

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

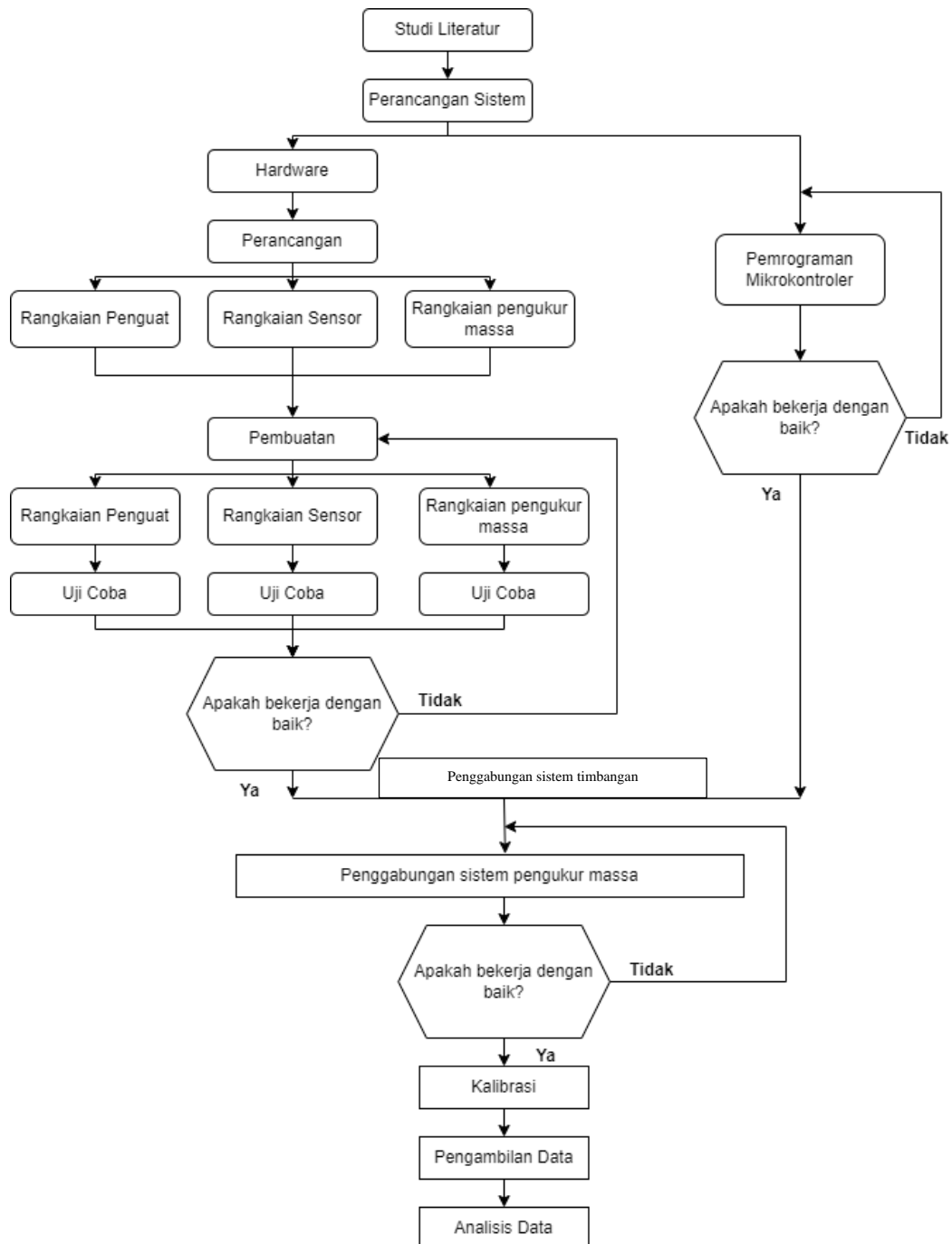
Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode studi literatur dan metode eksperimen. Metode studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai topik terkait penelitian meliputi pengertian, cara kerja, manfaat dari timbangan yang umum digunakan dan komponen-komponen utama yang digunakan untuk membuat *prototype* timbangan digital, informasi konsep fisika mengenai perubahan massa pada timbangan dan materi pendukung lainnya yang bersumber dari artikel, laporan penelitian, buku, serta media lainnya sehingga memperoleh hasil penelitian yang sesuai. Sedangkan metode eksperimen digunakan untuk merancang *prototype* timbangan digital akibat adanya perubahan medan magnet yang terdeteksi pada sensor GMR. Proses ini dimulai dengan perancangan desain sistem timbangan, perancangan rangkaian sensor GMR dengan penguat AD620 dan Atmega328, pengujian respon sensor GMR terhadap pergeseran jarak magnet setiap 1 mm dan perubahan massa, penggabungan sistem *software* dengan *hardware*, kalibrasi sistem dengan data sensor GMR terhadap pergeseran magnet, pengambilan data berdasarkan pengujian respon sensor GMR terhadap massa benda yang bervariasi, analisis data berdasarkan hasil pengujian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2023 – Oktober 2023. Dilaksanakan pada Laboratorium Fisika Instrumentasi Prodi Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia. Beralamat di Jl. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154, Jawa Barat, Indonesia.

