

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif dan metode eksperimen, sedangkan teknik yang digunakan adalah studi literatur. Penulis menguraikan permasalahan secara jelas melalui metode deskriptif. Sedangkan metode eksperimen digunakan untuk merancang sistem *speedometer* menggunakan sensor *giant magnetoresistance* (GMR) berbasis mikrokontroler Atmega328p.

Sebelum melakukan perancangan sistem, penulis melakukan studi literatur untuk mengumpulkan data dan informasi mengenai topik penelitian. Pada penelitian ini penulis melakukan studi literatur terkait dengan sensor *giant magnetoresistance* (GMR), mencakup pengertian, prinsip kerja, aplikasi, dan perkembangannya. Selain itu penulis juga melakukan studi literatur mengenai perkembangan *speedometer* yang telah dibuat dan dikembangkan. Pada tahap eksperimen, penelitian ini dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :

- a. Perancangan sistem uji respon sensor *giant magnetoresistance* (GMR) terhadap perubahan sudut medan magnet eksternal.
- b. Perancangan rangkaian penguat AD620.
- c. Perancangan rangkaian inverter menggunakan ICL7660.
- d. Perancangan rangkaian *schmitt trigger* menggunakan penguat operasional (op-Amp) LM339
- e. Perancangan perangkat lunak (Software) sistem
- f. Perancangan perangkat keras (*hardware*) sistem
- g. Pengujian dan pengkalibrasian sistem *speedometer* menggunakan sensor *giant magnetoresistance* (GMR) berbasis mikrokontroler Atmega328p secara keseluruhan.

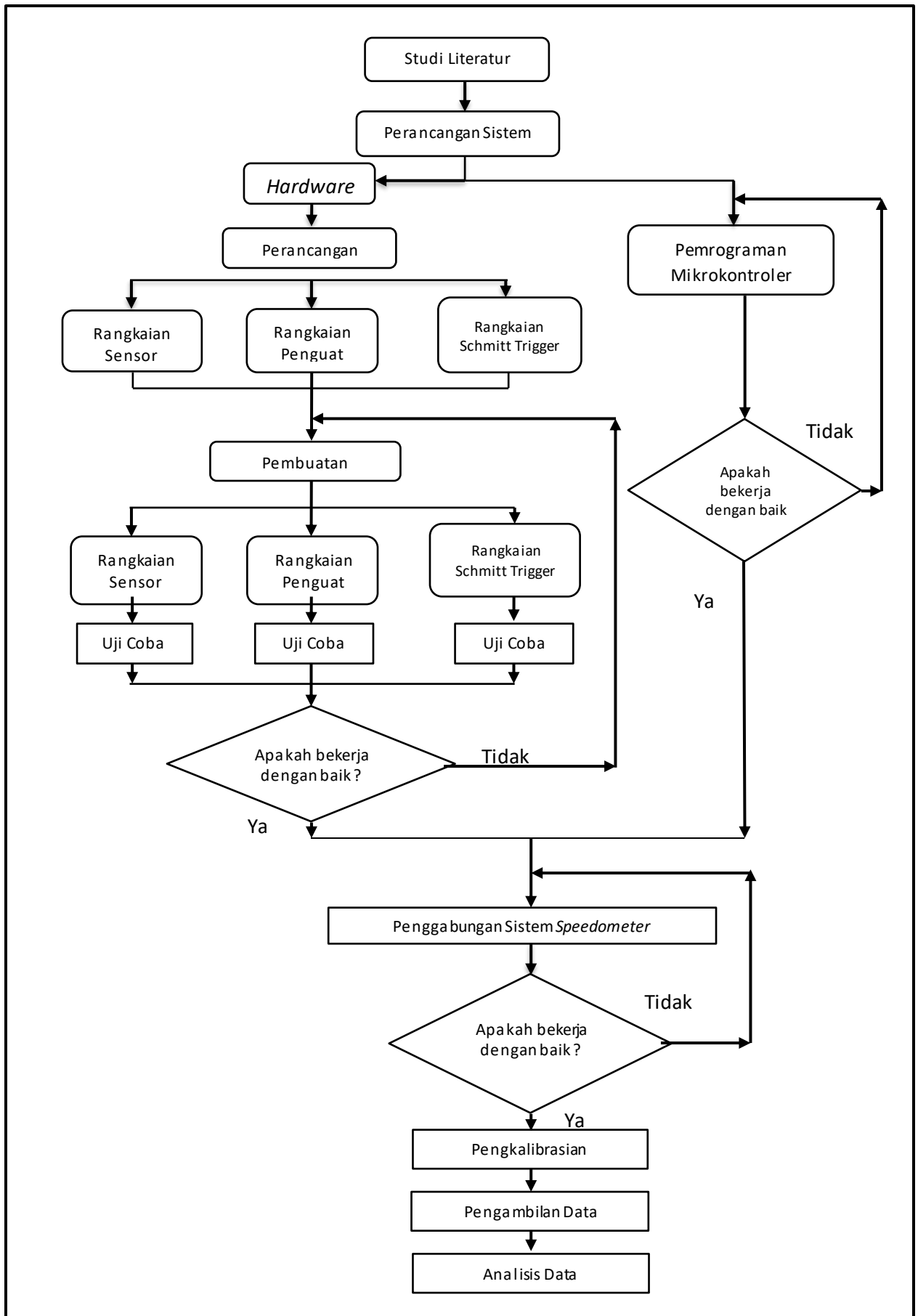
- h. Pengambilan dan pengolahan data.
- i. Analisis data hasil pengujian dari sistem *speedometer* menggunakan sensor *giant magnetoresistance* (GMR) berbasis mikrokontroler Atmega328p.
- j. Mengambil kesimpulan dari hasil analisis.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai “*Prototype Pengembangan Speedometer Menggunakan Sensor Giant magnetoresistance (GMR) Berbasis Mikrokontroler Atmega328p*” dilaksanakan mulai tanggal 12 April 2017 sampai dengan 30 Juli 2017 bertempat di Laboratorium Fisika Instrumentasi Prodi Fisika FPMIPA UPI Jalan Dr. Setiabudi No.229 Kota Bandung 40154.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengenai *prototype pengembangan speedometer* menggunakan sensor *giant magnetoresistance* (GMR) berbasis mikrokontroler Atmega328p dapat dijelaskan melalui diagram alir penelitian seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Tahap ini merupakan tahap pencarian informasi dan data yang berhubungan dengan *speedometer* dan sensor *giant magnetoresistance* (GMR). Dalam tahap ini juga dilakukan pencarian informasi mengenai komponen-komponen penunjang lainnya yang akan digunakan sebagai komponen dalam pembuatan sistem *speedometer* menggunakan sensor GMR ini.

