

PERANCANGAN ALAT PENIMBANG KACANG TANAH OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR BERAT (LOAD CELL SINGLE POINT)

Abdon Nawari Nasution, Asri, Rosdiana, Fidyatun Nisa

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh
Jl. Batam, Blang Pulo, Kec. Muara Satu, Kota Lhokseumawe, Aceh 24355
E-mail : abdon.180150115@mhs.unimal.ac.id

Abstrak— Saat ini dunia industri mengimplementasikan teknologi robotika mesin industri karena memiliki beberapa keunggulan, salah satunya keunggulan akurasi, yang mana kelebihan tersebut sangat cocok untuk sebuah pengukuran. Untuk sistem teknologi pengukuran digital tentunya memerlukan perangkat elektronika seperti sensor berat Load Cell yang dapat digunakan mendeteksi berat suatu benda, contohnya kacang tanah. Perancangan alat penimbang kacang tanah ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali utama. Sensor berat jenis Load Cell Single Point sebagai pendeteksi berat kacang. Motor servo sebagai pembuka dan penutup pintu wadah kacang. Sensor cahaya LDR sebagai pendeteksi wadah kacang tanah kosong atau berisi. Buzzer sebagai indikator jika wadah kacang sedang kosong. Keypad sebagai tombol input berat kacang yang ingin ditimbang. LCD sebagai penampil nilai berat yang diinput pada keypad. Sensor PIR sebagai pendeteksi tangan manusia ketika meletakkan plastik/wadah ditempat jatuhnya kacang yang sudah ditimbang. Sensor DHT11 sebagai pendeteksi kelembapan kacang tanah pada wadah tampungan kacang. Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan melakukan sepuluh kali percobaan dengan berat yang berbeda-beda, nilai persentase error paling tinggi terdapat pada percobaan pertama dengan nilai 7,41% pada berat 100 gram. Kemudian nilai persentase error paling rendah terdapat pada percobaan ketujuh dengan nilai 0,85% pada berat 700 gram, dan nilai rata-rata persentase error pada semua percobaan ialah 2,19%.

Keywords— *Alat penimbang kacang, sensor Load Cell, motor servo, LCD, keypad.*

I. PENDAHULUAN

Saat ini industri Indonesia sedang memasuki era Revolusi Industri 4.0, dimana teknologi telah menjadi hal penting pada kehidupan manusia. Semua hal menjadi tanpa batas akibat perkembangan internet dan teknologi digital. Revolusi industri ini tidak lepas dari meningkatnya permintaan konsumen terhadap barang-barang manufaktur. Untuk menggenjot produksi, industri membutuhkan suatu sistem yang dapat bekerja secara efisien[1]. Dunia industri saat ini mengimplementasikan teknologi robotika mesin industri karena memiliki beberapa keunggulan, salah satunya keunggulan akurasi[2], yang mana kelebihan tersebut sangat cocok untuk sebuah pengukuran.

Pengukuran memegang peranan penting dalam mendukung pekerjaan manusia dan memberikan keuntungan praktis dalam menentukan nilai suatu variabel[3]. Untuk sistem teknologi pengukuran digital, tentunya memerlukan perangkat elektronika seperti sensor load cell yang dapat digunakan mendeteksi berat suatu benda. Pengukuran yang kerap kita jumpai sehari-hari pada umumnya masih menggunakan pengukuran secara konvensional atau manual, khususnya pada pengukuran berat suatu benda. Salah satu kelemahan dari pengukuran manual ialah sering terjadi kesalahan pembacaan hasil pengukuran.

Berdasarkan hal diatas, penulis ingin membuat suatu rancangan alat yang dapat menimbang suatu benda menggunakan sensor load cell dan dilengkapi beberapa komponen elektronika pendukung lainnya seperti motor stepper dan sensor cahaya. Adapun tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk mengetahui sistem kerja serta keakuratan sensor load cell dalam melakukan pengukuran suatu benda. Kemudian untuk mengetahui cara kerja sensor cahaya terhadap intensitas cahaya yang diterima, dan pengaruh kecepatan motor stepper terhadap naik turunnya daya dan arus yang diberikan. Untuk mengoperasikan semua komponen elektronika yang ada diatas dibutuhkan sebuah mikrokontroler, mikrokontroler yang akan digunakan pada alat ini ialah Arduino.

