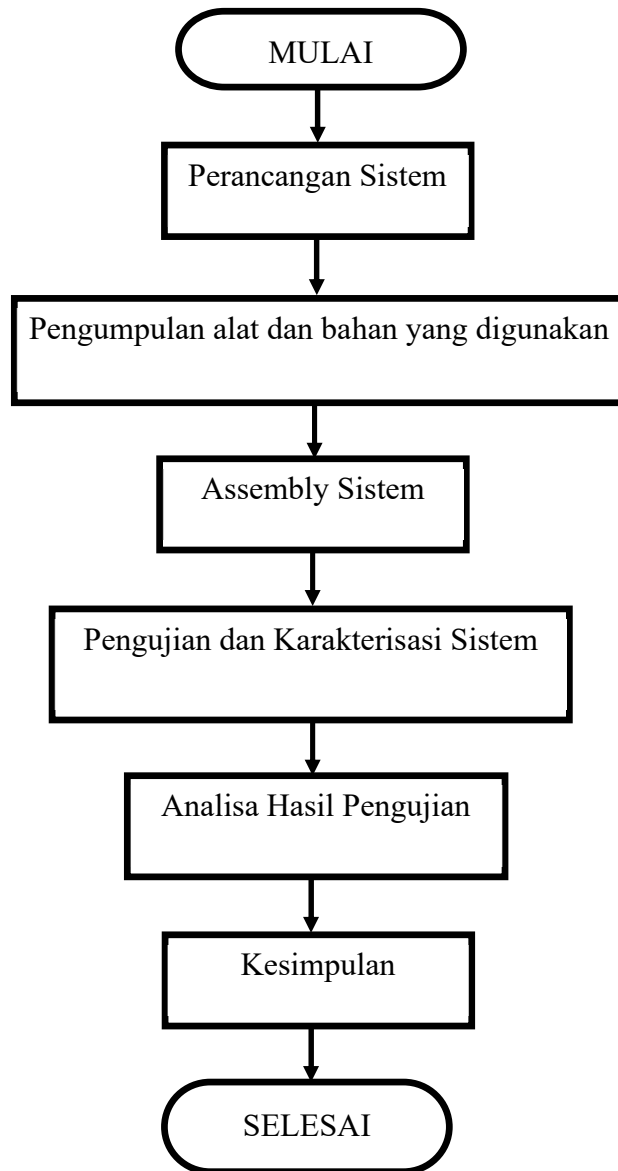


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Gambar 3.1 di menunjukkan proses peneliti akan dilakukan dalam beberapa tahap sebelum sampai pada tahap kesimpulan yaitu :

- a) Perancangan sistem dilakukan dengan menganalisa pengaplikasian dari baterai yang akan dibuat
- b) Lalu melakukan analisa untuk bahan yang akan digunakan pada baterai yang akan dibuat
- c) Lalu setelah menganalisa alat dan bahan yang akan digunakan, dilakukan pengumpulan alat dan bahan
- d) Setelah perakitan dilakukan pengujian terhadap arus, tegangan dan mobil listrik mainan
- e) Setelah mendapatkan hasil dari pengujian kemudian dilakukan analisa
- f) Tahap selanjutnya yaitu membuat kesimpulan dari hasil analisa yang telah dilakukan

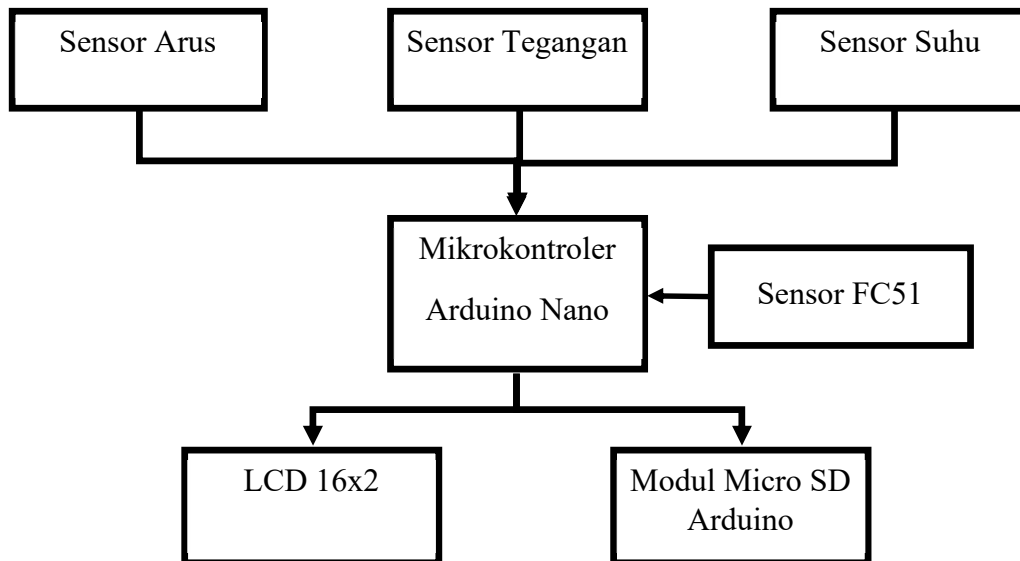
3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Siliwangi, Jalan Siliwangi No. 24 Kota Tasikmalaya.

