

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Sensor GMR dirancang bersama komponen lainnya agar dapat mendeteksi ketinggian air serta mengontrol keluaran dari pompa air dan *solenoid valve*. Desain yang digunakan adalah berupa tabung silinder yang ditengahnya dipasang pipa yang diberi lubang pada bagian bawahnya. Di dalam pipa tersebut terdapat pelampung dan magnet eksternal (*neodymium*). Saat tabung terisi air maka pelampung perlahan-lahan akan mengapung ke atas permukaan air dan magnet permanen eksternal yang berada di atas pelampung akan bersentuhan dengan sensor magnetik (sensor GMR) yang berada diatas pipa jika air yang masuk sudah mencapai kapasitas penuh, yaitu melebihi batas yang telah ditentukan. Nilai keluaran sensor ini mengontrol kinerja pompa air dan *solenoid valve*. Proses karakterisasi pada sensor GMR dari NVE tipe AB001-02 ini dilakukan dengan mendekatkan magnet eksternal (*neodymium*) ke daerah sensitif sensor GMR kemudian diamati perubahan tegangan keluaran sensor terhadap jarak magnet.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi, Departemen Pendidikan Fisika, gedung FPMIPA-B, Universitas Pendidikan Indonesia yang beralamatkan di Jl. Dr. Setiabudhi No.229, Bandung.

#### 3.3 Alat, Bahan, dan Software

Alat-alat yang digunakan pada proses penelitian terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1  
Alat yang digunakan pada penelitian

No	Nama	Jumlah
1	Sensor <i>giant magnetoresistance</i> (GMR)	1
2	Mikrokontroler Arduino UNO	1

---

3	<i>Solenoid Valve</i>	1
---	-----------------------	---

---

No	Nama	Jumlah
4	Multimeter	1
5	Kabel USB	1
6	Solder	1
7	Gunting	1
8	<i>Cutter</i>	1
9	Lem	Secukupnya
10	Capit buaya	Secukupnya
11	<i>Power Supply</i>	1
12	<i>Relay 51 Ver. 2.1 BE</i>	1
13	Baterai	3
14	Dudukan Baterai	3
15	Timah	Secukupnya
16	Kabel ( <i>jumper wires</i> )	Secukupnya
17	Selotip paralon	Secukupnya
18	<i>Double tape</i>	Secukupnya
19	Lakban	Secukupnya
20	Pompa air	1
21	Amplas	Secukupnya
22	Jangka	1
23	Penggaris	1
24	Alat tulis	1
25	Set Obeng	1
26	Penggaris	1
27	Baut	2
28	Tang	1
29	Pemotong kabel	1

Berikut adalah bahan yang digunakan pada proses penelitian yang disajikan pada Tabel 3.2.

**Indah Wulandari, 2017**

*PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISTEM KONTROL LEVEL AIR*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.2  
Bahan yang digunakan

No	Nama	Jumlah
1	Magnet <i>Neodymium</i>	2
2	Air	Secukupnya
3	<i>Pelampung</i>	Secukupnya
4	Pipa paralon	1 (ukuran: 32cm)
5	Tabung Silinder	2
6	Selang	1.5 meter
7	Triplek	Secukupnya

Tabel 3.3 adalah *software* yang digunakan dalam proses desain rangkaian, sistem kontrol dan pengolahan data

Tabel 3.3  
*Software yang digunakan*

No.	Nama
1	<i>Arduino IDE</i>
2	<i>Fritzing</i>
3	<i>Microsoft Visio Drawing</i>
4	<i>Microsoft Excel</i>

### 3.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini, pembuatan rancangan alat pendeteksi level air dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

- Karakterisasi respon sensor *giant magnetoresistance* terhadap jarak magnet
- Pembuatan sistem kontrol level air
- Perancangan dan pembuatan rangkaian (rangkaiian sensor, rangkaian *relay*)
- Perancangan dan pembuatan program
- Pengujian sistem kontrol
- Kalibrasi alat
- Pengambilan data