II. DASAR TEORI

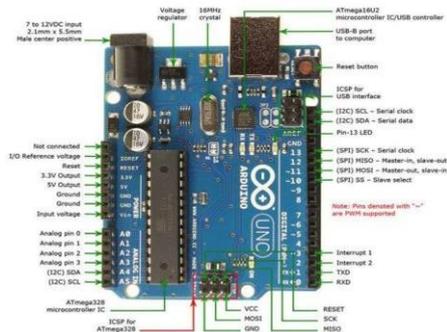
2.1 Mikrokontroler Arduino

Arduino merupakan platform dari *physical computing* berjenis *opensource*. Arduino bukan hanya alat pengembangan, tapi juga gabungan antara pemrograman, perangkat keras, dan aplikasi untuk membuat/mengedit kode program. IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program, kemudian di-compile ke bentuk biner dan mengisinya kedalam penyimpanan Arduino. Arduino menjadi pilihan dan referensi banyak partisi karena banyak modul eksternal yang dapat dihubungkan ke Arduino[4]. Ada berbagai jenis IC yang digunakan dalam arduino, salah satunya IC Atmega328 yang ada pada Arduino Uno. Dibawah ini merupakan bentuk fisik dari Arduino :



Gambar 2.1 Arduino Uno

Pada board Arduino Uno terdapat beberapa pin yang memiliki fungsi atau ketentuannya masing-masing, dibawah ini merupakan gambar pin-pin yang ada pada Arduino Uno :



Gambar 2.2 Pin Arduino Uno

Keterangan konfigurasi pin Arduino UNO secara umum dapat dilihat dibawah ini :

- Pin IOREF : pin tegangan referensi pada beberapa komponen eksternal.
- Pin RESET : pin untuk mereset pembacaan program agar mulai kembali dari awal.
- Pin 3,3V dan 5V : pin tegangan output yang akan diberikan pada komponen eksternal.
- Pin GND : pin untuk menutup sirkuit listrik.
- Pin Vin : pin tegangan input untuk Arduino.
- Pin A0 sampai A5 : pin untuk input/output data analog, juga dapat digunakan sebagai input/output digital.
- Pin 0 sampai 13 : pin untuk input/output digital.
- Pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 : pin untuk fitur PWM.

Arduino sendiri memiliki perangkat lunak bernama Arduino IDE. Arduino IDE adalah program perangkat lunak bahasa C yang ditulis dalam Java. Arduino IDE terdiri dari editor program, jendela yang memungkinkan pengguna untuk membuat dan memodifikasi program dalam bahasa pemrograman. Kompiler Arduino adalah modul yang mengubah kode bahasa pemrograman menjadi kode biner. Selain itu, diperlukan pengunggah yang mengunduh kode biner dari komputer ke dalam memori papan Arduino. Kode pemrograman arduino biasanya disebut dengan sketch dengan tipe file ino[5].

2.2 Catu Daya (Power Supply)

Secara umum istilah catu daya biasanya mengacu pada sistem filter penyearah yang mengubah tegangan AC dari sumber PLN menjadi tegangan DC murni. Komponen

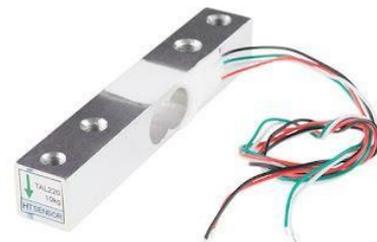
utama pada rangkaian catu daya ialah transformator, penyearah, kapasitor, dan resistor. Transformator akan menurunkan tegangan AC 220 volt menjadi tegangan yang lebih rendah sehingga dapat dikontrol oleh rangkaian regulator[6]. Terdapat beberapa jenis catu daya, salah satunya ialah catu daya jenis adaptor. Adaptor merupakan catu daya yang terpasang pada steker dan memiliki output tunggal, Adaptor juga dikenal dengan beberapa nama lain, seperti "paket steker" atau "adaptor Plug-in". Dibawah ini merupakan gambar dari adaptor :