3.3 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah eksperimen pada penelitian ini, ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram alir langkah-langkah penelitian

3.3.1 Studi Literatur

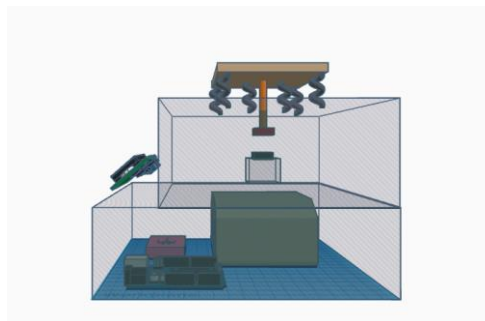
Tahap ini merupakan tahap pencarian informasi dan data yang berhubungan dengan pengukur massa (timbangan) dan sensor *giant magnetoresistance* (GMR). Dalam tahap ini juga dilakukan pencarian informasi mengenai komponen-komponen penunjang lainnya yang akan digunakan seperti magnet, pegas, power

supply, penguat AD620, Arduino UNO, serta LCD 16x2. Referensi berasal dari artikel maupun buku yang sebelumnya sudah dipublikasi oleh peneliti lainnya.

3.3.2 Perancangan Alat dan Program

Perancangan alat pada penelitian ini meliputi perancangan desain sistem pengukur massa (timbangan), rancangan sistem uji sensor GMR terhadap perubahan jarak magnet, dan pemilihan komponen tambahan yang akan digunakan pada timbangan. Perancangan perangkat lunak (software) pada penelitian ini adalah perancangan sketch atau program mikrokontroler Atmega 328p pada papan Arduino UNO.

Tahap perancangan sistem dibuat dengan bantuan situs tinkercad dengan merancang sistem sensor yang akan digunakan serta elemen apa saja yang akan digunakan untuk membuat sistem sensor dan mekanik yang akan digunakan dalam sistem pengukuran massa. Desain sistem pengukur massa dapat dilihat pada gambar 3.2.

