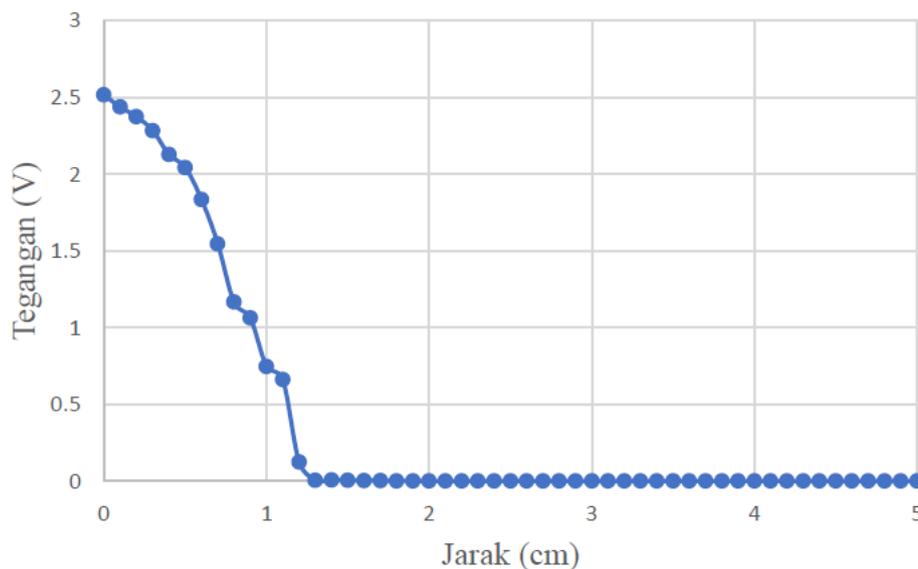
Gambar 8. Photo alat sedang dilakukan pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Range (Jangkauan)

Karakterisasi sensor *giant magnetoresistance* (GMR) ini penting untuk dilakukan dengan tujuan mengetahui range

(jangkauan) dari sensor tersebut sebelum digunakan pada alat deteksi level air. Dari hasil penelitian, didapatkan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Grafik perubahan tegangan terhadap jarak magnet

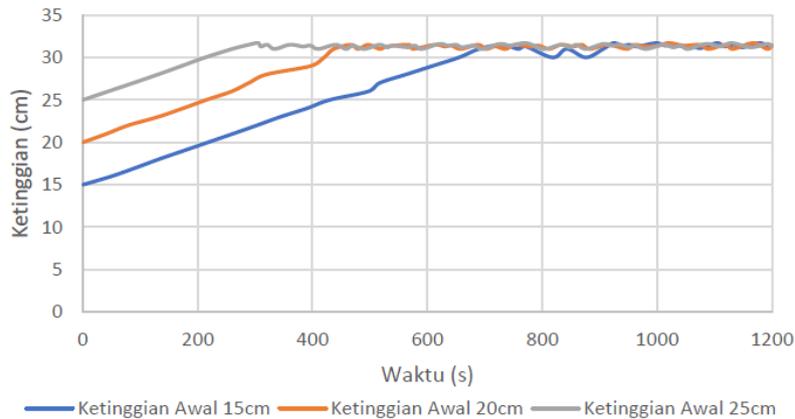
Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai tegangan sensor mulai menurun saat jarak dengan magnet eksternal semakin jauh. Pada jarak 1,3 cm, sensor sudah mulai rendah dalam merespon. Pada jarak 2 cm ke atas, nilai tegangan sensor sudah tidak menunjukkan

tanda-tanda perubahan. Dengan demikian sensor GMR memiliki daerah jangkauan 0-1,3 cm.