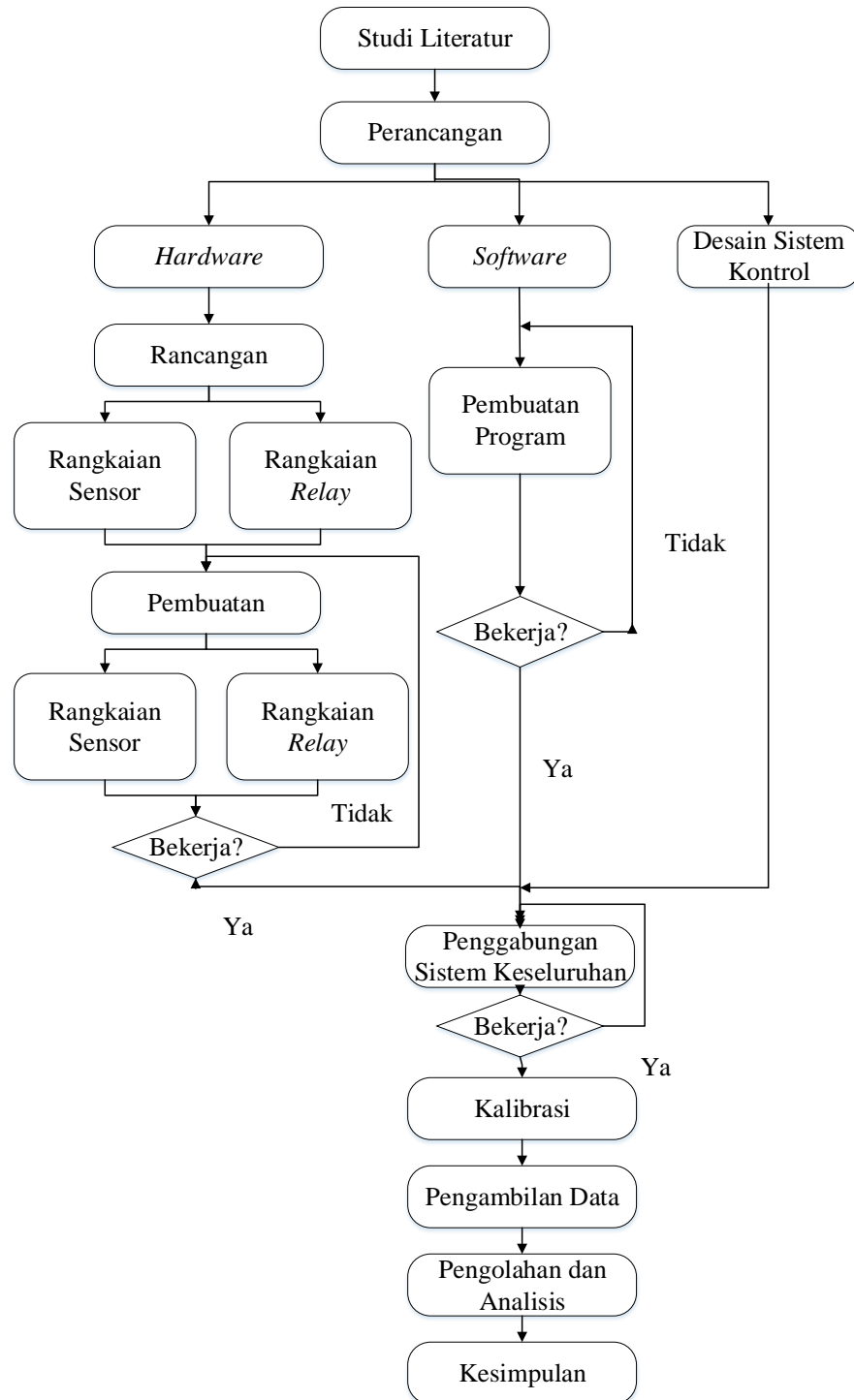
Indah Wulandari, 2017

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISITEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Pengolahan data
- Analisis dan kesimpulan

