



universitas
MALIKUSSALEH

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEKENTALAN
MINUMAN KOPI MENGGUNAKAN SENSOR *LIGHT
DEPENDENT RESISTOR* (LDR) BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR

**Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
jenjang strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas
Teknik, Universitas Malikussaleh**

Oleh:

Muhammad Reza

190150097

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
2023**

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Reza

NIM : 190150097

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari skripsi, buku, atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri. Apabila ternyata terdapat dalam skripsi saya bagian-bagian yang memenuhi standar penjiplakan maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Lhokseumawe, 11 Desember 2023

Penulis,



Muhammad Reza
NIM. 190150097

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kekentalan
Minuman Kopi Menggunakan Sensor *Light*
Dependent Resistor (LDR) Berbasis Arduino
Nama Mahasiswa : Muhammad Reza
NIM : 190150097
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh

Lhokseumawe, 11 Desember 2023

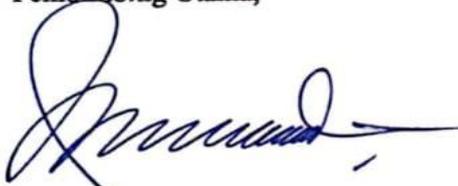
Penulis,



Muhammad Reza
NIM 190150097

Menyetujui:

Pembimbing Utama,



Dr. Muhammad Daud, S.T., M.T.
NIP 197610292003121003

Pembimbing Pendamping,



Nanda Sitti Nurfebruary,
S.T., M.T.
NIP 198702202022032005

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



Prof. Dr. Ir. Dahlan Abdullah, S.T.,
M. Kom. IPU, ASEAN Eng.
NIP 197602282002121005

Koordinator Program Studi
Teknik Elektro,



Misbahul Jannah, S.T., M.T.
NIP 197705062005012003

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEKENTALAN MINUMAN KOPI MENGGUNAKAN SENSOR *LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR)* BERBASIS ARDUINO

ABSTRAK

Salah satu komoditas unggulan perkebunan adalah kopi, yang memainkan peran yang signifikan dalam perekonomian Indonesia. Untuk mendapatkan cita rasa kopi yang sempurna, dipengaruhi oleh sejumlah variabel, salah satunya adalah tingkat kekentalan dari minuman kopi. Untuk mengukur tingkat kekentalan minuman kopi, maka dibutuhkan sebuah alat pengukur tingkat kekentalan tersebut. Maka pada penelitian ini akan dilakukan sebuah rancangan alat pendeteksi kekentalan minuman kopi menggunakan sensor *Light Dependent Resistor (LDR)*. Prototipe ini dirancang dan dibangun menggunakan komponen utama. Sensor LDR sebagai pendeteksi kepekatan kopi, Lampu LED sebagai sumber cahaya yang akan dipantulkan dan diterima oleh sensor LDR, Arduino sebagai modul penyimpanan dan proses data. Dari hasil pengujian pada pemograman rangkaian arduino dan sensor sebagai input dari rancangan dan menampilkan hasil bacaan dari sensor ke modul LCD berhasil berjalan dengan baik. Sensor LDR menunjukkan tingkat presisi sebesar 92,58% dalam pengukuran intensitas cahaya. Pengujiannya dilakukan secara 3 tahapan tanpa gula untuk mencari batas kental, encer, sangat encer. Pengujian dengan nilai rata-rata $\geq 30,7$ NTU kategori kental. Sedangkan Pengujian dengan nilai rata-rata 21,1–30,7 NTU kategori encer dan $\leq 21,1$ NTU kategori sangat encer.

Kata kunci : Kopi, *Light Dependent Resistor*, Sensor LDR, *Turbidity*

DESIGN A COFFEE DRINK VISCOSITY DETECTION DEVICE USING AN ARDUINO-BASED LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR) SENSOR

ABSTRACT

One of the top commodities of the plantation is coffee, which plays a significant role in the Indonesian economy. To get a perfect taste of coffee, influenced by a number of variables, one of which is the degree of solidity of a coffee drink. To measure the intensity of coffee drinks, you need a measuring device of such solidity. Then in this study will be done a design of a device for the detection of concentration of coffee beverages using a sensor Light Dependent Resistor (LDR). The prototype was designed and built using the main components: LDR sensors as coffee concentration detectors, LED lights as light sources to be reflected and received by the LDR sensor, Arduino as storage and data processing modules. LDR sensors show a 92.58% accuracy in light intensity measurement. The test was carried out in three stages without sugar to find the thickness, thinness, highly thin. The test with an average value of ≥ 30.7 NTU of thinity category.

Keyword : *Coffee, Light Dependent Resistor, LDR Sensors, Turbidity*

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis sampaikan kehadirat Allah SWT telah memberikan rahmat, kekuatan dan kesabaran kepada penulis sehingga proposal skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat beserta salam, penulis sanjung sajian kepangkuan alam nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Dalam pembuatan proposal skripsi ini, penulis melaksanakannya di Lhokseumawe dengan judul **“Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kekentalan Minuman Kopi Menggunakan Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) Berbasis Arduino”**

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, tidak lepas dari arahan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan ribuan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. H. Herman Fitra S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng sebagai Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Dr. Muhammad Daud, S.T., M.T sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
3. Ibu Misbahul Jannah, S.T., M.T Sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Malikussaleh.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Dahlan Abdullah, S.T., M.Kom., IPU., ASEAN Eng sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh.
5. Bapak Andik Bintoro, S.T., M.Eng sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh.
6. Bapak Dr. Muhammad Daud, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak Dr. Muhammad Daud, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama.
8. Ibu Nanda Sitti Nurfebruary, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
9. Bapak Asran, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama.
10. Bapak Dedi Fariadi, S.T., M.Pd. selaku Dosen Penguji Pendamping.

11. Bapak/Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
12. Bapak/Ibu Administrasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
13. Terimakasih kepada Ayah dan Ibu, Ayahanda Muhammad Nasir dan Ibunda Marlina, atas semua kasih sayang, motivasi, nasehat, semangat, dan dorongan yang selalu kalian berikan selama menjalani hidup ini untuk membuat penulis menjadi orang yang lebih baik, lebih berani, dan lebih tabah. Penulis mohon maaf atas ketidak mampuan penulis sampai saat ini, dan penulis berharap doa dan harapan yang disampaikan ibu dalam setiap sujud menjadi terwujud dan menjadi kekuatan bagi penulis.
14. Kepada seseorang dengan Nim 190430026 yang tak kalah penting kehadirannya, terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan karya tulis ini, baik tenaga maupun waktu kepada penulis. Telah mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan semangat untuk pantang menyerah.
15. Teman-teman Apa Aceh yang selalu kebersamai serta rekan seangkatan 2019 Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih kurang sempurna dan terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan, baik saran maupun kritik sehingga dapat bermanfaat bagi penulis maupun pihak-pihak lain yang membacanya.

Lhokseumawe, 11 Desember 2023

Penulis,



Muhammad Reza
NIM. 190150091

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Minuman Kopi	4
2.2.1 Sejarah Kopi di Indonesia.....	4
2.2.2 Kopi Saring Khas Aceh	6
2.3 <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR).....	8
2.4 Nephelometric Turbidity Unit (NTU).....	9
2.5 Arduino Uno	12
2.6 Liquid Crystal Display (LCD)	16
2.7 Inter Inegrated Circuit (I2C)	17

2.8 Proteus.....	18
2.9 Arduino IDE.....	20
2.10 Sketchup 3D.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Tahapan Penelitian.....	22
3.2 Identifikasi dan Kebutuhan Perancangan.....	23
3.2.1 Kebutuhan Perancangan Elektronik.....	23
3.2.2 Kebutuhan Perancangan Mekanik	24
3.3 Metode Perancangan Sistem	26
3.3.1 Blok Diagram Sistem.....	26
3.3.2 Sistem Kerja Alat.....	27
3.3.3 Perancangan Elektronik	28
3.3.4 Perancangan Mekanik.....	29
3.4 Metode Pengujian	31
3.5 Analisa Sistem	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Pembangunan Prototipe	34
4.2 Hasil Pengujian Prototipe Alat	37
4.2.1 Prosedur Pengujian Alat	37
4.2.2 Hasil Pengujian Kekentalan Minuman Kopi.....	39
4.3 Analisa Data	46
4.3.1 Analisis Ambang Batas Kental, Encer, dan Sangat Encer ...	46
4.3.2 Analisis Pengaruh Penambahan Gula pada Minuman Kopi.	51
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55

LAMPIRAN A: Kode Program Arduino IDE.....	59
LAMPIRAN B: Datasheet	61
LAMPIRAN C: Desain Alat.....	68
LAMPIRAN D: Rincian Harga	83

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kopi.....	5
Gambar 2.2 Sejarah kopi di Indonesia	6
Gambar 2.3 Cara penyeduhan kopi di Aceh	7
Gambar 2.4 Sensor <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR)	8
Gambar 2.5 Modul Sensor LDR	9
Gambar 2.6 Nephelometric Turbidity Unit (NTU)	10
Gambar 2.7 Skematik Arduino Uno.....	12
Gambar 2.8 Skematik Integrated Circuit (IC).....	13
Gambar 2.9 Diagram pin Integrated Circuit (IC).....	14
Gambar 2.10 Spesifikasi IC Atmega328P	15
Gambar 2.11 Liquid Crystal Display (LCD)	16
Gambar 2.12 Struktur Liquid Crystal Display (LCD)	17
Gambar 2.13 Pin Inter Integrated Circuit (I2C).....	18
Gambar 2.14 Tampilan Software Proteus	19
Gambar 2.15 Software Arduino IDE	20
Gambar 2.16 Tampilan Software Sketchup 3D	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2 Blok Diagram	26
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem kerja Alat.....	27
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor LDR pada rancangan alat	28
Gambar 3.5 Rancangan visual prototype	30
Gambar 3.6 Peletakan komponen alat.....	31
Gambar 3.7 Pengujian Kode Program pada Arduino.....	32
Gambar 4.1 Hasil Rncangan Elektronik	34
Gambar 4.2 Program yang digunakan pada Rancangan	36
Gambar 4.3 Tampilan hasil pembacaan sensor LDR pada LCD	38
Gambar 4.4 Tingkat kekentalan air	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Daftar Software yang digunakan.....	24
Tabel 3.2 Daftar perangkat keras	25
Tabel 3.3 Peralatan kerja.....	25
Tabel 3.4 Pemasangan kabel pada rangkaian.....	29
Tabel 4.1 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 1	40
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 2	41
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 3	42
Tabel 4.4 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 4	43
Tabel 4.5 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 5	44
Tabel 4.6 Tabel hasil pengujian tingkat kekentalan minuman kopi	46
Tabel 4.7 Analisis nilai kekentalan kopi	50

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan utama yang menghasilkan banyak hal, termasuk pendapatan petani, bahan baku industri, devisa, dan pengembangan wilayah. Indonesia adalah negara pengekspor kopi keempat terbesar di dunia, di belakang Brazil, Vietnam, dan Kolombia [1].

Masyarakat umumnya mengonsumsi tiga jenis kopi. Kopi Liberika, Robusta, dan Arabika memiliki karakter yang berbeda. Ada rasa, aroma, dan nilai jual. Itu tidak terjadi karena kandungan zat dalam ketiga jenis kopi berbeda. Salah satunya adalah kantong kafein [2].

Kopi Ulee Kareng dari Kecamatan Ulee Kareng dan Gayo adalah yang paling banyak diproduksi di Aceh. Kopi ini dijual di hampir semua kedai kopi di Aceh karena metode pengolahannya yang membuatnya unik dan disajikan dengan cara yang unik di dunia. Selain diseduh dengan air panas selama proses penyeduhan, bubuk kopi juga dimasak dan dibiarkan mendidih untuk menghasilkan cita rasa dan aroma yang sangat kuat. Selanjutnya, kopi yang telah dimasak disaring beberapa kali menggunakan saringan kain kerucut. Ini menghasilkan kopi yang sangat pekat, harum, dan bebas bubuk [3].

Berdasarkan tingkat kekeruhan air dalam satuan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTUs). Dalam kedua metode *nephelometri* dan *turbidimetri*, sampel cairan diproyeksikan melalui wadah sampel transparan. *Nephelometri* biasanya menggunakan sumber cahaya dengan panjang gelombang relatif singkat (misalnya, 500 nm-800 nm), dan efektif untuk mendeteksi partikel berukuran sangat kecil. *Turbidimetri*, di sisi lain, biasanya menggunakan sumber cahaya dengan panjang gelombang yang lebih panjang (misalnya, 800 nm-1100 nm), dan efektif untuk mendeteksi partikel berukuran lebih besar. Dalam turbidimetri, intensitas cahaya yang ditransmisikan melalui sampel diukur dalam *nephelometri*, intensitas cahaya yang tersebar diukur dan jika seberkas cahaya melewati sampel keruh, intensitasnya dikurangi [4].

Seperti yang ditunjukkan oleh penelitian terbaru, nephelometer saat ini adalah instrumen yang tepat untuk mengukur penurunan angka kekeruhan hingga 0,3 NTU. Ada berbagai teknologi yang digunakan untuk menghitung partikel, tergantung pada aplikasi. Tiga teknologi sensor yang paling umum adalah zona listrik, cahaya-mengaburkan, dan lampu-pencar. Tampaknya sensor cahaya adalah pilihan terbaik untuk industri air minum. Instrument ini biasanya dapat mengukur partikel ukuran 2 μm atau lebih besar dan dapat melacak tanaman air limbah dengan mudah tanpa alat tambahan [5].

Pada dasarnya partikel kekeruhan tidak bisa dilihat oleh mata langsung, sehingga dibutuhkan alat untuk mendeteksi tingkat kekentalan minuman kopi. Berdasarkan pembahasan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan sebuah rancangan alat pendeteksi kekentalan minuman kopi menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR). Keunggulan dari perancangan penelitian ini yaitu dapat mengetahui tingkat kekentalan minuman kopi yang memengaruhi kualitas cita rasa dari sebuah minuman kopi. Hal ini juga dapat mempengaruhi dari segi pemakaian bubuk kopi yang lebih hemat. Perancangan dilakukan dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino sebagai pengontrol atau pengolah data. Untuk mendeteksi tingkat kekentalan minuman kopi, akan digunakan sebuah sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) yang dihubungkan pada arduino.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, terdapat beberapa rumusan masalah yang akan menjadi bahan penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan alat pendeteksi kekentalan minuman kopi?
2. Bagaimana kinerja dari alat pendeteksi kekentalan minuman kopi menggunakan sensor LDR berbasis Arduino?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diuraikan diatas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang alat pendeteksi kekentalan minuman kopi.
2. Menguji kinerja alat pendeteksi kekentalan minuman kopi.

1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa keuntungan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat ini dapat digunakan sebagai modul pembelajaran bagi mahasiswa untuk memperdalam ilmu tentang penerapan sensor pada peralatan yang digunakan sehari-hari.
2. Memberikan sumber referensi untuk mahasiswa yang ingin mengembangkan penelitian sebagai tugas akhir selanjutnya.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi pengembangan pada sektor usaha minuman kopi.
4. Mempermudah dan mengurangi pemborosan bubuk kopi serta menjaga cita rasa kualitas dari minuman kopi.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menghindari adanya pembahasan di luar materi dalam mengerjakan tugas akhir ini, maka batasan masalah terdiri dari :

1. Membahas tentang perancangan alat pendeteksi kekentalan minuman kopi.
2. Membahas kinerja Sensor *Ligh Dependent Resistor* (LDR) sebagai pendeteksi tingkat kekentalan pada minuman kopi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada tahun 2018 Hujair AH. Sanaki telah melakukan penelitian terhadap peningkatan dan pengembangan kualitas kopi di desa Brunosari yang berlokasi di Provinsi Jawa Tengah. Dalam penelitian ini, kopi bubuk yang diolah disimpan dalam kemasan yang ideal untuk mempertahankan aroma dan rasa kopi yang ideal untuk dikonsumsi. Hal tersebut dilakukan dengan melewati beberapa tahap diantaranya pengolahan biji kopi yang dulunya menggunakan cara tradisional hingga menggunakan cara yang lebih modern [6].

Pada 2019, Bowo Eko Cahyono berhasil menggunakan Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Dia melakukan pengukuran ini dengan mempelajari fitur sensor seperti sensitivitas, kelinieran, presisi, dan akurasi. Ini adalah dasar desain dan pemrograman Arduino. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas yang diukur semakin rendah ketika tingkat kekeruhan air diukur [7].

Pada tahun 2022, M. Ari Fahril telah merancang sebuah alat yang dapat mendeteksi tingkat kekeruhan air dengan menggunakan sensor kekeruhan dengan menggunakan sensor fotodioda sebagai sensor cahaya [8].

2.2 Minuman Kopi

2.2.1 Sejarah Kopi di Indonesia

Kopi adalah tanaman pertanian yang ditanam di lebih dari lima puluh negara, dan digunakan sebagai minuman hasil seduhan biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan menjadi bubuk. Dua jenis pohon kopi yang paling umum dikenal orang adalah Arabika dan Robusta [9].

Pada awalnya, setiap tanaman kopi adalah jenis kopi arabika, yang merujuk pada jenis kopi yang dikembangkan oleh orang Arab. Kopi ini dibawa ke Yaman dari Abyssinia dan dibudidayakan di dataran tinggi negara itu. Sekitar tahun 575

Masehi, tanaman kopi pertama di Yaman ditanam [10]. Adapun kopi dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Kopi
(<https://rimbakita.com/sejarah-kopi>)

Saat ini, kopi tumbuh lambat karena daerah itu hanya menghasilkan kopi. Pedagang Arab sangat menjaga kualitas kopi dan hanya membiarkan biji kopi dikirim ke luar Arab melalui pelabuhan Mocha di Yaman. Untuk memastikan bahwa biji kopi yang akan dijual awet dan tidak rusak, mereka harus merebusnya [11].

Pada tahun 1696, Belanda mengangkut kopi dari Malabar, India, ke Jawa dan membudidayakan tanaman kopi di Kedawung, sebuah perkebunan dekat Batavia. Gempa bumi dan banjir menghancurkan tanaman kopi, jadi pada 1699, Belanda mengirim stek pohon kopi dari Malabar ke Jawa [12].

Kopi yang dibuat dari tanaman Jawa dikirim ke Belanda pada tahun 1706 untuk diteliti di Kebun Raya Amsterdam. Hasilnya luar biasa, dan kopinya enak. Tanaman kopi ini kemudian dibudidayakan di setiap perkebunan kopi di Indonesia. Belanda juga menanam kopi di pulau-pulau Indonesia seperti Sumatera, Sulawesi, Bali, dan Timor [13].



Gambar 2.2 Sejarah kopi di Indonesia
(<https://enjoyjava.com/java-coffee>)

Tragedi tragis terjadi pada tahun 1878. Semua kebun kopi di Indonesia, terutama di dataran rendah, hancur karena penyakit karat daun yang disebut *Hemileia vastatrix* (HV). Untuk mengatasi masalah ini, Belanda mengirimkan kopi liberika, yang dianggap lebih tahan terhadap karat daun. Selama beberapa tahun, kopi liberika digunakan di perkebunan dataran rendah sebagai pengganti kopi Arabika, meskipun harganya hampir sama dengan kopi Arabika. Namun, tampaknya tanaman kopi liberika juga mengalami masalah yang sama. Belanda membawa kopi robusta tambahan pada tahun 1907. Upaya ini menjaga perkebunan kopi dataran rendah yang kuat. Semua perkebunan kopi Belanda di Indonesia dinasionalisasi setelah Indonesia menjadi negara merdeka pada tahun 1945. Setelah itu, Belanda tidak lagi menjadi pemasok kopi terbesar di dunia [14].

2.2.2 Kopi Saring Khas Aceh

Di Aceh, kopi menjadi sangat terkenal dan sangat digemari sehingga warung kopi bertebaran di Aceh hingga sampai ke pelosok Aceh karena masyarakat Aceh sendiri tidak dapat dipisahkan dari kopi. Bahkan penikmat kopinya tidak terbatas pada usia, jenis kelamin, maupun keadaan ekonomi, semuanya berbaaur dalam satu tradisi tanpa adanya sekat-sekat pemisah diantara para penikmat kopi di daerah tersebut dan tak jarang melakukan kontak sosial di warung kopi. Sehingga, warung kopi menjadi destinasi pertama bagi kebanyakan orang Aceh sebagai tempat berdiskusi dan lainnya. Dua pusat produksi kopi di Aceh adalah Ulee

Kareng (kopi robusta dari kecamatan Ulee Kareng) dan Gayo (kopi arabika). Terkhususkan untuk kopi ulee kareng dengan karakteristik warna yang sangat pekat, hampir seluruh kedai kopi di Aceh menyuguhkan kopi ini, karena teknik pengolahannya yang menyimpan keunikan tersendiri dan penyajiannya yang berbeda dengan cara penyajian kopi di seluruh dunia [15].

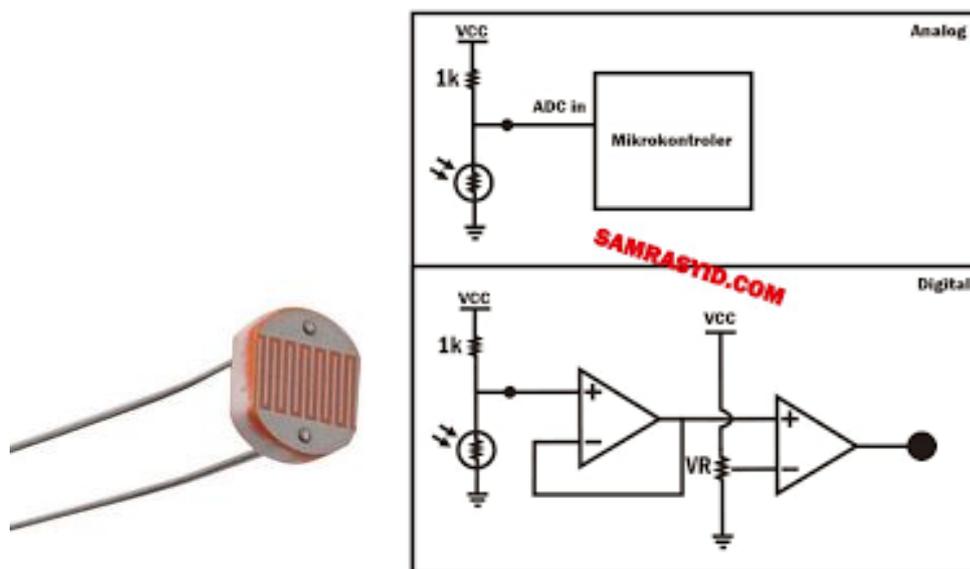


Gambar 2.3 Cara penyeduhan kopi di Aceh
(<https://www.goodnewsfromindonesia.id>)

Seorang barista atau penyeduh kopi di warung kopi Aceh menyeduh kopi dengan mengangkat lengannya setinggi mungkin sambil menahan saringan kopi segitiga lancip yang terbuat dari kain. Selain diseduh dengan air panas selama penyeduhan, bubuk kopi juga dimasak dan disimpan dalam keadaan mendidih. Karena itu, kopi yang telah dimasak kemudian disaring beberapa kali menggunakan saringan kain kerucut, menghasilkan kopi yang benar-benar memiliki cita rasa dan aroma yang kuat. Ini menghasilkan kopi yang sangat pekat, harum, dan bebas bubuk [16].