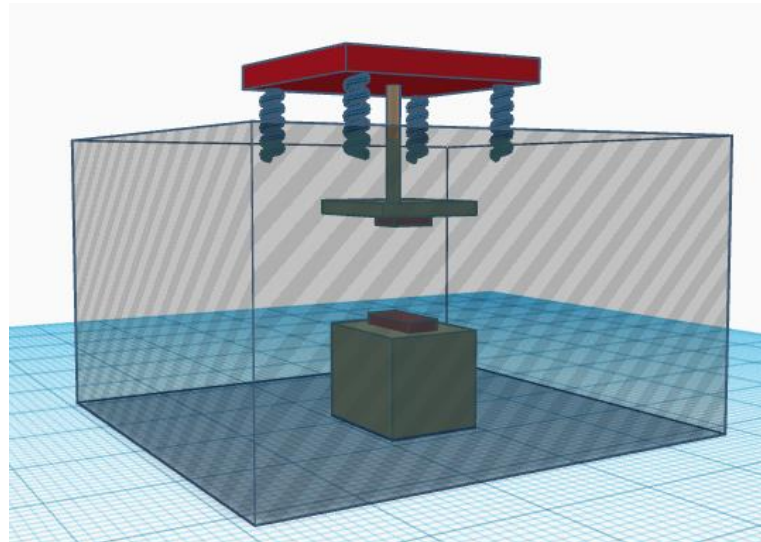


Gambar 3. 2 Desain Timbangan

3.3.3 Pembuatan Prototype

Tahap ini merupakan proses pembuatan sistem timbangan menggunakan sensor GMR berdasarkan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini juga dilakukan penggabungan dari setiap perangkat sistem timbangan. Sistem dibuat pada sebuah box dengan ukuran 30x20x30 cm. Pada bagian atas box terdapat alas tempat menyimpan beban. Bagian alas tersebut ditahan oleh 6 buah pegas yang terhubung pada magnet yang berada dalam box bersama dengan sensor GMR. Komponen lainnya tersimpan pada bagian bawah sistem sehingga tidak mengganggu pergerakan

magnet dan sensor. Beberapa bagian pada box dibolongi dengan bantuan solder dengan tujuan sebagai jalan untuk kabel yang digunakan, baik itu kabel power untuk menyalakan catu daya maupun sambungan antara catu daya dengan sensor. Detail desain dapat dilihat pada Gambar 3.3.



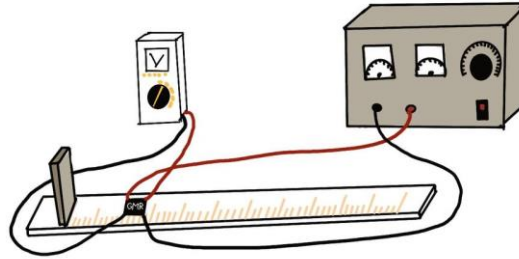
Gambar 3. 3 Desain Prototype

3.3.4 Tahap Pengujian Alat

Pada tahap pengujian alat ini dilakukan untuk menguji apakah alat yang telah dirancang dapat digunakan untuk proses selanjutnya atau perlu dilakukan perbaikan. Apabila alat yang dibuat masih belum sesuai dengan yang diinginkan maka dilakukan perbaikan.

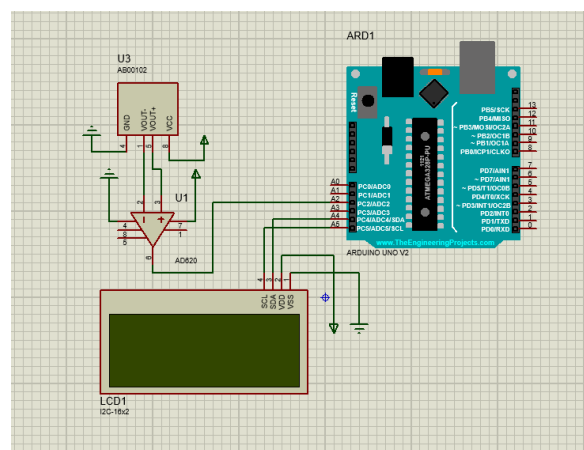
Dua tahapan besar yang dilakukan yaitu karakterisasi sensor GMR dan tahapan penggabungan komponen alat ukur massa. Karakterisasi sensor dilakukan dengan menggunakan magnet permanen. Pengambilan data dilakukan dengan memvariasi jarak sumber magnet terhadap tegangan keluaran sensor. Karakterisasi magnet permanen memanfaatkan magnet tetap, dengan kutub magnet yang digunakan pada saat pengambilan data adalah kutub utara. Karakterisasi sensor GMR terdapat 3 pengujian, pertama menguji jangkauan maksimal yang dapat terdeteksi oleh sensor GMR. Kedua, menguji daerah sensitivitas sensor GMR. Ketiga, menguji pengaruh magnetik bumi yang dilakukan dengan memvariasikan

posisi magnet dan sensor dalam posisi utara-selatan serta barat-timur. Sistem pengujian karakteristik sensor GMR dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Sistem Uji Karakteristik Sensor GMR

