



**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ALAT PENGUKUR
KADAR AIR DAN BERAT PADA BIJI KOPI BERBASIS
ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

Oleh

**Ubaidillah Arifin
NIM 151903102026**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ALAT PENGUKUR
KADAR AIR DAN BERAT PADA BIJI KOPI BERBASIS
ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma 3 Jurusan Teknik Elektronika
dan mencapai gelar ahli madya

Oleh

**Ubaidillah Arifin
NIM 151903102026**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Proyek akhir ini merupakan sebuah proses awal, langkah kecil menuju lompatan besar guna menggapai kesuksesan yang lebih baik lagi. Untuk itu saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah *SWT* yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah serta keajaiban untuk mengabulkan do'a ku, menuntunku dari kegelapan, serta dengan dan junjunganku Nabi Besar Muhammad *SAW* yang telah menjadi penerang di dunia dan suri tauladan bagi kita semua;
2. Ibunda Solikhah dan Ayahanda Misnan, yang selalu mendoakan, mengarahkan serta memberikan kasih sayangnya kepada penulis untuk terus berjuang;
3. Keluarga besar Hasyim yang memberikan dukungan dan semangatnya agar terus berjuang demi pendidikan yang layak;
4. Sahabat-sahabat terkasih Ilman Bahtiar, Rifqi Afkar, , terima kasih karena telah mendampingi dan memberikan semangat agar penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini;
5. Seluruh teman dan sahabat seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2015, kalian sebagai tempat berbagi suka dan duka yang tidak akan terlupakan;
6. Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Berdoalah kepada Tuhanmu dengan berendah diri dan suara yang lembut. Sesungguhnya, Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas.”

(terjemahan Surat Al-A'raaf ayat 55)

“...Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri...”

(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)

“Barangsiapa yang menuntut ilmu karena Allah niscaya tidak lama lagi akan terlihat pengaruhnya pada kekhusyuanannya, kezuhudannya, dan ketawadhuannya.”

(Hasan Al-Bashri)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ubaidillah Arifin

NIM : 151903102026

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat Pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Juli 2018

Yang menyatakan

(Ubaidillah Arifin)
NIM 151903102026

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ALAT PENGUKUR
KADAR AIR DAN BERAT PADA BIJI KOPI BERBASIS
ARDUINO UNO**

oleh :

Ubaidillah Arifin
NIM 1519030102026

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ike Fibriani, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat Pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno" karya Ubaidillah Arifin telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Kamis, 25 Juli 2018

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

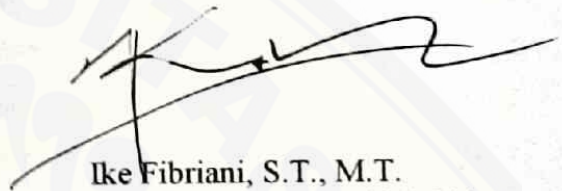
Tim Penguji:

Ketua



Supriyadi Prasetyono, S.T., M.T.
NIP 19700404 199601 1 001

Anggota I



Ike Fibriani, S.T., M.T.
NIP 19800207 201504 2 001

Anggota II



Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP 19610414 198902 1 001

Anggota III



Catur Suko Sarwono, ST, MSi.
NIP 19680119 199701 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat Pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno; Ubaidillah Arifin, 151903102026; 2018: 66 halaman; Program Studi Diploma Tiga (DIII), Jurusan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kopi merupakan jenis tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia. Salah satu faktor yang menentukan kualitas kopi yakni pada proses pengeringan. Proses pengeringan merupakan proses untuk menurunkan kadar air biji kopi sampai $\pm 12\%$. Salah satu alat ukur kadar air yakni DIGI-MOST yang dibuat oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Metode yang digunakan pada DIGI-MOST yakni metode kapasitansi. Nilai kapasitansi dari *sample* biji kopi nanti akan diubah menjadi nilai kadar air dengan membandingkan hasil dari metode oven (pengeringan) dengan pembacaan nilai kapasitansi. Alat ukur DIGI-MOST masih berbasis analog yang menggunakan banyak IC di dalamnya dengan tampilan menggunakan *seven segment*. Karena alat ukur ini masih analog maka alat ukur ini hanya mampu mengukur kadar air atau tingkat kekeringan pada kopi mulai dari 9% sampai dengan 20%. Kelemahan dari alat ini adalah *sample* kopi yang digunakan dalam proses pengukuran merupakan *grade* biji kopi secara acak, yakni besar dan massa biji kopi tidak rata, sehingga perlu metode yang bisa membedakan hasil pengukuran kadar air biji kopi berdasarkan bentuk, massa dan jenis biji kopi.

Dalam proyek akhir ini menggunakan sensor *Load Cell* yang berfungsi untuk mengukur berat pada alat akibat adanya tekanan. Modul HX711 sebagai penguat sinyal karena *Load Cell* hanya mampu memberikan sinyal tegangan kecil. Rangkaian sensor kadar air menggunakan rangkaian *Astable Multivibrator*. Prosesor yaitu Arduino UNO berfungsi sebagai pengolah data. Bagian LCD berfungsi untuk menampilkan data hasil nilai pengukuran. Pada pengujian alat ukur kadar air biji kopi dilakukan dengan menggunakan *sample* biji kopi acak. Pertama menimbang biji kopi sebesar ± 100 gram. Setelah itu proses pembacaan nilai frekuensi dan mengubah nilai tersebut menjadi nilai kadar air.

SUMMARY

The Prototype of Moisture and Weight Measuring Tool on Coffee Beans Based on Arduino Uno ; Ubaidillah Arifin, 151903102026; 2018: 66 pages; Study Program of Diploma Three (DIII), Department of Electronic Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Coffee is a type of plant that grows a lot in Indonesia. One of the factors that determine the quality of coffee is in the drying process. Drying process is a process to decrease the water content of coffee beans up to $\pm 12\%$. One of moisture meter is DIGI-MOST which is made by Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute. The method used in DIGI-MOST is the capacitance method. The value of the capacitance of the coffee bean sample will be converted to a moisture value by comparing the results of the oven method (drying) with the reading of the capacitance value. DIGI-MOST measuring instrument is still analog based which uses many ICs in it with seven segment interface. Because this measuring instrument is still analog based, this measuring instrument is only able to measure moisture content or dryness level at coffee beans from 9% to 20%. The disadvantage of this tool is that the coffee sample used in the measurement process is the grade of random coffee beans, the sample has a large and the mass of coffee beans are not the same, so it is necessary method that can distinguish result of measurement of water content of coffee beans based on shape, mass and type of coffee bean.