3.3.2 Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

3.3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras (*hardware*) pada penelitian ini meliputi perancangan sistem uji respon GMR terhadap perubahan arah medan magnet eksternal, perancangan penguat tegangan keluaran sensor GMR menggunakan AD620, perancangan rangkaian inverter 5V dengan menggunakan ICL 7660, perancangan rangkaian *schmitt trigger* menggunakan penguat operasional LM339, dan perancangan shield mikrokontroler Atmega328p pada papan Arduino UNO.

3.3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) pada penelitian ini adalah perancangan *sketch* atau program mikrokontroler Atmega 328p pada papan Arduino UNO yang memuat algoritma dari sistem *speedometer*. Perancangan *sketch* ini menggunakan aplikasi pemrogram dari Arduino UNO yaitu Arduino IDE (*Integrating Development Environment*) yang bersifat *open source*.

3.3.3 Pembuatan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

3.3.3.1 Pembuatan Perangkat Keras

Tahap ini merupakan proses pembuatan sistem *speedometer* menggunakan sensor GMR berdasarkan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini juga dilakukan penggabungan dari setiap perangkat sistem *speedometer*.

3.3.3.2 Pembuatan Perangkat Lunak

Tahap ini merupakan proses pembuatan program mikrokontroler Atmega328p melalui aplikasi arduino IDE untuk kemudian ditanamkan atau diunggah pada mikrokontroler.

3.3.4 Uji Coba Alat

Uji coba alat merupakan proses untuk menguji apakah alat yang dirancang sudah siap digunakan untuk proses selanjutnya (kalibrasi dan pengambilan data) atau masih memerlukan beberapa perbaikan. Apabila masih terdapat ketidaksesuaian kinerja alat dengan yang diinginkan maka dilakukan perbaikan pada alat.