3.3 Tahap penelitian

Proses penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu :

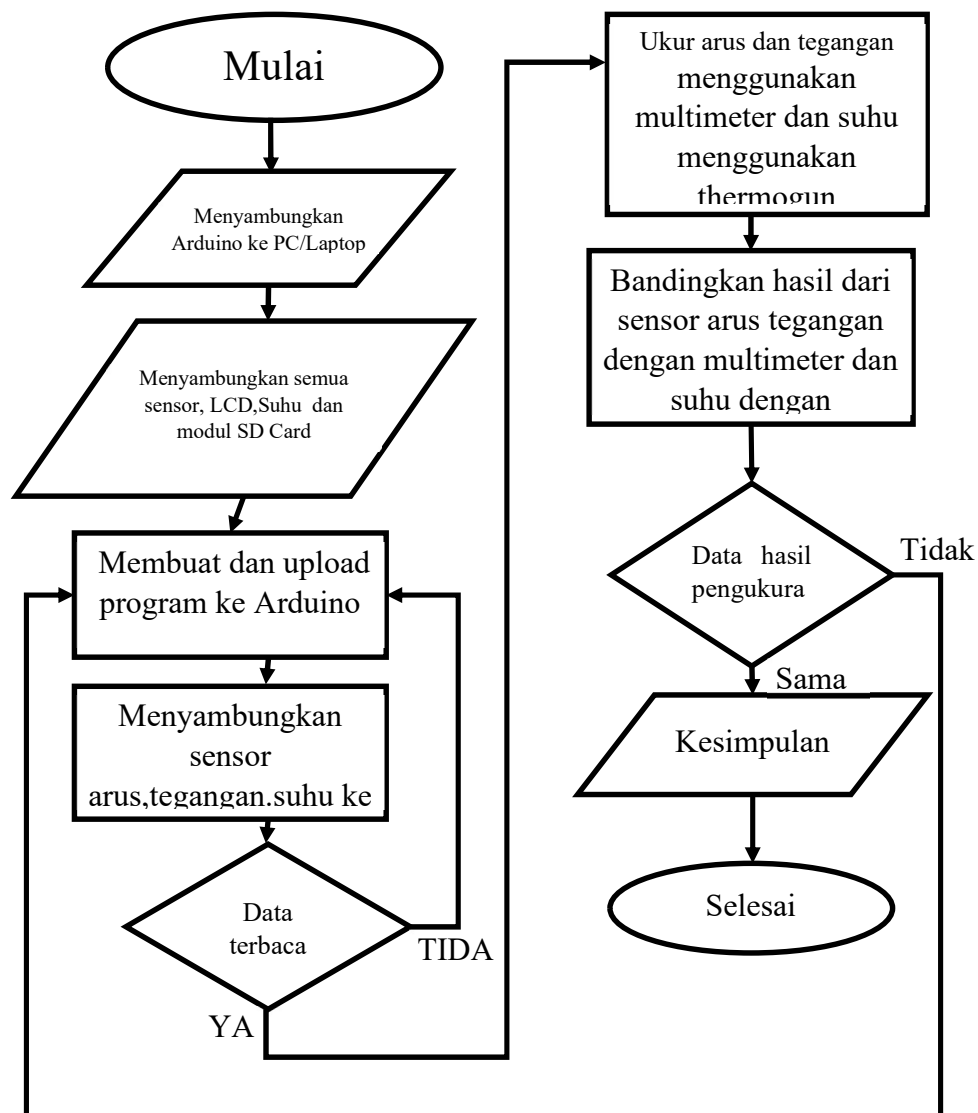
3.3.1 Perancangan Instrumentasi Alat Ukur



Gambar 3. 2 Diagram blok perancangan instrumental alat ukur

Gambar 3.2 menunjukkan blok perancangan instrumental alat ukur karena selain alat ukur yang ada di Laboratorium, instrumen lainnya dibuat untuk menunjang pengukuran. Alat ukur ini dibuat dengan mikrokontroler Arduino dihubungkan dengan sensor arus, tegangan, yang bertujuan untuk memonitor keluaran arus dan tegangan dari baterai yang di ujikan lalu kemudian suhu RTC3231 sebagai sensor yang memonitor suhu pada baetai yang digabungkan untk mencegah dari kenaikan suhu yang tidak wajar dari standar suhu pakai baterai yaitu tidak melebihi 60°C, dan FC51 sebagai input pembacaan putaran dan hasil dari pembacaan sensor di tampilan di LCD 20x4 lalu kemudian akan disimpan di

SD Card, akan tetapi sebelum digunakan instrumen ini harus masuk proses perangkaian dan kalibrasi, berikut tahapannya :



Gambar 3. 3 Flowchart Pengujian Sensor

Gambar 3.3 menjelaskan tahapan-tahapan pada pengujian sensor yang akan dipakai, pertama-tama arduino di sambungkan ke PC/Laptop, lalu kemudian sensor sensor di sambungkan ke Arduino seperti sensor tegangan dan arus lalu kemudian modul SD Card. Langkah selanjutnya yaitu membuat program lalu jika sudah selesai

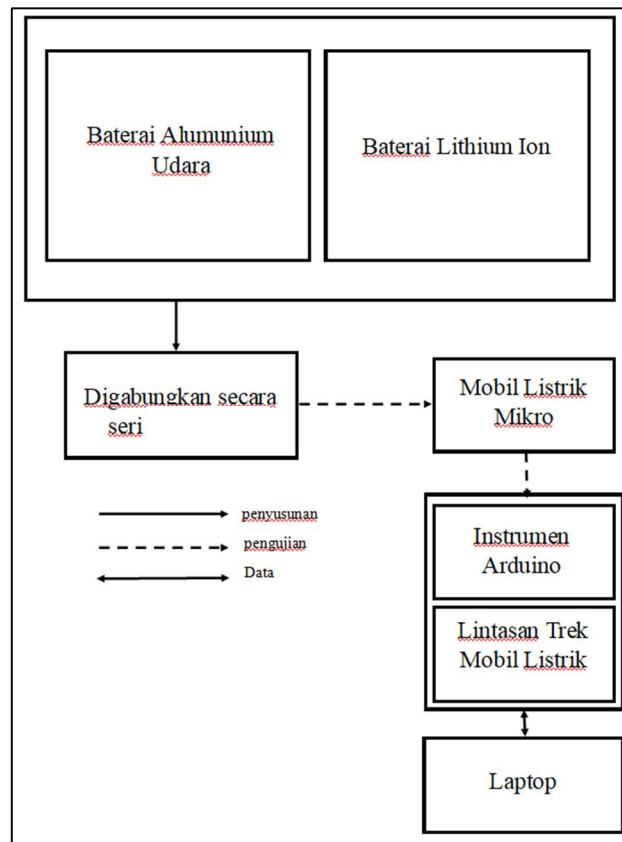
program di upload ke arduino, lalu kemudian sensor arus dan tegangan di sambungkan ke baterai untuk mulai mencoba pengukuran, apakah data terbaca atau tidak terbaca, ketika data tidak terbaca berarti ada kesalahan pada program dan harus membuat atau memperbaiki program kembali, namun apabila data terbaca pengukuran arus dan tegangan kemudian dilakukan dengan multimeter untuk kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran sensor suhu. Apabila data hasil pengukuran tidak sama maka harus melakukan pengecekan lagi pada program yang dibuat, namun apabila data sama maka kesimpulan bisa diambil kalau instrumen yang dibuat bisa dipakai untuk penelitian.