Gambar 3.1 menyajikan alur proses penelitian yang dilakukan



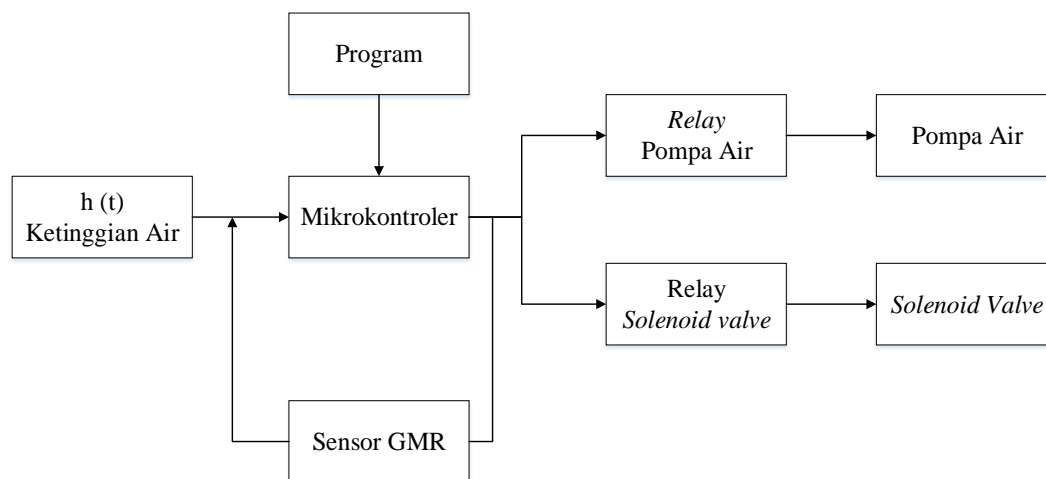
Gambar 3.1 Diagram alur prosedur penelitian

Indah Wulandari, 2017

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISTEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.2 adalah penjelasan umum mengenai sistem kontrol level air:



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Kontrol

Berikut adalah penjelasan rinci mengenai alur proses penelitian yang disajikan pada Gambar 3.1.

### 3.4.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan awal yang dilakukan sebelum memulai proses penelitian. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami prosedur penelitian, komponen yang akan digunakan serta sistem yang dipakai. Pada penelitian ini, studi literatur dilakukan dengan menganalisis jurnal, dan buku.

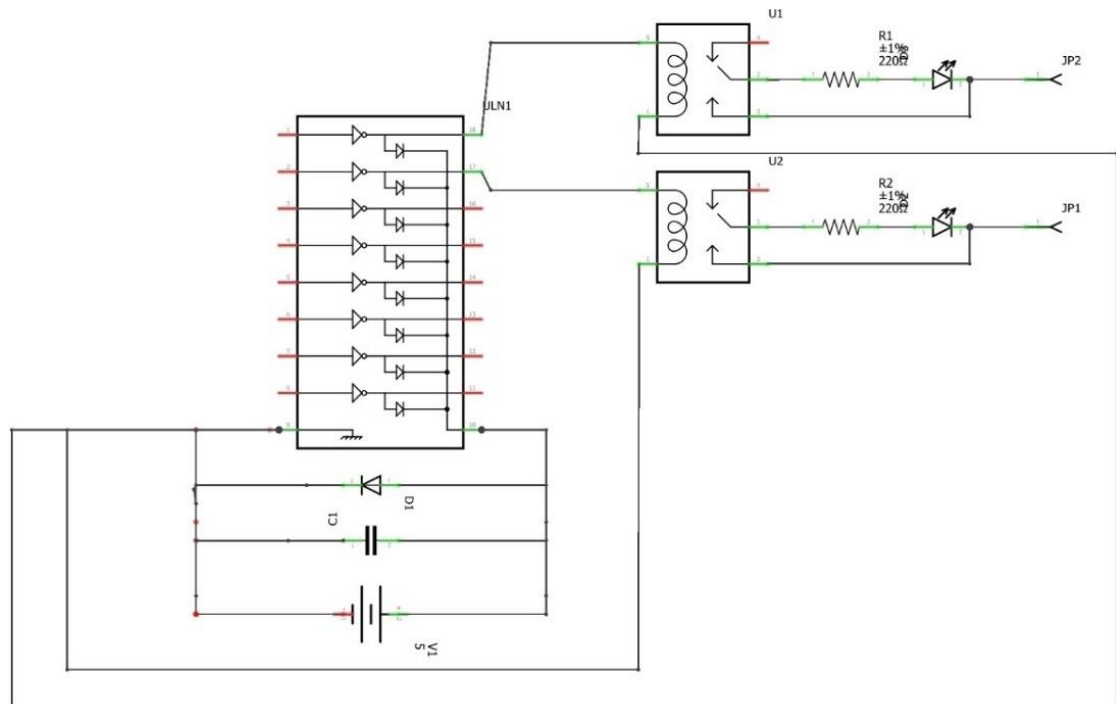
### 3.4.2 Perancangan dan Pembuatan Rangkaian

Setelah mengetahui sifat-sifat sensor, kemudian langkah selanjutnya adalah perancangan dan pembuatan rangkaian yang nantinya bekerja bersama sensor. Pada langkah ini sensor, *relay*, dan komponen pendukung lainnya dirangkai bersama mikrokontroler Arduino UNO seperti *relay* yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.