Sistem yang dibutuhkan pada prototipe alat ukur massa akibat adanya *displacement* menggunakan GMR ini adalah sistem yang dapat membaca respon perubahan tegangan keluaran akibat pergeseran magnet, kemudian hasil pembacaannya akan ditampilkan melalui LCD. Berdasarkan hal tersebut, dibuat sebuah sistem yang dapat menjalankan fungsi-fungsi diatas menggunakan program mikrokontroler. Komponen yang digunakan adalah sensor GMR, penguat instrumentasi AD620, mikrokontroler ATmega328p, serta LCD seperti pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 Skema Rangkaian Sensor GMR Menggunakan modul Penguat AD620 dan LCD I2C 16x2

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

Fanny Maulida, 2024

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE SERI AB001-02 UNTUK PENGUKURAN MASSA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P

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

tersebut. Pengkalibrasian pada sistem ini menggunakan sebuah timbangan digital dengan merek finito yang memiliki beban maksimal 5 kg dengan ketelitian 1 gram. Proses kalibrasi dilakukan dengan menaruh beban pada tempat beban di sistem yang sudah dibuat. Memvariasikan massa beban untuk melihat perubahan pergeseran pada sistem dengan bantuan jangka sorong. Serta melihat perubahan yang terjadi pada tegangan keluaran ketika beban diubah.

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 terhadap magnet yang bergerak akibat adanya perubahan massa. Data yang diperoleh dari sensor GMR diolah pada Arduino UNO dan ditampilkan pada LCD dan serial monitor. Data yang sudah diperoleh kemudian dapat disimpan pada excel dan dapat segera di analisis.

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 timbangan menggunakan sensor GMR terhadap perubahan jarak magnet. Persamaan matematis yang menghubungkan pergeseran posisi (Δx) dan perubahan tegangan keluaran (ΔV) pada sensor GMR dapat diperoleh dengan mempertimbangkan hubungan kalibrasi antara kedua parameter. Untuk menghitung besar pergeseran magnet (Δx) digunakan metode analisis regresi linear dengan persamaan $y = mx + c$.

3.3.8 Pengambilan Simpulan dan Saran

Tahap pengambilan kesimpulan merupakan tahap merangkum dari penelitian yang telah dilakukan setelah menganalisis bagaimana kinerja dari sistem yang digunakan pada data yang telah dianalisis.

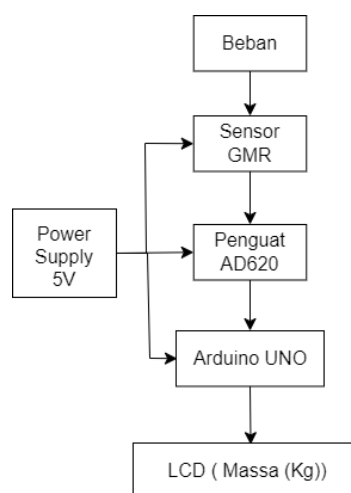
3.4 Alat dan Bahan

Pada penelitian mengenai pengukuran massa dengan menggunakan sensor GMR, alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem terdapat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Pembuatan *Prototype* Timbangan

| No | Alat | Jumlah |
|----|-------------------------|------------|
| 1 | Laptop | 1 buah |
| 2 | Power Supply | 2 buah |
| 3 | Multimeter Digital | 2 buah |
| 4 | Gergaji | 1 buah |
| 5 | Obeng | 1 buah |
| 6 | Lem Tembak | 1 buah |
| 7 | Timbangan Digital | 1 buah |
| 8 | Sensor GMR NVE AB001-02 | 1 buah |
| 9 | Magnet (20 x 10 x 1)mm | 1 buah |
| 10 | Arduino UNO | 1 buah |
| 11 | Module AD620 | 1 buah |
| 12 | Kabel Jumper | Secukupnya |
| 13 | Pegas | 4 buah |
| 14 | LCD | 1 buah |
| 15 | Akrilik | 1 buah |
| 16 | Box plastik | 1 buah |