3.3.2 Desain Baterai Al Udara

Perakitan Baterai al udara terdiri dari 3 tahap, yaitu pembuatan sel baterai, karakteristik batrai, dan analisis kinerja baterai. Parameter seperti alumunium anoda, kerapatan arus, konsentrasi katalis dan konsentrasi elektrolit yang dioptimalkan. Anoda terdiri dari alumunium 5083 dengan ketebalan 2,5 mm, panjang 6 cm, dan lebar 5 cm, untuk katodanya menggunakan bahan dari nikel mesh, untuk bahan katalis campurannya sendiri terdiri dari bahan aktif yaitu NPM, PVDF, Titanium dioksida, Silica Xerogel, Carbon Black, dan Mangan yang kemudian akan dilakukan coating/ pelapisan pada pengumpul arus. Dengan elektrolit berbahan basa potasium hidroksida KOH. Semua bahan digabungkan menjadi satu sel batrai.

Katoda udara terbuat dari bahan logam yang dilapisi oleh lapisan berpori agar terjadi reaksi kimia antara alumunium, oksigen dan elektrolit. Oksigen masuk melalui pori pori lapisan katalis.

3.3.3 Arsitektur System



Gambar 3. 4 Arsitektur System

Arsitektur system yang ditunjukkan pada gambar 3.4 menjelaskan bahwa langkah pertama yang akan dilakukan adalah menyiapkan dua baterai yang akan diujikan yaitu baterai lithium ion dan baterai al udara, lalu langkah selanjutnya penggabungan baterai dengan seri mengikuti kebutuhan yang dibutuhkan oleh mobil listrik mikro untuk bisa melaju, lalu kemudian akan dilihat arus, tegangan dan suhunya melalui instrumen yang telah dibuat, langkah selanjutnya akan dicari tahu mengenai karakteristik pengosongan baterai menggunakan lintasan mobil

listrik mikro yang telah di modifikasi dengan instrumen arduino, dan data dari semua itu yang telah tersimpan di modul sd card akan diolah menggunakan laptop.

3.4 Pengujian Baterai Al udara Pada Beban Mobil Listrik Mainan

Pengujian pada beban mobil listrik mainan dilakukan dengan alat yang dibuat menggunakan arduino dimana alat ini untuk memantau kondisi arus, tegangan dan suhu dari baterai secara realtime.

3.5 Pengujian System

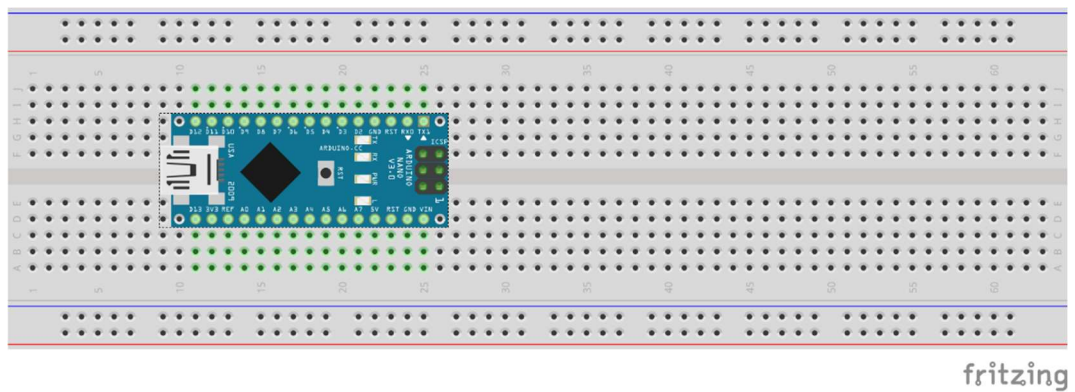
System terdiri dari baterai al udara, baterai lithium ion, kemudian baterai zinc carbon seperangkat alat ukur, mobil listrik mikro dengan motor DC 160mA. Gambar 3.5 menunjukkan sistematika pengukuran tegangan, arus dan suhu dari baterai yang digunakan untuk mobil listrik mikro. Pengujian pertama kedua dan ketiga untuk mobil listrik mikro berturut turut adalah penggunaan dua baterai lithium, satu baterai lithium dan satu baterai zinc carbon dan satu baterai lithium dan 3 sel baterai al udara.

3.6 Pengujian Unit

Pengujian unit dilakukan untuk mengetahui apakah alat atau sebuah komponen yang akan digunakan itu bekerja dengan baik atau adakah sebuah error sebelum dijadikan sebuah system, adapun komponen yang akan di uji sebagai berikut :

3.6.1 Pengujian Arduino Nano

Pengujian mikrokontroler Arduino nano dilakukan dengan cara menggunakan program *basic* yaitu program menjalankan LED bawaan yang berada di mikrokontroler.



Gambar 3. 5 Rangkaian Arduino Nano

3.6.1.1 Tujuan Pengujian

Pengujian pada arduino Nano ini bertujuan agar MCU yang akan digunakan pada penelitian ini berjalan dengan baik dan dapat digunakan sebagai mana mestinya

3.6.1.2 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan Arduino Nano ke dalam PC.
2. Buka aplikasi *Arduino IDE*
3. Masukkan Program *test blink* pada *Arduino IDE*