In this final project, it uses Load Cell sensor which functions to a weight meter on the tool due to the existence of the pressure. HX711 module as a signal amplifier because of the Load Cell is only able to give a low voltage signal. The water content sensor circuit uses Astable Multivibrator circuit. The processor is Arduino UNO which functions as a data processing. The part of LCD functions to show the result data of measurement value. At the time of testing the moisture content of coffee beans is done by using a random sample of coffee beans. First weigh the coffee beans for ± 100 grams. After that is the process of reading the frequency value and converting the value into water content value.

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim.

Puji syukur ke hadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat Pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno". Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III (D3) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan rizki-Nya serta memberi kelancaran dan kemudahan sehingga terselesaikannya proyek akhir ini.
2. Nabi Muhammad *Shalallahu'alaihi wa sallam* yang telah membawa kita ke peradaban manusia yang lebih baik.
3. Ibunda Solikhah, Ayahanda Misnan, dan adik Akhmad Nasrulillah yang telah memberikan dorongan semangat, motivasi, dukungan dan doanya demi terselesaikannya proyek akhir ini.
4. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Bapak Catur Suko Sarwono, S.T, MSi. selaku Ketua Prodi D3 Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Bapak Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan tugas akhir;
8. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Catur Suko Sarwono, ST, MSi. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini.

9. Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T. selaku Komisi Bimbingan Prodi D3 Teknik Elektronika Universitas Jember yang telah membantu pembuatan tugas akhir ini secara administratif;
10. Bapak Dodi Setiabudi S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
11. Keluarga besar Hasyim yang memberikan dukungan dan semangatnya agar terus berjuang demi pendidikan yang layak;
12. Rekan-rekan seperjuangan Seniman Listrik dan DISTORSI yang telah memberikan bantuan, motivasi dan semangat di bangku kuliah serta bersedia memberikan penginapan di kosan atau di kontrakan rekan-rekan pada penulis;
13. Almamaterku Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tidak terlepas dari keterbatasan, yang biasanya akan mewarnai kadar ilmiah dari proposal proyek akhir ini. Oleh karena itu penulis selalu terbuka terhadap segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 25 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Keseluruhan	5
2.2 Sensor Load Cell	5
2.3 Modul HX711	6
2.4 IC NE555	7
2.5 Arduino Uno	10
2.6 LCD	11
2.7 DIGI-MOST	12
2.8 Arduino IDE	14
2.8 Kopi	15

BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan.....	17
3.2 Ruang Lingkup Kegiatan.....	17
3.3 Prosedur Penelitian	18
3.4 Perancangan Sistem	18
3.4.1 Blok Diagram.....	19
3.4.2 Fungsi Komponen	20
3.5 Perancangan Mekanik	20
3.6 Perancangan Elektronika.....	21
3.6.1 Alat dan Bahan.....	22
3.6.2 Penjelasan Rangkaian.....	22
3.7 Perancangan <i>Software</i>	25
3.7.1 Flowchart	25
3.7.2 Program Arduino.....	27
3.8 Kalibrasi Sensor Kadar Air dan Berat.....	28
3.9 Proses Pengujian	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Rancangan.....	31
4.1.1 Bentuk Fisik Alat	31
4.1.2 Hasil Perancangan Software	32
4.2 Pengujian Alat Perbagian	34
4.2.1 Pengujian Sensor Kadar Air	34
4.2.2 Pengujian Sensor Berat.....	36
4.3 Pengujian Alat Keseluruhan	38
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR GAMBAR

2.1	Sensor <i>Load Cell</i>	6
2.2	Modul HX711.....	7
2.3	Data <i>sheet</i> IC NE555.....	8
2.4	IC NE555	9
2.5	Rangkaian <i>Astable Multivibrator</i>	10
2.6	Arduino UNO	11
2.7	Bentuk Fisik LCD 16×2	12
2.8	DIGI-MOST	13
2.9	<i>Arduino IDE</i>	15
2.10	Biji Kopi Arabika Dan Robusta	16
3.1	Blok Diagram Alat Keseluruhan	19
3.2	Tampak Depan Alat	20
3.3	Tampak Samping Alat	21
3.4	Rangkaian Elektronika Keseluruhan	22
3.5	Rangkaian Sensor Kadar Air	24
3.6	Rangkaian Sensor Berat	24
3.7	Rangkaian LCD 16x2	25
3.8	Rangkaian Tombol Perintah.....	25
3.9	Flowchart.....	27
3.10	<i>software Arduino IDE</i>	28
3.11	Rangkaian Kalibrasi Sensor Kadar Air dan Berat	29
4.1	Rancang Bangun <i>Prototype</i> Alat Pengukur Kadar Air dan Berat Biji Kopi Berbasis Arduino UNO	31
4.2	Proses Konversi Frekuensi Menjadi Kadar Air.....	32
4.3	Proses Pembacaan Sensor Berat	32
4.4	Proses Pembacaan Sensor Kadar Air pada LCD	33
4.5	Proses Pembacaan Sensor Berat pada LCD	33
4.6	Grafik Kalibrasi Kadar Air.....	35
4.7	Grafik Kalibrasi <i>Load Cell</i>	37

DAFTAR TABEL

2.1	Data Sheet IC NE555	9
2.2	Konfigurasi Pin LCD	12
4.1	Hasil Kalibrasi Sensor Kadar Air Pembacaan Periode dan Frekuensi	34
4.2	Hasil Perbandingan Pengukuran Kadar Air	35
4.3	Data Kalibrasi Sensor Berat Pembacaan Nilai Skala.....	36
4.4	Perbandingan Hasil Pengukuran.....	37
4.5	Pengukuran Kadar Air dan Berat Biji Kopi Pada Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Air dan Berat Biji Kopi	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan minuman yang paling banyak dikonsumsi di dunia. Berdasarkan data International Coffee Organization (ICO), tingkat konsumsi kopi di dunia pada tahun 2015 mencapai 152,2 juta per 60 kg bungkus kopi dan mengalami peningkatan rata-rata tahunan 2% sejak tahun 2011. Di Indonesia, konsumsi kopi dalam 4 tahun terakhir terus meningkat sebesar 36% dari tahun 2010-2014 dengan jumlah konsumsi 1,03 kg/kapita/tahun pada tahun 2014 (AEKI, 2014). Kadar air merupakan salah satu komponen kualitas kopi yang penting. Pada saat panen, kadar air biji kopi bisa di atas 60% dan harus diturunkan dikisaran 12%. Pada umumnya, penurunan kadar air dengan cara menjemurnya. Penjemuran bisa hanya 2 hari, atau bisa lebih dari seminggu, tergantung intensitas sinar matahari. Selain itu, teknik pascapanen kopi seperti pengolahan basah, semi basah dan kering, sangat mempengaruhi waktu pengeringan. Biji kopi produksi Indonesia mempunyai tingkat pencemaran jamur dan *ochratoxin* yang tinggi karena biji kopi produksi Indonesia hanya mencapai kadar air 14%.