Indah Wulandari, 2017

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISITEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.3 Skema Rangkaian *Relay*

Pada penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino UNO. Arduino Uno adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. ATMEL ATmega 328 adalah sebuah mikrokontroler 8-bit CMOS berdaya rendah berdasarkan tingkat 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. Tabel 3.4 menunjukkan spesifikasi dari Arduino.

Tabel 3.4

*Configuration Summary ATmega328*

<i>Features</i>	<b>ATmega328/P</b>
<i>Pin Count</i>	28/32
<i>Flash (Bytes)</i>	32K
<i>SRAM (Bytes)</i>	2K
<i>EEPROM (Bytes)</i>	1K
<i>General Purpose I/O Lines</i>	23

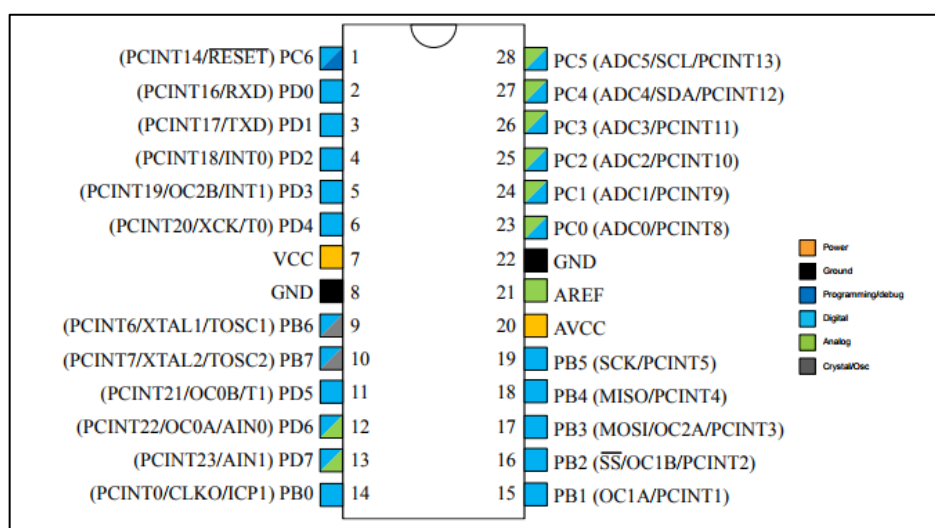
Indah Wulandari, 2017

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISTEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<i>Features</i>	<b>ATmega328/P</b>
SPI	2
TWI (I2C)	1
USART	1
ADC	10-bit 15kSPS
ADC Channels	8
8-bit Timer/Counters	2
16-bit Timer/Counters	1

ATmega328 memiliki fungsi pada pin-nya masing-masing yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pin Mikrokontroler ATmega328 (Sumber: *Datasheet* ATMEL Mikrokontroler ATmega328 )

Arduino UNO memiliki 14 input atau output pin digital dimana enam diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM (*Pulse Width Modulation*), enam input analog, keramik resonator 16 Mz, koneksi USB, *power jack*, *header ICSP* dan tombol *reset*. Penjelasan lebih rinci disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5  
*Features* Arduino UNO