3.6.1.3 Hasil Pengujian

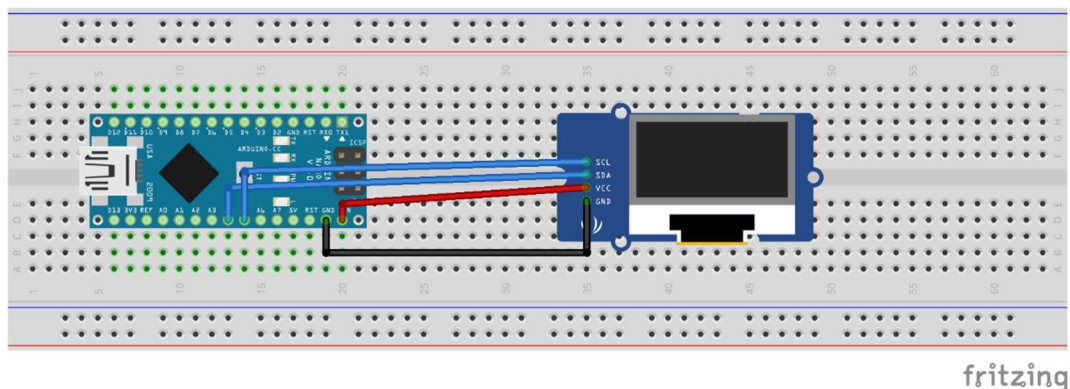
Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Arduino Nano

Kondisi	Hasil
Sebelum Upload Program	0
Sesudah Upload Program	1

Pada tabel menunjukkan LED Inboard pada arduino Nano dapat berkedip sesuai dengan perintah pada program yang telah di buat, itu membuktikan jika arduino nano tidak ada masalah dan dapat digunakan untuk tahap selanjutnya.

3.6.2 Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan menggunakan Arduino nano sebagai MCU yang akan memerintahkan LCD untuk menampilkan karakter *“hello world”*.



Gambar 3. 6 Rangkaian Pengujian LCD

3.6.2.1 Tujuan Pengujian

Pengujian LCD ini memiliki tujuan untuk mengetahui apakah LCD ini akan berjalan dengan baik atau tidak, untuk kemudian dipakai sebagai antarmuka pada sistem alat ukur pada penelitian ini.

3.6.2.2 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan Arduino Nano ke PC.
2. Hubungkan LCD ke Arduino Nano.
3. Unggah program ke Arduino Nano.
4. Amati apakah LCD dapat menampilkan *“hello world”*

4.1.2.3 Hasil Pengujian

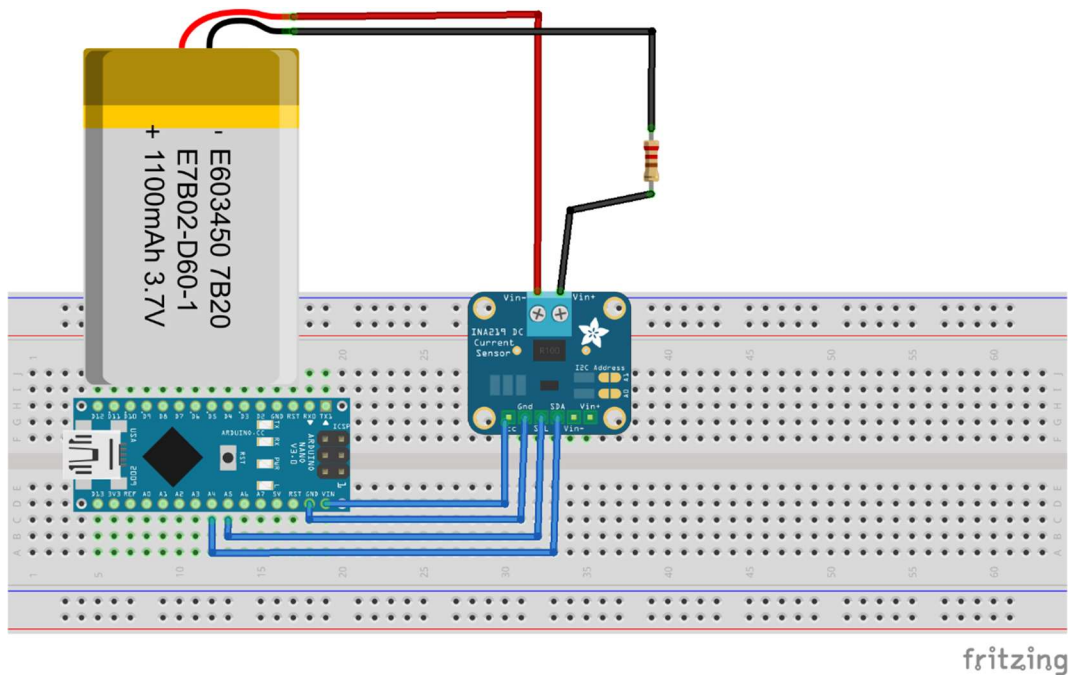


Gambar 3. 7 LCD Hello World

Gambar 4.4 Menunjukkan jika LCD dapat menampilkan “hello world” sesuai dengan program yang telah dibuat itu artinya bahwa LCD dapat menerima perintah dari arduino Nano dengan baik.

3.6.3 Pengujian Sensor Arus dan Tegangan INA219

Pengujian pada sensor arus INA219 akan dilakukan menggunakan Arduino Nano sebagai MCU yang akan memerintahkan INA219 untuk mengukur arus dan tegangan dan LCD sebagai antarmuka. lalu kemudian akan dibandingkan hasilnya dengan multimeter konvensional. Adapun pengujian pada bagian arusnya akan di uji menggunakan beban resistor dengan bermacam-macam resistansi dan bersumber dari power supply.