2.3 Light Dependent Resistor (LDR)

Nilai resistansi LDR, juga dikenal sebagai resistor bergantung cahaya, berubah seiring intensitas cahaya yang mengenai sensor. Dengan kata lain, nilai resistansi LDR menjadi lebih rendah seiring intensitas cahaya yang mengenai sensor. Akibatnya, aliran listrik terhambat [17].



Gambar 2.4 Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR)
(<https://www.watelectronics.com>)

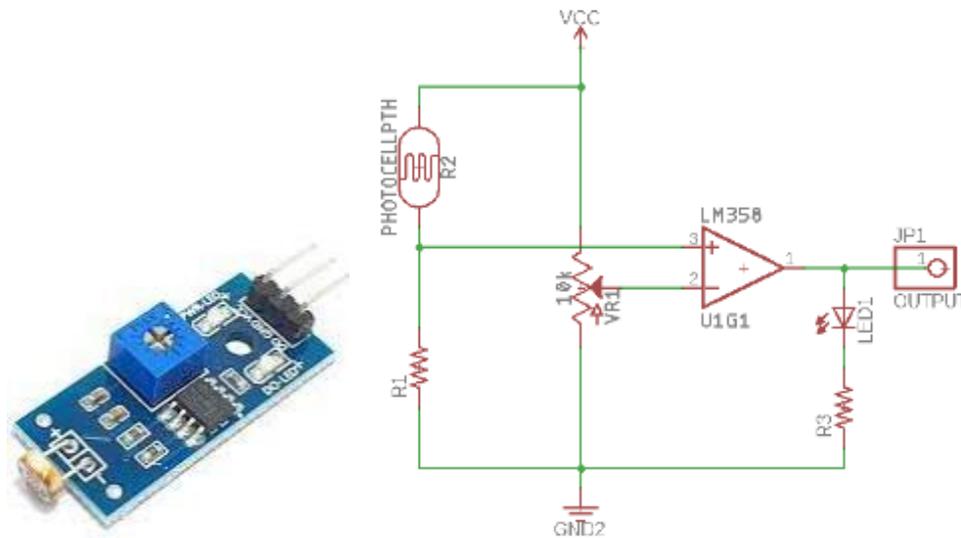
Selain itu, sensor ini dapat ditemukan dalam bentuk modul sensor cahaya (LDR). LDR memiliki pin output analog dan digital yang diberi label AO dan DO pada PCB. Nilai resistansi LDR pada pin analog meningkat dengan intensitas cahaya dan menurun dengan kegelapan cahaya [18].

Jika DO pin digital tinggi atau rendah, potensiometer on-board dapat mengontrol sensitivitasnya. Spesifikasi modul Sensor LDR adalah sebagai berikut:

- Power : 3.3v – 5v
- Output Tipe : Digital Output (0 dan 1)
- Sensitivitas : Dapat diatur dengan Potensiometer
- Dimensi : 33mm x 15mm
- Kompatibel : Arduino, ESP32, Raspberry Pi dan Mikrokontroller lainnya

Nilai resistansi sensor LDR biasanya 200 KOhm dalam kegelapan dan turun menjadi 500 Ohm ketika terkena banyak cahaya. Oleh karena itu, sangat umum

bahwa bagian elektronika yang peka terhadap cahaya ini digunakan untuk lampu jalan, alarm, kamar tidur, dan lainnya [19]. Adapun modul sensor LDR dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Modul Sensor LDR
(<https://blog.unnes.ac.id>)

Sensor LDR dapat dipasang pada berbagai rangkaian elektronika untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik berdasarkan cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenai LDR, maka nilai resistansinya lebih tinggi, dan semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR, maka nilai resistansinya lebih rendah [20].

2.4 *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU)

Keruh adalah keadaan di mana air mengandung banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau penampilan yang berlumpur dan kotor. Lumpur, bahan organik yang tersebut secara baik, dan partikel tersuspensi lainnya adalah beberapa contoh bahan yang menyebabkan air menjadi keruh [21].



Gambar 2.6 *Nephelometric Turbidity Unit (NTU)*
(<https://waterpedia.co.id>)

Nephelometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan. Ini menghasilkan nilai dalam satuan kekeruhan nephelometric (NTUs), yang merupakan satuan standar untuk mengukur kekeruhan. Setiap teknik nephelometri dan turbidimetri memproyeksikan sampel cairan melalui wadah sampel transparan. Di sisi lain, nephelometri biasanya menggunakan sumber cahaya dengan panjang gelombang yang relatif singkat (misalnya, 500 nm-800 nm), dan efektif untuk mendeteksi partikel berukuran lebih besar. Turbidimetri, di sisi lain, biasanya menggunakan sumber cahaya dengan panjang gelombang yang lebih panjang (misalnya, 800 nm–1100 nm). Berbeda dengan turbidimetri, nephelometri mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan melalui sampel, dan hamburan mengurangi intensitas cahaya jika seberkas cahaya melewati sampel keruh [22].

Air dapat menjadi lebih hitam atau lebih keruh karena pasir, zat organik dan anorganik yang halus, plankton, dan mikroorganisme lainnya [23].

Standar kekeruhan air adalah 5-25 NTU; lebih dari itu akan menyebabkan :

1. Mengganggu keindahan.
2. Menurunkan kualitas desinfeksi air.

Untuk mengukur tingkat kekeruhan, terdapat beberapa metode yang digunakan diantaranya adalah *Nephelometric method*, *Visual method*, *Turbidimeter holigne* [24].

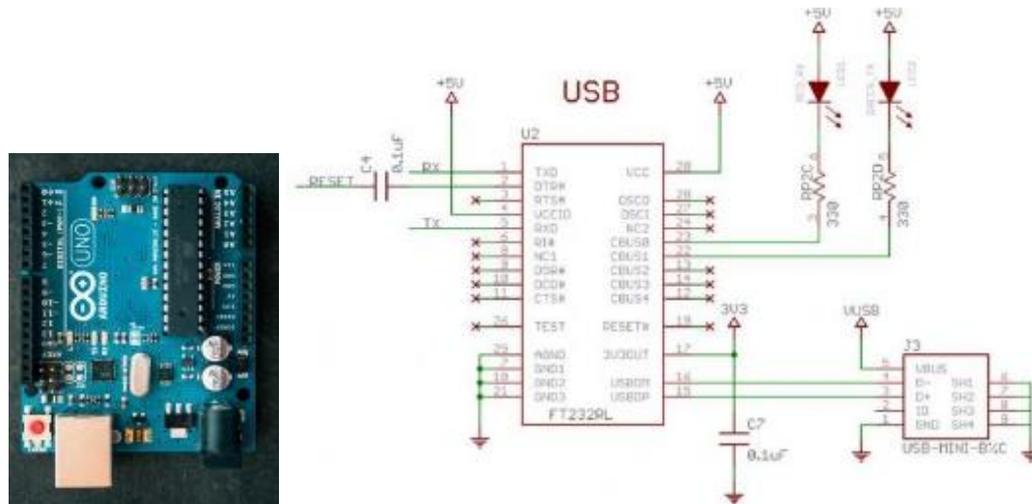
1. ***Nephelometric method***, Prinsip kekeruhan air nefelometric bergantung pada perbandingan intensitas cahaya yang disebabkan oleh suatu larutan standar dalam kondisi yang sama. Semakin tinggi intensitas yang terserap, semakin kekeruhan alat yang digunakan.
2. ***Visual method***, Unit Turbiditas Jackson adalah metode visual yang menggunakan meteran candle turbidimeter untuk mengukur kekeruhan air. Metode ini didasarkan pada panjang cahaya melalui suspensi yang dihitung tepat saat bayangan lilin (lilin) hilang. Untuk membandingkan kekeruhan secara visual, ukur panjang jalan candle turbidimeter dan botol.
3. ***Turbidimeter holigne***, digunakan untuk mengukur kekeruhan dengan skala 0–15 unit. Konsepnya adalah untuk menunjukkan efek tunda penyusutan sumber cahaya terhadap sampel air; dalam kasus ini, suspensi standar tidak digunakan.

Untuk mengukur tingkat kekentalan minuman kopi, terdapat tiga metode yang dapat digunakan untuk menilai kekeruhan atau kekentalan minuman kopi jika menggunakan sensor *Light Dependent Resistor* [25].

1. **Metode Nephelometric:** Metode ini bergantung pada hamburan sinar. Detektor diposisikan pada sudut 90 derajat dari sumber sinar, dan hamburan cahaya diukur menggunakan campuran atau medium. Partikel dalam air akan mencegah cahaya melewatinya.
2. **Metode Turbidimeter:** Alat ini akan memancarkan cahaya pada sampel atau media, dan cahaya tersebut akan diserap, dipantulkan, atau menembus media pengukuran. Cahaya yang menembus media pengukuran akan diukur dan dikirim kembali dalam bentuk angka.
3. **Metode Sensor LDR:** Pengujian dengan instrumen pengukur intensitas cahaya menunjukkan presisi 92,58% dan akurasi rata-rata 87,89%, dan sensor LDR memiliki sensitivitas 0,0082 mV per lux.

2.5 Arduino Uno

Arduino adalah perangkat elektronik bersifat open source yang sering digunakan dalam desain dan pembuatan software dan perangkat elektronik dasar [26]. Adapun skematik arduino uno dapat dilihat pada gambar 2.7

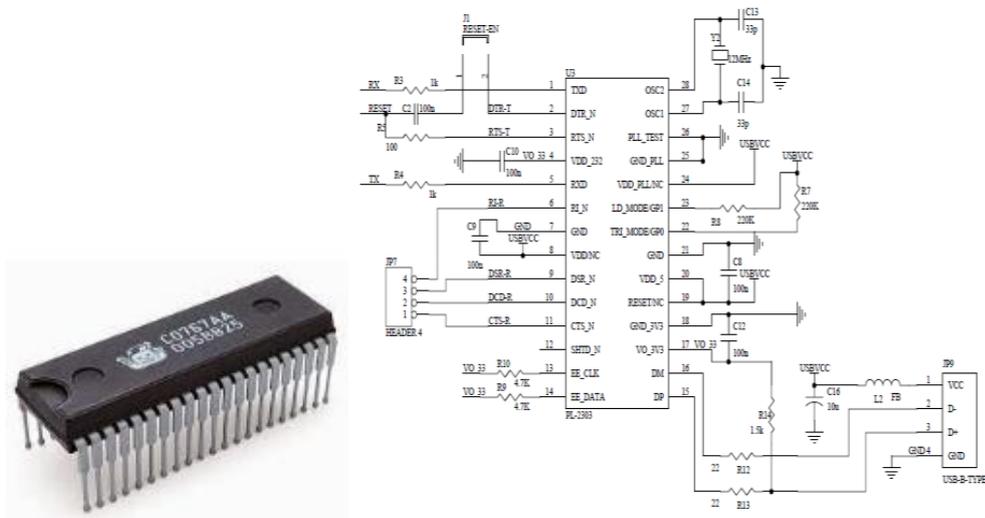


Gambar 2.7 Skematik Arduino Uno
(<https://docs.arduino.cc>)

Arduino memiliki beberapa komponen penting, seperti mikrokontroler, konektor, dan pin, yang akan dibahas lebih lanjut. Perangkat Arduino memerlukan beberapa komponen penting, seperti mikrokontroler, konektor, dan pin penghubung [27].

a. Mikrokontroler Atmega328

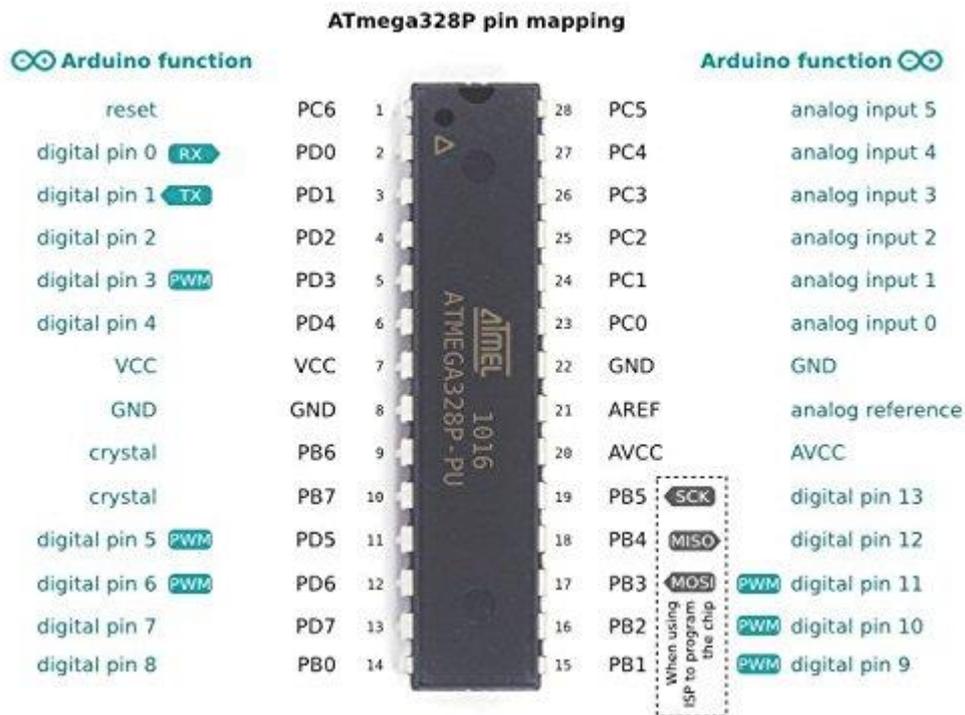
Mikrokontroler adalah chip atau IC (integrated circuit) yang dapat melakukan pemrograman melalui komputer. Ini memungkinkan mikrokontroler untuk membaca input, memproses input tersebut, dan kemudian menghasilkan output yang diinginkan pengguna. Untuk melakukan ini, pengguna harus menanamkan program pada mikrokontroler [28]. Adapun Skematik (IC) dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Skematik *Integrated Circuit* (IC)
(<https://www.arduino.cc>)

Bisa disebut sebagai pusat Arduino, mikrokontroler adalah suatu integrated circuit (IC) yang memungkinkan pengguna memprogram Arduino dan memproses outputnya berdasarkan input yang diberikan. Setiap chip Arduino berbeda [29].

Salah satu dari banyak jenis IC yang tersedia untuk dibeli di pasaran adalah Atmega328, mikrokontroler AVR yang memiliki konsumsi daya rendah (Pico power). IC ini mudah diprogram dan dapat diprogram ulang dengan berbagai platform, seperti Prototype Arduino dan Aplikasi IDE Arduino [30]. Adapun (IC) dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Diagram pin Integrated Circuit (IC)
(<https://docs.arduino.cc>)

Gambar 2.9 menunjukkan konfigurasi kaki 28 pin standar ATmega328P, yang dapat digunakan sebagai port atau untuk berbagai fungsi lainnya. Arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) ATmega328P adalah mikrokontroler buatan Atmel yang memungkinkan proses eksekusi data lebih cepat dari arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer) [31].

Fitur Spesifikasi	Nilai
Banyak Kaki Pin	28 Pin
Performa	Up to 16 MHz
Memory Flash	32K Bytes
Daya Tulis Memory Flash	10.000 Kali
Memory SRAM	2K Bytes
Memory EEPROM	1K Bytes
Daya Tulis Memory EEPROM	100.000 Kali
Pin Digital	17 Pin
Pin Analog	6 Pin
Tegangan Kerja	2.7 - 5.5 Volt
Konsumsi daya	1 uA untuk 3 Volt

Gambar 2.10 Spesifikasi IC Atmega328P
(<https://docs.arduino.cc>)

b. Konektor

Konektor adalah komponen penting lainnya. Arduino memiliki dua jenis konektor yang sangat penting: konektor daya dan konektor serial. Salah satu konektor yang paling umum adalah Power Konektor, yang digunakan untuk menyalurkan daya pada Arduino dan perangkat yang terhubung dengannya, seperti sensor dan layar monitoring. Sementara konektor serial digunakan untuk menghubungkan Arduino ke perangkat Anda, seperti komputer atau laptop. Konektor ini dapat digunakan sebagai power konektor dan berfungsi dengan port USB Arduino standar. Namun, hanya perangkat Arduino yang lebih baru dapat menggunakan serial konektor [32].

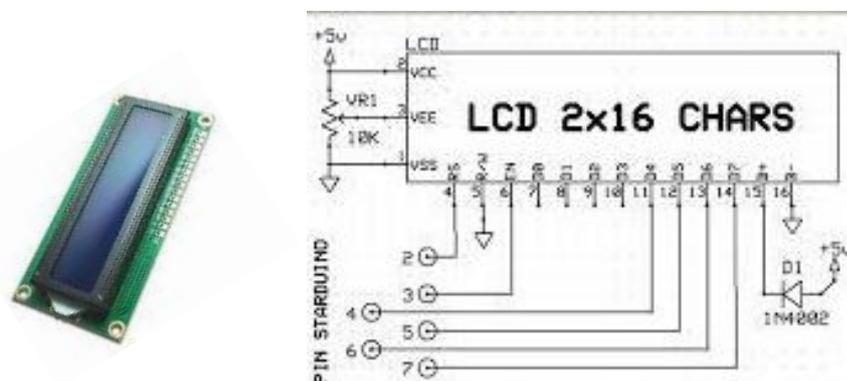
c. Pin

Untuk menghubungkan pin Arduino ke perangkat input/output, Anda hanya perlu menghubungkannya dengan kabel ke lubang pin header wanita. Pada PCB Arduino terdapat beberapa pin yang memiliki berbagai fungsi, masing-masing diberi label "pin digital" dan "pin analog" [33].

Pin analog digunakan untuk menerima input analog; mereka hanya dapat menerima tegangan analog dari 0v hingga 5v. Mereka juga dapat membaca sinyal dari sensor analog seperti sensor suhu dan mengubahnya menjadi nilai digital yang dapat dibaca. Pin digital biasanya memiliki empat belas pin input digital pada perangkat Arduino [34].

2.6 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah layar yang menggunakan susunan kristal cair dan diterangi oleh lampu latar untuk menghasilkan gambar. LCD biasanya terdapat pada perangkat elektronik seperti laptop dan ponsel, dan memiliki gambar dan keakuratan warna yang baik. [35].

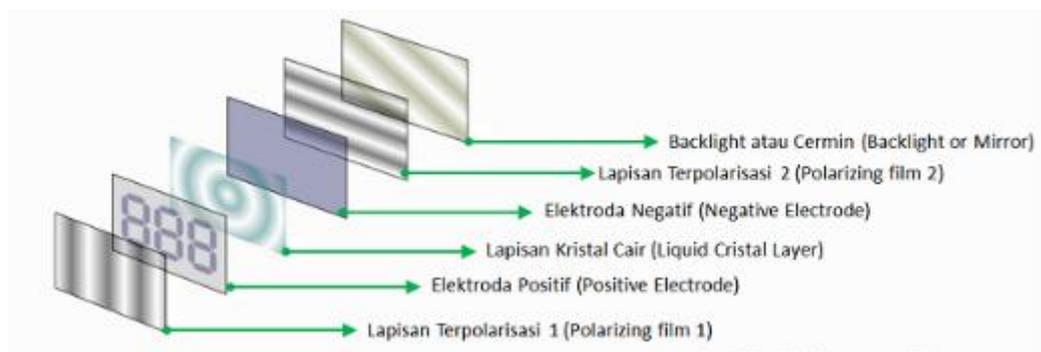


Gambar 2.11 Liquid Crystal Display (LCD)
(<https://circuitdigest.com>)

Seperti yang disebutkan sebelumnya, layar cair (LCD) terdiri dari dua bagian utama: backlight (lampu latar belakang) dan liquid crystal (kristal cair). Seperti yang disebutkan sebelumnya, cahaya latar belakang biasanya berwarna putih dan hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya [36].

Bagian-bagian LCD atau *Liquid Crystal Display* diantaranya adalah :

1. Lapisan Terpolarisasi 1 (*Polarizing Film 1*)
2. Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
3. Lapisan Kristal Cair (*Liquid Cristal Layer*)
4. Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
5. Lapisan Terpolarisasi 2 (*Polarizing film 2*)
6. Backlight atau Cermin (*Backlight or Mirror*)



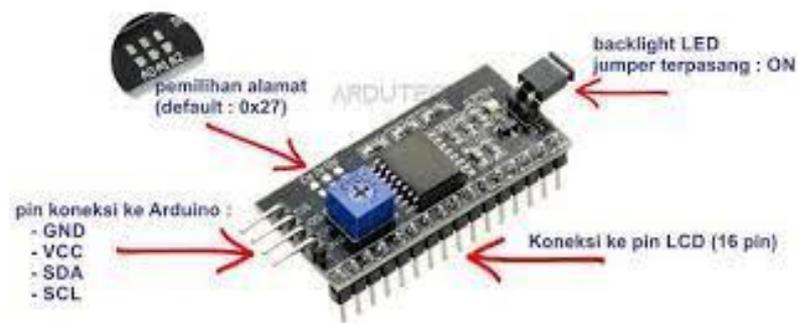
Gambar 2.12 Struktur *Liquid Crystal Display* (LCD)
(<https://www.pctechguide.com>)

Backlight LCD berwarna putih akan mencahayakan kristal cair atau kristal cair. Untuk menghasilkan warna yang diinginkan, kristal cair akan menyaring *backlight* dan merefleksikannya dalam sudut yang diinginkan. Sudut kristal cair berubah saat ditekan dengan tegangan tertentu. Karena perubahan sudut dan penyaringan cahaya *backlight* pada kristal cair, cahaya *backlight* yang sebelumnya berwarna putih dapat berubah menjadi berbagai warna. Untuk menampilkan warna putih, kristal cair harus dibuka selebar-lebarnya, sehingga cahaya *backlight* yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya, sedangkan untuk menampilkan warna hitam, kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya, sehingga cahaya *backlight* yang berwarna hitam tidak dapat ditampilkan. Untuk mendapatkan warna yang diinginkan, sudut refleksi kristal cair harus disesuaikan [37].

2.7 *Inter Integrated Circuit* (I2C)

Inter Integrated Circuit (I2C) adalah standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran yang dirancang untuk mengirim dan menerima data. Saluran I2C membawa informasi data antara I2C dan pengontrolnya melalui

saluran SCL, yang merupakan jam serial, dan SDA, yang merupakan jam serial data. Piranti yang terhubung ke bus I2C sistem dapat bertindak sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data ke bus I2C dengan membentuk sinyal start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan menghasilkan sinyal jam. Slave adalah piranti yang dialamati oleh master [38].