Terdapat beberapa cara untuk menentukan nilai kadar air, hal tersebut tergantung pada sifat bahan yang akan di analisis. Metode oven atau proses pengeringan pada bahan sampai kandungan air di dalam bahan merupakan salah satu metode untuk menentukan nilai kadar air biji kopi. Perbandingan antara berat air yang terkandung dalam biji kopi dengan berat biji kopi itu sendiri merupakan nilai kadar air. Cara pada metode oven ini yakni dengan mengambil *sample* biji kopi dengan berat sebesar 100 gram, kemudian *sample* tersebut di keringkan dengan menggunakan oven selama 8 jam dengan suhu sebesar 105°C atau sampai kandungan air di dalam biji kopi hilang. Setelah proses pengeringan, *sample* kemudian di timbang untuk mengetahui berat dari biji kopi setelah di oven. Selisih dari berat biji kopi sebelum pengeringan (100 gram) dengan berat biji kopi setelah pengeringan merupakan berat air yang terkandung dalam biji kopi. Nilai kadar air biji kopi dapat diketahui dengan menghitung persentase selisih berat biji kopi sebelum di oven dan berat biji kopi setelah di oven (berat air dalam biji kopi) di bagi dengan berat biji kopi sebelum di oven (100 gram).

Salah satu pengembangan alat instrumentasi alat ukur kadar air biji kopi yang dibuat oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia adalah DIGI-MOST. Alat ini memang dikhususkan untuk mengukur kadar air pada biji kopi, alat ukur kadar air kopi ini memiliki pengukuran dengan akurasi yang baik dan tidak kalah akuratnya dengan produk-produk pengukur kadar air biji-bijian produk luar negeri. Metode yang di gunakan pada DIGI-MOST yakni metode kapasitansi dengan mengibaratkan sample biji kopi sebagai kapasitor. Nilai kapasitansi dari *sample* biji kopi nanti akan diubah menjadi nilai kadar air dengan membandingkan hasil dari metode oven (pengeringan) dengan pembacaan nilai kapasitansi. Dalam proses pengukuran, *sample* biji kopi yang akan di ukur pada DIGI-MOST harus sama dengan *sample* biji kopi yang di ukur menggunakan metode oven, baik jenis maupun berat *sample* biji kopi, misalkan *sample* biji kopi dengan jenis robusta dengan berat sebesar 100 gram.

Alat ukur DIGI-MOST masih berbasis analog yang menggunakan banyak IC di dalamnya dengan tampilan menggunakan *seven segment*. Karena alat ukur ini masih analog maka alat ukur ini hanya mampu mengukur kadar air atau tingkat kekeringan pada kopi mulai dari 9% sampai dengan 20%. Secara fungsional, alat ukur ini sudah bagus karena dikembangkan dan dibuat di Indonesia untuk mengukur komoditi Indonesia yang sudah teruji dengan pengukuran kadar air kopi asal Indonesia. Jika dibandingkan dengan alat sejenis JV-0101S, JV-001S dan JV-002S yang memiliki sensor yang menyatu dengan alat utama yang lebih praktis, kelemahan dari alat ini terletak pada *probe* tuang (wadah *sample*) yang terpisah dari alat utama jadi kalau menurut penulis kurang praktis dan jangkauan pembacaan alat ini masih kurang besar sehingga alat tidak dapat membaca nilai kadar air di luar jangkauan yang bisa di baca oleh alat tersebut. Kelemahan lainnya yaitu sebelum alat ini mengukur kadar air biji kopi terlebih dahulu harus di timbang menggunakan timbangan terpisah. Sebelumnya alat ukur kadar air sudah pernah dibuat dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Air Biji Kopi dengan Menggunakan Komunikasi *Wi-Fi* Berbasis Arduino Uno”. Alat tersebut merupakan pengembangan dari DIGI-MOST dengan penambahan pengiriman data hasil pembacaan nilai kadar air dengan menggunakan komunikasi *Wi-Fi* dan di tampilkan pada *software Visual Basic* (VB). Kelemahan

dari alat ini adalah *sample* kopi yang digunakan dalam proses pengukuran merupakan *grade* biji kopi secara acak, dimana pada *grade* biji kopi acak besar dan massa biji kopi tidak rata, sehingga perlu metode yang bisa membedakan hasil pengukuran kadar air biji kopi berdasarkan bentuk, massa dan jenis biji kopi.

Dari kelemahan alat diatas, maka penulis mempunyai inovasi baru untuk membuat sebuah alat yaitu rancang bangun *prototype* alat pengukur kadar air dan berat biji kopi berbasis arduino uno. Alat ini nantinya akan mengubah desain *probe* tuang dari yang terpisah menjadi menyatu dengan alat utama, serta menambahkan pengukuran berat pada alat utama. Sehingga DIGI-MOST akan menjadi lebih praktis. Alat ini menggunakan *sample* kopi robusta sebagai bahan yang akan di uji dan sebagai pengganti nilai kapasitor, IC NE555 untuk membangkitkan gelombang frekuensi dimana data frekuensi yang didapat akan diubah menjadi kadar air dalam satuan persen oleh arduino, *load cell* sebagai sensor berat yang mengubah berat menjadi nilai resistansi, modul HX711 sebagai pengubah nilai resistansi keluaran *load cell* menjadi nilai ADC, dan arduino uno sebagai pengendali utama alat ini

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang diteliti dalam proyek akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana membuat rancang bangun *prototype* alat pengukur kadar air dan berat pada biji kopi berbasis arduino uno?
- b. Bagaimana kinerja alat yang dibuat yang meliputi keakurasian dan kepresisiannya?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah :

- a. Membuat rancang bangun *prototype* alat pengukur kadar air dan berat pada biji kopi berbasis arduino uno.
- b. Mengetahui kinerja alat yang dibuat dengan meliputi keakurasian dan kepresisiannya.