Gambar 3. 8 Rangkaian INA219

3.6.3.1 Tujuan Pengujian

Pengujian pada sensor INA219 ini dilakukan untuk mengetahui ke akuratan pada menghitung arus dan tegangan dengan multimeter sebagai pembandingnya dengan toleransi error 10%

3.6.3.2 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan Arduino Uno ke PC.
2. Hubungkan sensor INA219 ke Arduino Nano
3. Hubungkan LCD ke Arduino Nano
4. Masukkan program ke Arduino Nano.
5. Nyalakan Multimeter.
6. Nyalakan Power Supply dan atur tegangan. (Pengujian sensor tegangan)
7. Siapkan resistor sebagai beban. (Pengujian sensor arus)

8. Amati hasil yang keluar pada LCD.

3.6.3.3 Hasil Pengujian

Pada pengujian yang telah dilakukan adapun data yang didapat seperti berikut:

1. Sensor tegangan

Tabel 3. 2 Data Pengujian Tegangan Sensor INA219

No	Tegangan 8 V		Tegangan 9 V		Tegangan 10 V	
	Avo Meter (V)	Sensor (V)	Avo Meter (V)	Sensor (V)	Avo Meter (V)	Sensor (V)
1	7,99	7,92	9,00	8,97	10,00	9,98
2	8,00	8,91	9,00	8,92	9,95	9,88
3	8,01	8,93	9,00	8,92	9,94	9,88
4	7,97	7,90	8,99	8,92	9,94	9,88
5	7,96	7,80	8,99	8,92	9,94	9,87
6	7,96	7,88	8,99	8,92	9,94	9,88
7	7,96	7,86	8,99	8,91	9,94	9,87
8	7,96	7,87	8,99	8,92	9,94	9,87
9	7,96	7,87	8,99	8,91	9,94	9,86
10	7,96	7,87	8,99	8,91	9,94	9,87
Nilai rata-rata	7,973	7,881	8,993	8,922	9,947	9,884
Nilai error	9,4%		3,5%		2,13%	

Pada Tabel 4.1 menunjukkan data data hasil pengujian pada sensor tegangan dengan variasi tegangan 1V sampai dengan 3V. Pada pengujian dengan tegangan sumber 1V Nilai error yang dihasilkan adalah 9,4% cukup tinggi namun masih dibawah 10% itu artinya sensor dikatakan dapat bekerja cukup baik pada tegangan 1V. Pada tegangan sumber 2V Nilai error yang didapat sebesar 3,5% lebih baik dari pengujian sebelumnya dan pada tegangan sumber 3V nilai error yang didapat semakin mengecil yaitu sebesar 2,13%.

Pada pengujian sensor tegangan INA219 menghasilkan hasil yang cukup memuaskan dengan demikian sensor tegangan dapat di fungsikan dengan sebagaimana mestinya.

2. Sensor Arus

Pada pengujian Sensor Arus INA219 yang telah dilakukan ini menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 3. 3 Data Hasil Pengujian Arus Sensor INA219

No	Beban 1 Resistor 220 Ω pada tegangan 3 V		Beban 2 Resistor 1.000 Ω pada tegangan 3 V		Beban 3 Resistor 4.700 Ω pada tegangan 3 V	
	Avo meter (mA)	Sensor (mA)	Avo meter (mA)	Sensor (mA)	Avo meter (mA)	Sensor (mA)
	1	13,05	13,00	3,01	2,80	0,63

No	Beban 1 Resistor 220 Ω pada tegangan 3 V		Beban 2 Resistor 1.000 Ω pada tegangan 3 V		Beban 3 Resistor 4.700 Ω pada tegangan 3 V	
	Avo meter (mA)	Sensor (mA)	Avo meter (mA)	Sensor (mA)	Avo meter (mA)	Sensor (mA)
2	12,99	13,12	3,00	2,92	0,63	0,60
3	13,20	13,00	3,01	2,72	0,64	0,62
4	13,22	13,32	3,01	2,72	0,62	0,50
5	13,27	13,60	3,01	2,60	0,63	0,50
6	13,28	13,12	3,01	3,00	0,63	0,60
7	13,32	13,32	3,02	2,80	0,63	0,62
8	13,40	13,60	3,02	2,80	0,64	0,60
9	13,40	13,40	2,90	2,52	0,64	0,52
10	13,40	13,40	2,96	2,72	0,64	0,62
Nilai rata- rata	13,253	13,288	2,995	2,76	0,633	0,578
Nilai error	0,26%		7,84%		8,68%	

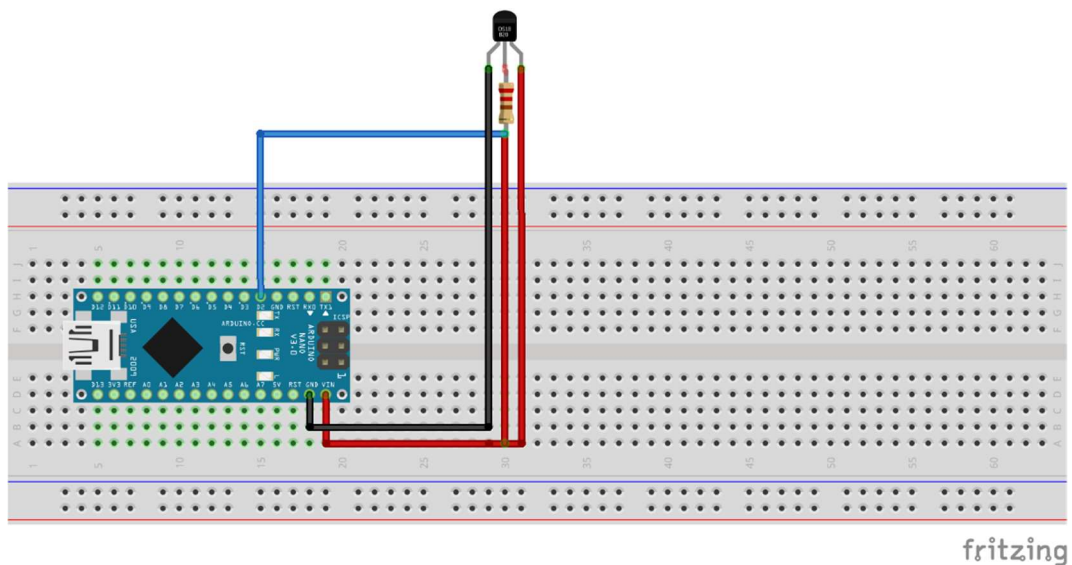
Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian sensor arus pada INA219 dengan variasi beban resistor yang berbeda beda yaitu 220 Ω 1.000 Ω 4.700 Ω dengan tegangan sumber sebesar 3V. Pada beban resistor 220 Ω menghasilkan nilai

error 0,26% hasil yang sangat bagus mengingat perbedaan arus yang keluar antara multimeter dan alat ukur hanya sebesar 0,05mA sampai 0,20mA. Kemudian pada beban 1.000 Ω nilai error agak tinggi sebesar 7,84% akan tetapi hasil yang didapat masih cukup bagus mengingat toleransi error itu 10%, dan terakhir yaitu pada beban resistor 4.700 Ω nilai error yang didapat sebesar 8,68% semakin membesar dari hasil yang sebelumnya akan tetapi masih bisa dikatakan cukup bagus.