Gambar 2.13 Pin *Inter Integrated Circuit* (I2C)
(<https://en.wikipedia.org>)

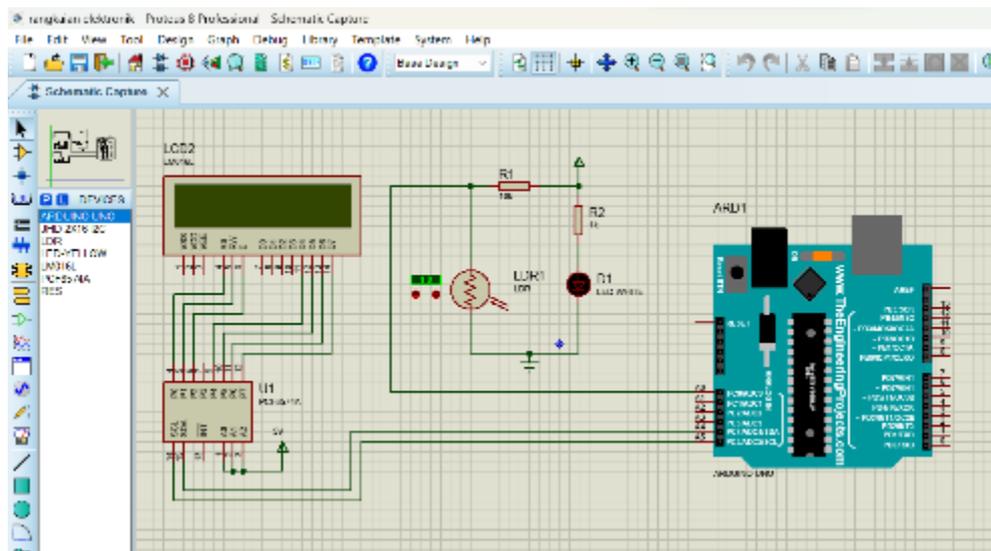
Dalam bus I2C, sinyal dasar tambahan adalah sinyal pengakuan, yang ditunjukkan dengan ACK. Sinyal Start adalah sinyal untuk memulai semua perintah, yang ditunjukkan dengan perubahan tegangan SDA dari "0" menjadi "1" pada saat SCL "1". Sinyal Stop adalah sinyal untuk mengakhiri semua perintah, yang ditunjukkan dengan perubahan tegangan SDA dari "0" menjadi "1" pada saat SCL "1" [39].

Untuk melakukan transfer data pada bus I2C, kita harus mengikuti prosedur yang telah ditetapkan. Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL tinggi dan hanya dapat mengalami perubahan keadaan "1" atau "0" pada SDA selama SCL rendah. Jika keadaan data berubah saat SCL tinggi, perubahan itu dianggap sebagai sinyal *start* atau *stop* [40].

2.8 Proteus

Proteus adalah program untuk mendesain PCB yang menggabungkan program ARES untuk membuat layout PCB dari skematik yang telah dibuat dan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian. Proteus juga melakukan simulasi pspice pada level skematik sebelum rangkaian skematik diupgrade ke

PCB, sehingga dapat mengetahui apakah PCB yang akan dicetak sudah benar atau tidak. Proteus cocok untuk pengenalan komponen elektronika seperti dasar-dasar elektronika hingga aplikasi mikrokontroller. Program ini memungkinkan Anda membuat rangkaian mikrokontroller. Setelah diinstal, program ini menawarkan berbagai contoh aplikasi desain yang memungkinkan kita untuk belajar dari yang sudah ada [41].



Gambar 2.14 Tampilan Software Proteus
(<https://www.raypcb.com>)

Proteus memiliki fitur-fitur yang dapat membantu dalam proses pengerjaan suatu project, diantaranya adalah [42]:

1. Memiliki kemampuan untuk mensimulasikan hasil rancangan baik digital maupun analog dan gabungan keduanya, mendukung simulasi yang menarik dan simulasi secara grafis.
2. Mendukung simulasi berbagai jenis microcontroller seperti PIC, 8051 series.
3. Memiliki model-model peripheral yang interactive seperti LED, tampilan LCD, RS232, dan berbagai jenis *library* lainnya.
4. Mendukung komponen instrument virtual seperti voltmeter, ammeter, oscilloscope, logic analyser, dan lainnya.
5. Memiliki kemampuan menampilkan berbagai jenis analisis secara grafis seperti transient, frekuensi, noise, distorsi, AC dan DC, dan lain-lain.
6. Mendukung berbagai jenis komponen-komponen analog,

7. Mendukung open architecture sehingga dapat memasukkan program seperti C++ untuk keperluan simulasi.

2.9 Arduino IDE

Software Arduino IDE (Integrate Development Enviroment) digunakan untuk membuat, mengedit, memverifikasi, dan mengunggah kode program ke perangkat Arduino [43].



Gambar 2.15 Software Arduino IDE
(<https://www.arduino.cc>)

Software Arduino IDE dinamakan sketch ditulis dalam teks editor dan disimpan sebagai ekstensi, memungkinkan Anda membuat dan mengedit kode program, area pesan, *console teks*, *tool bar*, dan tombol dengan fungsi umum ini [44].

2.10 Sketchup 3D

Sketchup adalah salah satu software yang dapat digunakan untuk mendesain grafis model tiga dimensi. Dimaksudkan untuk profesional teknik sipil dan arsitektur, serta untuk membuat film, game, dan rancangan yang terkait [45].

Perusahaan *startup software Boulder*, Colorado, yang didirikan pada tahun 1999, bertanggung jawab atas pengembangan SketchUp Software. Pada tahun 2000, Sketchup menjadi alat desain 3D, dan dia diberi penghargaan untuk pameran Commyt Choise [46].



Gambar 2.16 Tampilan Software Sketchup 3D
(<https://www.sketchup.com>)

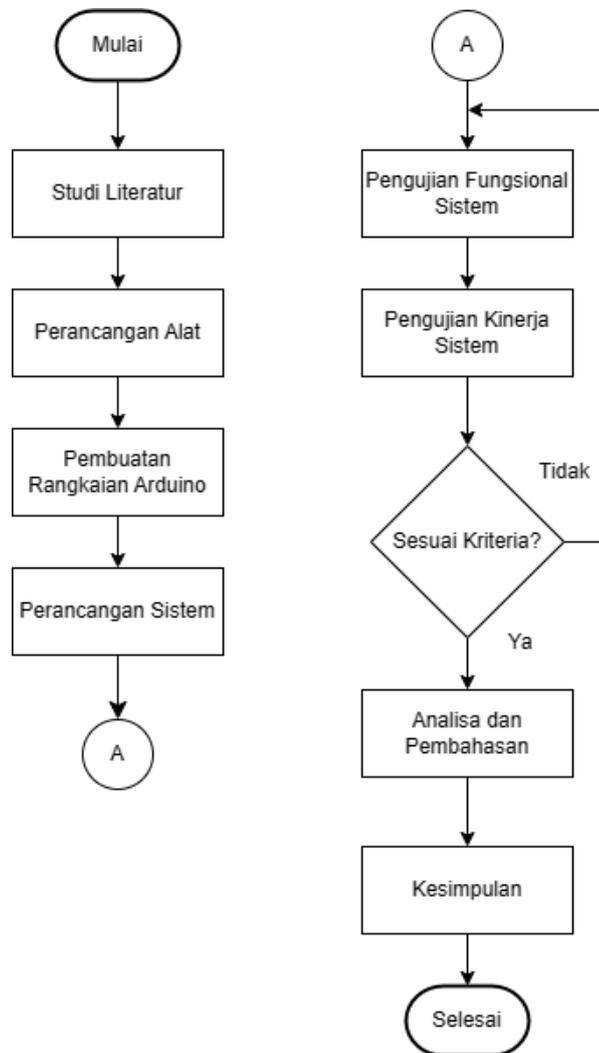
Salah satu kelebihan utama dari SketchUp adalah antarmuka pengguna yang ramah dan mudah digunakan. Sehingga pengguna tidak perlu memiliki pengetahuan teknis yang mendalam atau keahlian khusus dalam desain 3D untuk bisa menggunakannya. Fitur yang tersedia dalam SketchUp mudah dipahami dan dapat digunakan dengan cepat, sehingga pengguna dapat dengan mudah membuat model 3D yang akurat dan menarik [47].

Satu hal yang membuat SketchUp banyak diminati adalah kemampuannya untuk berkolaborasi. Pengguna dapat berbagi proyek dengan rekan tim atau klien, sehingga memungkinkan untuk mendapatkan masukan dan feedback dari mereka. SketchUp juga mendukung ekspor dan impor berbagai format file, sehingga pengguna dapat berbagi model dengan perangkat lunak desain lainnya [48].

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Untuk merancang sebuah prototype, terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan pada saat melakukan penelitian. Tahapan tersebut digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 3.1 merupakan tahapan yang perlu dilakukan untuk menyelesaikan perancangan alat pendeteksi kepekatan minuman kopi menggunakan sensor LDR.

1. Melaksanakan pembuatan dengan studi literatur, yakni khususnya dengan mengadakan tinjauan pustaka mengenai permasalahan yang akan diangkat. Serta memastikan bahwa penelitian tersebut dilakukam mengikuti sesuai arahan agar meminimalisir adanya kesalahan saat penelitian.
2. Kemudian akan merancang sirkuit, yakni penentuan komponen berdasarkan desain, realisasi, dan diagram sirkuit tercetak. Dari jalur sistem, serta terakhir perakitan komponen di papan sirkuit, setelah menyelesaikan desain pada rancangan, selanjutnya akan dilakukan perancangan rangkaian komponen yang dibutuhkan. Rancangan akan dilakukan beberapa tahap, dimulai dari perancangan rangkaian secara visual menggunakan software Proteus. Setelah perancangan rangkaian sudah sesuai kemudian akan dilanjutkan perancangan visual prototype menggunakan software Sketchup untuk menentukan desain akhir dari prototype sebelum dilakukan perakitan secara nyata atau asli.
3. Kemudian akan dilakukan pengujian alat secara keseluruhan. Apabila terdapat kendala pada saat ptototype dijalankan, maka dilakukan analisa penyebab terjadinya kesalahan baik pada rancangan elektronik maupun pada rancangan mekanis alat.
4. Apabila pada saat pengujian alat sudah dilakukan secara bertahap, akan dilakukan uji alat dengan menggunakan sampel yang akan diteliti. Jika hasil yang diuji masih tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka akan dilakukan analisa kesalahan dimulai dari tahap perancangan alat. Apabila hasil dari uji coba sudah sesuai, selanjutnya akan dilakukan pengambilan semua data yang akan dianalis pada penelitian ini.

3.2 Identifikasi dan Kebutuhan Perancangan

3.2.1 Kebutuhan Perancangan Elektronik

Terdapat beberapa perangkat lunak atau *software* yang akan digunakan penulis untuk menyelesaikan perancangan baik perancangan elektronik maupun untuk kebutuhan perancangan mekanik.

Tabel 3.1 Daftar *Software* yang digunakan

No.	Nama	Keterangan
1	Arduino IDE	<i>Software</i> untuk membuat kode program pada alat
2	Proteus	Melakukan simulasi rangkaian sebelum melakukan prancangan dalam bentuk nyata/asli
3	Sketchup 3D	Melakukan perancangan desain visual prototype dalam bentuk 3 dimensi

3.2.2 Kebutuhan Perancangan Mekanik

Penelitian ini dibutuhkan beberapa peralatan yang akan digunakan yang terdiri dari perangkat keras dan beberapa peralatan bantuan yang untuk proses perancangan mekanik.

a. Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari beberapa seperti akrilik yang digunakan sebagai wadah alat, gelas plastik bekas, sedotan bekas yang digunakan untuk saluran pembuangan, peralatan bantuan lainnya untuk melakukan desain rancangan.

Tabel 3.2 Daftar perangkat keras

No.	Nama	Keterangan
1	Arduino Uno	Modul mikrokontroler pengendali proyek elektronik
2	Sensor LDR	Sensor yang digunakan untuk keperluan mendeteksi tingkat cahaya
3	LCD 16x2 I2C	Panel layar datar dari kristal cair untuk memunculkan sebuah tampilan
4	Papan Breadboard	Papan penghubung rangkaian prototype
5	Adaptor 9V	Catu daya untuk perangkat elektronik
6	Kabel Jumper	Penghubung rangkaian elektronik
7	Akrilik	Plastik polimer yang digunakan sebagai wadah rancangan
8	Gelas Plastik	Sebagai wadah kopi

b. Peralatan Kerja

Pada bagian perancangan mekanis, dibutuhkan beberapa perlengkapan yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 3.3 Peralatan kerja

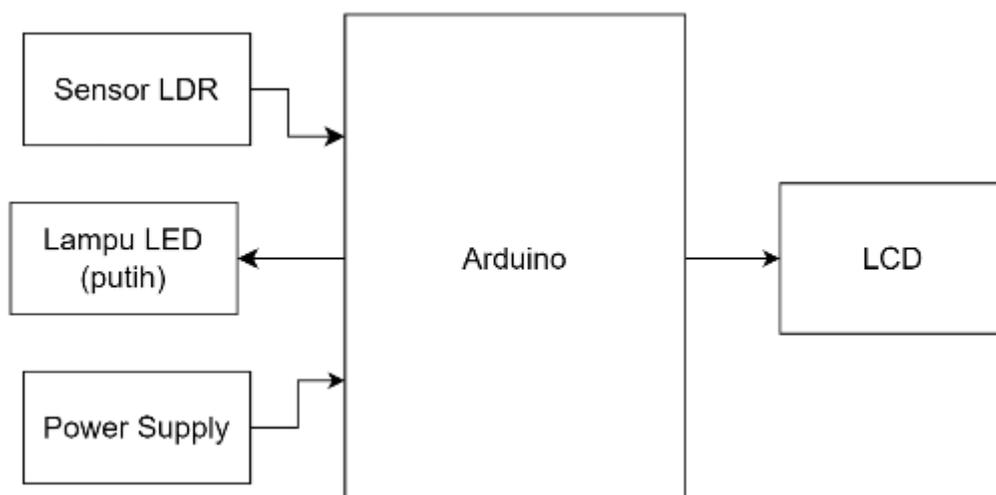
No.	Nama Alat	Jumlah
1	Gerinda	1
2	Solder dan Timah	1
3	Meteran	1
4	Obeng (+) dan (-)	1
5	Tang	1
6	Cutter	1

3.3 Metode Perancangan Sistem

Rancang sistem dilakukan dengan pemaparan blok diagram serta dilakukan pengembangan rancangan perangkat keras, kontrol dan program berdasarkan analisa kebutuhan yang telah disusun sebelumnya. Adapun perancangan sistem akan dijelaskan pada uraian dibawah ini.

3.3.1 Blok Diagram Sistem

Sistem yang direncanakan harus disinkronkan dengan diagram blok yang sudah dibuat untuk penelitian. Diagram blok sistem bisa dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.

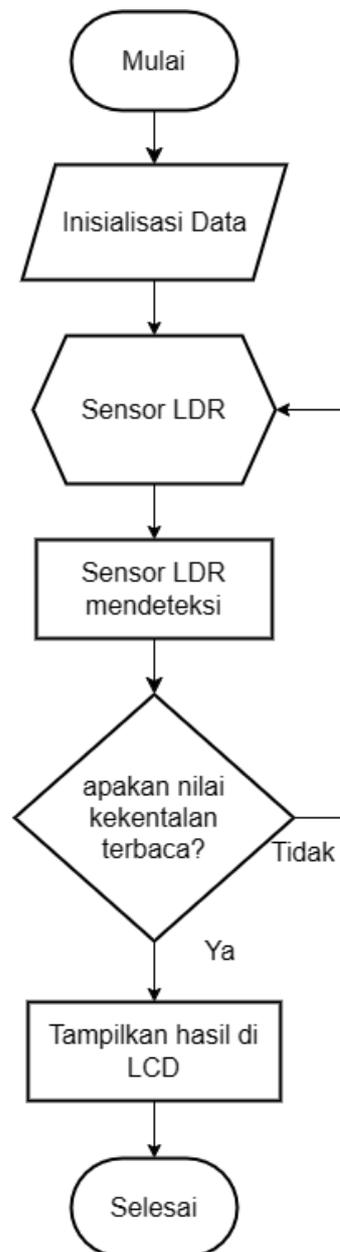


Gambar 3.2 Blok Diagram

Perancangan berdasarkan Gambar 3.2 yaitu elemen input berupa Sensor LDR, Lampu LED, dan *power supply* sebagai sumber daya. Sensor akan memberikan input berupa sebuah sinyal analog yang kemudian akan dikirim ke Arduino yang menjadi elemen proses data yang diterima. Lampu LED akan menjadi acuan pada saat Sensor LDR mendeteksi seberapa besar cahaya yang dipantulkan oleh lampu LED. Kemudian Arduino akan mengirimkan sinyal ke LCD untuk menampilkan output berupa variabel yang dapat dibaca oleh pengguna/manusia.

3.3.2 Sistem Kerja Alat

Diagram alir atau Flowchart merupakan diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah sangat berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah atau fungsionalitas dari sebuah rancangan. Rancangan alat pendeteksi kepekatan pada minuman kopi akan berjalan sesuai dengan diagram alir berikut.

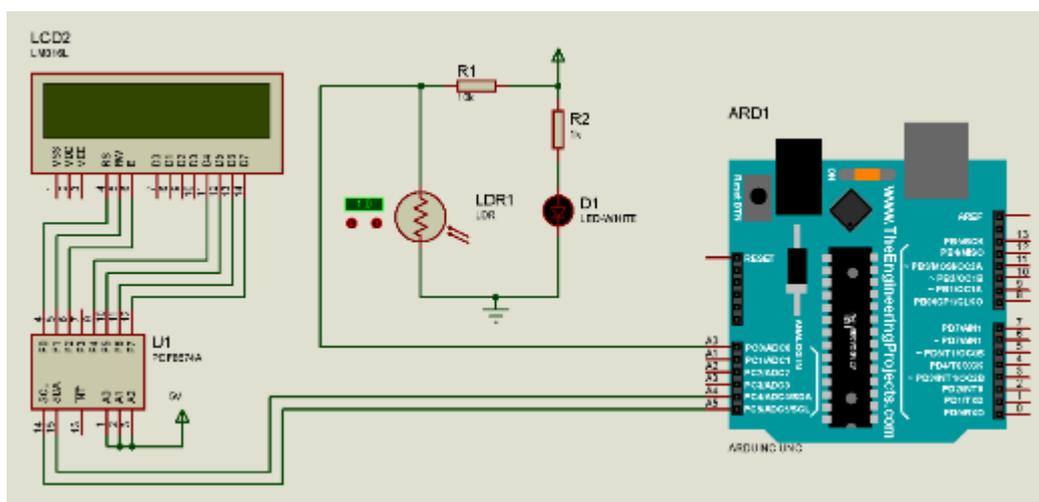


Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem kerja Alat

Program akan melakukan inialisasi data pada saat alat sudah dihidupkan. Sensor akan mulai mendeteksi saat kopi terdeteksi pada wadah yang telah dirancang. Apabila kopi belum terdeteksi, maka sensor tidak akan membaca dan nilai pada LCD akan menunjukkan 0. Pada saat kopi sudah terdeteksi pada wadah, maka sensor akan mulai bekerja. Lampu LED memberikan cahaya pada wadah minuman kopi. Cahaya ini akan dipantulkan oleh kopi dan diterima oleh sensor LDR. Sensor LDR akan mendeteksi kepekatan kopi berdasarkan seberapa banyak cahaya yang dipantulkan kembali ke sensor. Semakin pekat kopi, semakin sedikit cahaya yang dipantulkan kembali, dan begitu juga sebaliknya. Ketika intensitas cahaya yang diterima sensor berubah, resistansi listrik dari LDR juga akan berubah. Semakin banyak cahaya yang diterima sensor, semakin rendah resistansinya. Kemudian Arduino akan membaca perubahan resistansi tersebut sebagai perubahan dalam tegangan listrik. Arduino kemudian memproses data tersebut untuk menentukan kepekatan dari minuman kopi dan hasil pengukuran tersebut ditampilkan pada LCD.

3.3.3 Perancangan Elektronik

Rancangan elektronik pada penelitian ini terdiri dari beberapa komponen yaitu Arduino Uno, Sensor LDR, Lampu LED yang terdapat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor LDR pada rancangan alat

Arduino akan menjadi sistem dari rancangan pendeteksi kepekatan minuman kopi, dimana semua semua komponen yang akan digunakan akan dihubungkan pada pin Arduino. Pada pemasangan LCD I2C, pin SDA dan SCL dihubungkan ke pin A4 dan A5 yang berada di Arduino. Pin VCC pada LCD dihubungkan pada pin 5V Arduino dan pin GND dihubungkan ke sesama GND.

Tabel 3.4 Pemasangan kabel pada rangkaian

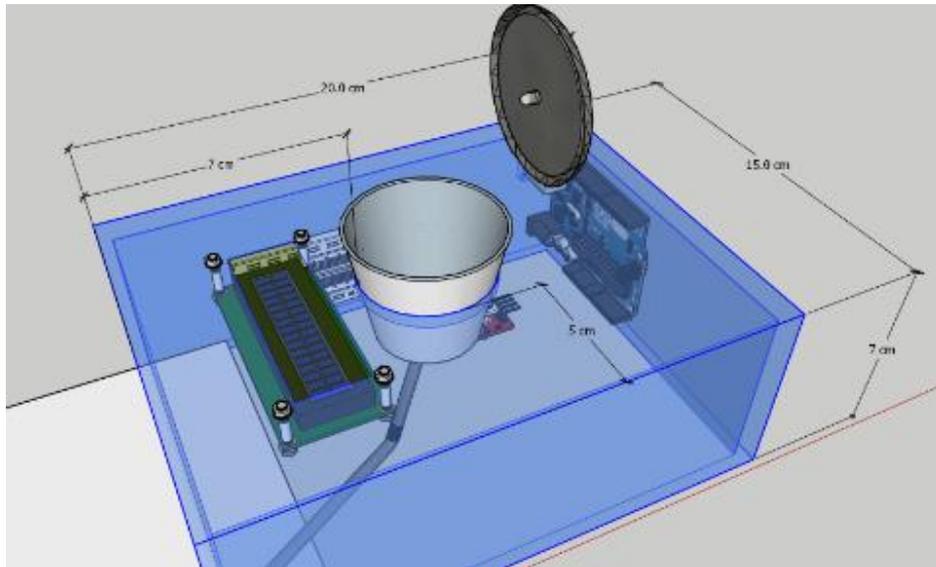
LCD 16x2 I2C	Arduino Uno
Vin	5V
GND	GND
SDA	A4
SCL	A5

Pemasangan sensor pada rangkaian alat adalah dengan menghubungkan salah satu kaki Sensor cahaya LDR ke pin 5v arduino dan kaki sensor satunya dihubungkan ke pin GND arduino. Kaki sensor yang terhubung dengan pin 5V arduino, dihubungkan ke pin digital A0 arduino melalui sebuah resistor.