1.4 Manfaat

Dari penulisan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Dapat mengetahui prinsip rancang bangun *prototype* alat pengukur kadar air dan berat biji kopi berbasis arduino uno.
- b. Dapat mengukur kadar air dan berat biji kopi dan meringankan kerja karyawan dalam melakukan pengambilan data kadar air biji kopi pada saat proses pengeringan, sehingga data yang diperoleh dapat langsung diolah.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

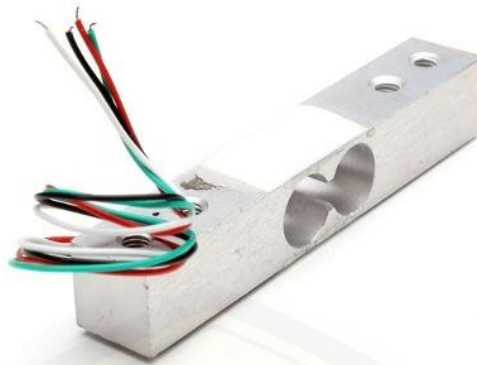
2.1 Sistem Keseluruhan

Pada alat ini menggunakan rangkaian sensor kadar air yang terdiri dari IC NE555 dan resistor serta biji kopi yang nanti berfungsi sebagai pengganti nilai kapasitor, dari rangkaian sensor tersebut akan menghasilkan gelombang frekuensi yang nantinya gelombang frekuensi tersebut akan diubah menjadi nilai kadar air oleh arduino. Rangkaian sensor berat terdiri dari *load cell* yang berfungsi membaca berat menjadi nilai resistansi dan modul HX711 yang mengubah nilai resistansi dari *load cell* menjadi nilai ADC yang akan di baca oleh arduino. Selanjutnya hasil pembacaan sensor akan di tampilkan pada LCD. Komponen-komponen yang digunakan meliputi *load cell*, modul HX711, arduino uno, IC NE555, resistor, dan biji kopi sebagai pengganti kapasitor. Agar dapat melihat data kadar air dan berat pada biji kopi, sudah di siapkan dengan menggunakan LCD.

2.2 Sensor Load Cell

Load Cell adalah sensor berat, sensor *Load cell* akan merubah nilai resistansi pada *strain gauge* jika diberi beban pada inti besinya. Pada sensor *Load cell* terdapat 4 buah kabel, yakni dua kabel berfungsi sebagai sinyal keluaran dan dua kabel lainnya berfungsi sebagai eksitasi.

Load Cell adalah alat elektromekanik yang umumnya disebut *Transducer*, yaitu gaya yang bekerja karena terdapat tegangan mekanis yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material, kemudian gaya mekanik tersebut berubah menjadi sinyal listrik. Berdasarkan hasil penemuan Robert Hooke, kita dapat menentukan tegangan mekanis yaitu regangan. Regangan merupakan gaya akibat hubungan antara *deformation* dan tegangan. Regangan ini dapat diukur menggunakan sensor *Strain Gauge* atau regangan karena regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material.



Gambar 2.1 Sensor *Load Cell*

(<http://www.elevenia.co.id/prd-ready-5kg-load-cell-weight-sensor-timbangan-weigh-sensor-sc-23889793>)

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pembacaan *load cell* karena sensor ini memiliki bermacam-macam karakteristik yang bisa diukur, seperti jenis logam yang dipakai, bentuk *load cell*, dan ketahanan dari lingkungan sekitar. Adapun tipe *load cell* yang dipakai adalah L6B yang memiliki karakteristik sebagai berikut (Ali Akbar Feliyati, 2016) :

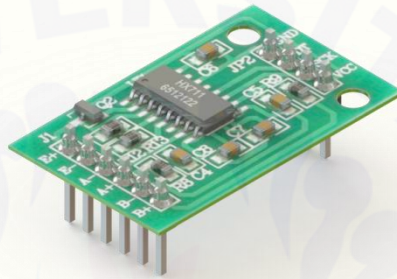
- 1) Beban maksimum: 5000 gram (5 Kg)
- 2) Bekerja pada tegangan rendah 5 – 10 VDC / 5 - 10VAC
- 3) *Input / output resistance* rendah $350 \pm 50 \Omega$
- 4) Impedansi masukan (*input impedance*) : $1066 \Omega \pm 20\%$
- 5) Impedansi keluaran (*output impedance*) : $1000 \Omega \pm 10\%$
- 6) Nonlineritas 0.05%
- 7) Material: *Aluminium Alloy*
- 8) Ukuran: 60 x 12,8 x 12,8 mm, berat: 23 gram.

2.3 Modul HX711

Modul HX711 adalah modul yang memudahkan dalam pembacaan *load cell* saat pengukuran berat. Modul ini berfungsi untuk mengubah data analog menjadi

data digital dan menguatkan sinyal keluaran dari sensor. Dengan menghubungkannya ke mikrokontroler atau arduino maka akan dapat membaca perubahan resistansi dari *load cell*.

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja melalui rangkaian yang ada dapat mengubah setiap perubahan resistansi berdasarkan perubahan yang terukur dan mengubahnya menjadi besaran tegangan. Modul ini melakukan komunikasi melalui TTL232 dengan komputer atau mikrokontroler. Untuk memperoleh pengukuran berat dengan keakuratan yang tinggi harus melalui proses kalibrasi.



Gambar 2.2 Modul HX711

(<https://grabcad.com/library/hx711-1>)

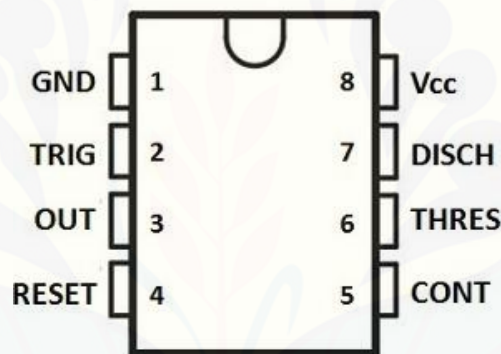
Modul ini telah disediakan *library* yang dapat digunakan untuk memudahkan pembacaan data dari HX711. Kelebihan lain dari modul HX711 ini adalah mudah dalam penggunaan, struktur sederhana, memiliki sensitifitas tinggi, hasil yang stabil dan *reliable*, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat (Dyah Artyas, 2016).

2.4 IC NE555

IC NE555 merupakan jenis ic yang difungsikan sebagai pewaktu dan multivibrator dalam berbagai rangkaian elektronika. Beberapa rangkaian yang memerlukan IC Timer diantaranya seperti Waveform Generator, Frequency Meter, Jam Digital, *Counter* dan lain sebagainya. IC ini dikembangkan oleh Hans R. Camenzind pada tahun 1970-an yang bekerja untuk Signetic Corporation. Pada dasarnya, IC NE555 merupakan IC Monolitik pewaktu dengan tingkat kestabilan dan keakuratan yang tinggi dengan menghasilkan *Osilation* dan *Delay*.

IC NE555 yang biasa digunakan berbentuk DIP (*Dual Inline Package*) dengan 8 kaki . Namun saat ini biasa kita temukan berbagai jenis dari versi IC NE555 seiring dengan perkembangannya, diantaranya seperti IC NE556 yang di dalamnya terdapat 2 buah IC NE555 dengan 14 kaki, IC NE558 yang di dalamnya terdapat 4 buah IC NE555 dengan 16 kaki, serta IC 7555 dan TLC555 yang mengkonsumsi daya rendah dari jenis IC NE555.

Prinsip kerja IC NE555 yaitu pada saat pin 4 (*reset*) diberi tegangan *high* maka *output* berubah sesuai dengan nilai tegangan pin 6 (*threshold*) dan tegangan sejajar dengan pin 2 (*trigger*), jika tegangan pin 6 (*threshold*) melebihi 2 per 3 nilai Vcc dan *output* pada pin 3 di beri logika *high* maka transistor *on* akan dengan nilai 1 per 3 dari tegangan Vcc sehingga *output* pin 3 akan berubah menjadi *low*.