3.3.5 Kalibrasi Alat

Kalibrasi alat merupakan proses membandingkan alat yang telah dibuat pada penelitian dengan sebuah alat serupa yang telah dikalibrasi sesuai standar alat tersebut. Pengkalibrasian pada sistem *speedometer* ini menggunakan sebuah *counter* (alat pencacah) pulsa tegangan KENWOOD FG-273A.

3.3.6 Pengambilan Data

Pada tahap ini merupakan proses pengambilan data yaitu dengan mengukur parameter atau besaran-besaran yang dapat menunjukkan respon sensor GMR sebagai sensor kecepatan dan sensitivitas dari sensor GMR sebagai sensor kecepatan.

3.3.7 Analisis Data

Pada tahap ini merupakan proses menganalisis data yang telah diperoleh melalui tahap sebelumnya. Analisis data dilakukan untuk memperoleh informasi respon dan sensitivitas dari *speedometer* menggunakan sensor GMR terhadap perubahan kecepatan.

3.3.8 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan proses pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah. Serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

3.4 Alat dan Bahan

Pada penelitian mengenai rancang bangun *speedometer* menggunakan sensor GMR berbasis mikrokontroler Atmega328p digunakan alat dan bahan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.1
Alat-alat Pembuatan *Prototype Speedometer*

No	Alat	Jumlah
1	Laptop	1 buah
2	Obeng	1 set
3	<i>Stripper</i> Kabel	1 buah
4	Multimeter Digital	2 buah
5	<i>Power Supply</i>	1 buah
6	<i>Counter</i> Kenwood FG-273A	1 set

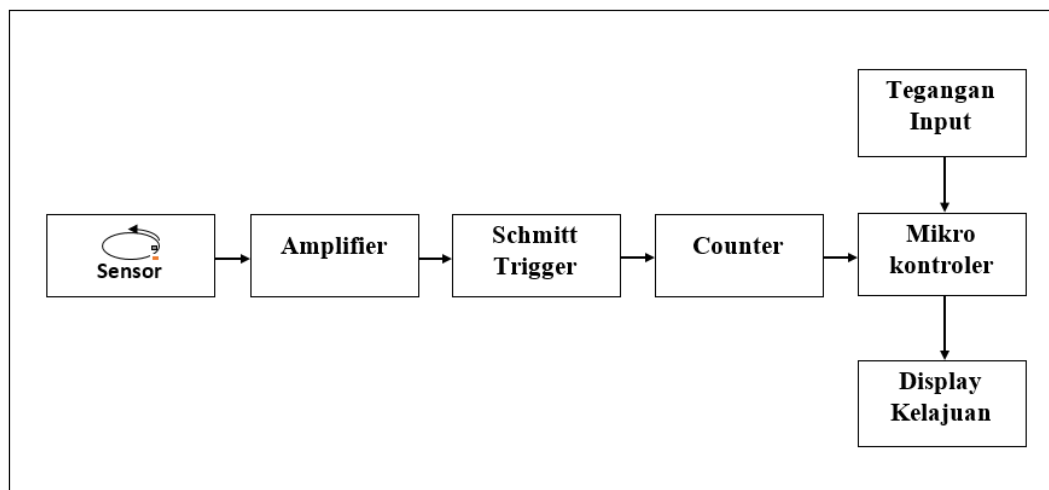
Tabel 3.2
Bahan-bahan Pembuatan *Prototype Speedometer*

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Arduino Uno	1 buah
2	Sensor GMR NVE AB001-02	1 buah
3	IC LM339	1 buah
4	ICL 7660	1 buah
5	AD620	1 buah
6	Kapasitor 100nF	2 buah
7	Kapasitor 10 μ F	2 buah
8	Resistor 100 Ω	1 buah
9	Resistor 10k Ω	2 buah
10	Resistor 33k Ω	2 buah
11	Header connector female 6 pin	3 buah
12	Header connector female 5 pin	1 buah
13	Header connector male 2x2	1 buah
14	Header connector male	secukupnya
15	Header connector male angle 6 pin	1 buah

16	Jumper	secukupnya
17	Spacer	6 buah
18	Trimmer Potensiometer 10k Ω	1 buah
19	Dioda 1N4002	1 buah

3.5 Diagram Blok

Rancang bangun sistem *speedometer* menggunakan sensor GMR ini terdiri dari beberapa bagian yang saling berhubungan satu sama lain. Bagian-bagian ini dijelaskan dalam sebuah diagram blok yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR