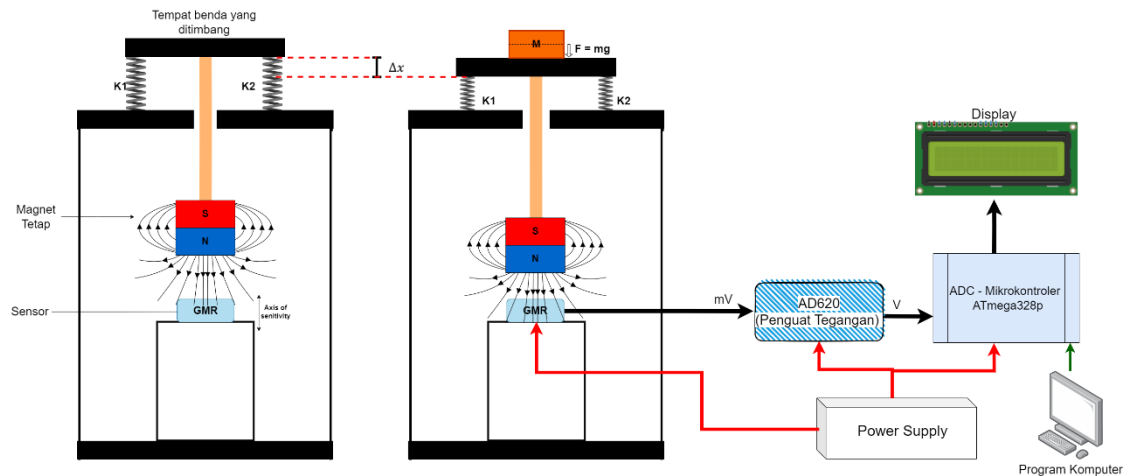
3.5 Diagram Blok Sistem Data



Gambar 3. 6 Diagram Blok Sistem Pengukur Massa Menggunakan Sensor GMR

Perancangan sistem ditunjukkan pada Gambar 3.6. Pada sistem ini beban akan disimpan pada permukaan tempat benda akan ditimbang. Akibat adanya

pengaruh gaya gravitasi yang menarik semua benda menuju pusat bumi, terjadilah perubahan posisi (displacement) pada beban atau benda yang akan ditimbang. Perubahan posisi akibat beban yang disimpan membuat adanya rapatan pada pegas sehingga terjadi adanya perubahan jarak antara sensor GMR dengan magnet yang disimpan secara permanen tepat sejajar di bawah sensor. Medan yang berada di sekitar magnet akan terdeteksi oleh sensor magnetik GMR, yang menghasilkan nilai keluaran berupa tegangan dengan orde millivolt (mV). Semakin kecil jarak antara sensor dengan magnet maka akan semakin besar medan magnet yang terdeteksi, oleh karena itu V_s yang dihasilkan sensor akan semakin besar begitu juga sebaliknya. Kecilnya sinyal yang dikeluarkan akan dibantu oleh penguat instrumentasi yang akan menguatkan sinyal analog tegangan. Setelah penguat menerima data dari GMR, maka sinyal keluaran dari penguat AD620 akan diteruskan pada Arduino. Arduino akan mengolah data sesuai dengan program yang diberikan. Hasil pengolahan data akan muncul pada LCD berukuran 16x2 dan serial monitor pada komputer. Ilustrasi mengenai penjelasan di atas terdapat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Desain Perangkat 2D

3.6 Komponen

3.6.1 Sensor GMR NVE AB001-02

Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor GMR dengan seri AB001-02 yang diproduksi oleh NVE Corporation. Sensor GMR Seri AB001-02 adalah sebuah sensor magnetik analog yang memiliki rentang pengukuran hingga