Gambar 2.3 Adaptor

2.3 Sensor Berat

Sensor berat (*Load Cell Single Point*) adalah perangkat transducer yang menghasilkan daya yang sebanding dengan beban atau gaya. Sensor ini dapat menghasilkan pengukuran gaya dan beban yang akurat. Load cell digunakan untuk mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel[7]. Berikut gambar sensor berat load cell dibawah ini :



Gambar 2.4 Sensor Berat (*Load Cell Single Point*)

Pada gambar diatas terdapat 4 kabel yang berwarna putih, hijau, hitam, dan merah. Kabel putih merupakan output ground sensor, kabel hijau merupakan input positif sensor, kabel hitam merupakan input ground sensor, dan kabel merah merupakan input tegangan sensor. Sensor ini dapat bekerja pada tegangan 5 hingga 10 V.

2.4 Sensor PIR

PIR (*Passive Infra Red*) merupakan sensor infra merah yang terdiri dari fototransistor dan LED infrared. PIR tidak memancarkan apa pun seperti LED infrared, sensor ini hanya bereaksi terhadap energi sinar infra merah pasif dari objek yang terdeteksi. Target yang dapat dideteksi sensor ini

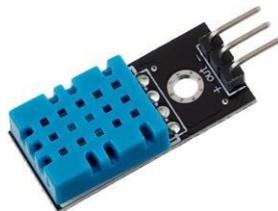
biasanya ialah tubuh manusia[8]. Dibawah ini merupakan gambar dari sensor PIR :



Gambar 2.5 Sensor PIR.

2.5 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor yang dapat memberikan data suhu dan kelembaban, sensor ini tergolong komponen dengan kestabilan yang sangat baik. DHT11 menerapkan Teknologi akuisisi sinyal digital yang unik dan teknologi deteksi kelembaban, memastikan keandalan dan stabilitasnya. DHT11 mempunyai ukuran yang kecil dengan konsumsi power yang sedikit dan juga mempunyai jangkauan sinyal transmisi sampai 20 meter[15]. Dibawah ini merupakan gambar dari sensor DHT11 :



Gambar 2.6 Sensor DHT11.

2.6 Sensor Cahaya LDR

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah komponen elektronika yang memiliki karakteristik yang sama dengan resistor, hanya saja nilai resistansi LDR akan berubah tergantung dari intensitas cahaya yang diterimanya. LDR memiliki resistansi yang sangat tinggi saat tidak terkena cahaya dan memiliki resistansi yang sangat rendah saat terkena cahaya. Menurut datasheet LDR, nilai resistansi LDR dapat meningkat sebesar 1 M Ω dalam kondisi cahaya

redup. Namun saat LDR terkena cahaya, nilai resistansi LDR menurun drastis hingga mencapai 1,5 Ω bahkan hingga 0 Ω [10]. Dibawah ini merupakan bentuk fisik dari sensor cahaya LDR :



Gambar 2.7 Modul Sensor Cahaya LDR

2.7 Motor Servo

Motor servo merupakan perangkat mekanis yang bekerja untuk menggerakkan suatu mekanisme, yang terdiri dari motor DC, roda gigi, potensiometer dan perangkat kontrol. Motor servo dilengkapi pengontrol serta pendeteksi posisi, sehingga dapat bergerak 0⁰, 90⁰, dan 180⁰[9]. Dibawah ini merupakan gambar fisik dari motor servo :



Gambar 2.8 Motor Servo

2.8 Dioda Laser

Dioda Laser adalah perangkat semikonduktor yang ketika dialiri listrik dapat menghasilkan radiasi koheren. Kata LASER berasal dari kata *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang berarti mekanisme suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik melalui proses radiasi yang distimulasi. Beberapa dari radiasi elektromagnetik ini terlihat oleh mata normal, ada juga yang tidak dapat dilihat[11]. Dibawah ini merupakan bentuk fisik dari modul dioda laser :



Gambar 2.9 Modul Dioda Laser.