Gambar 2.3 Data *sheet* IC NE555

(<https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2015/12/Mengenal-IC-Timer-555-dan-Konfigurasi-kakinya.jpg>)

Tabel 2.1 Data Sheet IC NE555

PIN	Fungsi
1	<i>Ground (0V)</i> , adalah pin terhubung dengan pin negatif <i>supply</i> tegangan (DC).
2	<i>Trigger</i> , mengatur RS pada <i>flip-flop</i> dan menjaga osilasi tegangan terendah kapasitor pada $1/3 V_{cc}$.
3	<i>Output</i> , merupakan keluaran dari IC NE555
4	<i>Reset</i> , adalah pin yang berfungsi me- <i>reset</i> kerja IC dengan cara me- <i>reset latch</i> di dalam IC. Agar tidak terjadi <i>reset</i> umumnya V_{cc} dihubungkan ke pin ini
5	<i>Control voltage</i> , pin ini di hubungkan dengan kapasitor untuk mengatur kestabilan tegangan referensi atau bisa juga dibiarkan (diabaikan)
6	<i>Threshold</i> , pin yang apabila tegangan pada pin ini melebihi $2/3 V_{cc}$ maka akan me- <i>reset RS flip-flop</i>
7	<i>Discharge</i> , pin yang terhubung ke <i>kondensator</i> yang akan meng- <i>clamp node</i> pada <i>ground</i> disaat waktu tertentu
8	V_{cc} , pin yang terhubung pada <i>supply</i> positif tegangan DC dengan <i>range</i> 3 sampai 15 volt

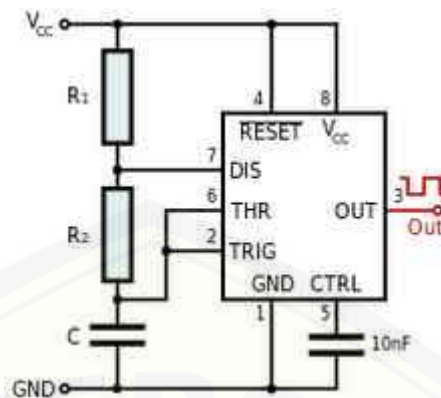


Gambar 2.4 IC NE555

(Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC)

IC NE555 pada rangkaian sensor yang penulis buat memiliki sifat *astable*, yang artinya tidak stabil dikarenakan pada rangkaian tersebut memiliki keadaan keluaran yang berubah-ubah atau tidak stabil. Beberapa aplikasi dalam rangkaian kendali memanfaatkan keadaan yang diperoleh dari pengosongan dan pengisian

kapasitor. Pada aplikasi ini IC NE555 beroperasi sebagai osilator gelombang kotak (*Square Wave Oscillator*).



2.5 Rangkaian *Astable Multivibrator*

(<http://elkasebelas.blogspot.com/2014/05/ic-555-astable-multivibrator.html>)

Pada gambar 2.1 merupakan rangkaian yang sering digunakan pada osilator gelombang kotak (pembangkit pulsa). Untuk mencari nilai frekuensi keluaran yang diinginkan maka dapat menggunakan rumus :

$$F = \frac{1}{\ln 2 \times (R_1 + 2R_2) \times C}$$

Keterangan :

- F = Frekuensi (Hz)
- R₁ dan R₂ = Resistor rangkaian (Ohm)
- C = Kapasitor rangkaian (Farad)

2.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler dengan IC Atmega328 dan didalamnya terdapat 14 pin digital *input/output* (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, koneksi USB, jack listrik, *clock speed* 16MHz, *header* ICSP, dan tombol reset (Muhammad Syahwil, 2014).

Arduino Uno memiliki fungsi *resettable polyfuse* untuk mencegah terjadinya hubung singkat atau kelebihan arus pada *port* USB komputer. *Fuse* secara otomatis putus koneksi hingga *short* atau *overload* jika arus yang melebihi 500mA dari *port* USB (Ihsan Prawoto, 2016).

Berikut spesifikasi dari *board* Arduino Uno :

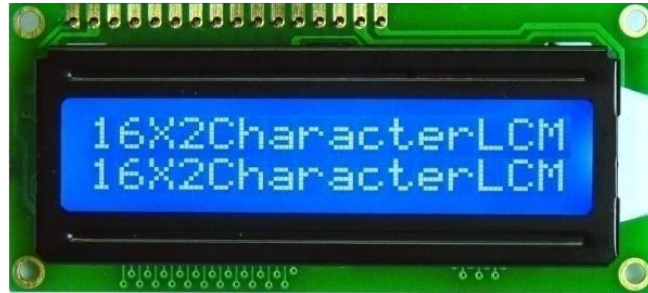
- a. Mikrokontroler : Atmega328
- b. Tegangan Operasi : 5V
- c. Tegangan *Input* (disarankan) : 7-12V
- d. Batas Tegangan *Input* : 6-20V
- e. Pin Digital I/O : 14 (6 pin *output* PWM)
- f. Pin Analog *Input* : 6
- g. Arus DC per I/O Pin : 40 mA
- h. Arus DC untuk pin 3,3V : 50mA
- i. *Flash Memory* : 32 KB (0,5 KB digunakan oleh *bootloader*)



Gambar 2.6 Arduino UNO
(Sumber : Ihsan Prawoto, 2016)

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah instrumen yang bekerja sebagai pengontrol refleksi cahaya sehingga dapat menampilkan sebuah karakter. Sumber cahaya tersebut jika dibandingkan dengan cahaya lampu atau cahaya matahari akan sangat redup. Pada prakteknya LCD memakai sedikit energi listrik yang mengakibatkan LCD mempunyai penguatan yang sangat lemah. Oleh karena itu, LCD akan sulit terlihat pada tempat yang redup atau gelap, hal tersebut berbeda dengan LED yang dapat terlihat terang. Pada umumnya LCD memiliki 16 pin yang terbagi atas jalur, kontrol, *power* dan *backlight* (Venti Nuryanti, 2010).