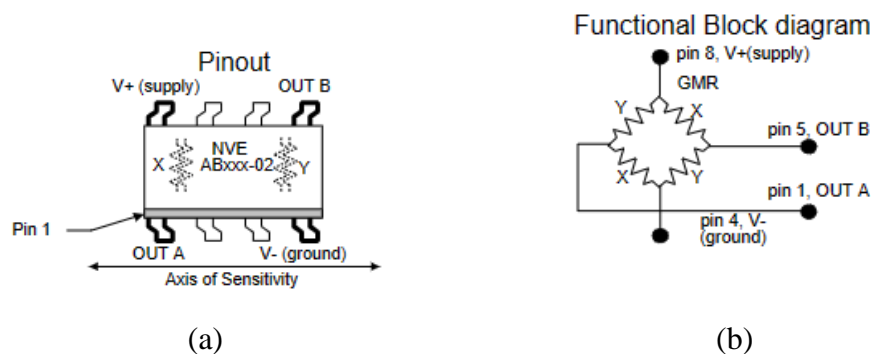
Fanny Maulida, 2024

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE SERI AB001-02 UNTUK PENGUKURAN MASSA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P

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

250 Oe dengan rentang sensitivitas pada 10 Oe – 175 Oe. Sensor GMR tetap stabil pada suhu tinggi, sehingga dapat digunakan pada rentang suhu -50°C hingga 125°C . Rentang tegangan masukan yang dapat diberikan pada sensor GMR adalah $< 1 - \pm 12,5$ Volt. Sensor ini terdiri dari empat buah resistor yang disusun mengikuti konfigurasi wheatstone. Sensor GMR pada seri ini menggunakan hambatan sebesar $2,5\text{K}\Omega$ dengan jarak masing-masing antara resistor sebesar 0,5mm. Material yang digunakan pada GMR berbahan dasar nikel, besi, kobalt, dan tembaga.

Keunggulan yang dimiliki oleh sensor GMR yaitu konsumsi daya yang digunakan rendah, stabil pada temperature tinggi, serta ukuran sensor yang kecil, Gambar 3.8 merupakan arah sensitivitas sensor dan diagram fungsional sensor.

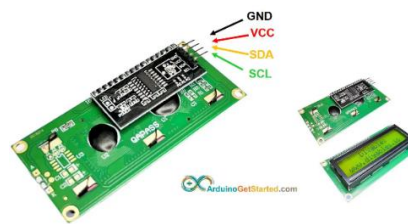


Gambar 3. 8 (a) Skema Arah Sensitivitas Sensor GMR AB001-02; (b) Diagram Blok Fungsional Sensor GMR AB001-02

3.6.2 Liquid Crystal Display

LCD (Liquid Crystal Display) adalah media penampil berbahan cairan kristal. LCD digunakan sebagai penampil karakter atau gambar dari sebuah mikrokontroler, hal tersebut terjadi karena terdapat banyak pixel yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Pada penelitian ini LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang berarti modul LCD ini dapat membuat 16 karakter sebanyak 2 baris dan memiliki 16 pin (Widharma, 2021). Jenis LCD yang digunakan berupa LCD I2C yang memudahkan pada tahap penyambungan dengan mikrokontroler. Pada LCD normal akses pin memiliki 8 jalur hubungan data, 3 jalur hubungan kontrol, dan 3 jalur catu daya. Sedangkan pada LCD dengan modul I2C

hanya memiliki 4 pin saja, meliputi pin GND, pin VCC, pin SCL, dan pin SDA seperti yang ditampilkan pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 LCD I2C 16x2

3.6.3 Arduino UNO

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik. Arduino Uno adalah salah satu jenis Arduino yang sering digunakan. Arduino Uno berbasis *Mikrokontroler ATmega328*. Pada penelitian ini digunakan sebagai pusat kontrol pada perubahan massa yang terdeteksi untuk ditampilkan pada LCD. Bentuk fisik Arduino Uno seperti pada gambar 3.10 .