Pemasangan lampu dirancang sebagai sumber cahaya untuk dipantulkan pada sensor LDR melalui minuman kopi. Anoda LED dihubungkan ke positif atau pin 5V melalui resistor. Katoda LED dihubungkan ke pin GND Arduino

3.3.4 Perancangan Mekanik

Perancangan prototype ini menggunakan komponen utama Sensor LDR sebagai pendeteksi kepekatan kopi, Lampu LED sebagai sumber cahaya yang akan dipantulkan dan diterima oleh sensor LDR, Arduino sebagai modul penyimpanan dan proses data. Pada rancangan juga terdapat Modul LCD 16x2 I2C sebagai tampilan hasil baca dari sensor LDR.

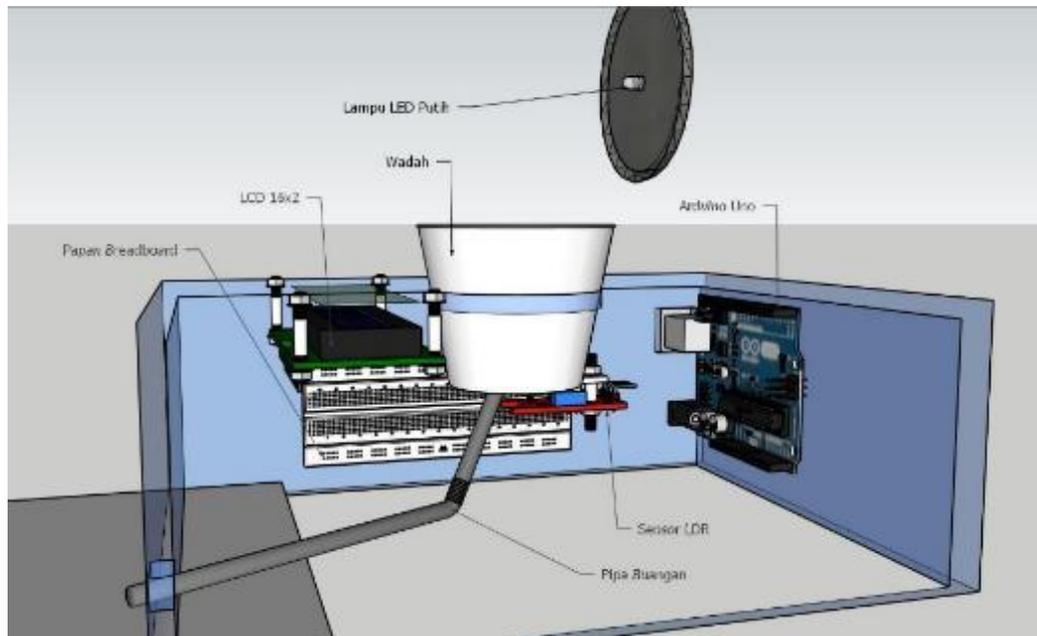


Gambar 3.5 Rancangan visual prototype

Berikut adalah spesifikasi dari rancangan alat :

1. Dimensi keseluruhan : 20 cm x 15 cm x 7 cm
2. Diameter wadah kopi : 5 cm x 2 cm
3. Sumber daya : Power supply 5v

Perancangan pendeteksi kepekatan minuman kopi akan disesuaikan peletakan pada posisi masing-masing komponen untuk menghindari hal yang tidak diinginkan. Gelas plastik yang digunakan sebanyak 2 gelas dengan ukuran gelas pertama lebih panjang dari gelas kedua. Gelas yang pertama akan menjadi wadah penempatan minuman kopi. Sementara gelas kedua akan dijadikan sebagai penampungan air kopi. Wadah gelas pertama akan dilubangi dan dilapisi penambal transparan untuk peletakan area deteksi dari sensor LDR dan pada sisi ujung wadah diberikan lubang saluran air untuk menghindari kebocoran dan melindungi komponen pada rancangan. Posisi gelas kopi akan dirancangan dengan posisi setengah bagian gelas berada di dalam wadah alat. Kemudian posisi sensor LDR berada dibawah gelas tersebut.

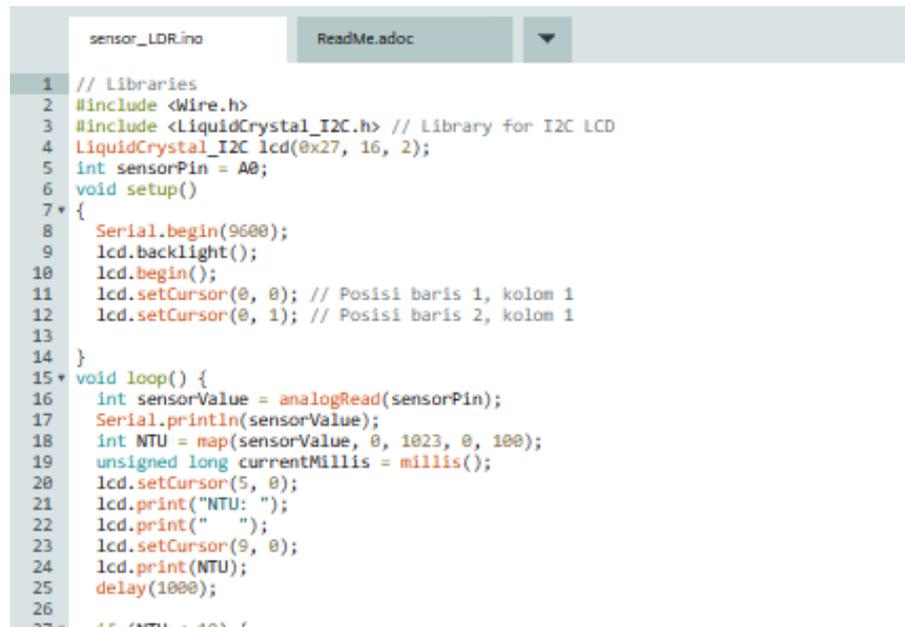


Gambar 3.6 Peletakan komponen alat

Posisi dari Arduino Uno dan papan breadboard diletakkan disamping pada dinding alat dan posisi LCD diletakkan diatas untuk memudahkan pada saat melihat hasil dari bacaan sensor LDR. Untuk desain bagian bawah rancangan, akan dijadikan sebagai penutup alat yang dapat dibuka dengan mudah. Rancangan dapat dibuka dari bawah apabila ingin menghubungkan komponen atau menyesuaikan dari desain alat.

3.4 Metode Pengujian

Tahapan pengujian bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam penelitian. Tahap pengujian dilakukan secara fungsional dan kinerja. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkatan dari sistem yang dibangun. Pengujian fungsional dilakukan untuk mengetahui tingkat guna komponen dari segi fungsinya. Pengujian ini dilakukan terhadap mikrokontroller yang terdiri dari Arduino Uno.



```

sensor_LDR.ino
ReadMe.adoc
1 // Libraries
2 #include <Wire.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for I2C LCD
4 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
5 int sensorPin = A0;
6 void setup()
7 {
8   Serial.begin(9600);
9   lcd.backlight();
10  lcd.begin();
11  lcd.setCursor(0, 0); // Posisi baris 1, kolom 1
12  lcd.setCursor(0, 1); // Posisi baris 2, kolom 1
13
14 }
15 void loop() {
16   int sensorValue = analogRead(sensorPin);
17   Serial.println(sensorValue);
18   int NTU = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 100);
19   unsigned long currentMillis = millis();
20   lcd.setCursor(5, 0);
21   lcd.print("NTU: ");
22   lcd.print(" ");
23   lcd.setCursor(9, 0);
24   lcd.print(NTU);
25   delay(1000);
26
27

```

Gambar 3.7 Pengujian Kode Program pada Arduino

Pengujian Arduino Uno dilakukan untuk melihat tingkat fungsionalnya dalam mengirim data sesuai perintah. Pengujian ini dilakukan dengan mempersiapkan program pengujian yang kemudian diunggah ke dalam Arduino Uno melalui Arduino IDE. Pengujian ini menggunakan pustaka yang telah ditambahkan pada Arduino IDE seperti yang terlihat pada Gambar 3.7 diatas.

3.5 Analisa Sistem

Dalam penelitian kualitatif, analisis data terjadi sebelum fase desain, selama proses, dan setelah implementasi. Analisis data adalah proses berkelanjutan yang membuat penulis berpikir kritis tentang data, merumuskan pertanyaan analitis, dan membuat catatan singkat saat penulis melakukannya. langkah-langkah dalam kegiatan analisis data adalah :

1. Langkah pertama dalam metodologi analisis data adalah pengumpulan data (data gathering), dimana peneliti mengumpulkan dan mencari data yang diperlukan. Peneliti melakukan tahap klasifikasi awal pada tahap ini, mengorganisir, memantau, dan merekam data yang relevan yang dibutuhkan oleh peneliti.
2. *Data reduction* (reduksi data) adalah langkah setelah peneliti memiliki berbagai data yang telah dikumpulkan dari berbagai sumber, pada titik inilah peneliti

memilih data tersebut. selain memilih, proses reduksi data memiliki langkah-langkah dimana peneliti harus meringkas, memilih komponen kunci yang akan digunakan dalam penelitian, dan berkonsentrasi pada komponen kritis. Untuk mencapai tema penelitian dilakukan reduksi data. Dengan demikian, tujuan dari prosedur reduksi data adalah untuk menciptakan gambaran yang lebih jelas dan memudahkan perolehan data tambahan untuk penelitian.

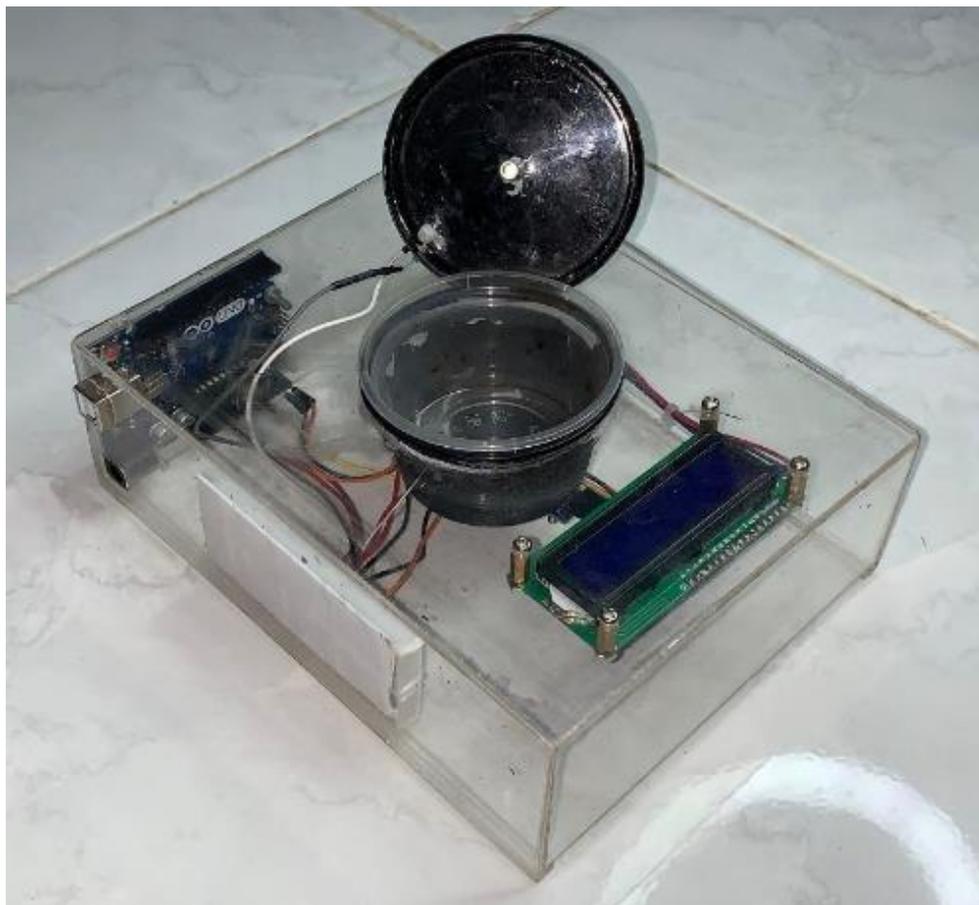
3. *Data display* (penyajian data), merupakan tahap ketiga dari prosedur analisis data, dimana data ditampilkan. Data ditampilkan sebagai tabel dan grafik.
4. *Conclusion Verification* (penarikan kesimpulan), merupakan tahap terakhir dari metode analisis data. Data yang telah terkumpul pada level ini dipadatkan sebelum disajikan pada tahap verifikasi, yang muncul setelah tahap kesimpulan. Jika bukti yang cukup tidak ditemukan untuk membenarkan pengumpulan data putaran berikutnya, kesimpulan yang ditarik pada tahap ini akan berubah. Langkah ini dilakukan dengan maksud untuk menjawab rumusan masalah awal. Masalah akan berkembang sesuai dengan apa yang terjadi dalam ujian atau apa yang akan terjadi dalam ujian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembangunan Prototipe

Pada tugas akhir ini, hasil pembangunan prototipe merupakan hasil nyata dari alat yang dijalankan sesuai dengan sistematika kerja alat dan bertujuan melihat tingkat keberhasilan dari sistem yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan memasang sensor LDR yang dihubungkan dengan Arduino Uno serta menggunakan modul sensor LDR sedangkan untuk mengetahui hasilnya dipasangkan LCD 16x2 dan modul LCD. Adapun hasil pembangunan prototipe dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Hasil Pembangunan Prototipe

Arduino Uno adalah mikrokontroler berbasis ATmega328P yang bertugas membaca data dari sensor LDR, memproses data tersebut, dan kemudian menampilkan hasilnya pada LCD I2C. Arduino Uno mengendalikan LCD ini melalui komunikasi I2C, sebuah protokol komunikasi yang memungkinkan Arduino Uno untuk berkomunikasi dengan LCD menggunakan hanya dua pin.

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) digunakan untuk mendeteksi perubahan warna atau kepekatan kopi. Prinsip kerjanya adalah semakin pekat kopi, semakin sedikit cahaya yang dapat melewati kopi dan mencapai sensor LDR, sehingga resistansi sensor LDR akan meningkat. Intensitas cahaya yang dipantulkan ini akan berubah tergantung pada kepekatan kopi, dan perubahan ini akan dideteksi oleh sensor LDR.

Papan breadboard digunakan sebagai tempat untuk menyambungkan semua komponen secara fisik. Ini memudahkan proses perakitan dan troubleshooting. Adaptor 9V 2A digunakan sebagai sumber daya untuk sistem rancangan. Adaptor memberikan daya yang cukup untuk menjalankan semua komponen, termasuk Arduino Uno, sensor LDR, LCD I2C, dan lampu LED.

Program ini dimulai dengan memasukkan dua pustaka, `Wire.h` dan `LiquidCrystal_I2C.h`. `Wire.h` adalah pustaka yang memungkinkan komunikasi I2C antara Arduino dan perangkat lain. I2C adalah protokol komunikasi yang memungkinkan perangkat berkomunikasi satu sama lain melalui bus serial. Ini sangat berguna ketika Anda perlu mengendalikan banyak perangkat, seperti LCD, dengan jumlah pin yang terbatas pada mikrokontroler. `LiquidCrystal_I2C.h` adalah pustaka yang memungkinkan Arduino untuk mengendalikan LCD yang menggunakan komunikasi I2C. LCD ini memiliki 16 kolom dan 2 baris, yang dapat menampilkan hingga 32 karakter sekaligus.

Variabel `sensorPin` diatur ke A0, yang merupakan pin analog tempat sensor LDR terhubung. Sensor LDR adalah sensor cahaya yang resistansinya berubah tergantung pada jumlah cahaya yang jatuh padanya. Dalam hal ini, sensor LDR digunakan untuk mendeteksi kekeruhan atau kepekatan suatu zat dalam cairan.

Fungsi `setup()` adalah fungsi yang dijalankan sekali saat Arduino dinyalakan atau di-reset. Di sini, komunikasi serial diinisialisasi dengan baud rate 9600, yang

berarti Arduino akan berkomunikasi dengan komputer melalui port serial dengan kecepatan 9600 bit per detik. Lampu latar LCD dinyalakan, dan posisi cursor LCD diatur pada baris 1, kolom 1 dan baris 2, kolom 1.

```

1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for I2C LCD
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
4 int sensorPin = A0;
5
6 void setup()
7 {
8   Serial.begin(9600);
9   lcd.backlight();
10  lcd.begin();
11  lcd.setCursor(0, 0); // Posisi baris 1, kolom 1
12  lcd.setCursor(0, 1); // Posisi baris 2, kolom 1
13
14  // Loop
15  int sensorValue = analogRead(sensorPin);
16  Serial.println(sensorValue);
17  int NTU = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 100);
18  unsigned long currentMillis = millis();
19  lcd.setCursor(0, 0);
20  lcd.print("NTU: ");
21  lcd.setCursor(9, 0);
22  lcd.print(NTU);
23  delay(1000);
24  if (NTU < 25) {
25    lcd.setCursor(5, 1);
26    lcd.print("Sangat");
27  }
28  if ((NTU > 25) && (NTU < 50)) {
29    lcd.setCursor(5, 1);
30    lcd.print("Encer");
31  }
32  if ((NTU > 50) && (NTU < 100)) {
33    lcd.setCursor(5, 1);
34    lcd.print("Kental");
35  }
36
37

```

Gambar 4.2 Program yang digunakan pada Rancangan

Fungsi loop () adalah bagian utama dari program ini. Di sini, nilai sensor LDR dibaca dan dicetak ke serial monitor. Nilai ini kemudian dipetakan ke skala 0-100 untuk mendapatkan nilai NTU (Nephelometric Turbidity Unit), yang merupakan ukuran kekeruhan atau kepekatan suatu zat dalam cairan. Nilai ini kemudian dipetakan ke skala 0-100 untuk mendapatkan nilai NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*), yang merupakan ukuran kekeruhan atau kepekatan suatu zat dalam cairan.

Setelah itu, nilai NTU ditampilkan pada LCD. Program ini juga memeriksa nilai NTU dan menampilkan pesan yang sesuai pada LCD. Pesan ini memberikan interpretasi langsung dari pengukuran, memudahkan pengguna untuk memahami apa yang sedang diukur. Misalnya, jika NTU yang terbaca antara 10 - 25, pesan “Sangat encer” akan ditampilkan. Ini berarti bahwa zat yang diukur memiliki kepekatan rendah. Jika NTU yang terbaca 26 - 50, pesan “Encer” akan ditampilkan. Apabila NTU yang terbaca 51 – 100, maka pesan “Kental” akan ditampilkan, menunjukkan bahwa zat yang diukur memiliki kepekatan tinggi.

Secara keseluruhan, kode program ini menunjukkan bagaimana Arduino dapat digunakan untuk membaca data dari sensor LDR, memproses data tersebut, dan menampilkan hasilnya pada LCD. Ini adalah contoh bagus tentang bagaimana kita dapat menggunakan mikrokontroler seperti Arduino untuk berinteraksi dengan berbagai jenis sensor dan perangkat lainnya. Program ini juga menunjukkan bagaimana kita dapat menggunakan pemrograman untuk menginterpretasikan data sensor dan menyajikannya dalam format yang mudah dimengerti.

4.2 Hasil Pengujian Prototipe Alat

4.2.1 Prosedur Pengujian

Pengujian rangkaian dilakukan dengan mempersiapkan beberapa peralatan dan bahan sebagai berikut.

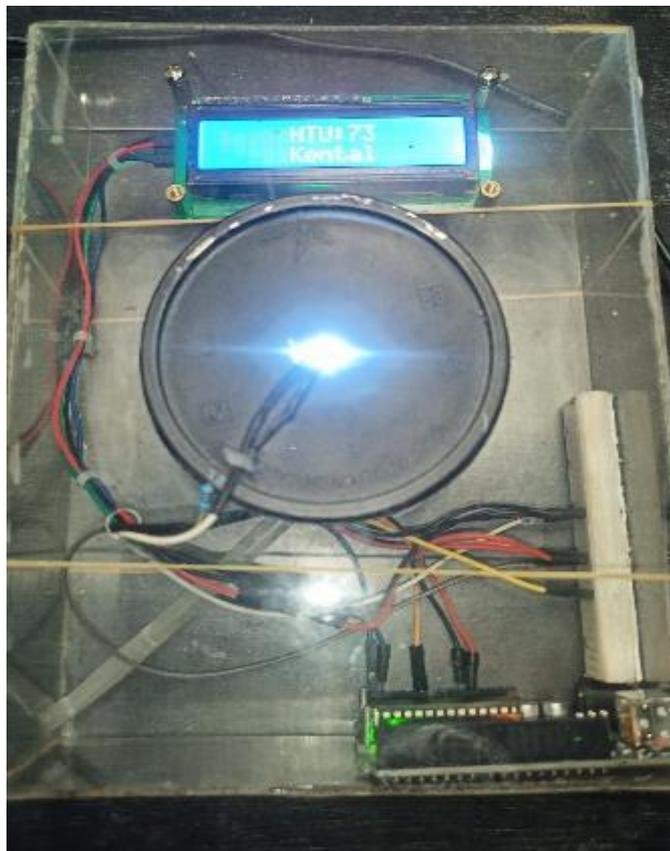
1. Laptop atau *Personal Komputer* (PC)
2. Kabel USB tipe B
3. *Software* Arduino IDE
4. Rancangan Alat
5. Minuman Kopi

Langkah-langkah untuk menguji rangkaian dilakukan sesuai dengan metode pengujian yang telah disebutkan sebelumnya. Setelah langkah pengujian dilakukan, maka akan dianalisa untuk mendapatkan hasil pengujian. Berikut merupakan prosedur pengujian rancangan.

1. Menghubungkan Alat pada perangkat komputer dengan menggunakan kabel USB tipe B.
2. Membuka software Arduino IDE.
3. Mengecek apakah perangkat sudah terdeteksi pada software. Jika tidak terdeteksi maka dilakukan *restart* ulang software dan mengganti USB port pada komputer.
4. Jika sudah terdeteksi, mulai mengirim kode program pada perangkat dan siap dioperasikan.
5. Masing-masing sampel akan diuji dengan penambahan takaran gula pada masing-masing saringan kopi

6. Mulai menuangkan minuman kopi ke wadah pada perangkat dan sensor akan mulai bekerja.
7. Amati proses yang terjadi kemudian mencatat hasil dari pengujian.
8. Melakukan pengujian pada sampel sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Apabila pemasangan alat sudah selesai maka dilakukan pengecekan pada rangkaian untuk keamanan pada alat, setelah itu dapat dilakukan pengujian. Setelah dilakukan pengujian, untuk melihat keberhasilan dapat dilihat secara langsung pada tampilan layar LCD. Pengujian akan dilakukan pada 30 sampel minuman kopi. Masing-masing dari minuman kopi dibedakan dengan jumlah saringan atau seduhan dari 1 saringan hingga 30 saringan.