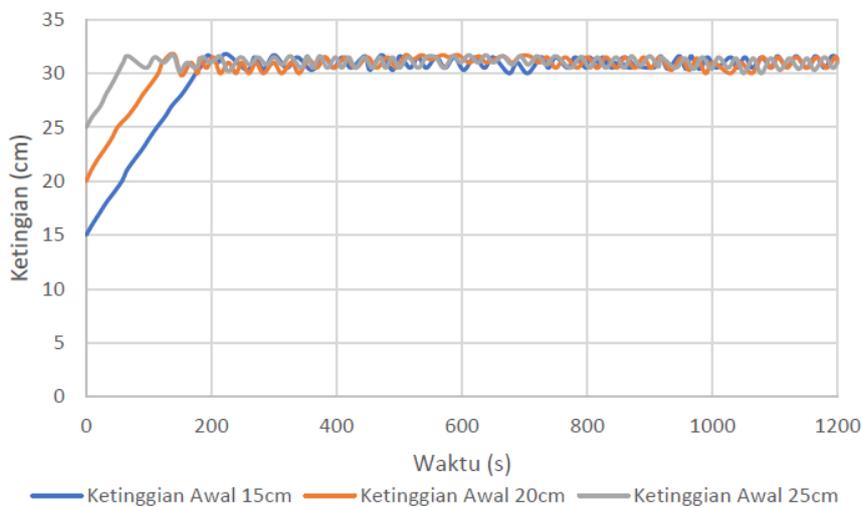
Hasil Uji Rise Time

Setiap pengujian dilakukan dengan waktu *delay* 15 detik dengan tiga nilai awal, yaitu nilai awal 15 cm, 20 cm, dan 25 cm. Setiap masing-masing keadaan tersebut akan dibandingkan dengan debit air masuk yang berbeda. Pada

keadaan pertama, debit air yang masuk adalah 12,5 mL/s, sedangkan yang kedua adalah 33,4 mL/s. Hubungan ketinggian level air dengan waktu untuk tiap debit aliran ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Grafik perubahan ketinggian terhadap waktu dengan debit air yang masuk adalah 12,5 mL/s



Gambar 11. Grafik perubahan ketinggian terhadap waktu dengan debit air yang masuk adalah 33,4 mL/s

Gambar 11 Grafik perubahan ketinggian terhadap waktu (*delay* 15 detik; debit air yang masuk adalah 33,4 mL/s). Nilai ketinggian awal mempengaruhi waktu sistem untuk mencapai kestabilannya (*steady state*). Pada Gambar 9 terlihat bahwa semakin tinggi nilai awal (ketinggian 25 cm) menuju nilai *set point*-nya, maka waktu yang diperlukan sistem untuk mencapai kestabilannya akan lebih cepat dari pada yang semakin jauh dari nilai *set point*-nya (nilai awal ketinggian 15 cm). Kestabilan sistem yang didapat menunjukkan bahwa lebih baik

pada yang debit air 12,5mL/s dari pada yang debit air 33,4 mL/s. Hal ini disebabkan fluktuasi volume air lebih cepat terjadi pada yang debit air 33,4 mL/s dari pada yang debit air 12,5 mL/s.

Berdasarkan Tabel 1, perbedaan debit air yang masuk akan mempengaruhi keadaan *rise time* suatu sistem untuk mencapai kesetabilannya. Ketika debit air 33,4 mL/s, sistem akan lebih cepat mencapai kestabilannya dari pada debit air 12,5 mL/s.

Tabel 1. Pengaruh Level Awal Terhadap Rise Time untuk debit 12,5 mL/s dan 33,4mL/s

Level Awal (cm)	Rise Time (s)	
	Debit Air = 12,5 mL/s	Debit Air = 33,4 mL/s
15	730	194
20	467	140
25	289	67

PENUTUP

Sensor GMR dapat digunakan untuk deteksi level air.

Jumlah debit air yang masuk dari sumber air berpengaruh pada sistem. Debit air dengan aliran 33,4 mL/s memiliki *rise time* yang lebih singkat daripada debit air masukan 12,5 mL/s.

DAFTAR PUSTAKA

Ennen, I., Kappe, D., Rempel, T., Glenske, C., & Hütten, A. (2016). *Giant Magnetoresistance: Basic Concepts, Microstructure, Magnetic Interactions and Applications*. *Sensors (Basel)*.

Freitas, P. P., Ferreira, R., Cardoso, S., & Cardoso, F. (2007). *Magnetoresistive Sensors*. *Journal of Physics: Condensed Matter*.

Lei, L., Desheng, Z., & Jiyun, Z. (2014). *Design and Research for the Water Low-pressure Large-flow Pilot-operated*

Solenoid Valve. *Journal of Mechanical Engineering*, 665-674.

Reig, C., Cubells-Beltran, M.-D., & Muñoz, D. R. (2009). *Magnetic Field Sensors Based on Giant Magnetoresistance (GMR) Technology: Applications in Electrical Current Sensing*. *Sensors (Basel)*, 7919–7942.

Reig, C., de Freitas, S. C., & Mukhopadhyay, S. C. (2013). *Giant Magnetoresistance (GMR) Sensors From Basis to State-of-the-Art Applications*. Springer. doi:10.1007/978-3-642-37172-1

Saraswati, M., Kuantama, E., & Mardjoko, P. (2012). *Design and Construction of Water Level Measurement System Accessible Through SMS*. *AMSS 6th European Modelling Symposium (pp. 46-51)*. IEEE Computer Society. 45

Weiss, R., Mattheis, R., & Reiss, G. (2013). *Advanced giant magnetoresistance technology or measurement*