2.9 Keypad

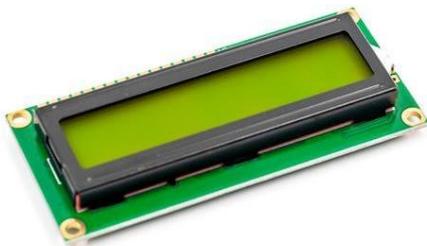
Keypad merupakan kumpulan 16 saklar yang disusun secara matriks yang berfungsi untuk menginput data. Keypad berperan sebagai penghubung antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Pada dasarnya keypad adalah sekumpulan tombol yang disusun membentuk pola angka dan berbagai menu lainnya[12]. Dibawah ini merupakan gambar dari keypad 4x4 :



Gambar 2.10 Keypad 4x4

2.10 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah perangkat elektronik yang dapat menampilkan informasi, baik karakter, huruf maupun grafik. LCD yang digunakan dalam penelitian ini adalah LCD 16x2, LCD jenis ini hanya bisa menampilkan karakter. Spesifikasi LCD 16x2 terdiri dari 16 kolom dan 2 baris, memiliki 192 karakter tersimpan, bekerja dengan tegangan operasi 3V-5V dan memiliki ukuran yang praktis.[13]. Dibawah ini menunjukkan bentuk fisik dari LCD 16x2 :



Gambar 2.11 LCD 16x2

2.11 Buzzer

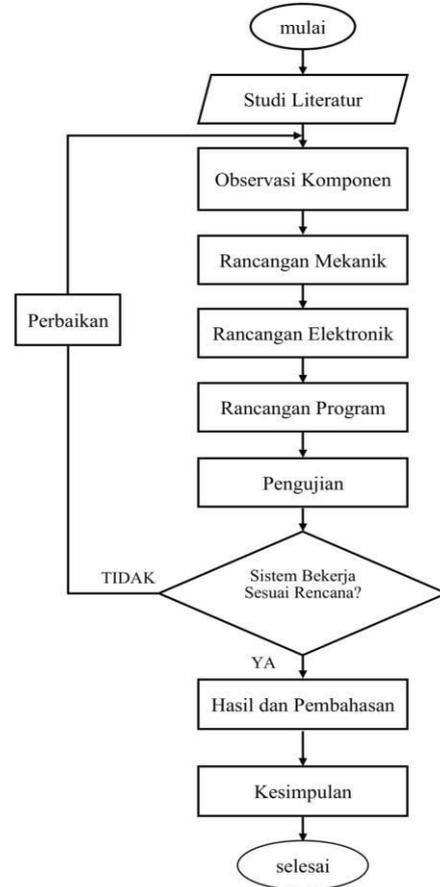
Buzzer adalah komponen elektronik yang dapat mengubah energi listrik menjadi getaran suara. Buzzer terdiri dari kumparan yang dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, dan kumparan ditarik masuk atau keluar tergantung arah arus dan polaritas magnet. Setiap gerakan timbal balik dari kumparan yang menempel pada diafragma menyebabkan udara bergetar untuk menghasilkan suara[14]. Dibawah ini merupakan gambar dari buzzer :



Gambar 2.12 Buzzer.