Gambar 4.3 Tampilan hasil pembacaan sensor LDR pada LCD

Percobaan akan dilakukan dalam 3 tahapan. Tahap pertama akan dilakukan pengukuran pada minuman kopi yang tidak ditambahkan gula. Tahap kedua, minuman kopi akan ditambahkan takaran gula sebanyak 1 sendok teh gula. Tahap ketiga, minuman kopi tadi akan ditambahkan lagi takaran gula sebanyak 1 sendok

teh, sehingga tahapan ketiga minuman kopi mengandung gula sebanyak 2 sendok teh. Dari 3 tahapan tersebut, akan dianalisa hasil pengujian kekentalan minuman kopi.

4.2.2 Hasil Pengujian Kekentalan Minuman Kopi

Minuman kopi akan diletakkan pada wadah, kemudian hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar LCD. Pengujian akan dilakukan 5 bubuk kopi dengan menggunakan 30 sampel minuman kopi dari setiap bubuk.

Beberapa faktor telah dipertimbangkan sebelum pengujian dilakukan termasuk suhu air yang digunakan, sumber cahaya yang digunakan, serta pengaruh cahaya dari luar.

Setiap sampel minuman kopi diuji dalam tiga tahapan. Tahap pertama adalah pengujian tanpa gula, tahap kedua adalah pengujian dengan penambahan 1 sendok teh gula, tahap selanjutnya dilanjutkan dengan menambahkan 1 sendok teh gula sehingga totalnya adalah 2 sendok teh gula untuk tahap ketiga.

Tabel 4.1 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 1

Gelas ke	Tanpa gula		1 sendok teh gula		2 sendok teh gula	
	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista
1	73	kental	79	kental	81	kental
2	71	kental	77	kental	80	kental
3	69	kental	75	kental	77	kental
4	67	kental	73	kental	75	kental
5	65	kental	71	kental	73	kental
6	63	kental	69	kental	71	kental
7	61	kental	67	kental	69	kental
8	59	kental	65	kental	67	kental
9	57	kental	63	kental	65	kental
10	55	kental	61	kental	63	kental
11	53	kental	59	kental	61	kental
12	51	kental	57	kental	59	kental
13	49	kental	55	kental	57	kental
14	47	kental	53	kental	55	kental
15	45	kental	51	kental	53	kental
16	43	kental	49	kental	51	kental
17	41	kental	47	kental	49	kental
18	39	kental	45	kental	47	kental
19	37	kental	43	kental	45	kental
20	35	kental	41	kental	43	kental
21	33	kental	39	kental	41	kental
22	31	kental	37	kental	39	kental
23	29	encer	35	kental	37	kental
24	27	encer	33	kental	35	kental
25	25	encer	31	kental	33	kental
26	23	encer	29	encer	31	kental
27	21	encer	27	encer	29	encer
28	19	sangat encer	25	encer	27	encer
29	17	sangat encer	23	encer	25	encer
30	15	sangat encer	21	encer	24	encer

Tabel 4.2 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 2

Gelas ke	Tanpa gula		1 sendok teh gula		2 sendok teh gula	
	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista
1	72	kental	76	kental	81	kental
2	70	kental	74	kental	76	kental
3	68	kental	71	kental	75	kental
4	65	kental	69	kental	74	kental
5	64	kental	66	kental	72	kental
6	62	kental	65	kental	69	kental
7	60	kental	63	kental	68	kental
8	58	kental	61	kental	65	kental
9	56	kental	60	kental	64	kental
10	54	kental	58	kental	62	kental
11	52	kental	56	kental	61	kental
12	50	kental	55	kental	58	kental
13	49	kental	54	kental	56	kental
14	46	kental	51	kental	53	kental
15	44	kental	49	kental	52	kental
16	43	kental	46	kental	50	kental
17	40	kental	45	kental	47	kental
18	39	kental	43	kental	45	kental
19	35	kental	41	kental	44	kental
20	34	kental	38	kental	41	kental
21	32	kental	37	kental	40	kental
22	30	encer	35	kental	38	kental
23	28	encer	32	kental	35	kental
24	26	encer	30	encer	33	kental
25	25	encer	29	encer	32	kental
26	23	encer	26	encer	30	encer
27	20	sangat encer	25	encer	27	encer
28	19	sangat encer	22	encer	24	encer
29	17	sangat encer	20	sangat encer	21	encer
30	14	sangat encer	16	sangat encer	19	sangat encer

Tabel 4.3 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 3

Gelas ke	Tanpa gula		1 sendok teh gula		2 sendok teh gula	
	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista
1	86	kental	88	kental	89	kental
2	85	kental	86	kental	87	kental
3	84	kental	81	kental	82	kental
4	79	kental	80	kental	81	kental
5	78	kental	79	kental	80	kental
6	77	kental	78	kental	79	kental
7	75	kental	76	kental	77	kental
8	74	kental	75	kental	76	kental
9	72	kental	74	kental	75	kental
10	71	kental	72	kental	73	kental
11	69	kental	70	kental	71	kental
12	63	kental	65	kental	66	kental
13	62	kental	63	kental	64	kental
14	60	kental	61	kental	62	kental
15	57	kental	59	kental	60	kental
16	54	kental	56	kental	57	kental
17	53	kental	54	kental	56	kental
18	50	kental	53	kental	55	kental
19	49	kental	50	kental	52	kental
20	46	kental	49	kental	51	kental
21	44	kental	45	kental	46	kental
22	41	kental	43	kental	44	kental
23	39	kental	41	kental	43	kental
24	37	kental	40	kental	41	kental
25	36	kental	37	kental	39	kental
26	33	kental	35	kental	36	kental
27	30	encer	31	kental	33	kental
28	25	encer	26	encer	25	encer
29	22	encer	23	encer	24	encer
30	19	sangat encer	20	sangat encer	22	encer

Tabel 4.4 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 4

Gelas ke	Tanpa gula		1 sendok teh gula		2 sendok teh gula	
	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista
1	80	kental	81	kental	84	kental
2	77	kental	80	kental	81	kental
3	76	kental	79	kental	80	kental
4	75	kental	77	kental	79	kental
5	74	kental	76	kental	77	kental
6	72	kental	75	kental	76	kental
7	70	kental	74	kental	75	kental
8	69	kental	73	kental	74	kental
9	67	kental	68	kental	71	kental
10	65	kental	66	kental	69	kental
11	63	kental	65	kental	68	kental
12	62	kental	63	kental	64	kental
13	60	kental	65	kental	66	kental
14	59	kental	61	kental	64	kental
15	58	kental	59	kental	60	kental
16	56	kental	57	kental	59	kental
17	52	kental	54	kental	57	kental
18	49	kental	52	kental	54	kental
19	48	kental	51	kental	53	kental
20	47	kental	49	kental	50	kental
21	45	kental	46	kental	48	kental
22	41	kental	43	kental	44	kental
23	39	kental	42	kental	43	kental
24	38	kental	40	kental	41	kental
25	35	kental	37	kental	38	kental
26	33	kental	34	kental	36	kental
27	31	kental	32	kental	34	kental
28	29	encer	30	encer	33	kental
29	25	encer	26	encer	28	encer
30	20	sangat encer	21	encer	23	encer

Tabel 4.5 Hasil pengujian kekentalan minuman kopi pada bubuk 5

Gelas ke	Tanpa gula		1 sendok teh gula		2 sendok teh gula	
	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista	NTU	Pendapat Barista
1	72	kental	78	kental	79	kental
2	70	kental	76	kental	77	kental
3	69	kental	72	kental	74	kental
4	67	kental	71	kental	73	kental
5	65	kental	70	kental	72	kental
6	62	kental	68	kental	70	kental
7	60	kental	65	kental	69	kental
8	58	kental	64	kental	67	kental
9	56	kental	62	kental	63	kental
10	54	kental	60	kental	62	kental
11	50	kental	58	kental	61	kental
12	49	kental	55	kental	57	kental
13	48	kental	54	kental	56	kental
14	46	kental	52	kental	54	kental
15	44	kental	51	kental	52	kental
16	42	kental	50	kental	51	kental
17	41	kental	46	kental	47	kental
18	38	kental	43	kental	46	kental
19	37	kental	42	kental	43	kental
20	34	kental	40	kental	42	kental
21	32	kental	38	kental	40	kental
22	30	encer	34	kental	37	kental
23	27	encer	33	kental	36	kental
24	26	encer	31	kental	33	kental
25	25	encer	30	encer	31	kental
26	22	encer	28	encer	29	encer
27	20	sangat encer	25	encer	28	encer
28	18	sangat encer	24	encer	26	encer
29	16	sangat encer	22	encer	24	encer
30	14	sangat encer	20	sangat encer	21	encer

Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa tingkat kekentalan minuman kopi berubah dengan penambahan saringan dan gula. Misalnya, pada pengujian bubuk 1, gelas pertama yang hanya menggunakan 1 saringan memiliki tingkat kekentalan tertinggi (73), sedangkan gelas ke 30 yang menggunakan 30 saringan memiliki tingkat kekentalan terendah (15). Ini menunjukkan bahwa jumlah saringan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekentalan minuman kopi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin banyak saringan yang digunakan, semakin sedikit partikel kopi yang dapat melewati saringan dan masuk ke dalam minuman.

Selain itu, penambahan gula juga dapat meningkatkan tingkat kekentalan minuman kopi. Faktor ini disebabkan oleh fakta bahwa gula adalah zat yang larut dalam air dan dapat meningkatkan viskositas atau kekentalan cairan.

Dalam tahap kedua pada pengujian bubuk 1, setelah menambahkan 1 sendok teh gula ke setiap sampel minuman kopi dan mengukur tingkat kekentalannya menggunakan sensor LDR. Berdasarkan data, tampak bahwa tingkat kekentalan minuman kopi menurun secara konsisten seiring dengan penambahan jumlah saringan, meskipun telah ditambahkan gula. Misalnya, gelas pertama yang hanya menggunakan 1 saringan memiliki tingkat kekentalan tertinggi (79), sedangkan gelas terakhir yang menggunakan 30 saringan memiliki tingkat kekentalan terendah (21). Ini menunjukkan bahwa jumlah saringan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekentalan minuman kopi, meskipun telah ditambahkan gula.

Pada tahap ketiga pada pengujian bubuk 1, semua minuman kopi yang telah ditambahkan gula sebanyak 2 sendok teh tingkat kekentalan minuman kopi memiliki pengaruh meskipun tingkat kekentalannya menurun seiring bertambahnya jumlah saringan. Misalnya, pada gelas pertama yang hanya menggunakan 1 saringan memiliki tingkat kekentalan tertinggi (81), sedangkan sampel terakhir yang menggunakan 30 saringan memiliki tingkat kekentalan terendah (23).

4.3 Analisis Data

4.3.1 Analisis Ambang Batas Kental, Encer, dan Sangat Encer

Untuk mencari nilai rata-rata batas kekentalan minuman kopi, maka dibutuhkan sebuah rumus untuk menghitung nilai rata-rata dari tabel hasil pengujian. Untuk menghitung nilai rata-rata tersebut akan menggunakan rumus berikut :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana :

\bar{x} = Nilai rata-rata

$\sum x$ = jumlah semua nilai atau nilai total

n = jumlah banyaknya data

Berikut adalah hasil dari perhitungan nilai rata-rata dari 5 tabel diatas untuk masing-masing tingkat kekentalan minuman kopi.

Tabel 4.6 Tabel hasil pengujian tingkat kekentalan minuman kopi

Pengujian ke	Ambang Batas antara Kental dan Encer (NTU)	Ambang Batas antara Encer dan Sangat Encer (NTU)
1	30	20
2	31	21,5
3	31,5	20,5
4	30	22,5
5	31	21
Rata-Rata	30,7	21,1

Pada tabel 4.6 merupakan nilai rata-rata dari keseluruhan pengujian 5 bubuk kopi. Untuk menghitung nilai rata-rata tersebut, akan dihitung terlebih dahulu nilai rata-rata berdasarkan kategori tingkat kekentalan (kental dan encer) untuk masing-masing hasil pembacaan sensor LDR.

Langkah pertama akan dikelompokkan data berdasarkan kategori, kemudian menghitung rata-rata untuk setiap kategori. Setelah mendapatkan semua nilai, maka akan dihitung nilai rata-rata tabel 1 hingga 5. Berikut adalah hasil perhitungannya :

a. Hasil Pengujian tingkat kekentalan minuman kopi batas kental dan encer

Perhitungan ambang batas antara kental dan encer untuk masing-masing pengujian menggunakan rumus berikut ini:

$$\textit{Ambang batas} = \textit{Batas bawah} + \frac{\textit{Batas atas} - \textit{Batas bawah}}{2}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara kental dan encer untuk pengujian ke-1 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\textit{Ambang batas} = 29 + \frac{31 - 29}{2} = 29 + \frac{2}{2} = 29 + 1 = 30 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara kental dan encer untuk pengujian ke-2 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\textit{Ambang batas} = 30 + \frac{32 - 30}{2} = 30 + \frac{2}{2} = 30 + 1 = 31 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara kental dan encer untuk pengujian ke-3 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\textit{Ambang batas} = 30 + \frac{33 - 30}{2} = 30 + \frac{3}{2} = 30 + 1,5 = 31,5 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara kental dan encer untuk pengujian ke-4 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\textit{Ambang batas} = 29 + \frac{31 - 29}{2} = 29 + \frac{2}{2} = 29 + 1 = 30 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara kental dan encer untuk pengujian ke-5 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\text{Ambang batas} = 30 + \frac{32 - 30}{2} = 30 + \frac{2}{2} = 30 + 1 = 31 \text{ NTU}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapati bahwa nilai rata-rata untuk kategori NTU batas kental dan encer adalah :

$$\text{Hasil pengujian semua tabel} = \frac{30 + 31 + 31,5 + 30 + 31}{5} = 30,7 \text{ NTU}$$

b. Hasil Pengujian tingkat kekentalan minuman kopi batas encer dan sangat encer

Perhitungan ambang batas antara encer dan sangat encer untuk masing-masing pengujian menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Ambang batas} = \text{Batas bawah} + \frac{\text{Batas atas} - \text{Batas bawah}}{2}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara encer dan sangat encer untuk pengujian ke-1 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\text{Ambang batas} = 19 + \frac{21 - 19}{2} = 19 + \frac{2}{2} = 19 + 1 = 20 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara encer dan sangat encer untuk pengujian ke-2 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\text{Ambang batas} = 20 + \frac{23 - 20}{2} = 20 + \frac{3}{2} = 20 + 1,5 = 21,5 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara encer dan sangat encer untuk pengujian ke-3 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\textit{Ambang batas} = 19 + \frac{22 - 19}{2} = 19 + \frac{3}{2} = 19 + 1,5 = 20,5 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara encer dan sangat encer untuk pengujian ke-4 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\textit{Ambang batas} = 20 + \frac{25 - 20}{2} = 20 + \frac{5}{2} = 20 + 2,5 = 22,5 \text{ NTU}$$

Hasil perhitungan ambang batas antara encer dan sangat encer untuk pengujian ke-5 minuman kopi tanpa gula adalah sebagai berikut.

$$\textit{Ambang batas} = 20 + \frac{22 - 20}{2} = 20 + \frac{2}{2} = 20 + 1 = 21 \text{ NTU}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapati bahwa nilai rata-rata untuk kategori NTU batas encer dan sangat encer adalah :

$$\textit{Hasil pengujian semua tabel} = \frac{20 + 21,5 + 20,5 + 22,5 + 21}{5} = 21,1 \text{ NTU}$$

Tabel 4.6 memberikan gambaran tentang hasil pengujian lima sampel bubuk kopi dengan tingkat kekentalan yang berbeda: kental dan encer. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sensor LDR dan hasilnya dicatat dalam lima tabel berbeda.

Untuk minuman kopi dengan kategori batas kekentalan ‘Kental’, nilai rata-rata dari kelima tabel tanpa gula adalah 30 NTU. Nilai ini dihitung dengan mengambil rata-rata dari semua pembacaan sensor LDR untuk kategori ‘Kental’ di setiap tabel tanpa gula. Nilai ini menunjukkan bahwa kopi dengan tingkat

kekentalan 'Kental' memiliki intensitas cahaya yang lebih rendah yang mencapai sensor, yang menunjukkan bahwa lebih banyak cahaya diserap oleh kopi.

Untuk kopi dengan kategori batas kekentalan 'Encer', nilai rata-rata dari kelima tabel tanpa gula adalah 21,1 NTU. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan kopi 'Kental', yang menunjukkan bahwa lebih banyak cahaya mampu mencapai sensor. Ini menunjukkan bahwa kopi 'Encer' lebih sedikit menyerap cahaya dibandingkan dengan kopi 'Kental'.

Kopi dengan tingkat kekentalan 'Sangat Encer', nilai rata-rata dari kelima tabel tanpa gula adalah $\leq 21,1$ NTU. Nilai ini adalah yang tertinggi di antara ketiga kategori, yang menunjukkan bahwa sebagian besar cahaya mampu mencapai sensor. Ini menunjukkan bahwa kopi 'Sangat Encer' menyerap paling sedikit cahaya dibandingkan dengan dua kategori lainnya.

c. Penetapan Ambang Batas

Pengujian pada sampel akan mengacu pada konsep dari *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). Tingkat kekeruhan atau kepekatan dari air akan ditentukan dengan sampel yang sudah diteliti pada jurnal yang dijadikan sebagai referensi untuk penelitian ini.



Gambar 4.4 Tingkat kekentalan air

Berdasarkan referensi tersebut, maka nilai kekentalan pada minuman kopi akan ditentukan tingkat kekentalan pada tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Analisis nilai kekentalan kopi

Nilai Kekentalan (NTU)	Kategori
$\leq 21,1$	Sangat Encer
21,1 – 30,7	Encer
$\geq 30,7$	Kental

Dengan data hasil pengujian 5 bubuk kopi diatas, maka nilai kekentalan yang dibaca oleh sensor LDR dapat ditentukan dengan pengelompokan berdasarkan kategori nilai pada tabel 4.7.

4.3.2 Analisis Pengaruh Penambahan Gula pada Minuman Kopi

Gula adalah senyawa kimia yang dikenal dengan nama sukrosa. Sukrosa adalah jenis gula yang paling umum ditemukan dan biasanya diekstrak dari tebu atau bit gula. Gula digunakan sebagai pemanis dalam makanan dan minuman dan juga berperan dalam beberapa proses biologi di dalam tubuh. Pengaruh penambahan gula pada minuman kopi dapat melibatkan beberapa aspek, termasuk rasa, tekstur, dan preferensi konsumen.

a. Penambahan Satu Sendok Teh Gula

Perhitungan tanpa gula dan satu sendok gula untuk masing-masing pengujian menggunakan rumus berikut ini:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n}$$

Hasil perhitungan selisih satu sendok teh gula pada pengujian ke-1, 2, 3, 4 dan 5 adalah sebagai berikut.

$$\text{selisih satu sendok} = \frac{6 + 3,93 + 1,33 + 2,03 + 2,03}{5} = \frac{15,32}{5} = 3,064$$

b. Penambahan dua Sendok Teh Gula

Hasil perhitungan selisih dua sendok teh gula pada pengujian ke-1, 2, 3, 4 dan 5 adalah sebagai berikut.

$$\text{selisih dua sendok} = \frac{8,07 + 7,23 + 2,53 + 3,80 + 3,80}{5} = \frac{25,43}{5} = 5,086$$

Jadi, selisih untuk satu sendok gula adalah 3.064 dan selisih untuk dua sendok gula adalah 5.086. Semakin besar selisihnya, semakin besar perbedaan antara nilai-nilai individu. Selisih ini bisa menjadi metrik untuk mengukur seberapa

bervariasi data tersebut. Misalnya, jika selisihnya kecil, data mungkin cenderung homogen atau seragam. Sebaliknya, jika selisihnya besar, data mungkin memiliki tingkat variasi yang lebih tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dari alat yang telah dirancang dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan alat pendeteksi kekentalan pada minuman kopi berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dengan terealisasinya perancangan dan pembangunan alat pendeteksi kekentalan minuman kopi berbasis Arduino Uno menggunakan sensor LDR berhasil dibangun.
2. Jumlah saringan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekentalan minuman kopi. Semakin banyak saringan yang digunakan, semakin sedikit partikel kopi yang dapat melewati saringan dan masuk ke dalam minuman, sehingga tingkat kekentalan minuman kopi menurun.
3. Tingkat kekentalan minuman kopi dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori yaitu nilai kekentalan $\leq 21,1$ kategori sangat encer, nilai kekentalan $21,1 - 30,7$ kategori encer dan nilai kekentalan $\geq 30,7$ kategori Kental.
4. Penambahan gula satu sendok dapat meningkatkan tingkat kekentalan minuman kopi sebesar 3,064 NTU dan penambahan gula dua sendok dapat meningkatkan kekentalan minuman kopi sebesar 5,086 NTU. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa gula adalah zat yang larut dalam air dan dapat meningkatkan viskositas atau kekentalan cairan.
5. Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) memiliki tingkat presisi sebesar 92,58% dalam pengukuran intensitas cahaya. Tingkat presisi tersebut dapat dihitung dengan melakukan kalibrasi terhadap perbandingan antara hasil pengukuran sensor dengan nilai sebenarnya.

5.2 Saran

Setelah merancang prototype ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam proses pembuatan dan perancangan pada alat ini sehingga masih diperlukan perbaikan dan peningkatan kinerja untuk pengembangan berikutnya.