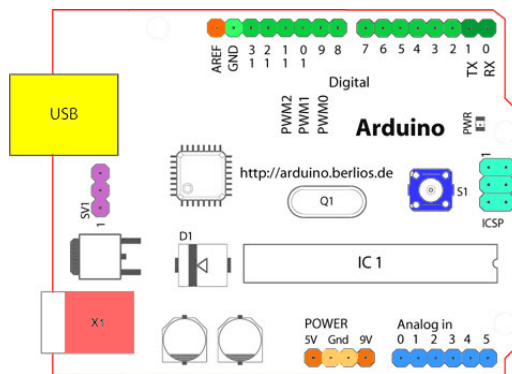


Gambar 3. 10 Arduino UNO

(Sumber <https://www.arduino.cc/>)

3.6.3.1 Block Arduino Uno

Bagian-bagian pada Arduino dapat dijelaskan seperti gambar 3.11 sebagai berikut :



Gambar 3. 11 Komponen Arduino UNO

1. Konektor

Pada papan Arduino terdapat dua jenis konektor yaitu power konektor dan serial konektor. Power konektor merupakan konektor yang berguna untuk memberikan daya pada Arduino agar dapat menyala serta menghidupkan perangkat lain yang terhubung dengan papan Arduino. Serial konektor merupakan konektor yang digunakan untuk menghubungkan papan Arduino dengan computer dan laptop serta dapat digunakan sebagai power konektor. Serial konektor juga digunakan untuk mentransfer program dari komputer ke perangkat.

2. CPU mikrokontroler, atau unit pemrosesan pusat, adalah bagian dari perangkat yang melakukan pekerjaan serta menjalankan instruksi program. Jenis mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler ATmega328p.

3. Pin

Pin berguna untuk menerima dan mentransmisikan data digital/analog ke/dari luar. Pada papan Arduino terdapat dua jenis pin yaitu pin digital dan pin analog. Pin digital merupakan pin yang dapat menerima atau mengirim sinyal digital. Dalam papan Arduino terdapat 14 pin digital yang dapat digunakan sebagai input dan output. Konektor untuk Input Analog (0-5) Pin-pin ini memfasilitasi pembacaan output tegangan oleh sensor analog seperti monitor suhu. Program ini dapat menganalisis tegangan dan nilai pin input, yang dapat berkisar antara 0 hingga 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

4. Sambungan SV1 digunakan untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Tegangan yang masuk akan dikontrol oleh regulator tegangan sehingga tegangan yang masuk akan stabil dan dapat digunakan oleh seluruh komponen pada Arduino.
5. Tombol Reset sistem (S1) akan mengembalikannya ke konfigurasi awal, sehingga perangkat lunak dapat dijalankan dari awal lagi. Perlu diingat bahwa menekan tombol ini tidak akan mem-boot ulang mikrokontroler atau menghapus data program.

3.6.4 Analog to Digital Converter (ADC)

Nilai yang dihasilkan oleh sensor GMR berupa tipe sinyal analog. Ketika sensor GMR dihubungkan dengan rangkaian dengan tipe data digital, maka harus dilakukan konversi pada nilai keluaran sensor GMR. ADC (Analog to Digital Converter) pada Arduino adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. ADC ini sangat penting karena mikrokontroler tidak bisa langsung memproses data analog. Pada *board* Arduino sendiri terdapat 6 pin analog yakni pin A0 hingga A5. Arduino memiliki ADC bawaan yang dapat mengukur tegangan analog antara 0 dan 5 volt. ADC ini memiliki resolusi 10 bit yang berarti dapat merepresentasikan sinyal analog dengan nilai antara 0 hingga 1023.