Dari hasil pengujian diatas untuk sensor INA219 bisa dikatakan layak untuk digunakan sebagai sensor pada alat ukur yang akan digunakan pada penelitian ini.

3.6.4 Pengujian Pada Sensor Suhu DS18B20

Pengujian pada sensor suhu dilakukan menggunakan arduino Nano sebagai MCU yang akan memerintahkan sensor suhu untuk mendapatkan nilai suhu yang sesuai. Pada pengujian sensor suhu ini yang akan menjadi pembanding merupakan sebuah thermo gun.



Gambar 3. 9 Rangkaian DS18b20

3.6.4.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kepresisian sensor suhu lalu kemudian apakah sensor suhu ini layak untuk digunakan pada penelitian yang akan dilakukan. Pengujian ini dilakukan dengan tiga tahap, pengukuran pada air yang beada pada suhu ruangan, air es dan air panas.

3.6.4.2 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan arduino Nano dengan PC.
2. Hubungkan Sensor Suhu dengan Arduino Nano.
3. Masukkan program ke Arduino Nano.
4. Siapkan *thermogun*.
5. Amati perbedaan suhu pada *thermogun* dan Sensor Suhu.

3.6.4.3 Hasil Pengujian

1. Hasil pengujian pada air suhu ruangan

Tabel 3. 4 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu Terhadap Suhu Ruangan

No	Sensor Suhu 1		Sensor Suhu 2		Sensor Suhu 3	
	Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)
1	26,6	26,62	26,6	26,62	26,6	26,56
2	26,6	26,62	26,6	26,62	26,6	26,56
3	26,6	26,56	26,6	26,56	26,6	26,50
4	26,6	26,62	26,6	26,56	26,6	26,50
5	26,6	26,56	26,6	26,56	26,6	26,50
6	26,6	26,56	26,6	26,56	26,6	26,50
7	26,6	26,5	26,6	26,5	26,6	26,50
8	26,6	26,5	26,6	26,5	26,6	26,50
9	26,6	26,44	26,6	26,44	26,6	26,44
10	26,6	26,44	26,6	26,44	26,6	26,44
11	26,6	26,44	26,6	26,44	26,6	26,44
12	26,6	26,44	26,6	26,44	26,6	26,44
13	26,6	26,37	26,6	26,37	26,6	26,44
14	26,6	26,44	26,6	26,44	26,6	26,44
15	26,6	26,44	26,6	26,37	26,6	26,44
16	26,6	26,37	26,6	26,44	26,6	26,44
17	26,6	26,37	26,6	26,37	26,6	26,44
18	26,6	26,37	26,6	26,44	26,6	26,44
19	26,6	26,37	26,6	26,37	26,6	26,44
20	26,6	26,44	26,6	26,37	26,6	26,44
Nilai rata-rata	26,6	26,4735	26,6	26,4705	26,6	26,47
Nilai error	0,476%		0,487%		0,489%	

Terusan Tabel 3. 4

Sensor Suhu 4		Sensor Suhu 5	
Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)
26,6	26,44	26,6	26,37
26,6	26,44	26,6	26,37
26,6	26,37	26,6	26,31
26,6	26,37	26,6	26,37
26,6	26,37	26,6	26,37
26,6	26,37	26,6	26,37
26,6	26,37	26,6	26,37
26,6	26,31	26,6	26,31
26,6	26,31	26,6	26,31
26,6	26,31	26,6	26,31
26,6	26,31	26,6	26,31
26,6	26,31	26,6	26,31
26,6	26,31	26,6	26,31
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,31	26,6	26,25
26,6	26,338	26,6	26,304
0,985%		1,113%	

2. Pengujian Pada Air Es

Tabel 3. 5 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu Terhadap Air Es

No	Sensor Suhu 1		Sensor Suhu 2		Sensor Suhu 3	
	Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)
1	18,4	17,5	18,4	17,5	18,4	18,37
2	18,4	17,37	18,4	17,37	18,4	18,56
3	18,4	17,5	18,4	17,44	18,4	18,37
4	18,4	17,5	18,4	17,5	18,4	18,44
5	18,4	17,5	18,4	17,44	18,4	18,37
6	18,4	17,5	18,4	17,5	18,4	18,37
7	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
8	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
9	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
10	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
11	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
12	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
13	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
14	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
15	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
16	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
17	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
18	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
19	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
20	18,4	17,5	18,4	17,48	18,4	18,37
Nilai rata-rata	18,4	17,4935	18,4	17,4735	18,4	18,383
Nilai error	4,927%		5,035%		0,092%	

Terusan Tabel 3. 5

Sensor Suhu 4		Sensor Suhu 5	
Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)
18,4	17,56	18,4	17,37
18,4	17,50	18,4	17,19
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,50	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,37
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,56	18,4	17,31
18,4	17,554	18,4	17,31
4,598%		5,924%	

3. Pengujian pada air panas

Tabel 3. 6 Data Hasil Pengujian Sensor Suhu Terhadap Air Panas

No	Sensor Suhu 1		Sensor Suhu 2		Sensor Suhu 3	
	Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)
1	45,8	44,69	45,8	43,63	45,8	45,31
2	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,31
3	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,38
4	45,8	44,69	45,8	43,63	45,8	45,38
5	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,38
6	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,38
7	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,38
8	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,38
9	45,8	44,63	45,8	43,56	45,8	45,31
10	45,8	44,63	45,8	43,56	45,8	45,31
11	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,31
12	45,8	44,63	45,8	43,63	45,8	45,31
13	45,8	44,63	45,8	43,56	45,8	45,31
14	45,8	44,63	45,8	43,56	45,8	45,31
15	45,8	44,63	45,8	43,56	45,8	45,31
16	45,8	44,63	45,8	44,63	45,8	45,31
17	45,8	44,63	45,8	44,63	45,8	45,31
18	45,8	44,56	45,8	44,63	45,8	45,25
19	45,8	44,56	45,8	44,63	45,8	45,25
20	45,8	44,56	45,8	44,63	45,8	45,25
Nilai rata-rata	45,8	44,6255	45,8	43,8625	45,8	45,322
Nilai error	2,564%		4,230%		1,044%	