1. Rancangan ini masih dapat dikembangkan menggunakan sistem kerja secara otomatis. Para pengembang dapat menambahkan elemen sensor lainnya sebagai elemen input lainnya, sehingga pada rancangan tidak memerlukan campur tangan manusia.
2. Agar rancangan bekerja sesuai dengan yang diinginkan, maka perlu diperhatikan beberapa hal dari segi kebersihan alat, penggunaan komponen masih dapat bekerja dengan baik dan presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lestari Baso, R., & Anindita, R. (2018). Analisis daya saing kopi Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2018.002.01.1>
- [2] Caracostea, L. M., et al. (2020). Determination of caffeine content in Arabica and Robusta green coffee of Indian origin. *European Journal of Medicine and Natural Sciences*.
- [3] Fenomena Kopi Aceh. (n.d.). Diakses pada 31 Januari 2007, dari <http://www.uleekareng.com>
- [4] A. Bakriansyah, M. Daud, T. Taufiq, dan A. Asran, "Prototype Sistem Monitoring dan Pengendalian Otomatis Penyediaan Air, Keasaman, dan Gizi pada Hidroponik DFT Berbasis Internet of Things", *MOTIVECTION*, vol. 5, tidak. 2, hlm. 339-350, Mei 2023.
- [5] Uldin, R. (2006). Pemanfaatan rangkaian pengukur intensitas cahaya untuk rancang bangun alat pengukuran tingkat kekeruhan air. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- [6] Sanaki, H. A. H. (2018). Peningkatan dan Pengembangan Produk Olahan Kopi di Desa Brunosari
- [7] Cahyono, B. E. (2019). Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO
- [8] Fahril, M. A. (2022). Pendeteksi Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dengan Sensor Turbidity
- [9] Wikipedia. (n.d.). Kopi. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Kopi>
- [10] RimbaKita. (n.d.). Sejarah Kopi Dunia & Indonesia. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://rimbakita.com/sejarah-kopi/>
- [11] Jurnal Bumi. (n.d.). Sejarah Kopi. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://jurnalbumi.com/knol/sejarah-kopi/>
- [12] Gaya Tempo.co. (2023, 14 Maret). Sejarah Kopi di Indonesia dan Berbagai Jenisnya. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://gaya.tempo.co/read/1702347/sejarah-kopi-di-indonesia-dan-berbagai-jenisnya>
- [13] Enjoy Java. (n.d.). Java Coffee. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://enjoyjava.com/java-coffee/>

- [14] Polimesin. (n.d.). Penyeduhan Kopi Aceh. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/polimesin/article/view/2111>
- [15] kumparan.com. (2023, 9 Juli). Mengetahui Sejarah Kopi di Indonesia dan Perkembangannya. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://kumparan.com/sejarah-dan-sosial/mengetahui-sejarah-kopi-di-indonesia-dan-perkembangannya-20ICsZdaFWA>
- [16] Good News From Indonesia. (2021, 28 Mei). Asal-Usul Kopi Gayo, Kopi Serambi Makkah Indonesia. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2021/05/28/asal-usul-kopi-gayo-kopi-kota-serambi-makkah-indonesia>
- [17] WatElectronics. (2019, 18 Juli). *Light Dependent Resistor (LDR) - Working Principle and Its Applications*. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.watelectronics.com/light-dependent-resistor-ldr-with-applications/>
- [18] ElectroDuino. (n.d.). LDR Sensor Module: How LDR Sensor Works. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.electroduino.com/ldr-sensor-module-how-ldr-sensor-works/>
- [19] Suprianto. (2015, 11 Oktober). Pengertian LDR (*Light Dependent Resistor*) dan Cara Mengukurnya. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-dan-cara-mengukurnya/>
- [20] BBC Bitesize. (n.d.). Light-dependent resistors (LDRs). Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zqxb4qt/revision/8>
- [21] Waterpedia. (n.d.). Analisa Kekeruhan Air Dengan Turbidity. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://waterpedia.co.id/analisa-kekeruhan-air-dengan-turbidity/>
- [22] Environmental Pollution. (n.d.). Nephelometry and Turbidimetry: Principle, Theory and Techniques. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.environmentalpollution.in/pollution/>
- [23] Camblab. (n.d.). Turbidity Standards: Quick Reference Guide. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://camblab.info/turbidity-standards-quick-reference-guide/>
- [24] Hanna Instruments. (n.d.). Tingkat Kekeruhan Air (NTU). Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://hannainst.id/tingkat-kekeruhan-air-ntu/>

- [25] Arduino. (n.d.). Arduino. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.arduino.cc/>
- [26] Arduino. (n.d.). Intro to the Arduino Uno Rev3 Board. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://docs.arduino.cc/tutorials/uno-rev3/intro-to-board/>
- [27] Arduino. (n.d.). Intro to the Arduino Uno Rev3 Board. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://docs.arduino.cc/tutorials/uno-rev3/intro-to-board/>
- [28] Elprocus. (n.d.). Arduino Basics and Design. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.elprocus.com/arduino-basics-and-design/>
- [29] Arduino. (n.d.). Arduino Uno Rev3. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2023, dari <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [30] Wikipedia. (n.d.). ATmega328. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://en.wikipedia.org/wiki/ATmega328>
- [31] Seeed Studio. (22 Oktober 2019). ATmega328P, the one microcontroller you should start with. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/10/22/atmega328p-the-one-microcontroller-you-should-start-with/>
- [32] Arrow. (n.d.). All About Arduino Serial. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/all-about-arduino-serial>
- [33] Arduino. (n.d.). Digital Pins. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>
- [34] Components101. (n.d.). Arduino Uno. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://components101.com/microcontrollers/arduino-uno>
- [35] Wikipedia. (n.d.). Liquid-crystal display. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display
- [36] Orient Display. (n.d.). How do LCD (Liquid Crystal Display) Work: types, screens. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.orientdisplay.com/knowledge-base/lcd-basics/how-liquid-crystal-displays-work/>
- [37] PCTechGuide. (n.d.). Creating Colour in LCD Displays. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.pctechguide.com/flat-panel-displays/creating-colour-in-lcd-displays>
- [38] Wikipedia. (n.d.). I²C. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>

- [39] GeeksforGeeks. (n.d.). I2C Communication Protocol. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.geeksforgeeks.org/i2c-communication-protocol/>
- [40] Circuit Basics. (n.d.). Basics of the I2C Communication Protocol. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.circuitbasics.com/basics-of-the-i2c-communication-protocol/>
- [41] Wikipedia. (n.d.). Proteus Design Suite. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari https://en.wikipedia.org/wiki/Proteus_Design_Suite
- [42] RayPCB. (n.d.). Proteus PCB. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.raypcb.com/proteus-pcb/>
- [43] Arduino. (n.d.). Software. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.arduino.cc/en/software/>
- [44] Arduino Documentation. (n.d.). The Arduino Software (IDE). Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://docs.arduino.cc/learn/starting-guide/the-arduino-software-ide/>
- [45] SketchUp. (n.d.). SketchUp. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.sketchup.com/>
- [46] How-To Geek. (n.d.). What is SketchUp?. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.howtogeek.com/364232/what-is-sketchup/>
- [47] SketchUp Blog. (n.d.). All about 2020.1: User-friendly updates and polishing up features. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://blog.sketchup.com/article/all-about-2020-1-user-friendly-updates-and-polishing-up-features>
- [48] SketchUp Guru. (n.d.). SketchUp 2023: What's New - A Comprehensive Guide. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2023, dari <https://www.sketchupguru.com/sketchup-2023-whats-new-a-comprehensive-guide/>

LAMPIRAN

Lampiran A. Kode Program Arduino IDE

```
// Libraries
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library for I2C LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int sensorPin = A0;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.backlight();
  lcd.begin();
  lcd.setCursor(0, 0); // Posisi baris 1, kolom 1
  lcd.setCursor(0, 1); // Posisi baris 2, kolom 1
}

void loop()
{
  int sensorValue = analogRead(sensorPin);
  Serial.println(sensorValue);
  int NTU = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 100);
  unsigned long currentMillis = millis();
  lcd.setCursor(5, 0);
  lcd.print("NTU: ");
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(9, 0);
  lcd.print(NTU);
  delay(1000);
}
```

```
if (NTU < 10) {  
    lcd.setCursor(5, 1);  
    lcd.print("Bening");  
}  
if ((NTU > 10) && (NTU < 25)) {  
    lcd.setCursor(1, 1);  
    lcd.print("Sangat Encer");  
}  
if ((NTU > 25) && (NTU < 50)) {  
    lcd.setCursor(5, 1);  
    lcd.print("Encer");  
}  
if ((NTU > 50) && (NTU < 100)) {  
    lcd.setCursor(5, 1);  
    lcd.print("Kental");  
}  
if ((NTU > 100) && (NTU < 250)) {  
    lcd.setCursor(1, 1);  
    lcd.print("Sangat Kental");  
}  
}
```

Lampiran B. Datasheet

Datasheet Arduino Uno



Arduino® UNO R3

Product Reference Manual
SKU: A000066



Description

The Arduino UNO R3 is the perfect board to get familiar with electronics and coding. This versatile development board is equipped with the well-known ATmega328P and the ATmega16U2 Processor. This board will give you a great first experience within the world of Arduino.

Target areas:

Maker, introduction, industries



Features

- **ATMega328P Processor**
 - **Memory**
 - AVR CPU at up to 16 MHz
 - 32KB Flash
 - 2KB SRAM
 - 1KB EEPROM
 - **Security**
 - Power On Reset (POR)
 - Brown Out Detection (BOD)
 - **Peripherals**
 - 2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels
 - 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels
 - 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection
 - 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI)
 - 1x Dual mode controller/peripheral I2C
 - 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input
 - Watchdog Timer with separate on-chip oscillator
 - Six PWM channels
 - Interrupt and wake-up on pin change
- **ATMega16U2 Processor**
 - 8-bit AVR® RISC-based microcontroller
- **Memory**
 - 16 KB ISP Flash
 - 512B EEPROM
 - 512B SRAM
 - debugWIRE interface for on-chip debugging and programming
- **Power**
 - 2.7-5.5 volts



2 Ratings

2.1 Recommended Operating Conditions

Symbol	Description	Min	Max
	Conservative thermal limits for the whole board:	-40 °C (-40°F)	85 °C (185°F)

NOTE: In extreme temperatures, EEPROM, voltage regulator, and the crystal oscillator, might not work as expected.

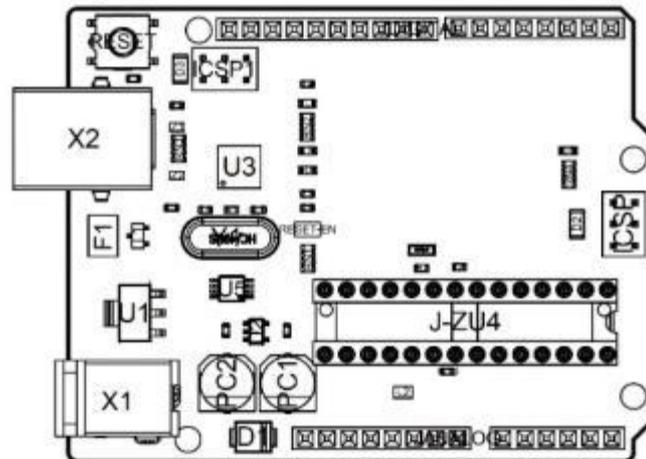
2.2 Power Consumption

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
VINMax	Maximum input voltage from VIN pad	6	-	20	V
VUSBMax	Maximum input voltage from USB connector		-	5.5	V
PMax	Maximum Power Consumption	-	-	xx	mA

3 Functional Overview

3.1 Board Topology

Top view



Board topology



5.1 ANALOG

Pin	Function	Type	Description
1	NC	NC	Not connected
2	IOREF	IOREF	Reference for digital logic V - connected to 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	Power	+3V3 Power Rail
5	+5V	Power	+5V Power Rail
6	GND	Power	Ground
7	GND	Power	Ground
8	VIN	Power	Voltage Input
9	A0	Analog/GPIO	Analog input 0 /GPIO
10	A1	Analog/GPIO	Analog input 1 /GPIO
11	A2	Analog/GPIO	Analog input 2 /GPIO
12	A3	Analog/GPIO	Analog input 3 /GPIO
13	A4/SDA	Analog input/I2C	Analog input 4/I2C Data line
14	A5/SCL	Analog input/I2C	Analog input 5/I2C Clock line

5.2 DIGITAL

Pin	Function	Type	Description
1	D0	Digital/GPIO	Digital pin 0/GPIO
2	D1	Digital/GPIO	Digital pin 1/GPIO
3	D2	Digital/GPIO	Digital pin 2/GPIO
4	D3	Digital/GPIO	Digital pin 3/GPIO
5	D4	Digital/GPIO	Digital pin 4/GPIO
6	D5	Digital/GPIO	Digital pin 5/GPIO
7	D6	Digital/GPIO	Digital pin 6/GPIO
8	D7	Digital/GPIO	Digital pin 7/GPIO
9	D8	Digital/GPIO	Digital pin 8/GPIO
10	D9	Digital/GPIO	Digital pin 9/GPIO
11	SS	Digital	SPI Chip Select
12	MOSI	Digital	SPI1 Main Out Secondary In
13	MISO	Digital	SPI Main In Secondary Out
14	SCK	Digital	SPI serial clock output
15	GND	Power	Ground
16	AREF	Digital	Analog reference voltage
17	A4/SD4	Digital	Analog input 4/I2C Data line (duplicated)
18	A5/SD5	Digital	Analog input 5/I2C Clock line (duplicated)

Datasheet *Light Dependent Resistor (LDR)*



SUNROM
TECHNOLOGIES
Your Source for Embedded Systems

Email: info@sunrom.com or sunrom@gmail.com

Visit us at <http://www.sunrom.com>

Document: Datasheet
Date: 29-Jul-08
Model #: 3190
Product's Page: www.sunrom.com/p-510.html

Light Dependent Resistor - LDR

Two cadmium sulphide(cds) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.

Applications

Photoconductive cells are used in many different types of circuits and applications.

Analog Applications

- Camera Exposure Control
- Auto Slide Focus - dual cell
- Photocopy Machines - density of toner
- Colorimetric Test Equipment
- Densitometer
- Electronic Scales - dual cell
- Automatic Gain Control – modulated light source
- Automated Rear View Mirror

Digital Applications

- Automatic Headlight Dimmer
- Night Light Control
- Oil Burner Flame Out
- Street Light Control
- Absence / Presence (beam breaker)
- Position Sensor



Electrical Characteristics

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Cell resistance	1000 LUX	-	400	-	Ohm
	10 LUX	-	9	-	K Ohm
Dark Resistance	-	-	1	-	M Ohm
Dark Capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise Time	1000 LUX	-	2.8	-	ms
	10 LUX	-	18	-	ms
Fall Time	1000 LUX	-	48	-	ms
	10 LUX	-	120	-	ms
Voltage AC/DC Peak		-	-	320	V max
Current		-	-	75	mA max
Power Dissipation				100	mW max
Operating Temperature		-60	-	+75	Deg. C

Datasheet *Liquid Crystal Display (LCD)*



Specification for LCD

AMC1602AR-B-B6WTDW-I2C

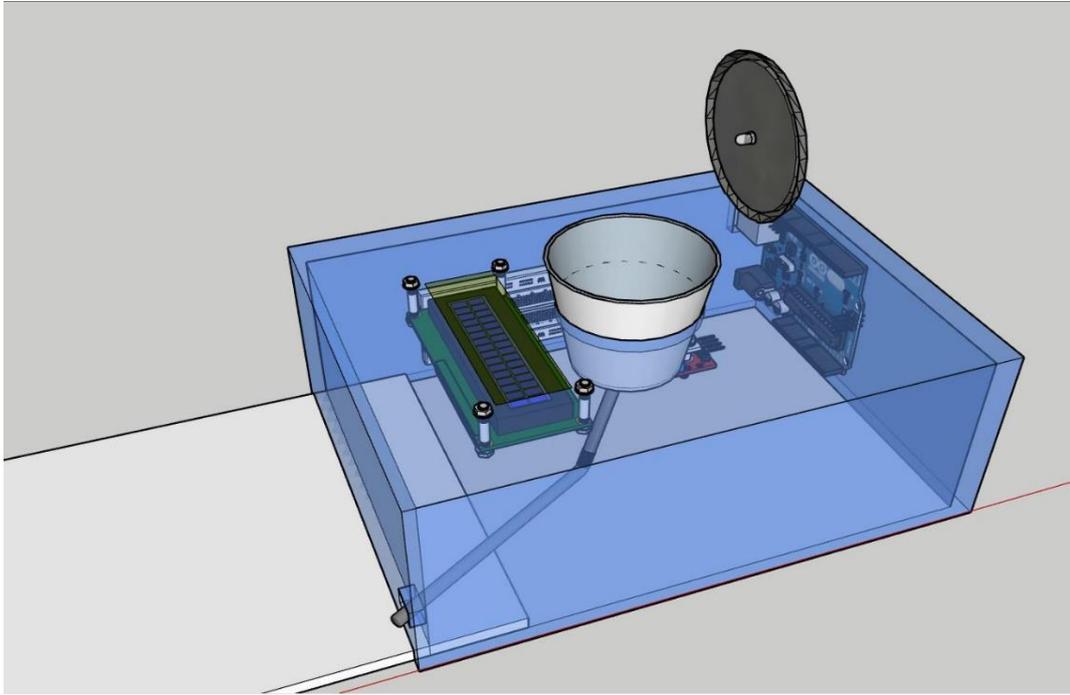


Revision O

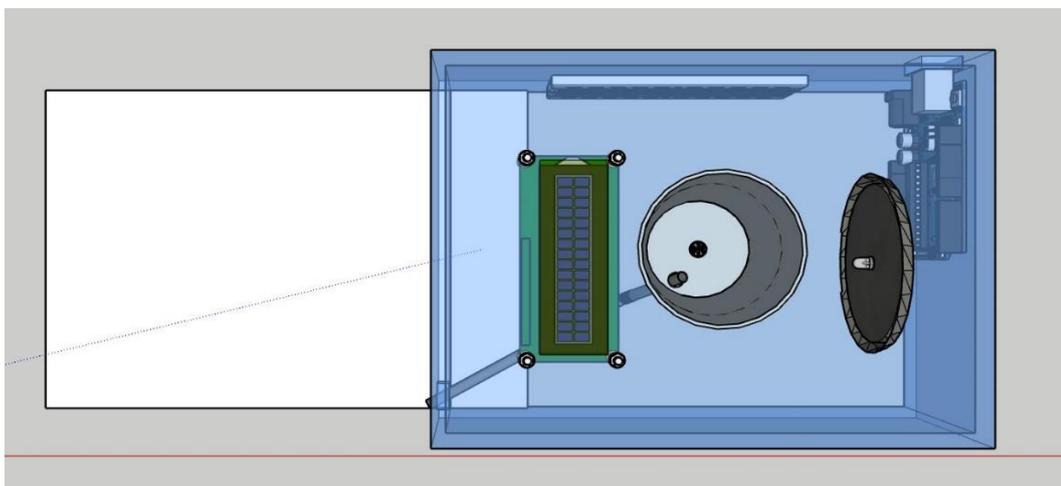
A	Orient Display
MC	Character Display
1602	Character x Lines 16 x 2
AR	Module Dimension 80.0x36.0x14.0mm
B	COB Type
B	STN Negative Blue
6	6 o'clock viewing angle
W	Top: -20~+70°C; Tstr: -30~+80°C
T	Transmissive
DW	White LED Backlight
/	Controller AC7805 Or Compatible
I2C	I2C Interface