Perhitungan dari sinyal input dalam nilai diskrit dapat dinyatakan dalam persamaan 3.1:

$$\text{Nilai Diskrit} = (2^n - 1) \quad (3.1)$$

Prinsip kerja dari ADC yaitu mengkonversi sinyal analog menjadi besaran berupa rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Contoh, bila tegangan referensi 5V, tegangan input 2V, rasio input terhadap referensi sebesar 40%. Jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, maka akan didapatkan persamaan 3.2:

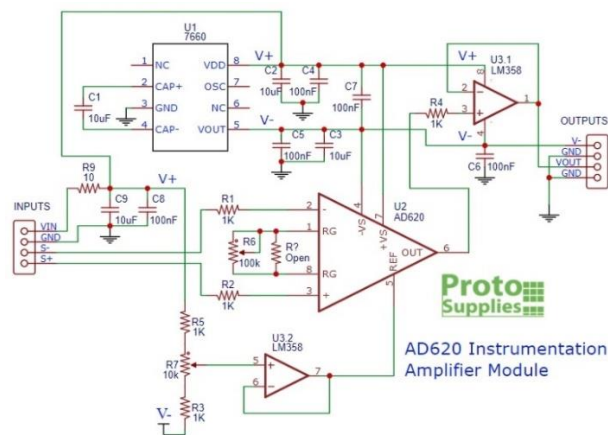
$$\text{Sinyal digital} = 40\% \times 255 = 102$$

$$\text{Analog Signal} = (\text{digital signal} / \text{max value}) \times \text{voltage ref} \quad (3.2)$$

$$signal = \left(\frac{102}{255}\right) \times 5 = 2V$$

3.6.5 Penguat Instrumentasi AD620

AD620 adalah penguat instrumentasi yang memiliki akurasi tinggi yang hanya membutuhkan satu resistor eksternal untuk menetapkan penguatan 1 hingga 10.000. Selain itu, AD620 menampilkan kemasan SOIC dan DIP 8-lead yang lebih kecil dari desain diskrit dan menawarkan daya yang lebih rendah (arus pasokan maksimum hanya 1,3 mA), AD620 cocok untuk aplikasi bertenaga baterai, portabel (atau jarak jauh) (HAREENDRAN, 2021). AD620 ideal untuk digunakan dalam sistem akuisisi data presisi, seperti timbangan. Keunggulan lainnya dari AD620 adalah *noise* yang rendah, arus bias input rendah, dan daya yang dibutuhkan untuk penggunaannya rendah (Devices, 2003). Gambar 3.12 merupakan skema modul penguat instrumentasi AD620.



Gambar 3. 12 Skema Modul Penguat Instrumentasi AD620

Modul penguat AD620 memiliki sebuah IC 7660, dua buah penguat operasional LM358, dan sebuah penguat diferensial AD620. IC 7660 digunakan untuk menghasilkan tegangan negatif yang diperlukan oleh AD620. Modul penguat AD620 memerlukan tegangan positif dan negatif agar beroperasi secara maksimal. Penguat operasional LM328 yang terhubung ke pin Ref AD620 berfungsi sebagai pengatur *zero offset*. Penguat operasional LM358 yang berada pada output AD620

Fanny Maulida, 2024

PENGEMBANGAN APLIKASI SENSOR GIANT MAGNETORESISTANCE SERI AB001-02 UNTUK PENGUKURAN MASSA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P

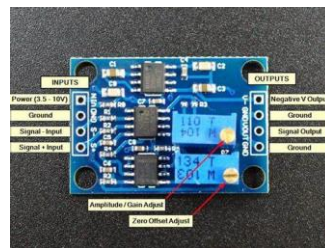
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

berfungsi sebagai buffer yang berfungsi untuk meningkatkan impedansi sinyal. Penguatan pada AD620 diatur dengan resistor variable (R_g) 10K yang ditempatkan antara pin 1 dan 8. Penguatan yang dihasilkan 1,5 hingga 1000 kali penguatan. Besarnya penguatan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$A = \frac{49,4k\Omega}{R_g} + 1 \quad (3.3)$$

Dengan A merupakan gain (penguatan) dan R_g nilai resistor variable (Maniam dkk., 2022).

Pada penelitian ini digunakan penguat AD620 yang sudah berbentuk modul. Bentuk fisik modul AD620 seperti pada gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Module AD620