Berdasarkan Gambar 3.2, fungsi kerja dari setiap bagian adalah sebagai berikut :

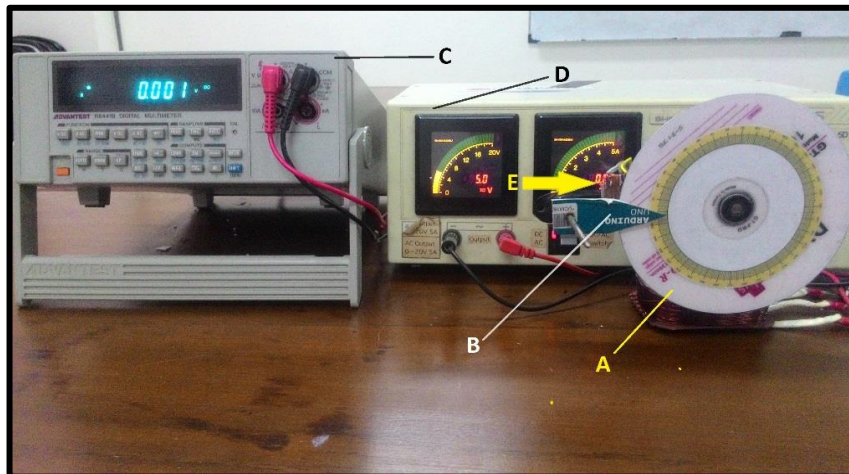
1. *Input*, merupakan bagian yang bekerja sebagai masukan. Bagian ini terdiri dari sensor GMR NVE AB001-02, piringan yang terhubung dengan poros putar, dan magnet *neodymium*. Magnet *neodymium* ditempelkan pada sisi piringan yang berfungsi sebagai indeks *encoder*. Pada saat piringan berputar maka sensor akan mendeteksi perubahan medan magnet (fluks magnetik). Setiap kali magnet melewati sensor maka sensor akan menghasilkan pulsa tegangan.

2. *Amplifier*, merupakan bagian yang berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari sensor agar dapat dimanfaatkan. Bagian ini terdiri dari rangkaian penguat AD620. Hasil dari penguatan ini kemudian akan diubah menjadi bentuk pulsa melalui rangkaian *schmitt trigger*.
3. *Schmitt Trigger*, merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengubah bentuk gelombang sembarang menjadi gelombang kotak. Selain itu rangkaian *schmitt trigger* juga berfungsi sebagai rangkaian *filter noise*. Rangkaian *schmitt trigger* pada penelitian ini menggunakan IC LM339.
4. *Counter*, merupakan bagian yang berfungsi untuk menghitung banyaknya pulsa tegangan dari rangkaian *schmitt trigger*.
5. *Timer*, merupakan bagian yang berfungsi sebagai pewaktu.
6. Mikrokontroler, merupakan bagian yang berfungsi sebagai pembagi (*divider*) dengan cara memproses data masukan dari *counter* dan *timer*. Pada bagian ini yang menjadi prosesor adalah Atmega328p yang terdapat pada papan Arduino UNO.
7. *Display*, merupakan bagian untuk menampilkan hasil perhitungan dari mikrokontroler. Hasil ini ditampilkan melalui LCD yang menampilkan informasi berupa kelajuan yang sedang diukur.

3.6 Perancangan dan Pembuatan *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR Berbasis Mikrokontroler Atmega328p

3.6.1 Perancangan Sistem Uji Respon Sensor GMR Terhadap Perubahan Arah Medan Magnet Eksternal.

Pada perancangan dan pembuatan sistem uji respon sensor GMR terhadap perubahan arah medan magnet eksternal ini digunakan beberapa alat dan bahan yaitu CD, magnet *neodymium*, sensor GMR, jarum penunjuk, *power supply*, dan multimeter digital. Skema perancangan sistem tersebut ditunjukkan oleh Gambar 3.3 sebagai berikut.