Terusan Tabel 3. 6

Sensor Suhu 4		Sensor Suhu 5	
Thermometer (C)	Sensor (C)	Thermometer (C)	Sensor (C)
45,8	43,5	45,8	45,06
45,8	43,50	45,8	45,06
45,8	43,50	45,8	45,06
45,8	43,50	45,8	45,06
45,8	43,50	45,8	45,06
45,8	43,50	45,8	45,06
45,8	43,50	45,8	45,00
45,8	43,50	45,8	45,00
45,8	43,50	45,8	45,00
45,8	43,44	45,8	45,00
45,8	43,44	45,8	45,00
45,8	43,50	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	45,00
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,44	45,8	44,94
45,8	43,47	45,8	44,994
5,087%		1,760%	

Pada Tabel 4.3 Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 merupakan hasil dari pengujian sensor suhu dengan variasi suhu yang berbeda beda, hasil pengujian presisi dengan 2 angka dibelakang koma, alat yang menjadi perbandingan merupakan *thermogun*. Hasil dari perbandingan sensor arus terhadap *thermogun* menghasilkan selisih yang tidak berbeda jauh dengan persentasae nilai error dibawah 10% membuat sensor ini layak untuk digunakan.

3.6.5 Pengujian Pada Data Logger

Pengujian pada data logger akan dilakukan menggunakan arduino nano sebagai MCU. Arduino nano akan memerintahkan data logger untuk menyimpan data dengan waktu yang telah ditentukan.

3.6.5.3 Hasil Pengujian

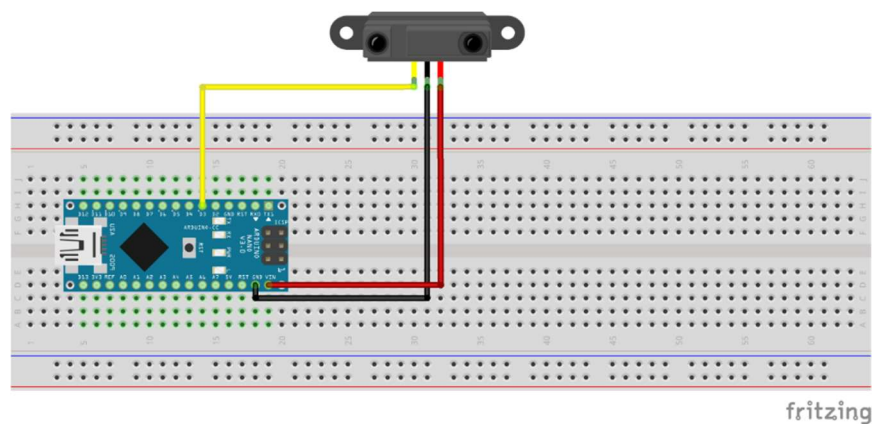
Tabel 3. 7 Hasil Pengujian Data Logger

Lama Pengujian	Waktu (Detik)	SD Card	Serial Monitor	Nilai Error
10 Menit	600 detik	104 Data	103 Data	0,9%
20 Menit	1200 detik	407 Data	407 Data	0%
30 Menit	1800 detik	607 Data	607 Data	0%

Pada Tabel 4.6 Menunjukkan hasil pengujian dari data logger. Hasil data logger dibandingkan dengan hasil yang keluar pada *serial monitor*. Perbandingan terhadap keduanya Cuma memiliki selisih 1 data saja, menghasilkan nilai error yang sangat kecil oleh sebab itu module SD Card ini bisa digunakan.

3.6.6 Pengujian pada Sensor FC51

Sensor FC51 merupakan sebuah sensor inframerah yang akan digunakan sebagai alat interaksi untuk penghitungan jumlah putaran, pengujian unit ini akan menggunakan arduino nano sebagai MCU nya dengan melihat lampu LED *inboard* pada FC51 apakah menyala atau tidak pada saat ada interaksi.



Gambar 3. 11 Rangkaian Sensor FC51

3.6.6.1 Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui apakah sensor memiliki kepekaan terhadap interaksi yang dilakukan.

3.6.6.2 Prosedur Pengujian

1. Siapkan Arduino Nano
2. Siapkan Sensor FC51
3. Sambungkan FC51 dengan Arduino Nano
4. Sambungkan Arduino Nano dengan PC
5. Masukkan Program
6. Lakukan interaksi terhadap FC51
7. Amati Hasilnya