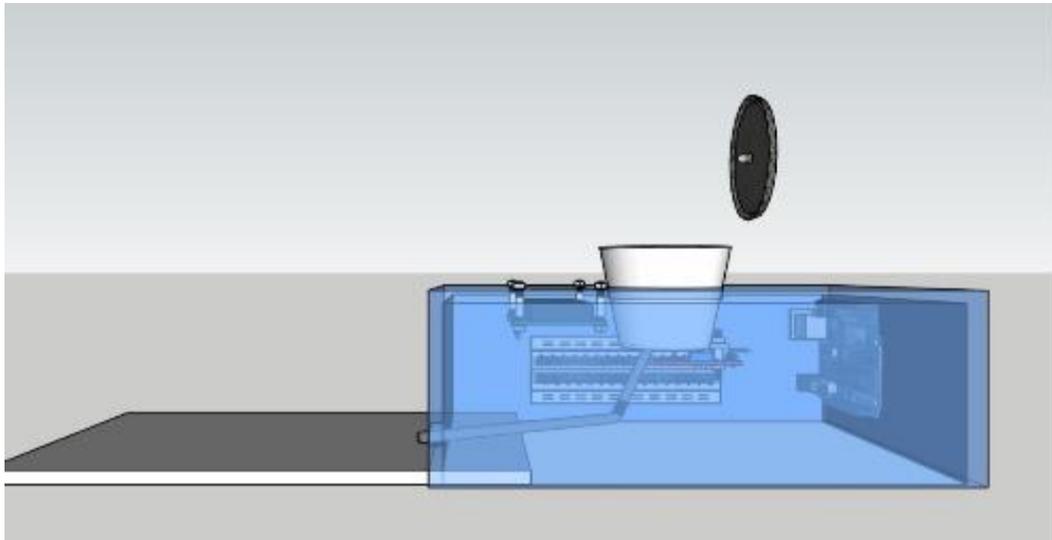
Perancangan Visual



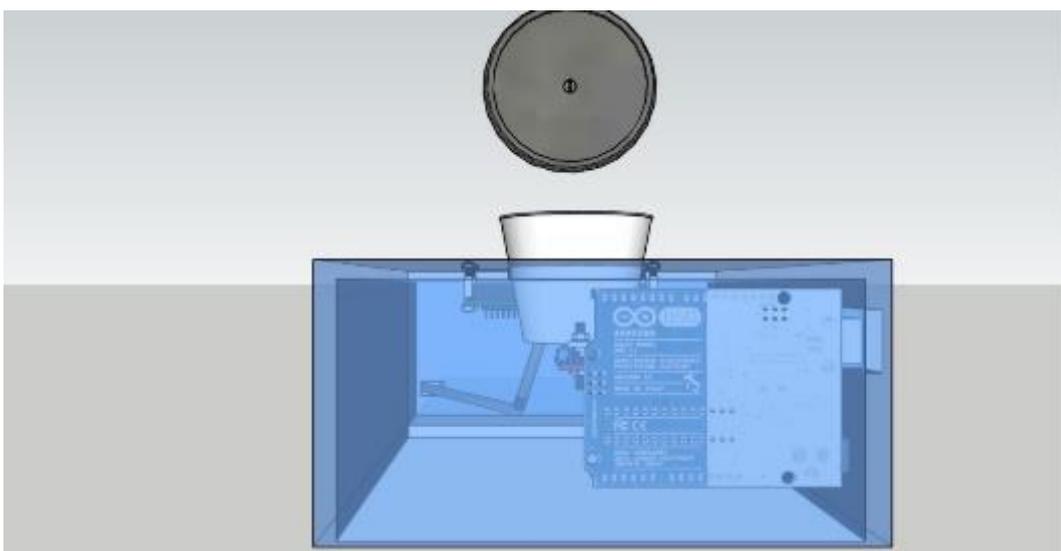
Tampak atas perancangan visual



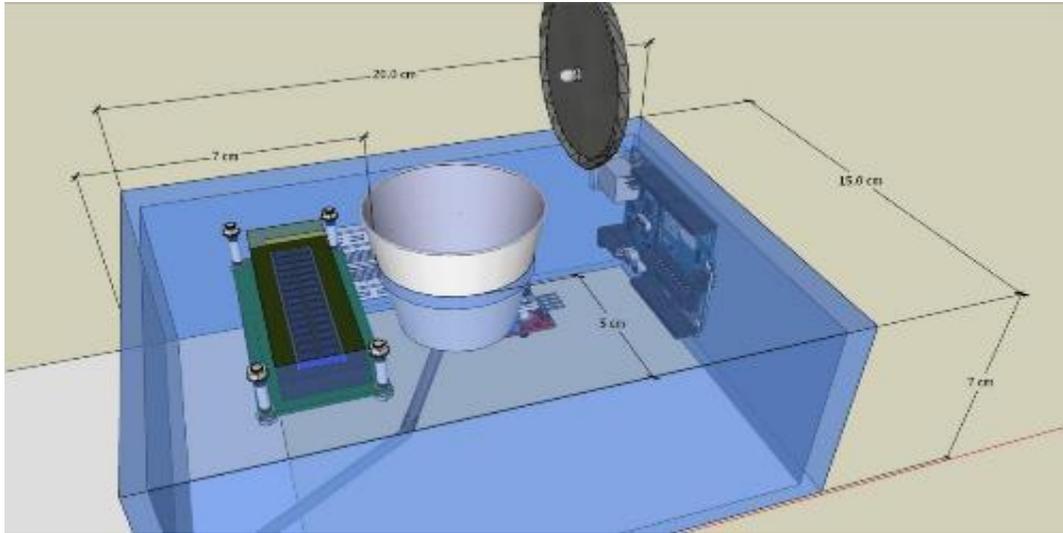
Tampak samping perancangan visual



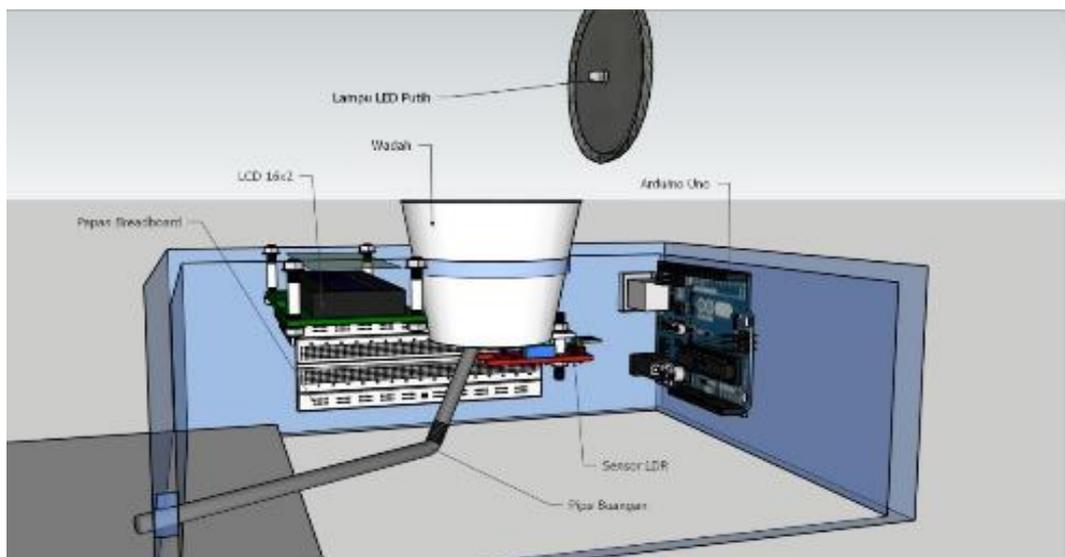
Tampak belakang perancangan visual



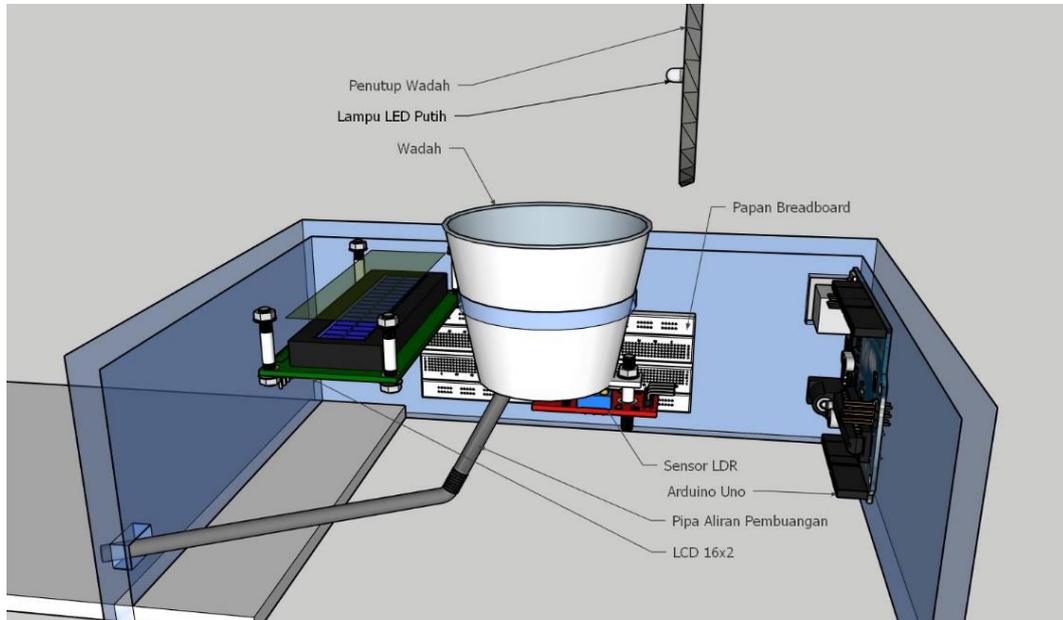
Ukuran Alat



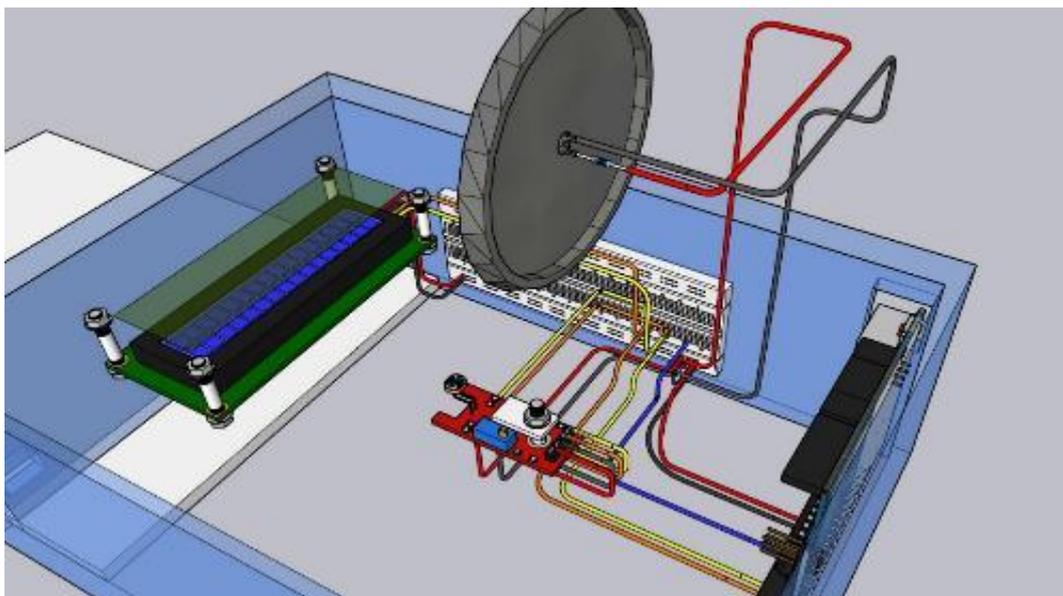
Peletakan komponen



Nama-nama komponen pada rancangan



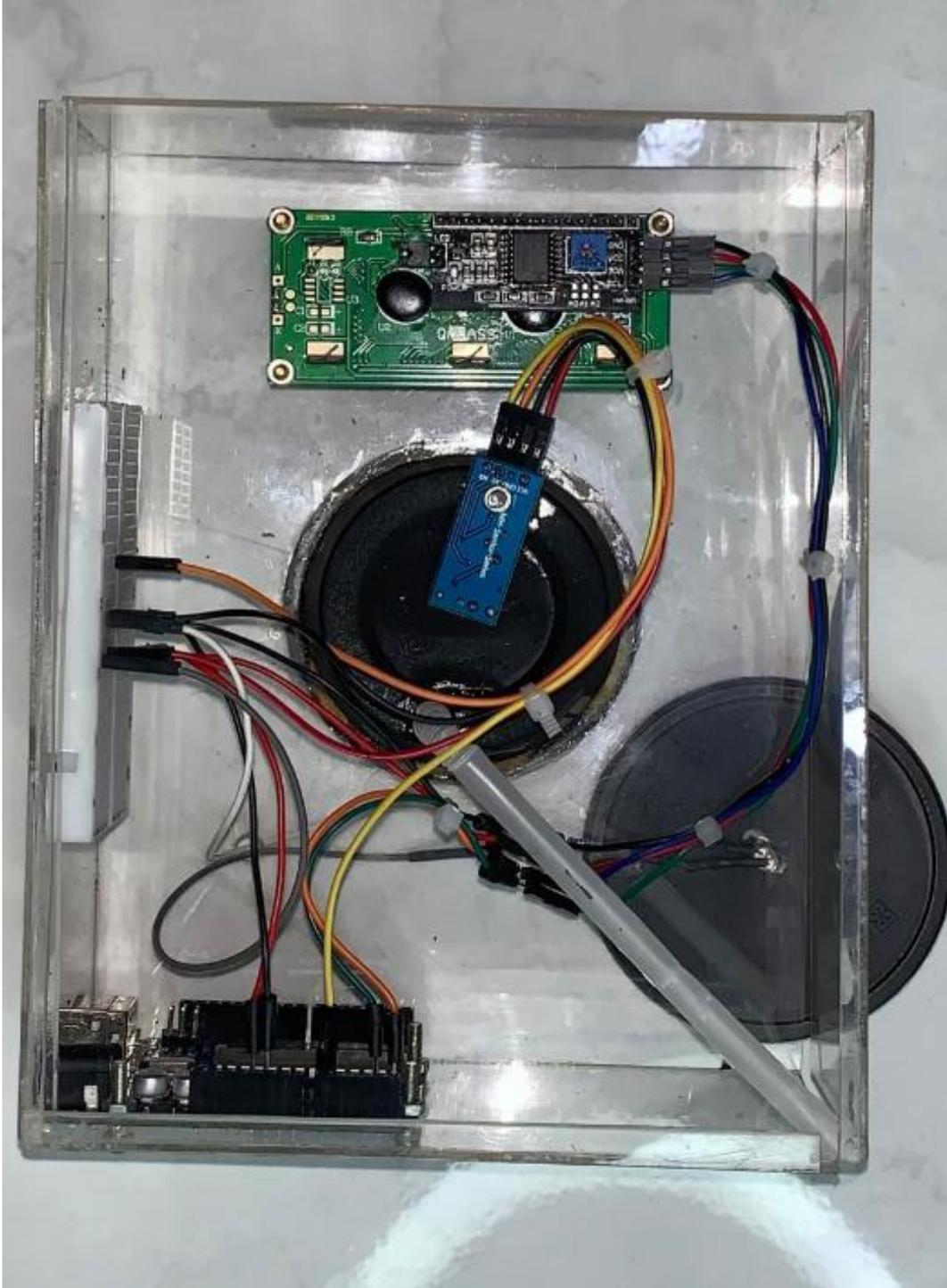
Pengawatan kabel pada alat



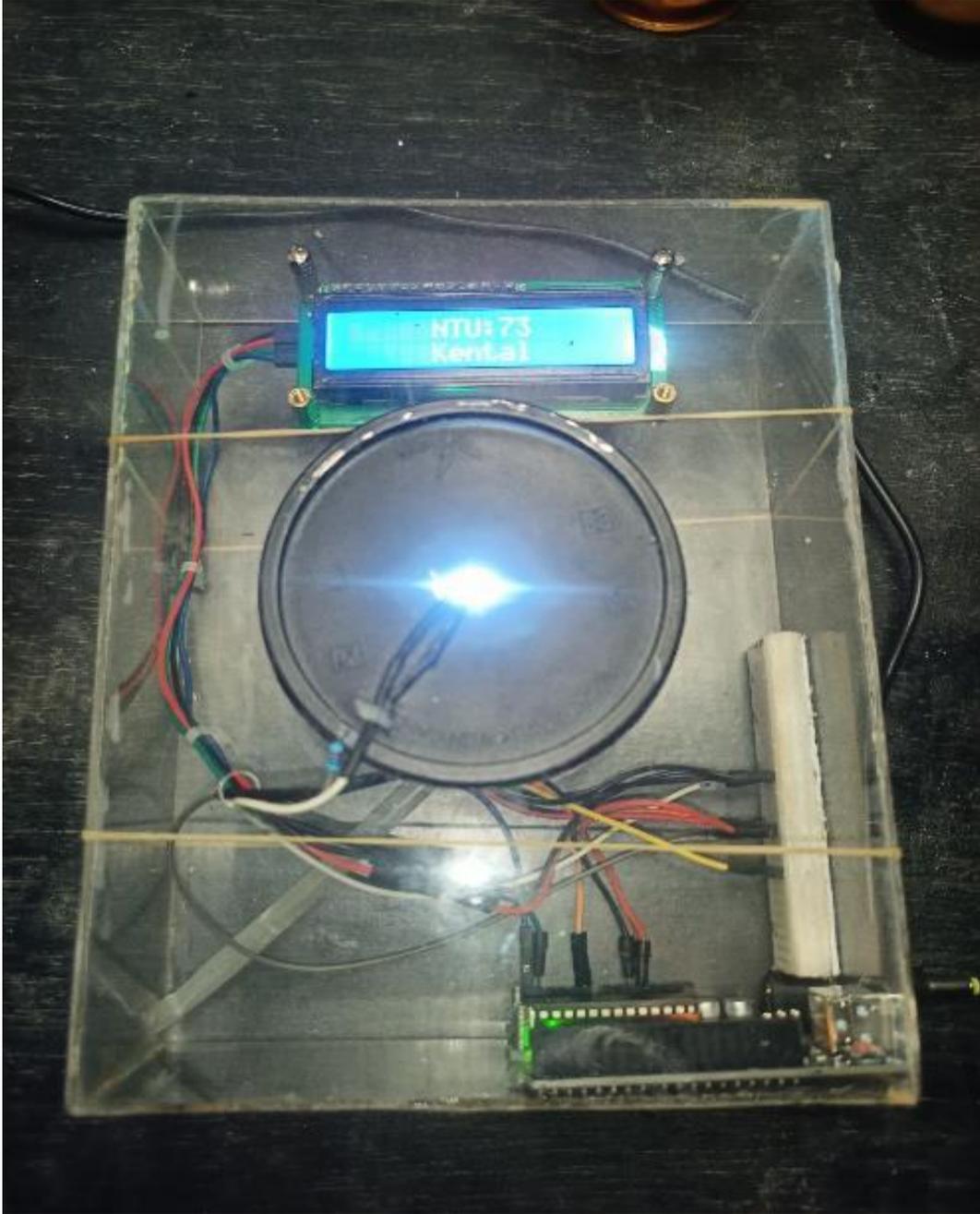
Bentuk Alat yang Sudah Jadi



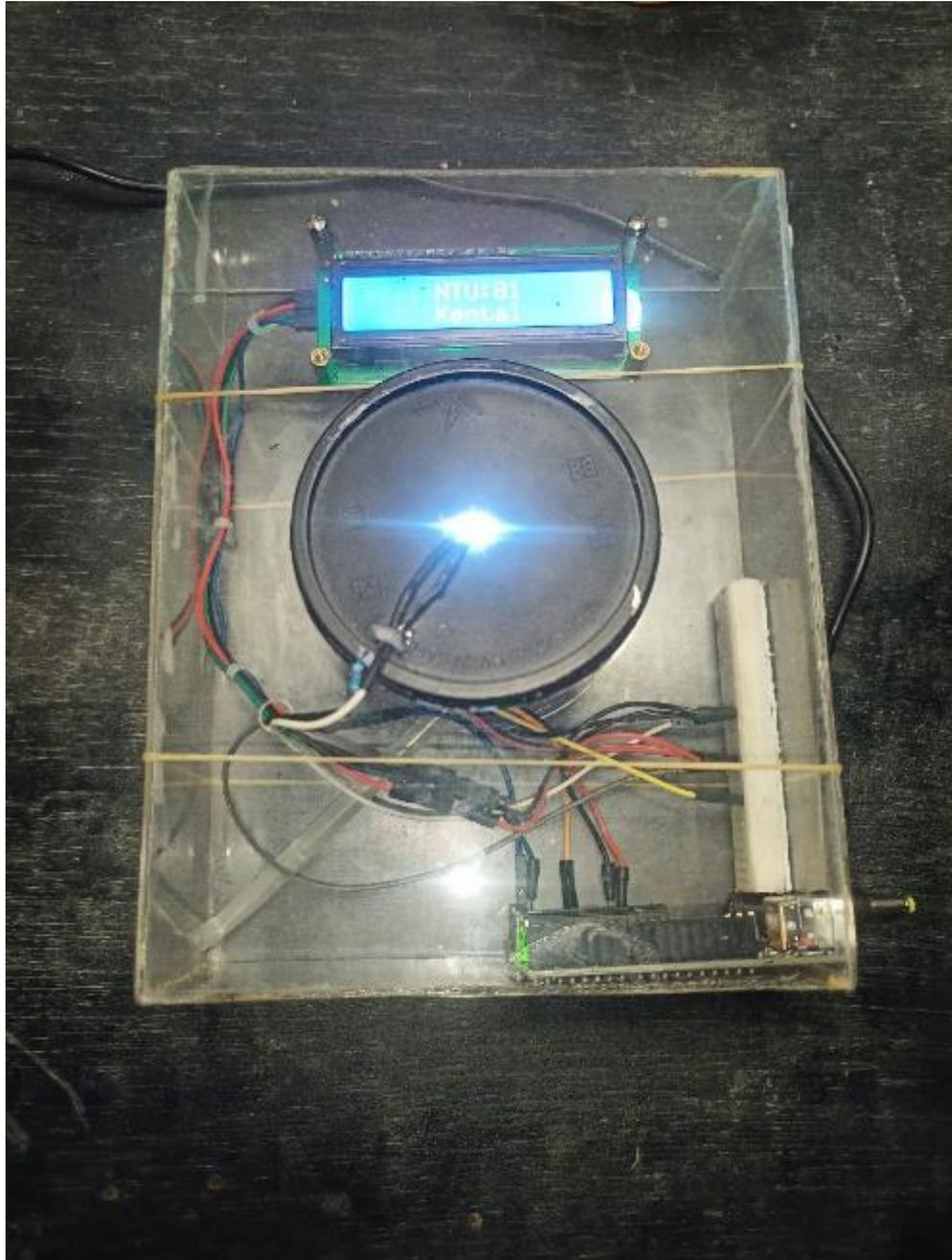
Rangkaian alat



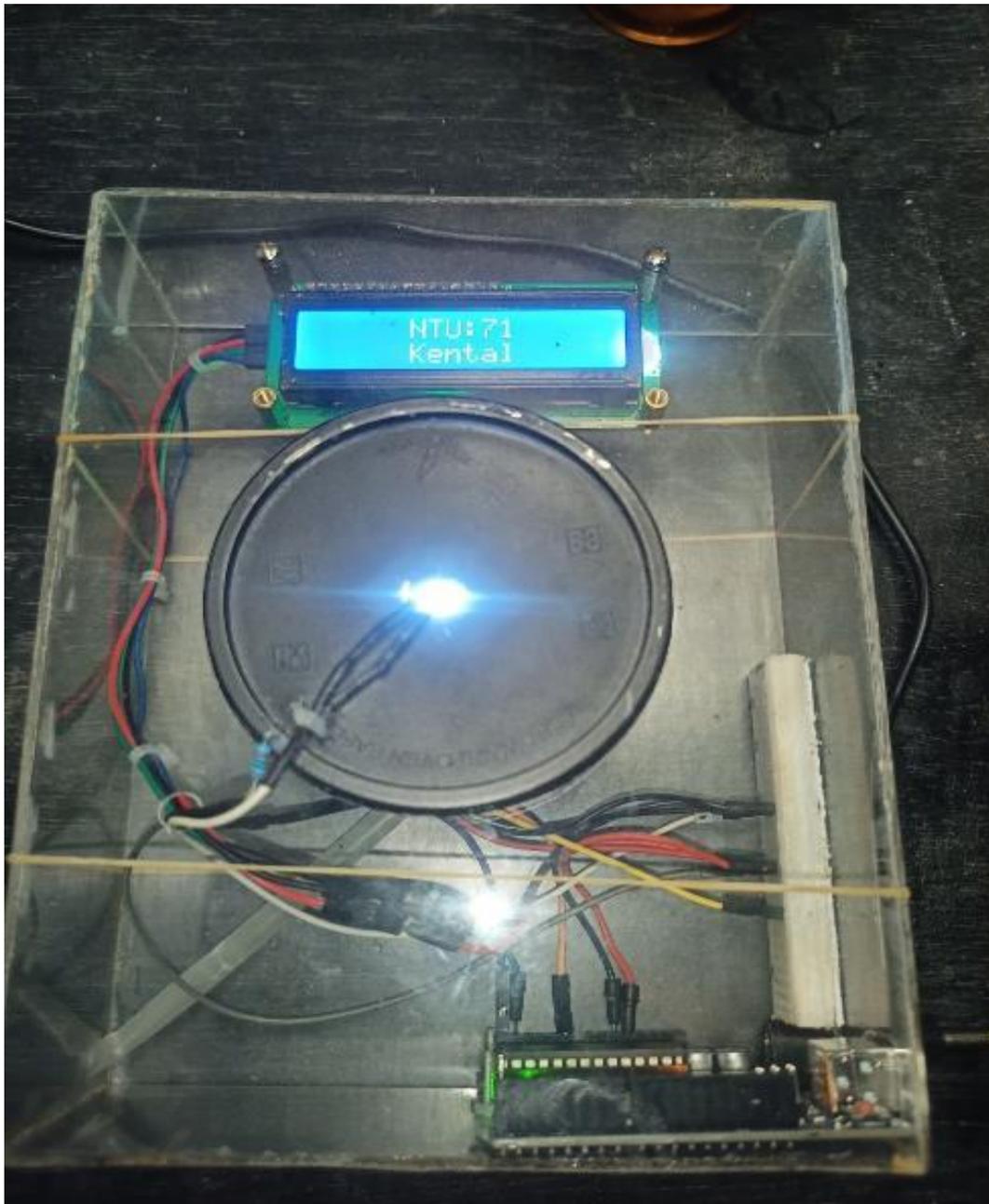
Pengujian Alat



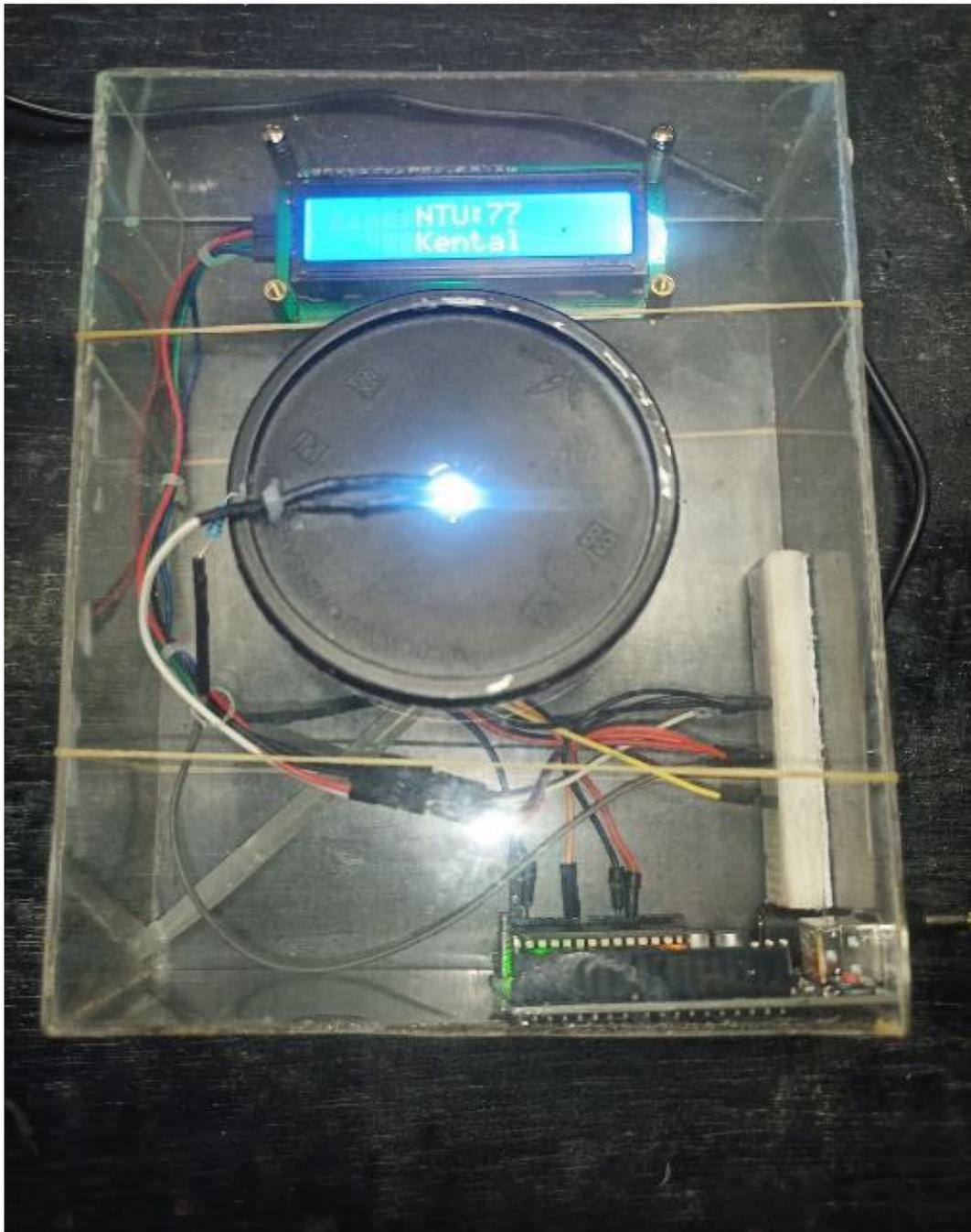
Pengambilan data (1)