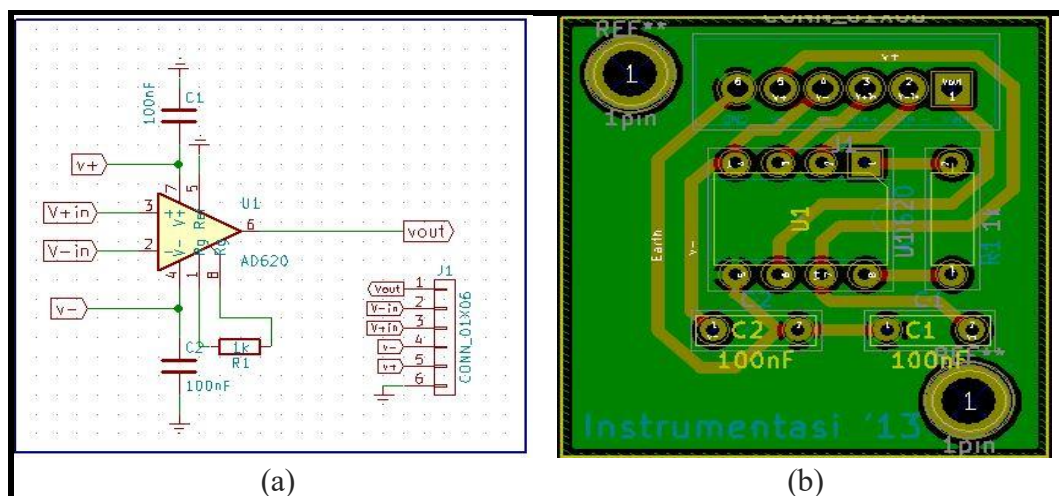


Gambar 3. 3 Skema Perancangan Uji Respon Sensor GMR Terhadap Perubahan Arah Medan Magnetik Eksternal

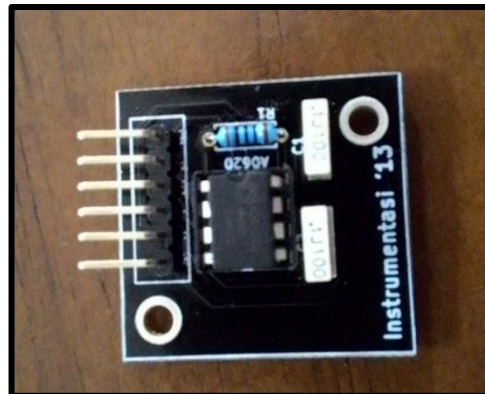
3.6.2 Perancangan dan Pembuatan Penguat AD620

Penguat AD620 merupakan penguat instrumentasi yang dapat menguatkan tegangan masukan menjadi 10 hingga 1000 kali lipat. Pada rancangan penelitian ini, penguat AD620 di atur sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan penguatan 30 kali.

Pembuatan rangkaian penguat AD620 pertama kali dibuat menggunakan perangkat lunak KiCAD untuk membuat skematik dan desain dari PCB (*Print Circuit Board*). Setelah itu kemudian desain dari PCB tersebut dicetak menggunakan jasa percetakan PCB. Hasil dari desain dan hasil cetak PCB dari penguat AD620 ditunjukkan oleh Gambar 3.4 dan 3.5.



Gambar 3. 4 a) Rancangan Skematik Penguat AD620 b) Rancangan PCB penguat AD620

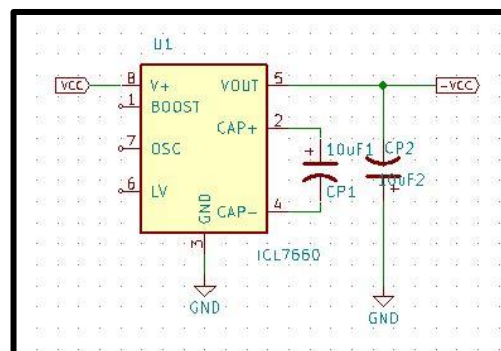


Gambar 3. 5 Sistem Penguat AD620

3.6.3 Perancangan dan Pembuatan Rangkaian Inverter +5V Menjadi -5V Menggunakan ICL7660.

Sistem *speedometer* menggunakan sensor GMR ini menggunakan sumber tegangan tunggal yang berasal dari adaptor yang dihubungkan ke papan arduino. Pada papan arduino terdapat regulator yang dapat mengubah tegangan sumber menjadi +5V. Tegangan +5V inilah yang nantinya akan menjadi tegangan utama pada sistem *speedometer*. Akan tetapi, rangkaian penguat AD620 salah satu pinnya membutuhkan tegangan masukan sebesar -5V sebagai batas tegangan negatif pada tegangan keluaran penguat AD620. Sehingga perlu dibuat sebuah rangkaian untuk mengubah tegan +5V menjadi -5V yang sering disebut sebagai rangkaian inverter.