Indah Wulandari, 2017

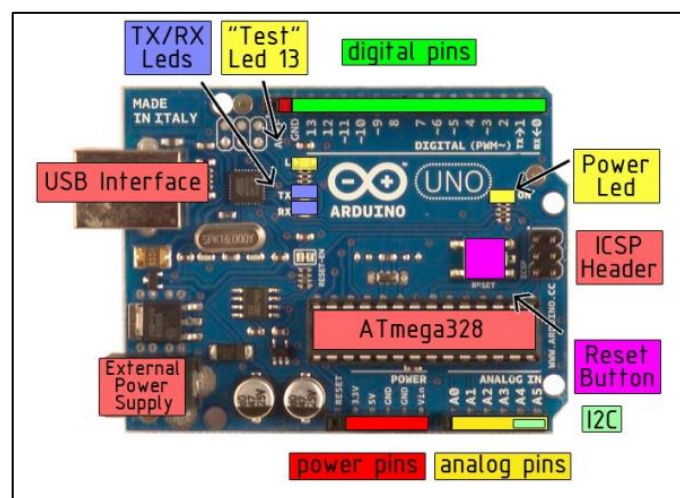
PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISITEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan masukan (rekomendasi)	7-12V
Tegangan masukan (batas)	6-20V
Pin digital I/O	14 (menyediakan 6 output PWM)
Pin input analog	6
Arus DC per pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50mA
Flash memory	32KB (ATmega328); 0.5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock speed	16 Mz

Gambar 3.5 menunjukkan bagian-bagian dari mikrokontroler Arduino UNO



Gambar 3.5 Bagian-bagian Arduino UNO (Sumber: <http://datasheet.octopart.com>)

### 3.4.3 Perancangan dan Pembuatan Program

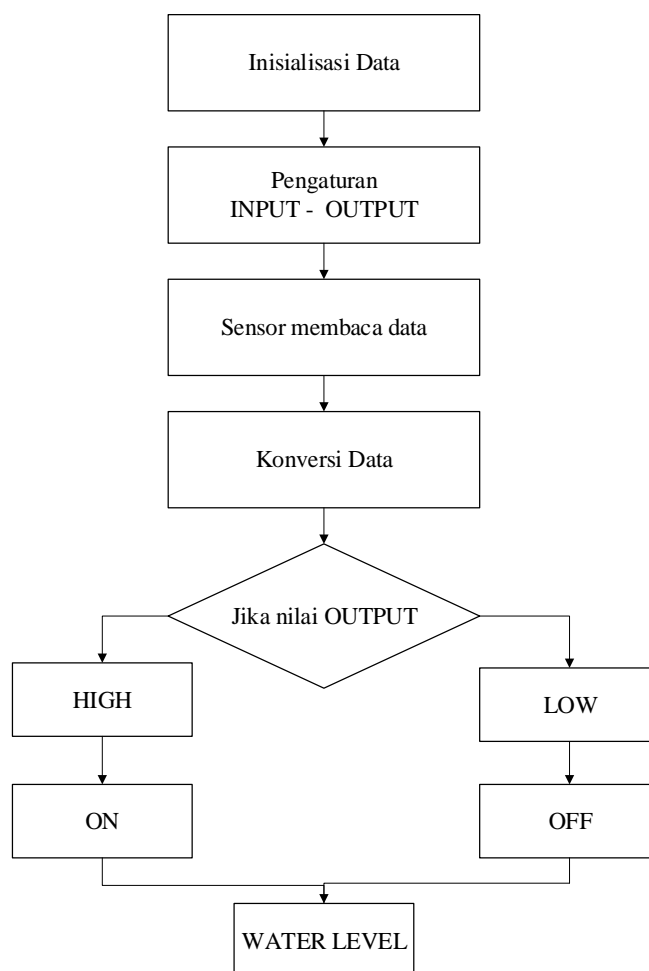
Perancangan program dilakukan dengan membuat diagram alur program seperti pada Gambar 3.6. Setelah dilakukan perancangan, dibuat *sketch* program dengan *software* Arduino IDE yang ditanamkan kepada Arduino yang berfungsi sebagai alat pengendali dari sistem kontrol secara keseluruhan tersebut. Pada

**Indah Wulandari, 2017**

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISITEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

program ini, pertama-tama dilakukan inisialisasi data, kemudian dilakukan pengaturan nilai *input-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.