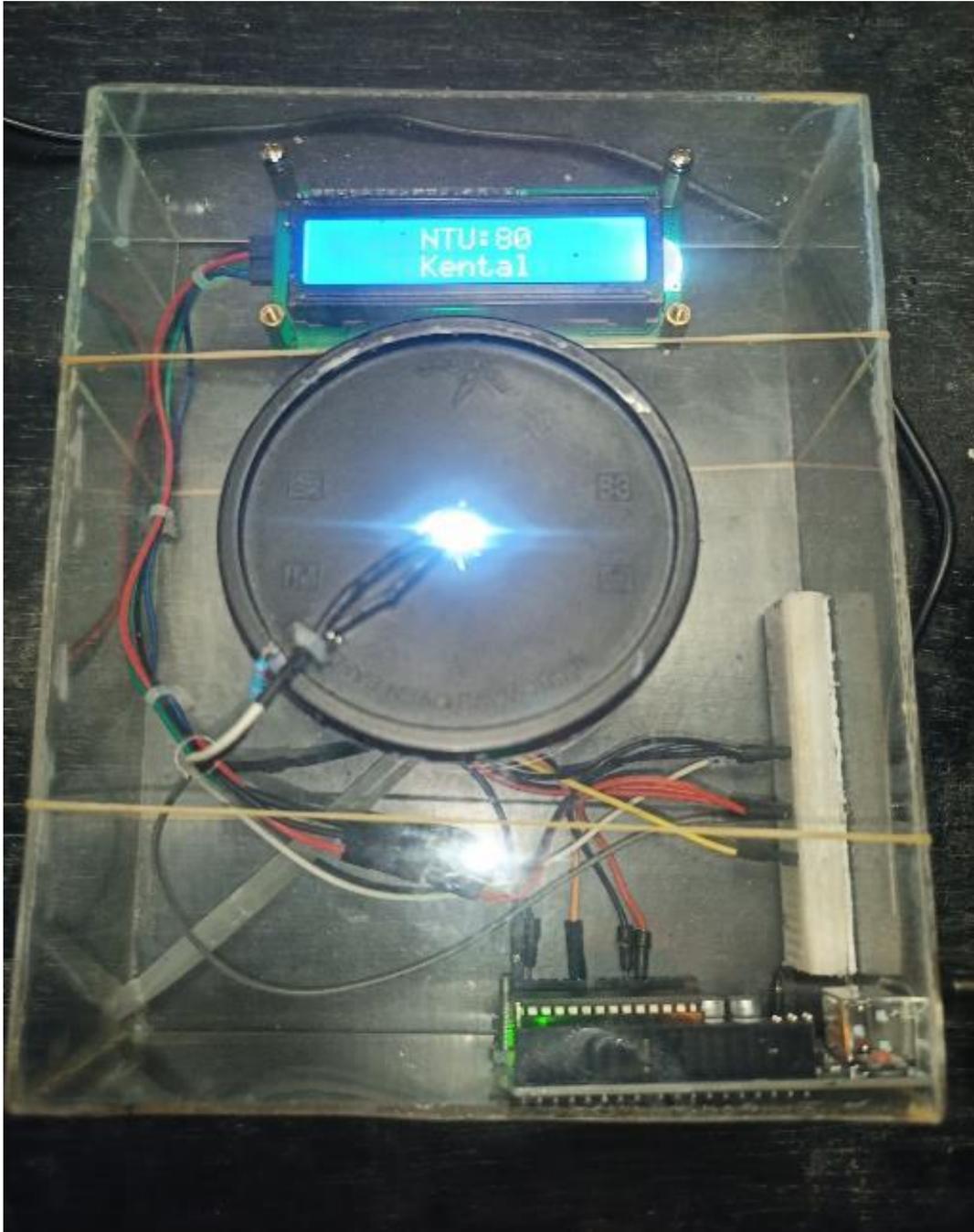
Pengambilan data (2)



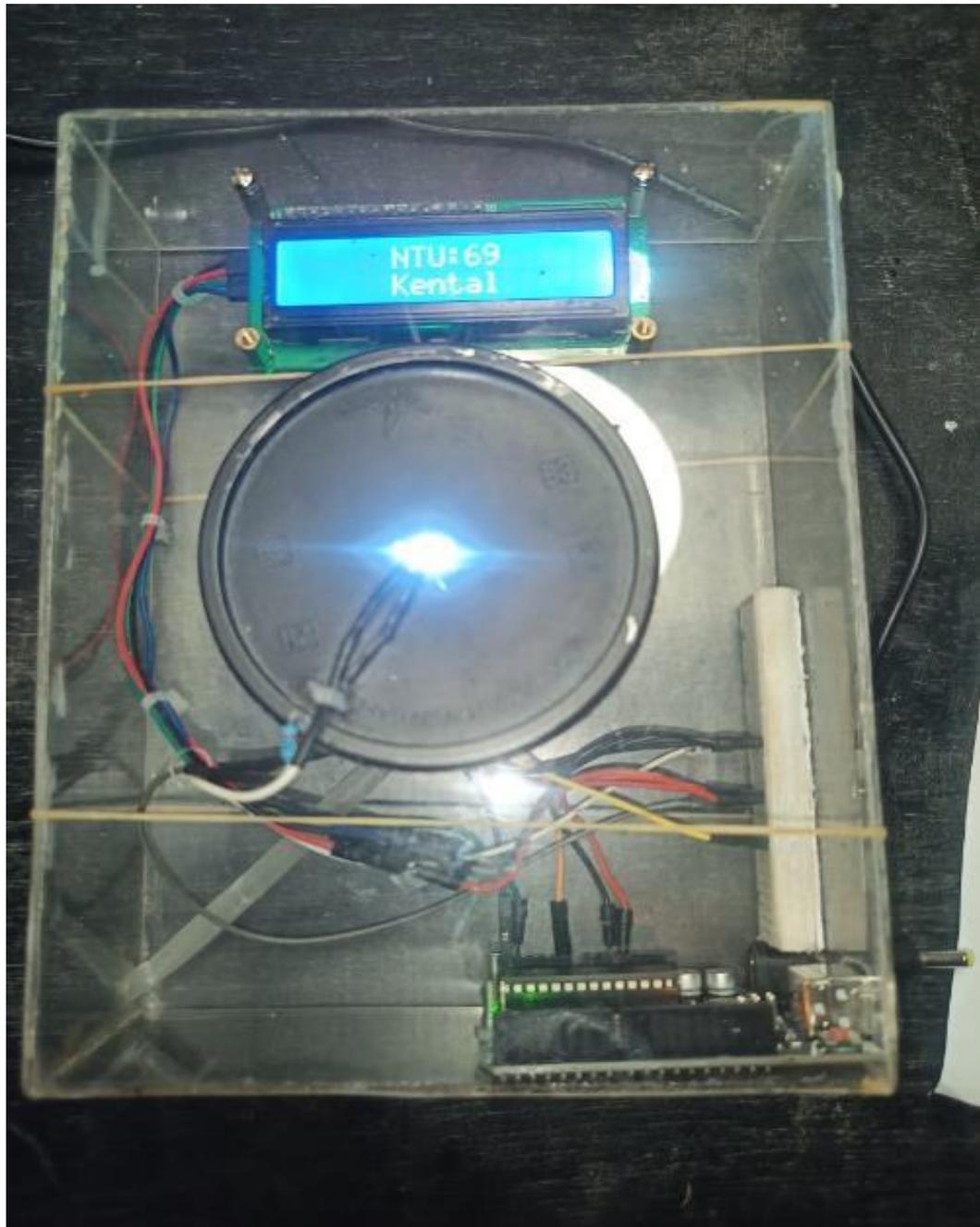
Pengambilan data (3)



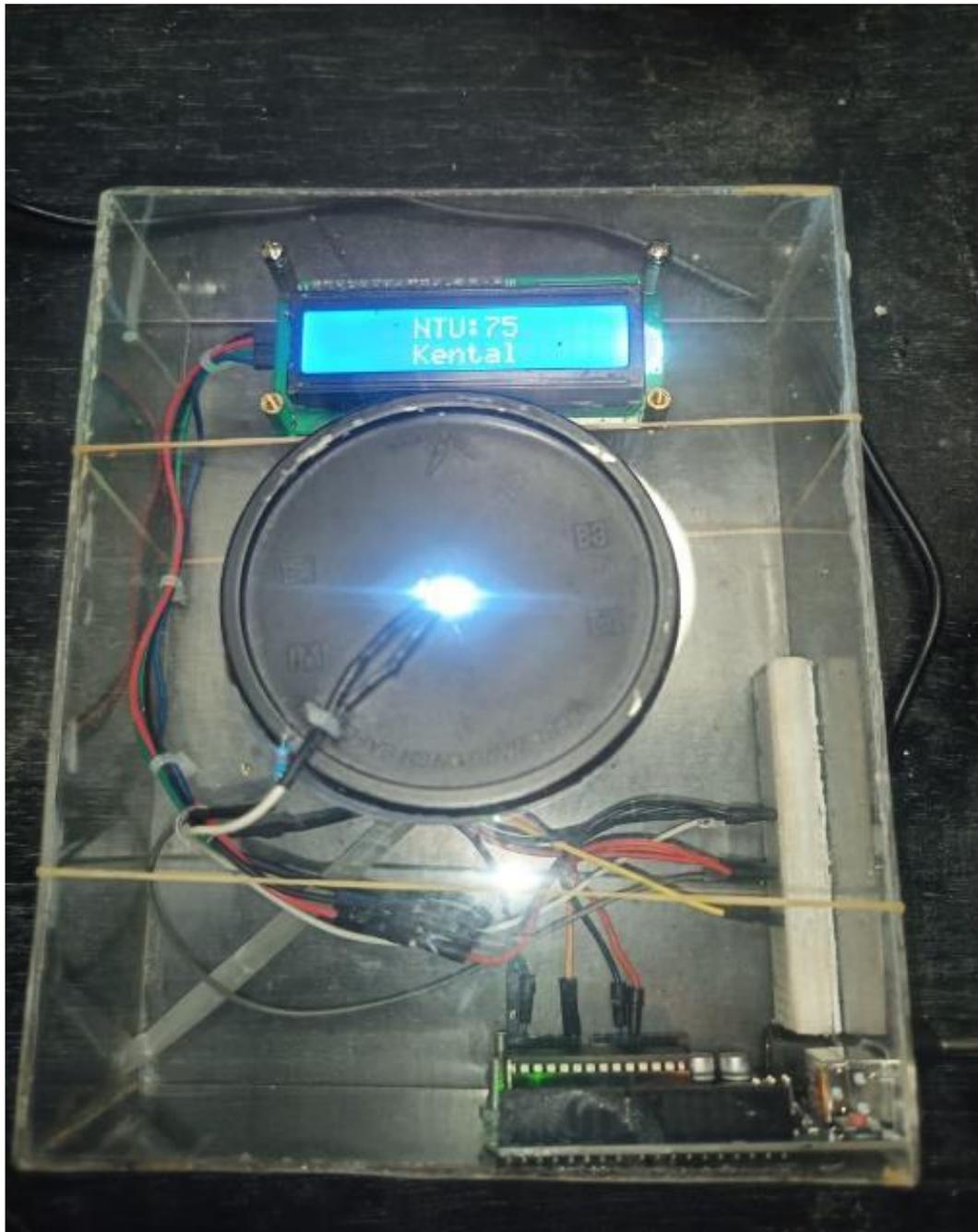
Pengambilan data (4)



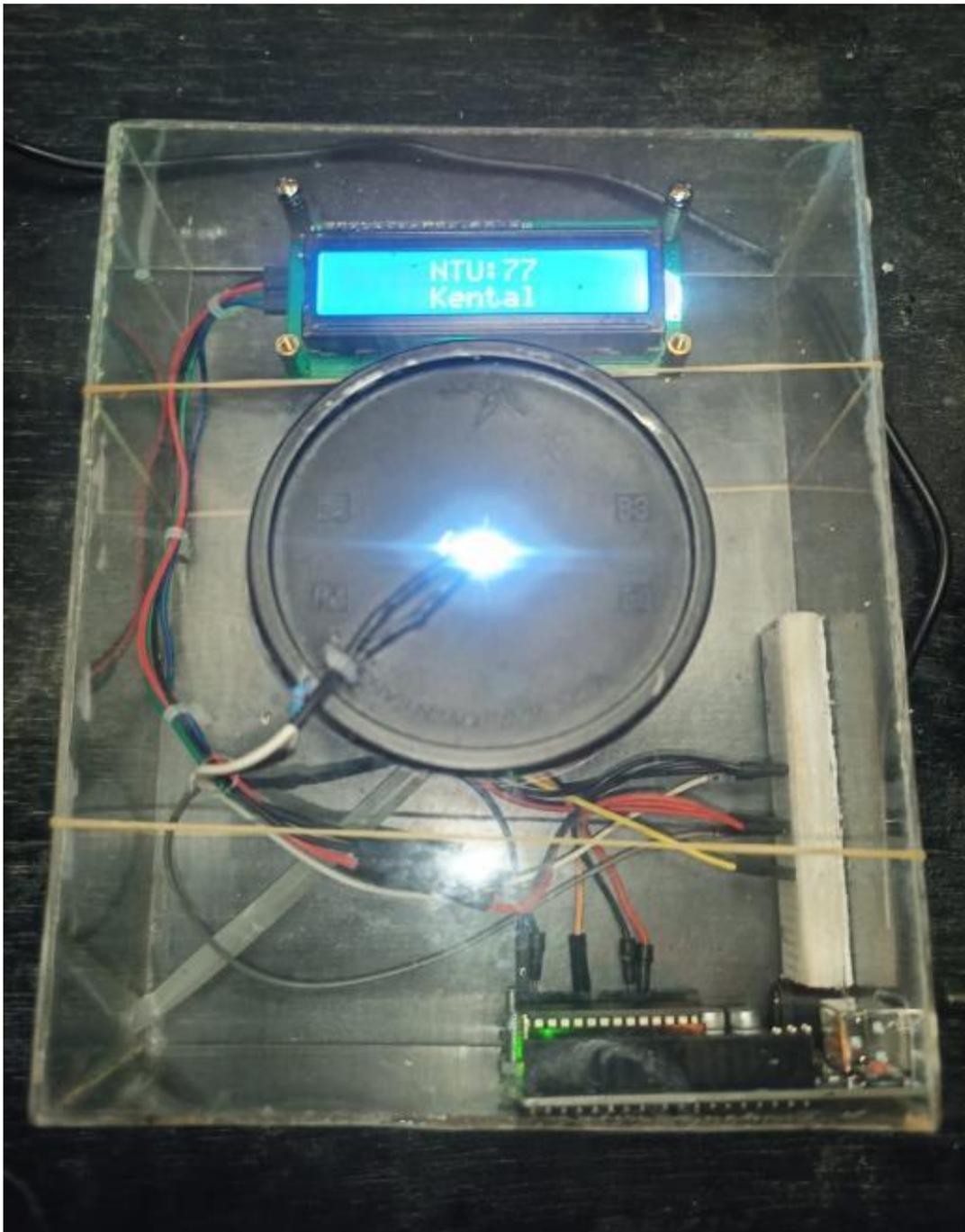
Pengambilan data (5)



Pengambilan data (6)



Pengambilan data (7)



Pengambilan data (8)

Lampiran D. Rincian Harga

No.	Nama Barang	Jumlah	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Arduino Uno R3 Lengkap	1	239.900	239.900
2.	Sensor LDR	1	14.625	14.625
3.	Lampu LED	5	526	2.630
4.	Acrylic 1,5 MM	2	34.500	69.000
5.	Lem Acrylic 140 ML	1	35.000	35.000
6.	Cutter Acrylic	1	12.500	12.500
7.	Refill Cutter Acrylic	5	1.800	9.000
8.	Ongkos Kirim			120.000
Total Harga Semua Barang				502.655

5.58  0,20 KB/S     63

 **Detail Pesanan** 

Selesai [Lihat Detail](#)

INV/20220609/MPL/2390806070  [Lihat Invoice](#)

Tanggal Pembelian: 09 Juni 2022, 09:28 WIB

Detail Produk  **Freelab** >



**Uno R3 Starter Learning Kit Lengkap
utk Pemula dengan Ardu + Tutorial - NO re...**
1 x Rp239.900

Total Harga
Rp239.900

 [Beli Lagi](#)

5.59

3.00 KB/S

← Rincian Pesanan



Star+ Pi Toserba

Kunjungi Toko >



Light Sensor Module Modul Sensor Cah...

x1

Rp14.625

Proteksi Kerusakan +

Diterbitkan (Berakhir: 13-02-2024)

Lihat Detail >

Rp500 x 1



LED 3mm Clear nyala warna putih hijau...

Putih

x5

Rp526

5.59

48.0 KB/S

← Rincian Pesanan



Star+ Akrilik Teknika

Kunjungi Toko >



LEMBARAN ACRYLIC / AKRILIK A2 1.5...

Bening

x2

Rp34.500

Total Pesanan

Rp87.840 ∨

Mohon lakukan pembayaran sebesar **Rp87.840** saat menerima produk

6.00

8.00 KB/S

 Rincian Pesanan**Star+** PODA Store - Medan[Kunjungi Toko >](#)

Lem acrylic 140ml Poda store

x1

Rp35.000



Cutter acrylic pisau acrylic

x1

Rp12.500

Proteksi Kerusakan +

Diterbitkan (Berakhir: 13-02-2024)

[Lihat Detail >](#)

Rp500 x 1



Refill cutter acrylic isi ulang pisau akrilik

x5

Rp1.800

BIODATA MAHASISWA

1. Personal

Nama : Muhammad Reza
NIM : 190150097
Bidang : Teknik Elektro
Alamat : Dusun Cot Lha, Kec. Simpang
Keuramat, Kab. Aceh Utara
No. HP : 0822-7645-9416



2. Orang Tua

Nama Ayah : Muhammad Nasir
Pekerjaan : Pengusaha
Umur : 44 Tahun
Alamat : Dusun Cot Lha, Kec. Simpang Keuramat, Kab. Aceh
Utara
Nama Ibu : Marlina
Pekerjaan : IRT
Umur : 43 Tahun
Alamat : Dusun Cot Lha, Kec. Simpang Keuramat, Kab. Aceh
Utara

3. Pendidikan Formal

Asal SLTA (Tahun) : MAS Jabal Nur (2019)
Asal SLTP (Tahun) : SMP N 1 Simpang Keuramat (2016)
Asal SD (Tahun) : MIN 25 Aceh Utara (2013)

4. Pengalaman Organisasi

2018-2019 : Ketua OSIS MAS Jabal Nur
2019 : Ketua Angkatan 2019 Teknik Elektro
2019-2020 : Anggota Humas Himpunan Mahasiswa Teknik
Elektro (Himatro)
2023 : Ketua Kelompok 14 KKN Tematik Unimal

5. Software Komputer Yang dikuasai

Jenis Software : Microsoft Word
Tingkat Penguasaan : *) Basic / Intermediate / Advance
Jenis Software : MS Powerpoint

Tingkat Penguasaan : *) ~~Basic~~ / Intermediate / ~~Advance~~

Jenis Software : Microsoft Excel

Tingkat Penguasaan : *) ~~Basic~~ / Intermediate / ~~Advance~~

Jenis Software : CorelDRAW

Tingkat Penguasaan : *) ~~Basic~~ / Intermediate / ~~Advance~~

Jenis Software : Etlab

Tingkat Penguasaan : *) Basic / ~~Intermediate~~ / ~~Advance~~

Jenis Software : Matlab

Tingkat Penguasaan : *) Basic / ~~Intermediate~~ / ~~Advance~~

Lhokseumawe, 11 Desember 2023

Penulis,



Muhammad Reza

NIM. 190150091