Gambar 2.7 Bentuk Fisik LCD 16×2

(Sumber : <http://www.boarduino.web.id/2014/12/>)

Adapun fungsi masing-masing konfigurasi pin-pin pada LCD 16×2 ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin LCD

No	Nama Pin	Deskripsi
1	VCC	+5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register <i>Select</i> , 0= <i>Input</i> Instruksi, 1= <i>Input</i> Data
5	R/W	0= <i>Write</i> , 1= <i>Read</i>
6	E	<i>Enable Clock</i>
7	D4	Data Bus 4
8	D5	Data Bus 5
9	D6	Data Bus 6
10	D7	Data Bus 7
11	<i>Anode</i>	Tegangan Positif <i>Backlight</i>
12	<i>Katode</i>	Tegangan Negatif <i>Backlight</i>

(Sumber : <http://kl801.illearning.me/2015/04/>)

2.7 DIGI-MOST

Merupakan alat pengukur kadar air biji kopi dan biji kakao yang dikembangkan dan dibuat oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao di Indonesia hasil karya anak bangsa atau produk dalam negeri. Alat ukur kadar air kopi dan kakao ini dikhususkan dalam mengukur kadar air pada biji kopi dan kakao, alat

ukur kadar air kopi dan kakao ini memiliki tingkat akurasi yang bagus meskipun produk dalam negeri,. Berikut adalah spesifikasi dari alat ukur kadar air biji kopi dan kakao (DIGI-MOST) :

- Range* kadar air : 5 – 15% (Kakao), 9 – 20%(Kopi)
- Sumber : Arus baterai tipe AA 2500 mAH *rechargeable* 6 buah
- Dimensi : 14 x 15 x 9 cm
- Berat : 600 gram



Gambar 2.8 DIGI-MOST

(Sumber : <http://iccri.net/alat-ukur-kadar-air-kopi-dan-kakao-digital-digimost/>)

Adapun petunjuk penggunaan pada saat pengukuran kadar air pada alat ini yaitu :

- Sebelum dilakukan pengukuran, tunggu bahan dingin terlebih dahulu pada suhu ruangan ($\pm 29^{\circ}$ Celcius) untuk menyeimbangkan kondisi biji yang akan diukur.
- Hubungkan serok dengan alat ukur dengan memasang kabel konektor ke *socket* yang terletak di sisi kanan alat.

- c. Timbang dahulu bahan yang akan diukur kadar airnya
 - Untuk biji Kopi arabika : ± 118 gr
 - Untuk biji Kopi Robusta : ± 101 gr
 - Untuk biji Kakao : ± 85 gr
- d. Lalu isi serok dengan bahan kopi atau kakao lalu kocok bahan untuk mengurangi rongga pada serok.
- e. Tekan tombol *power* untuk menghidupkan alat.
- f. Tekan tombol pemilih untuk memilih komoditi yang akan diukur : *coffee* atau *cocoa*.
- g. Tekan *enter* untuk menampilkan kadar air bahan yang diukur, (tunggu hingga tampilan berhenti berkedip 5 x untuk *scanner* data).
- h. Silahkan dibaca nilai kadar air yang tercantum.
- i. Tekan tombol *reset* untuk mengulangi pengukuran atau mengganti komoditi yang akan diukur.

2.8 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak (*software*) yang bisa digunakan untuk pemrograman mikrokontroler. Perangkat lunak ini berupa algoritma kerja dari suatu alat yang berbentuk *listing* program yang ditanamkan ke dalam mikrokontroler. Gambar 2.9 merupakan tampilan awal dari *arduino* IDE yang berjalan pada operasi sistem windows. *Source code* yang telah dibuat kemudian diubah oleh *compiler* menjadi bahasa mesin yang dimengerti oleh mikrokontroler. Bahasa mesin tersebut terdapat pada file dengan bentuk format *.cpp*. *hex* yang kemudian program tersebut dikirim ke dalam *board Arduino* langsung dengan perintah *upload* (Sumber: Azzi Taufik, 2014).



Gambar 2.9 Arduino IDE

Arduino IDE dapat digunakan tanpa harus membutuhkan komputer dengan spesifikasi yang tinggi seperti pada operasi Windows pada komputer dengan sistem minimum sekalipun tanpa. Didalam *arduino* terdapat gabungan *script* yang disebut *library* sehingga kita bisa meringkas *script*.

Prinsip kerja dari *software Arduino* IDE mirip dengan prinsip kerja Microsoft Visual Studio, Eclipse IDE, atau Netbeans. Pada papan arduino atau papan sistem mikrokontroler lainnya akan mendownload sebuah file berformat hex yang dihasilkan oleh *Arduino* IDE. Untuk mempermudah menghasilkan file program, IDE lebih mirip semacam code, blocks, CodeLite, bedanya *arduino software* menghasilkan file hex dari baris kode yang dinamakan *sketch* sedangkan semua IDE tersebut menghasilkan program dari kode bahasa C (dengan GNU GCC).

2.9 Kopi

Kopi merupakan jenis minuman yang berasal dari biji kopi. Sebelum menjadi minuman kopi, biji kopi mengalami proses yang cukup panjang mulai dari proses panen, pemilihan biji kopi yang terbaik, pemisahan biji dengan buahnya, pengeringan, penyangraian, penggilingan, sampai akhirnya menjadi bubuk kopi siap seduh. Setelah proses panen kopi harus di sortir dengan membedakan warna kulit buah kopi, untuk kopi yang matang memiliki kulit buah berwarna merah. Selanjutnya kopi di pisah antara buah dan bijinya, proses ini biasanya menggunakan tenaga mesin agar biji kopi tidak rusak. Selanjutnya

proses pengeringan, proses ini berguna untuk menurunkan nilai kadar air dalam biji kopi sampai dengan kisaran 12%. Proses tersebut bisa dilakukan dengan penjemuran langsung di bawah sinar matahari atau bisa menggunakan alat pengering untuk mempersingkat proses ini. Setelah kadar air dalam biji kopi sudah mencapai 12% maka selanjutnya biji kopi di sangrai dengan suhu sekitar 150°C selama 30 menit sampai biji kopi berubah warna menjadi coklat kehitaman. Selanjutnya biji kopi akan digiling, pada proses ini biji kopi bisa digiling secara kasar atau halus. Untuk biji kopi dengan gilingan kasar di sebut dengan kopi tubruk dan untuk gilingan yang halus biasa di jual pada toko-toko.



Gambar 2.10 Biji Kopi

Di Indonesia sendiri, biasa ditemui 2 jenis kopi yakni kopi robusta dan kopi arabika. Perbedaan dari kedua jenis biji kopi ini yakni dalam segi rasa kopi arabika cenderung asam dan beraroma sedangkan pada kopi robusta cenderung pahit dan gurih. Dalam hal bentuk biji, biji kopi robusta memiliki bentuk bulat penuh sedangkan pada biji kopi arabika memiliki biji yang dominan oval dan agak pipih. Jika dilihat dari kandungan kafein kopi robusta lebih tinggi daripada kopi arabika, kandungan kafein kopi robusta berkisar 1,7% sampai 4,0% sedangkan pada kopi arabika berkisar 0,8% sampai 1,4%.

BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Bab ini membahas mengenai metode dan perancangan alat tugas akhir yang akan dilakukan. Berikut ini perancangan dan metode tugas akhir yang akan dilakukan yaitu :

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Dalam pembuatan alat tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno” ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2018. Pelaksanaan pembuatan alat dan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Terapan, Fakultas Teknik, Universitas Jember Jl. Slamet Riyadi no.62 Patrang, Jember dan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang terletak di Desa Nogosari, Kecamatan Rambipuji, Jember.

3.2 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk mencegah memperluasnya masalah maka diberi batasan-batasan agar tetap terfokus pada tujuan, yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler.
2. Sensor yang digunakan untuk menimbang berat adalah *load cell* dan modul HX711.
3. Pengukuran kadar air dan berat pada biji kopi yang akan ditampilkan pada LCD.
4. Alat ini hanya digunakan untuk pengukuran kadar air pada biji kopi robusta.
5. Kadar air terendah yang bisa dibaca oleh alat ini yaitu 7%.
6. Suhu biji kopi yang akan di ukur kadar airnya harus stabil.

3.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian dan pembuatan tugas akhir ini, prosedur penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan pengumpulan data-data atau sumber yang berkaitan dengan alat yang dirancang. Bisa berupa sumber langsung, dari jurnal, majalah, buku, internet, atau dokumentasi.

2. Melakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Perancangan perangkat keras ini merupakan bentuk alat yang dibuat, berupa komponen yang digunakan saat pembuatan alat tersebut. Perancangan perangkat lunak ini merupakan *software* yang digunakan untuk memogram alat tersebut, sehingga alat tersebut dapat beroperasi.

3. Melakukan pembuatan rangkaian penyusun sistem.

Pembuatan alat yang menggabungkan *software* dan *hardware*, terancang menjadi satu bagian, dan alat tersebut bisa diaplikasikan.

4. Melakukan kalibrasi pada perangkat keras.

Melakukan pemeriksaan alat, mengkalibrasi alat agar mengetahui apakah alat tersebut berjalan dengan baik.

5. Melakukan pengujian pengintegrasian perangkat keras dan perangkat lunak.

Pertama pengujian ini dilakukan secara terpisah dan selanjutnya dilakukan pengujian secara keseluruhan. Melakukan pengujian yang dilakukan bertahap sesuai diagram alir yang telah dibuat.

6. Menganalisa data yang telah diperoleh saat pengujian.

Memeriksa kembali apakah data yang telah diperoleh sesuai dengan data yang dipakai untuk kalibrasi.

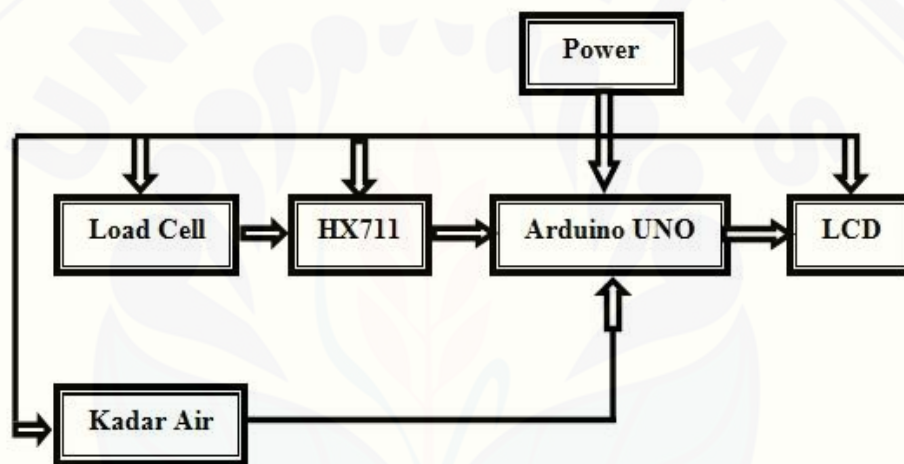
3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini terdiri dari diagram blok dan fungsi tiap komponen. Alat “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno” menggunakan rangkaian sensor kadar air dengan menggunakan metode kapasitansi yang terdiri dari komponen IC NE555, resistor, dan biji kopi sebagai pengganti kapasitor yang nanti akan mengeluarkan besaran

frekuensi dan diubah menjadi besaran kadar air dalam persen (%). Rangkaian sensor berat terdiri dari *load cell* yang berfungsi membaca berat menjadi nilai resistansi dan modul HX711 yang mengubah nilai resistansi dari *load cell* menjadi nilai ADC yang akan di baca oleh arduino. Selanjutnya hasil pembacaan sensor akan di tampilkan pada LCD. Penjelasan mengenai blok diagram dan fungsi tiap komponen sebagai berikut :

3.4.1 Blok Diagram

Blok diagram ini digunakan untuk mempermudah mengetahui proses atau alur dari cara kerja rangkaian yang dibuat secara garis besar.



Gambar 3.1 Blok Diagram Alat Keseluruhan

Blok diagram diatas menjelaskan tentang alur cara kerja alat keseluruhan, bagian-bagian komponen, dan alat yang tersusun secara garis besar menjadi satu sistem alat yang dikendalikan oleh *board* Arduino UNO sebagai pusat pengendali. *Load cell* sebagai sensor berat yang keluarannya berupa tegangan akibat perubahan nilai resistansi, kemudian terdapat Modul HX711 untuk menguatkan sinyal keluaran *load cell* dan mengubah data analog ke digital (ADC). Pengukuran kadar air dengan sensor kapasistansi di ubah menjadi nilai frekuensi. Data akan dikirim dan diproses pada arduino UNO, lalu data tersebut akan ditampilkan pada LCD. Pada alat ini terdapat komunikasi data antara arduino UNO dan LCD untuk memproses dan menampilkan data berupa berat dengan satuan gram dan kadar air. *Supply* yang digunakan pada alat ini adalah baterai *rechargeable*.