Gambar 3.6 Diagram alur program

#### 3.4.4 Pengujian Rangkaian dan Program

Pengujian rangkaian dan program sangat penting dilakukan untuk mengetahui keberfungsian alat. Dalam pengujian ini, rangkaian akan diberi tegangan 5V. Jika kinerja alat sudah sesuai dengan yang diharapkan, maka

Indah Wulandari, 2017

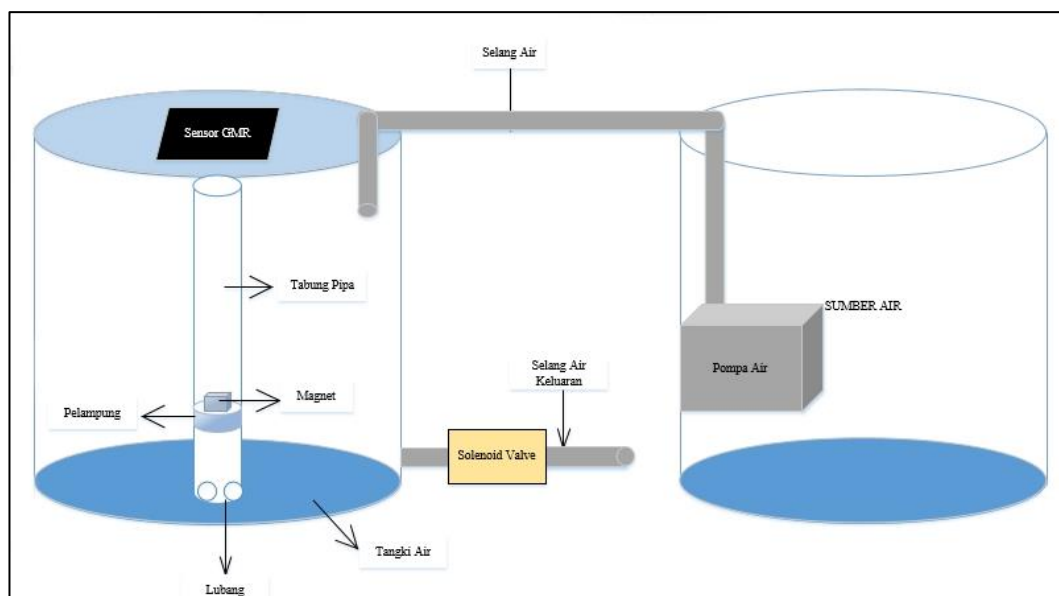
PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISITEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu pengujian program. Pada proses ini, rangkaian sudah terhubung dengan Arduino kemudian diamati proses kerja alat tersebut. Jika masih ada kesalahan pada program maupun rangkaianannya, maka dilakukan perbaikan ulang sebelum memasuki ke tahap selanjutnya.

### 3.4.5 Pembuatan Desain Alat

Pembuatan desain ini digabungkan bersama komponen dan rangkaian lainnya. Pembuatan desain ini dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Visio Drawing 2016*. Desain alat ini menggunakan tabung berbentuk silinder yang nantinya akan menunjukkan ketinggian air yang dapat digunakan sebagai level air seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Desain sistem kontrol level air

Pada Gambar 3.7 desain tangki air, terdapat sebuah tabung pipa yang pada bagian bawahnya sudah diberi lubang. Di dalam pipa terdapat sebuah pelampung yang di atasnya terdapat magnet *neodymium*. Saat keadaan kosong, pelampung berada di posisi bawah atau dasar. Ketika air dari sumber air dipompa dan masuk ke dalam tangki air perlahan-lahan, maka air juga akan memasuki pipa melalui lubang dan membuat pelampung naik membawa magnet di atasnya. Karena massa jenis pelampung lebih rendah dari air, maka pelampung perlahan-lahan akan naik.

**Indah Wulandari, 2017**

*PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISTEM KONTROL LEVEL AIR*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Saat pelampung mulai naik, maka magnet yang berada di atasnya juga akan ikut naik. Sensor GMR yang ditelakkan diatas tabung pipa kemudian mendeteksi keberadaan medan magnet tersebut. Saat sensor sudah mulai mendeteksi keberadaan medan magnet, maka terjadi perubahan tegangan keluaran sensor yang merupakan acuan ketinggian air dalam tangki air. Nilai tegangan keluaran yang dihasilkan sensor diproses oleh mikrokontroler dan mikrokontroler melakukan perintah kontrol sehingga sistem dapat mengontrol air yang dipompa masuk ke dalam tangki dan air yang mengalir keluar melalui *solenoid valve*. Saat nilai tegangannya berubah yang merupakan tanda sensor mendeteksi medan magnet, pompa air berada pada posisi *off* sedangkan *solenoid valve* dalam posisi *on*. Sebaliknya, saat sensor tidak mendeteksi keberadaan medan magnet yang mengindikasikan air belum pada keadaan penuh, maka pompa air terus dalam posisi *on* sedangkan *solenoid valve* dalam kondisi *off*.