Pada penelitian ini, untuk membuat rangkaian inverter digunakan sebuah IC inverter ICL7660 dengan rancangan rangkaian ditunjukkan oleh Gambar 3.6.



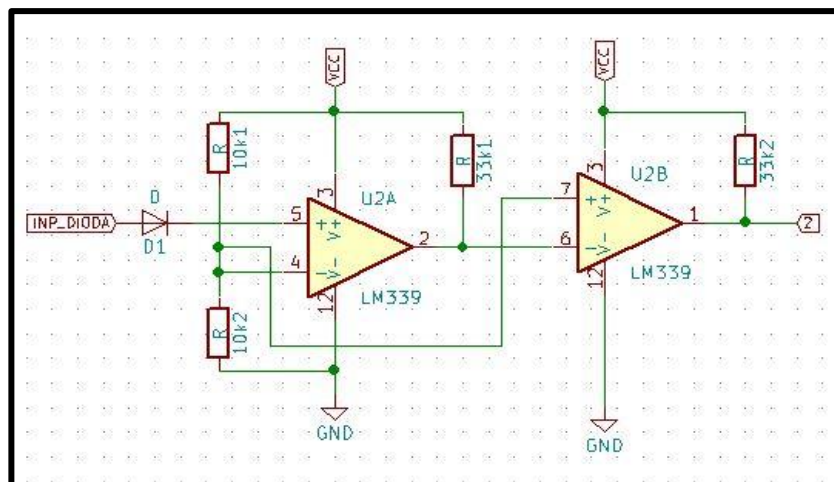
Gambar 3. 6 Rangkaian Inverter ICL7660

Rangkaian inverter pada Gambar 3.7 diatas dapat mengubah tegangan +5V DC menjadi -5V DC.

3.6.4 Perancangan dan Pembuatan Rangkaian *Schmitt trigger*

Prinsip pada sistem *speedometer* menggunakan sensor GMR ini adalah menggunakan prinsip pengukuran kecepatan putar berdasarkan pulsa yang diterima sensor setiap kali roda berputar. Pulsa diperoleh ketika magnet pada piringan roda melewati sensor GMR. Tegangan keluaran dari sensor GMR mempunyai beberapa nilai yang beragam, akan tetapi pada penelitian ini yang dibutuhkan adalah hanya tegangan puncak dari sensor GMR yang nantinya disebut sebagai pulsa.

Untuk menyaring atau mem-*filter* tegangan puncak dari tegangan keluaran GMR maka digunakan sebuah rangkaian *Schmitt trigger* dengan menggunakan penguat operasional LM339. Berikut merupakan skematik rangkaian *schmitt trigger* yang ditunjukkan oleh Gambar 3.8.



Gambar 3. 7 Skematik Rangkaian *Schmitt trigger* Menggunakan Penguat Operasional LM 339.

3.6.5 Perancangan Perangkat Lunak Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR berbasis Mikrkontroler Atmega328p

Sistem yang dibutuhkan pada *speedometer* menggunakan sensor GMR ini adalah sistem yang dapat membaca tegangan yang dihasilkan oleh *counter*, menghitung, dan mengkonversinya menjadi kecepatan serta menampilkan hasilnya

melalui LCD. Dengan demikian perlu dibuat sebuah program pada mikrokontroler Atmega 328p dapat mengatur sistem agar dapat menjalankan fungsi-fungsi diatas.

Berikut merupakan skecth pemrograman mikrokontroler Atmega328p menggunakan arduino IDE beserta penjelasannya.

```
// konfigurasi LCD 16x2
#include <LiquidCrystal.h>
// Konfigurasi pin yang digunakan
LiquidCrystal LCD (8,9,4,5,6,7);
//Deklarasi variabel yang digunakan
int encoder_pin = 2; //Pin digital 2 sebagai encoder pin
volatile byte pulsa = 0; //membaca pulsa
int rpm = 0; //membaca nilai rpm
float v1 = 0.0; //membaca nilai kecepatan (v)
float v2 = 0.0;
int pulseperturn = 2; //Jumlah pulsa per putaran
float r = 2.25; //Jari-jari roda putar
unsigned long lastmillis = 0;
```