2.12 Tahapan Penelitian

Untuk memperoleh suatu alat yang baik maka diperlukan diagram alir dalam perancangan alat ini, diagram alir perancangan alat penimbang kacang tanah otomatis ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.13 Diagram Alir Penelitian

Berikut uraian dari gambar diagram alir diatas :

- Studi literatur, melakukan tinjauan pustaka yang bersangkutan dengan masalah yang akan dibahas serta memastikan bahwa penelitian tersebut dapat dilaksanakan.
- Observasi komponen, menentukan komponen serta kebutuhan dari penelitian yang akan dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui kebutuhan pokok pada penelitian.
- Rancangan mekanik, yaitu membuat gambaran bentuk dari alat/sistem yang akan dikerjakan.
- Rancangan elektronik, yaitu membuat rangkaian atau menghubungkan setiap komponen elektronik seperti sensor maupun motor agar dapat bekerja.
- Rancangan program, yaitu membuat codingan atau skenario cara kerja sistem pada aplikasi Arduino IDE yang kemudian diupload ke mikrokontroler Arduino.
- Pengujian, pengujian yang dilakukan ialah dengan menjalankan sistem yang telah dibuat guna untuk melihat tingkat keberhasilan seluruh rancangan sistem.

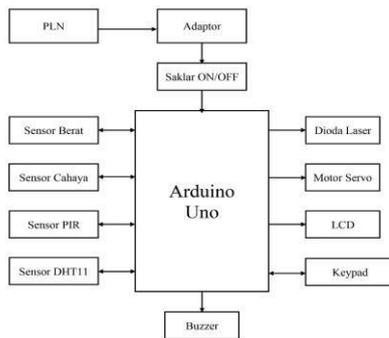
Apabila terjadi kesalahan atau hasil kerja dari sistem

tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dilakukan perbaikan.

- Hasil dan pembahasan, ialah penyajian serta pembahasan tentang hasil yang diperoleh pada saat dilakukannya pengujian serta pengaplikasian rancangan sistem pada miniatur rumah.
- Kesimpulan, yaitu mengambil pernyataan ringkas yang terjadi pada hasil penelitian yang sudah dilakukan.

2.13 Diagram Blog Sistem

Diagram blok sistem pada alat ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



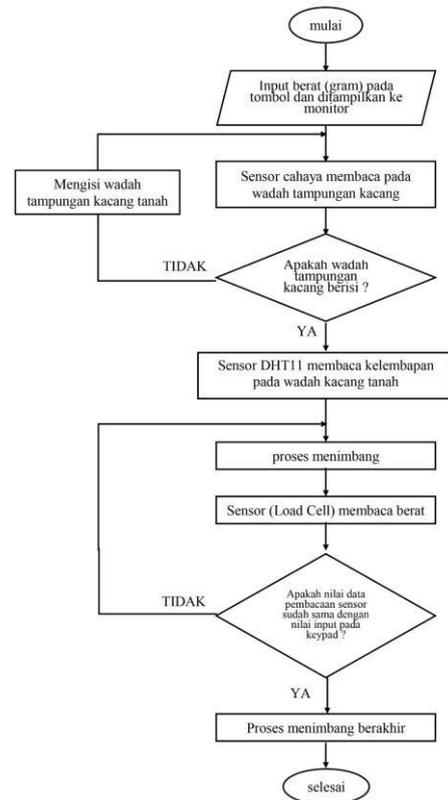
Gambar 2.14 Diagram Blok Sistem

Berikut uraian dari diagram blok sistem/alat diatas :

- Diagram blok pada gambar diatas menjelaskan mengenai konfigurasi sistem antara input, output serta komponen utama yang digunakan.
- Blok diagram sistem mendapat inputan daya dari PLN 220 Volt AC 50 Hz, kemudian diteruskan ke Adaptor.
- Adaptor akan menurunkan tegangan menjadi 5 Volt, keluaran dari Adaptor kemudian dihubungkan ke Saklar ON/OFF.
- Kemudian output dari Saklar ON/OFF dihubungkan ke Arduino Uno.
- Semua sensor dan komponen elektronika lainnya menggunakan supply daya dari Arduino.
- Arduino akan memberikan perintah kepada semua sensor untuk membaca data, kemudian sensor akan mengirim (umpan balik) data hasil pembacaan sensor ke Arduino.
- Arduino akan mengidentifikasi nilai pembacaan sensor tersebut dan memprosesnya.
- Setelah nilai pembacaan sensor diproses, kemudian Arduino akan memberikan perintah kepada komponen elektronika lainnya seperti LCD maupun motor servo.