#### **3.4.6 Penggabungan Sistem Keseluruhan**

Penggabungan sistem keseluruhan terdiri dari *hardware* dan *software*. Pada tahapan ini dilakukan pemasangan ketika hardware dan software sudah dinyatakan berfungsi pada tahapan sebelumnya. Hasil penggabungan dapat terlihat seperti desain pada Gambar 3.7.

#### **3.4.7 Kalibrasi Alat**

Kalibrasi adalah proses yang sangat penting dilakukan pada saat sebelum dilakukan pengukuran. Kalibrasi bertujuan untuk mengetahui kondisi alat agar siap digunakan dan memperkecil terjadinya kesalahan pada saat pengukuran dilakukan. Pada penelitian ini, proses kalibrasi dilakukan dengan cara mendekatkan medan magnet ke sensor untuk dilihat keberfungsian. Ketika sudah siap pakai, alat dapat memulai proses pengukuran.

### 3.4.8 Pengambilan Data

#### 3.4.8.1 Karakterisasi Sensor GMR

Karakterisasi sensor GMR dilakukan untuk mengetahui sifat karakteristik sensor. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati perubahan nilai tegangan keluaran sensor berdasarkan jaraknya. Data yang diambil adalah data nilai perubahan tegangan keluaran sensor terhadap jarak magnet. Proses pengambilan data ini dilakukan dengan mendekatkan medan magnet eksternal ke daerah sensitivitas sensor.

#### 3.4.8.2 Data sistem kontrol

Data sistem kontrol merupakan hasil yang diambil dari penelitian. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati ketinggian air per waktu saat tangki diisi air. Data waktu diambil setiap ketinggian air bertambah satu cm dan saat air sudah penuh, *solenoid valve* mulai mengeluarkan air dan saat sudah mulai kosong, air akan dipompa kembali ke dalam tangki, berlanjut seterusnya. Pengambilan data dilakukan dengan membandingkan tiga keadaan berbeda, yaitu waktu *delay*, ketinggian awal air, dan debit air masuk.

### 3.4.9 Pengolahan Data

Pengolahan data bertujuan untuk mengetahui nilai kestabilan sistem. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel 2016* untuk menyajikan grafik dari setiap data yang diperoleh. Pengolahan data ini dapat menunjukkan nilai kestabilan sistem.

### 3.4.10 Analisis dan Kesimpulan

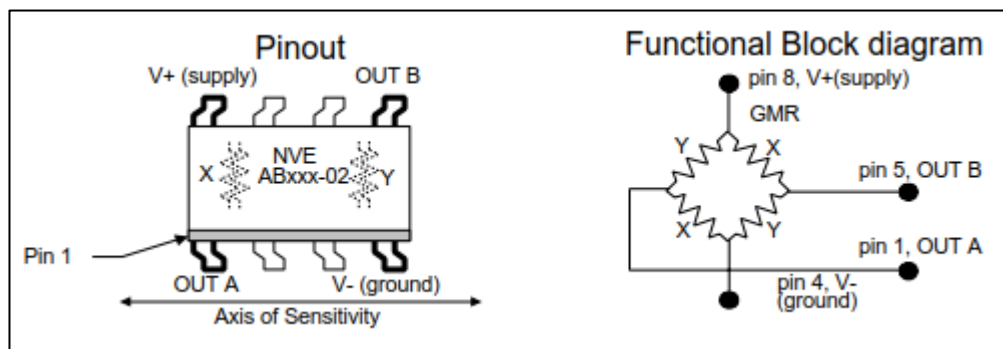
Proses terakhir dari penelitian adalah pengambilan analisis dan kesimpulan. Proses analisis dilakukan setelah pengolahan data. Sedangkan kesimpulan diambil ketika sudah selesai proses pengambilan data, pengolahan data, dan analisis data.

### 3.5 Karakterisasi Sensor *Giant Magnetoresistance* (GMR)

Karakterisasi ini penting dilakukan untuk mengetahui sifat sensor. Sensor GMR yang digunakan pada penelitian ini adalah Sensor GMR NVE tipe AB001-02. Sensor jenis AB ini merupakan sensor analog yang memiliki spesifikasi berikut:

- Sensitivitas tinggi terhadap medan magnet
- *Wheatstone bridge analog output*
- Toleransi temperatur sampai melebihi 125° C
- *Wide linear range of operation*
- *Near-zero voltage operation*
- Respon frekuensi dari DC sampai > 1 MHz
- Ukurannya kecil, *low-profile surface mount packages*

Pada Gambar 3.8 menunjukkan fungsi pin sensor GMR.