Gambar 3. 8 Sketsa Program Mikrokontroler Atmega 328p Pada Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR Bagian 1

Pada *sketch* bagian pertama ini menjelaskan tentang inisialisasi pin yang digunakan pada mikrokontroler Atmega328p serta jenis data pada masing-masing variabel. Pada *sktech* ini penting diperhatikan bahwa yang bertindak sebagai pin untuk masukan dari sistem sensor ke mikrokontroler adalah pin 2. Karena pada mikrokontroler Atmega328p pin 2 merupakan pin interrupt yaitu pin yang dapat memiliki nilai dari 0 menjadi 1 ketika proses interrupt terjadi. Interrupt merupakan sebuah proses pada mikrokontroler Atmega328 yang mampu menghentikan satu proses tertentu ketika ada proses lain yang masuk tanpa kehilangan waktu proses sebelumnya.

Pada penelitian ini, magnet yang menjadi pemicu terjadi pulsa pada sensor GMR adalah sebanyak 2 buah. Sehingga dalam program ini dicantumkan bahwa pulseperturn adalah 2. Artinya, dalam satu kali rotasi, mikrokontroler akan merespon adanya pulsa sebanyak 2 buah.

```

void setup(){
  Serial.begin(9600); //membuat koneksi serial (9600)
  LCD.begin (16,2); //Inialisasi LCD (16x2)
  LCD.print("GMR SPEEDOMETER");
  delay(3000);
  LCD.clear();
  pinMode (encoder_pin, INPUT); //Inialisasi mode pin 2 sebagai pin input
  // pin ini dihubungkan dengan OUTPUT penguat AD620 dari sensor GMR
  attachInterrupt(0, counter, FALLING);
}

```

Gambar 3. 9 Sketsa Program Mikrokontroler Atmega 328p Pada Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR Bagian 2

Sketch bagian kedua ini merupakan bagian program yang berfungsi untuk menentukan mode dari suatu pin atau fungsi dan hanya akan dieksekusi satu kali saja oleh mikrokontroler. Pada bagaian awal, program akan menampilkan tulisan berupa “GMR *SPEEDOMETER*” pada LCD saat pertamakali *speedometer* dinyalakan. Setela itu LCD akan menampilkan nilai kecepatan hasil pengukuran. Pada bagian ini juga ditetapkan mode dari pin 2 sebagai pin masukan atau INPUT. Dan selanjutnya, pin 2 ini akan aktif dan mengaktifkan fungsi interrupt ketika pin 2 menerima masukan input berupa tegangan dari 5V menjadi 0V atau mode FALLING dan mikrokontroler akan menghitung pulsa yang masuk tersebut.

Pada bagian ketiga menunjukkan *sketch* yang akan terus berulang kali di jalankan oleh mikrokontroler. Pada bagian ini mikrokontroler akan menghitung pulsa dalam satu detik. Kemudian pulsa dalam 1 detik akan dikonversi menjadi rpm. Ketika mikrokontroler mendeteksi terdapat dua pulsa dalam 1 detik, yang artinya roda berotasi satu putaran dalam 1 detik, maka mikrokontroler akan mengkonversi menjadi 60 RPM atau 60 rotasi per menit. Nilai RPM inilah yang nantinya akan dikonversi menjadi nilai kelajuan.

```

Void loop () {
if (millis() - lastmillis >= 1000) { /*membaca pulsa (frekuensi) setiap
satu detik.*/
detachInterrupt(0); //menghentikan interrupt selama proses
menghitung
//Perhitungan dan proses konversi frekuensi menjadi RPM
rpm = pulsa * (60/pulseperturn);
v1 = (rpm*2*3.14*r); //Kecepatan dalam cm/menit
v2 = (rpm*2*3.14*r)*0.0006; //Konversi kecepatan dalam km/jam
}
}

```

Gambar 3. 10 Sketsa Program Mikrokontroler Atmega 328p Pada Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR Bagian 3