2.14 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

Sistem kerja alat penimbang kacang tanah otomatis ini dapat dilihat dalam diagram alir pada gambar dibawah :

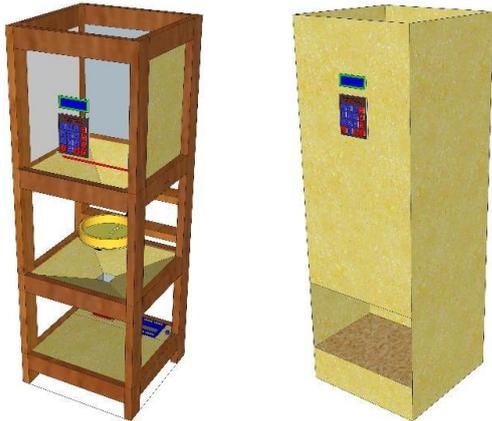


Gambar 2.15 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

2.15 Rancangan Mekanik

Rancangan mekanik pada penelitian ini menggunakan bahan kayu dan besi dalam pembuatan tiang dan rusuknya. Kemudian menggunakan bahan triplek untuk pembuatan wadah kacang tanah dan juga untuk dinding luar. Untuk rancangan mekanik pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

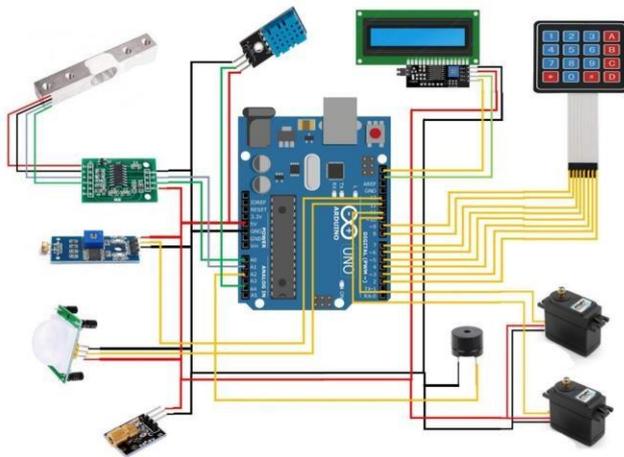




Gambar 2.16 Rancangan Mekanik Alat

2.16 Rancangan Elektronik

Terdapat beberapa komponen elektronik yang akan dirancang pada penelitian ini, semua komponen harus dihubungkan ke Arduino hingga menjadi sebuah skematik agar sistem dapat bekerja sesuai dengan konsep yang diinginkan. Adapun beberapa rancangan elektronik yang akan dilakukan diantaranya: perancangan sensor berat, sensor cahaya, sensor PIR, motor servo, LCD, laser, keypad, sensor DHT11, dan buzzer.



Gambar 2.17 Rancangan Skematik Keseluruhan Komponen

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik ini terdiri dari pembuatan kerangka yang digunakan untuk penempatan wadah tampungan kacang tanah dan juga pembuatan tempat duduk komponen elektronik seperti sensor ataupun motor servo. Rancangan ini menggunakan besi dengan panjang 100 cm sebagai tiang utama, dan kayu dengan panjang 32 cm sebagai rusuk dari kerangka rancangan. Adapun gambar dari hasil rancangan mekanik alat penimbang kacang tanah otomatis ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.1 Hasil Rancangan Mekanik

3.2 Hasil Perancangan Elektronik

Rancangan elektronik ini dilakukan dengan cara menghubungkan semua komponen elektronik seperti sensor berat, sensor cahaya, sensor PIR, motor servo, LCD, laser, keypad, sensor DHT11, dan buzzer, sehingga membentuk sebuah rangkaian sistem yang dapat bekerja sesuai dengan konsep yang diinginkan. Kemudian semua komponen diletakkan dengan presisi pada rangka-rangka mekanik, letak dudukan komponen sempat dilakukan beberapa kali hingga akhirnya menjadi presisi (pas/tepat). Adapun gambar dari hasil rancangan elektronik pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.2 Hasil Rancangan Elektronik