Gambar 3.8 Sensor GMR NVE AB001-02 (Sumber: NVE Corporation)

Sensor ini juga memiliki dua karakterisasi, yaitu karakterisasi magnetik dan karakterisasi umum yang dapat terlihat pada Tabel 3.6 dan Tabel 3.7.

Tabel 3.6

Karakterisasi magnetik sensor GMR NVE AB001-02

<i>Magnetic Characterization</i>		
<i>Part Number : AB001-02</i>		
<i>Saturation field</i> (Oe <sup>1</sup> )		250
<i>Linear Range</i> ( Oe <sup>1</sup>  )	Min. 10	Maks. 175
<i>Resistor Sensitivity</i> (%R / Oe <sup>1</sup> )	Min. 0.02	Maks. 0.03

Indah Wulandari, 2017

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE UNTUK DETEKSI LEVEL PADA SISITEM KONTROL LEVEL AIR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<i>Resistance</i> (Ohms)	2.5K $\pm$ 20%
<i>Package</i> <sup>2</sup>	SOIC8
<i>Die Size</i> <sup>3</sup> ( $\mu$ m)	615x1231

Diadaptasi dari *analog catalog* NVE

Tabel 3.7

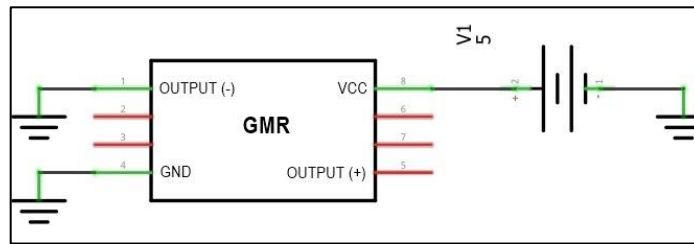
Karakterisasi umum sensor GMR NVE AB001-02

<i>General Characterization</i>				
<b>Parameter</b>	<b>Min</b>	<b>Typical</b>	<b>Max</b>	<b>Unit</b>
Rentang tegangan masukan	<1 <sup>4</sup>		$\pm$ 12.5 <sup>4</sup>	Volts
Frekuensi operasi	DC		>1	MHz
Rentang temperatur operasi	-50		125	derajat C
<i>Bridge electrical offset</i>	-4		+ 4	mV/V
Sinyal output pada medan				
Maksimum		120		mV/V
<i>Nonlinear</i>			2	%(unipolar) <sup>5</sup>
<i>General Characterization</i>				
<b>Parameter</b>	<b>Min</b>	<b>Typical</b>	<b>Max</b>	<b>Unit</b>
Histerisis			4	%(unipolar) <sup>5</sup>
TCR		+0.14		% / C <sup>6</sup>
TCOI		+0.03		% / C <sup>6</sup>
TCOV		-0.1		% / C <sup>6</sup>
<i>Off Axis Characteristic</i>		$\cos \beta^7$		
<i>ESD Tolerance</i>		400		V pin-to-pin HBM

Diadaptasi dari *analog catalog* NVE

Pada penelitian ini, dilakukan proses karakterisasi tegangan sensor GMR terhadap jarak magnet. Sensor diberi tegangan sebesar 5V DC kemudian didekatkan atau dijauhkan dengan magnet sebagai sumber medan magnetiknya. Selanjutnya, dapat dilihat perubahan tegangan keluaran yang dihasilkan melalui multimeter. Sensor GMR NVE tipe AB002-01 ini memiliki 8 pin dengan 4 pin yang digunakan. Pin 1 merupakan *output* negatif, yang bisa disambungkan dengan ground. Pin 4 adalah *ground*, pin 5 adalah *output* positif. Pin 5 ini dihubungkan dengan multimeter untuk mengetahui perubahan tegangan yang dihasilkan.

Kemudian pin 8 bertindak sebagai Vcc yang diberi tegangan sebesar 5V DC. Skema rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Rangkaian karakterisasi GMR