3.6.6.3 Hasil Pengujian

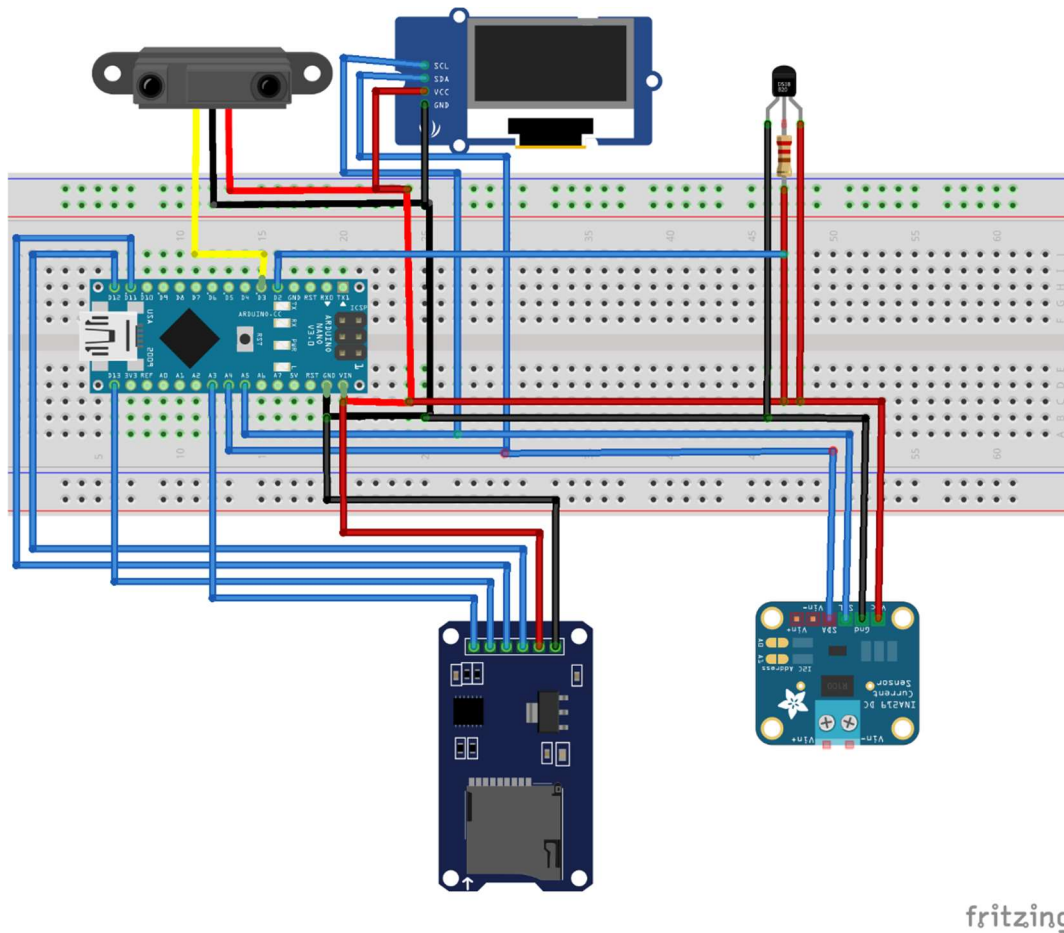
Tabel 3. 8 Pengujian Sensor FC51

Kondisi	Hasil
Diberikan interaksi	1
Tidak ada interaksi	0

Pada tabel menunjukkan hasil dari pengujian FC51 sensor bereaksi terhadap interaksi yang dilakukan dengan menunjukkan hasil lampu *inboard* menyala. Itu artinya sensor tidak memiliki masalah dan sensor bisa digunakan.

3.7 Perakitan Instrumen Alat Ukur

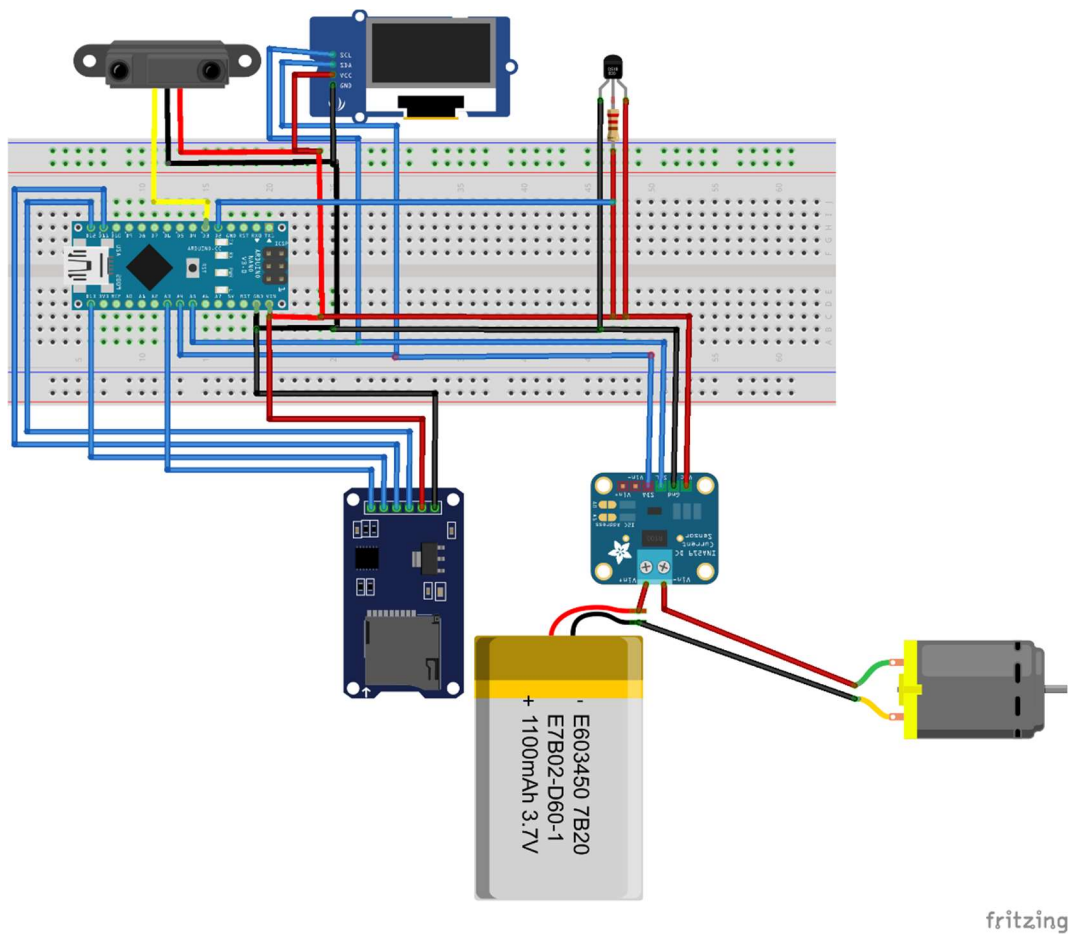
Perakitan Instrumen alat ukur dilakukan dengan merujuk dari diagram alur yang telah dirancang. Dari berbagai unit menjadi satu sebuah alat ukur untuk membantu dalam penelitian ini. Berikut adalah rangkaian dari hasil perakitannya.



Gambar 3. 12 Rangkaian Instrumen Alat Ukur

3.8 Perakitan Sistem

Perakitan sistem dilakukan dengan menggabungkan semua komponen penelitian ini dari mulai alat ukur, baterai, mobil, dan lintasan. Berikut gambar 4.7 bentuk fisik dari sistem yang telah dirakit :



Gambar 3. 13 Sistem untuk pengujian yang telah selesai dirakit