3.3 Hasil Perancangan Program

Perancangan program ini dilakukan pada sebuah PC yang dapat menjalankan aplikasi Arduino IDE. Pada aplikasi Arduino IDE ini dilakukan beberapa kali percobaan pembuatan program hingga menjadi sebuah program yang dapat menjalankan perintah yang sesuai dengan konsep sistem kerja pada alat ini. Setelah perancangan program selesai, kemudian hasil rancangan program akan di-“upload” (dimasukkan) kedalam mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan sebuah kabel USB Arduino atau dikenal juga dengan sebutan kabel printer (kabel tipe A ke tipe B). Hasil rancangan program pada penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Gambar 3.3 Hasil Rancangan Program

3.4 Hasil Dari Semua Perancangan

Setelah perancangan mekanik, perancangan elektronik, dan perancangan program selesai dilakukan, maka bentuk fisik akhir dari alat pada penelitian ini telah selesai dirancang. Bentuk fisik akhir dari alat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.4 Bentuk Fisik Alat

3.5 Analisis Hasil Pengujian Alat

Setelah dilaksanakan beberapa percobaan dengan cara melakukan percobaan penimbangan kacang tanah dengan input nilai berat yang berbeda-beda, maka didapat hasil penimbangan sebagai berikut :

Tabel 1. Pengujian Penimbangan Kacang Tanah

No.	Berat Yang Diinput Pada Keypad (gram)	Hasil pembacaan Timbangan Manual (gram)	Selisih (gram)
1	100	108	8
2	200	208	8
3	300	307	7
4	400	406	6
5	500	510	10
6	600	607	7
7	700	706	6
8	800	807	7
9	900	909	9
10	1000	1011	11

Berdasarkan hasil pengujian penimbangan pada Tabel 1 diatas, persentase error pada hasil percobaan penimbangan diatas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\% \text{ error} = \frac{x_{input} - x_{output}}{x_{output}} \times 100$$

Keterangan : x_{output}

x_{input} = nilai berat yang diinput pada keypad.

x_{output} = nilai berat pada timbangan manual.

Dibawah ini merupakan tabel persentase error dari hasil pengujian penimbangan pada Tabel 1 diatas :

Tabel 2. Persentase Error Sepuluh Kali Percobaan Penimbangan Kacang Tanah

No.	Berat Yang Diinput Pada Keypad (gram)	Hasil pembacaan Timbangan Manual (gram)	Persentase Error (%)
1	100	108	7,41
2	200	208	3,85
3	300	307	2,28
4	400	406	1,48
5	500	510	1,96
6	600	607	1,15
7	700	706	0,85
8	800	807	0,87
9	900	909	0,99
10	1000	1011	1,09

Dibawah ini merupakan grafik persentase error pada 10 kali percobaan penimbangan yang telah dilakukan :



Gambar 3.5 Grafik Persentase Error Dari Sepuluh Kali Percobaan

Berdasarkan grafik pada gambar diatas, nilai persentase error paling tinggi terdapat pada percobaan pertama yaitu senilai 7,41 %, dan nilai persentase error paling rendah terdapat pada percobaan ke-7 dengan nilai 0,85 %. Berdasarkan nilai persentase error diatas, nilai rata-rata persentase error pada hasil percobaan penimbangan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$X = \frac{A}{B} = \frac{21,92}{10} = 2,19$$

Keterangan :

- X = nilai rata-rata persentase error.
- A = jumlah data persentase error.
- B = banyak data percobaan.

Dari hasil perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata persentase error pada hasil dari beberapa percobaan penimbangan yang telah dilakukan ialah 2,19 %..