Hasil perhitungan pada RPM tersebut selanjutnya akan ditampilkan pada LCD dalam bentuk km/jam. Tentunya setelah melalui proses konversi RPM menjadi km/jam dengan mengalikan jumlah RPM dengan keliling roda.

```

//Menampilkan hasil pengukuran pada LCD
LCD.clear();
LCD.print("Pulse=");
LCD.print(pulsa);
LCD.setCursor(0,1);
LCD.print(" V = ");
LCD.print(v2);
LCD.print("km/jam");

pulsa = 0; // Restart counter
lastmillis = millis();
attachInterrupt(0, counter, FALLING); //Menjalankan kembali proses
interrupt
}
}
void counter(){
pulsa++; //untuk menghitung jumlah pulsa
}

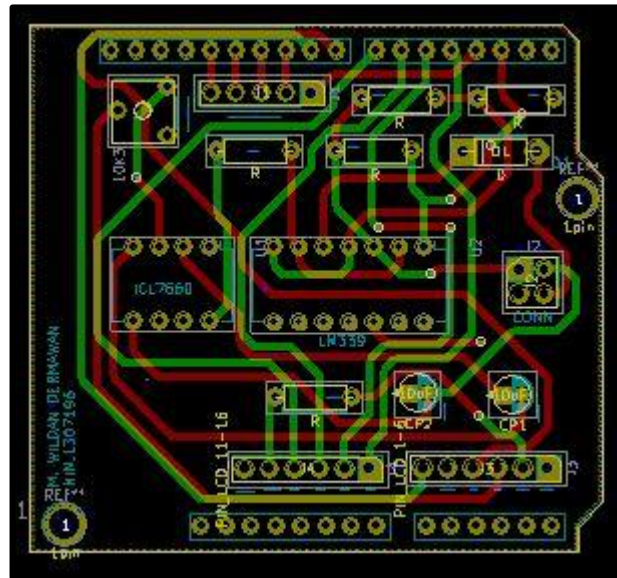
```

Gambar 3. 11 *Sketch* Program Mikrokontroler Atmega 328p Pada Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR Bagian 4

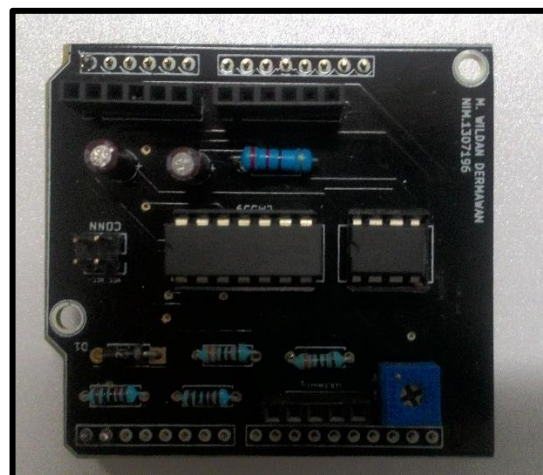
3.6.6 Perancangan Perangkat Keras Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR berbasis Mikrkontroler Atmega328p

Perancangang perangkat keras sistem *speedometer* menggunakan sensor GMR berbasis Mikrokontroler Atmega328p merupakan penggabungan rancangan

dari masing-masing rangkaian pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 kemudian dikemas sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan. Gambar 3.12 dan Gambar 3.13 menunjukkan perancangan dan hasil dari perangkat keras yang sudah diintegrasikan satu sama lain dalam sebuah PCB yang terdiri dari rangkaian inverter dan *schmitt trigger* serta pin *input* dan *output* untuk LCD.



Gambar 3.12 Skematik Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR



Gambar 3.13 PCB Sistem *Speedometer* Menggunakan Sensor GMR

3.6.7 Pengkalibrasian dan Pengambilan Data

Sebelum alat digunakan untuk mengambil data percobaan maka diperlukan proses kalibrasi alat agar data yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan.

Kalibrasi *speedometer* menggunakan sensor GMR ini menggunakan sebuah *counter* atau pecacah dengan tipe kenwood FG-273A. Pada prinsipnya, sensor *speedometer* merupakan pecacah yang menghitung seberapa banyak pulsa yang terdeteksi pada setiap satu putaran. Pengkalibrasian dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan jumlah pulsa menggunakan *counter* dengan menggunakan *speedometer*.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan membuat prototipe dari putaran roda dengan menggunakan motor DC. Pada motor DC, semakin besar tegangan masukan yang diberikan maka kecepatan motor DC akan semakin besar. Sehingga data yang diperoleh adalah berupa jumlah pulsa terhadap perubahan tegangan pada motor DC. Dari data tersebut selanjutnya dilakukan analisis mengenai sensitivitas dari *speedometer*.