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan proses perancangan dan pengujian pada penelitian alat ini, terdapat beberapa kesimpulan yang ditemukan. Adapun beberapa kesimpulan tersebut ialah sebagai berikut :

- Setelah melakukan percobaan, nilai persentase error paling rendah terdapat pada percobaan ketujuh dengan nilai 0,85 %, dan nilai persentase error paling tinggi terdapat pada percobaan pertama dengan nilai 7,41 %.
- Setelah melakukan perhitungan, nilai rata-rata persentase error terhadap sepuluh kali percobaan penimbangan senilai 2,19 %.

- Berdasarkan hasil pengujian alat yang telah dilakukan, semakin sedikit kacang tanah yang ditimbang maka kemungkinan persentase errornya semakin besar. Begitu juga sebaliknya, semakin banyak kacang tanah yang ditimbang maka kemungkinan persentase errornya semakin kecil.

V. REFERENSI

- [1] A. Sunata and Rino, "Jurnal Algor Rancang Bangun Alat Penghitung Jumlah Produksi Dengan Menggunakan Microcontroller Load Cell Berbasis Web Service," *Algor*, vol. 2, pp. 59–66, 2020.
- [2] D. B. Susilo, H. Wibawanto, and A. Mulwinda, "Prototype Mesin Pengantar Barang Otomatis Menggunakan Load Cell Berbasis Robot Line Follower," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 23–29, 2018, doi: 10.15294/jte.v10i1.12277.
- [3] Lutfiyana, N. Hudallah, and A. Suryanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah , Kelembaban Tanah, dan Resistansi," *Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 80–86, 2017.
- [4] Kartika, R. S. Julsam, Mulyadi, and Misriana, "Oven Otomatis Untuk Memanggang Kue Bolu Marmer Berbasis PID," *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 193–200, 2019.
- [5] I. G. M. N. Desnanjaya and I. B. A. I. Iswara, "Trainer Atmega32 Sebagai Media Pelatihan Mikrokontroler Dan Arduino," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 1, no. 1, pp. 55–64, 2018, doi: 10.31598/jurnalresistor.v1i1.266.
- [6] A. I. Maryandika, "Sistem Proteksi Brankas Berpasswprd Menggunakan Magentic Doorlock Sebagai Penggerak Doorstrike Berbasis Mikrokontroler," *Magn. Door Lock*, vol. 10, no. 9, p. 32, 2012, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5224/1/UPS-QT03885.pdf>.
- [7] wahyu setyo pambudi imam suhendra, "Aplikasi Load Cell Untuk Otomasi Pada Depot Air Minum Isi ulang," *Apl. Load Cell Untuk Otomasi Pada Depot Air Minum Isi*, vol. 1, no. 1, pp. 12–19, 2015.
- [8] B. Prima, "Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir (Passive Infra Red) Berbasis Mikrokontroler," *J. Teknol. Elektron.*, vol. 1, pp. 1–11, 2020.
- [9] G. Mahendra and S. Sukardi, "Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things (IoT)," *JTEIN J. Tek. Elektro Indonesia.*, vol. 2, no. 1, pp. 98–106, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.134.
- [10] N. Marpaung, "Perancangan Prototype Jemuran Pintar Berbasis Arduino Uno R3 Menggunakan Sensor Ldr Dan Sensor Air," *Riau J. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 71–80, 2017.
- [11] A. E. Saputro and M. Darwis, "Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 40–50, 2020, doi: 10.14710/jplp.2.1.40-50.
- [12] Hesty Lesta, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Ruangan Menggunakan Kamera Raspberry Pi V2 dan Keypad Melalui Aplikasi Telegram," pp. 6–26, 2015.
- [13] S. Mluyati and S. Sadi, "INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTYPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L," *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jt.v7i2.1358.
- [14] C. M. Education and O. C. Disorder, "IMPLEMENTASI SISTEM PAKAN IKAN MENGGUNAKAN BUZZER DAN APLIKASI ANTARMUKA BERBASIS MIKROKONTROLER," vol. 29, no. 11, pp. 2014–2015, 2015.
- [15] I. Aditia, R. Ilham, and J. P. Sembiring, "PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT11," vol. 3, no. 1, pp. 113–119, 2022.