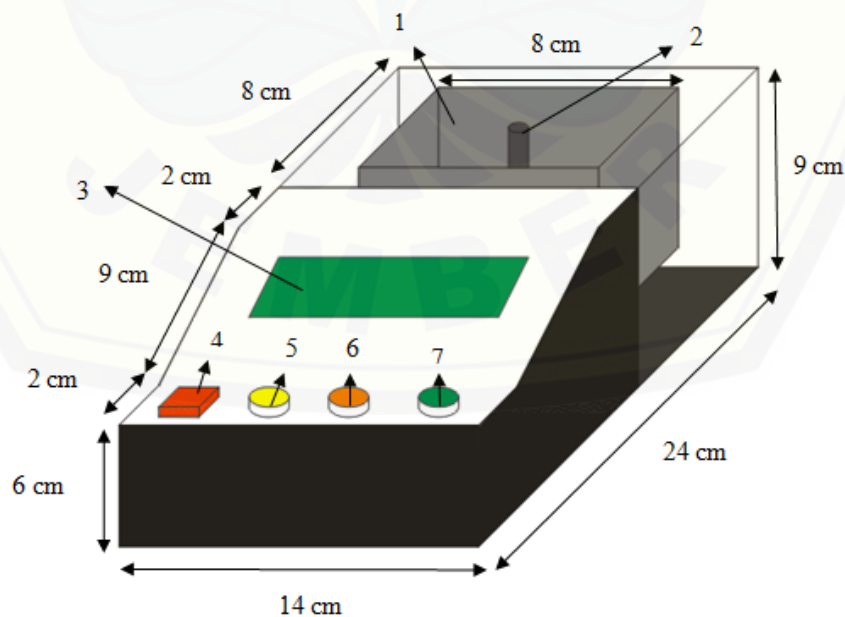
3.4.2 Fungsi Komponen

Adapun fungsi dari masing-masing bagian sebagai berikut :

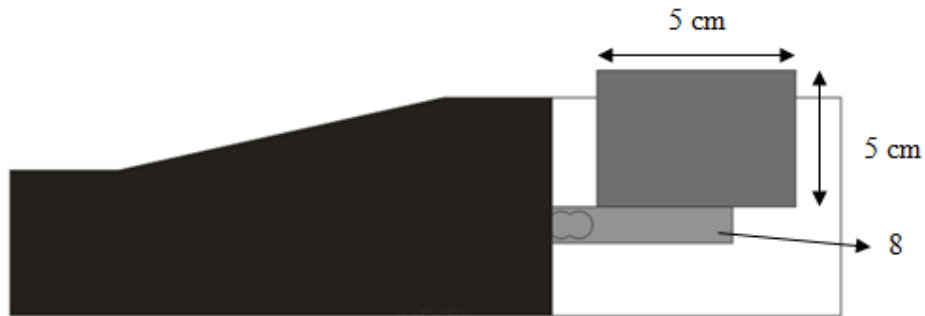
1. *Power* berfungsi sebagai pemberi tegangan untuk board Arduino Uno dan komponen lain nya.
2. Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler untuk memproses *input* dan hasil *output*.
3. *Load Cell* digunakan untuk mengukur berat biji kopi yang ada pada wadah.
4. Modul HX711 berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran *load cell* dan mengkonversi data analog ke digital (ADC).
5. LCD berfungsi untuk menampilkan data berupa berat dengan satuan gram dan kadar air dengan satuan persen (%).
6. Sensor kadar air menggunakan rangkaian yang terdiri dari IC NE555, resistor dan biji kopi sebagai pengganti nilai kapasitor dan rangkaian sensor tersebut sudah tersambung dengan *microcontroller*.

3.5 Perancangan Mekanik

Pada gambar 3.2 dan 3.3 merupakan bentuk “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno” dan untuk letak IC NE555, HX711 dan Arduino UNO berada di dalam alat.



Gambar 3.2 Tampak Depan Alat



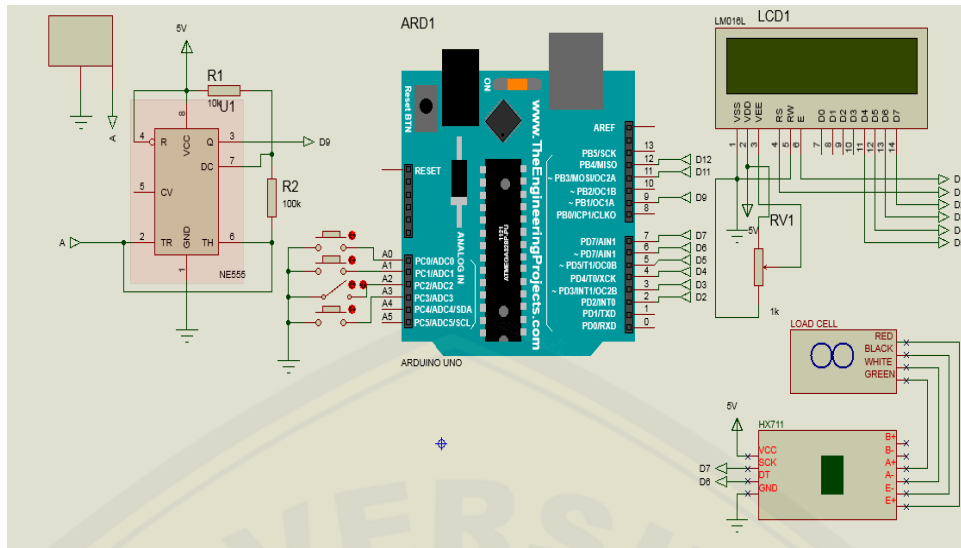
Gambar 3.3 Tampak Samping Alat

Bagian-bagian yang terdapat pada gambar 3.2 dan 3.3 yaitu :

1. Wadah, sebagai tempat sample biji kopi yang akan di ukur kadar airnya dengan ukuran 8x5x5 cm
2. Batang besi 5 cm
3. LCD 16x2
4. Tombol menu utama
5. Tombol pengukur berat
6. Tombol pengukur kadar air
7. Tombol *reset* berat (*tare*)
8. *Load Cell*

3.6 Perancangan Elektronika

Perancangan elektronika pada alat “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno” menjelaskan mengenai rangkaian elektronika secara keseluruhan, serta alat dan bahan yang digunakan untuk membuat alat tersebut.



Gambar 3.4 Rangkaian Elektronika Keseluruhan

3.6.1 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya :

1. Arduino UNO
2. Resistor
3. IC NE555
4. Kabel *jumper*
5. *Header*
6. LCD 16x2
7. *Load Cell*
8. Modul HX711
9. *Trimpot*
10. *Push Button*

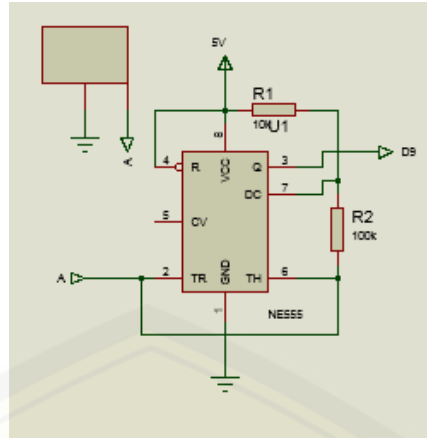
3.6.2 Penjelasan Rangkaian

Penjelasan rangkaian elektronika keseluruhan dalam penelitian sebagai berikut:

1. Rangkaian Sensor Kadar Air

Rangkaian Sensor Kadar Air digunakan untuk mendeteksi kadar air pada biji kopi. Rangkaian sensor terdiri dari IC NE555, dua buah resistor dengan nilai 10K Ω dan 100K Ω serta wadah pengukuran kadar air biji kopi yang terbuat dari

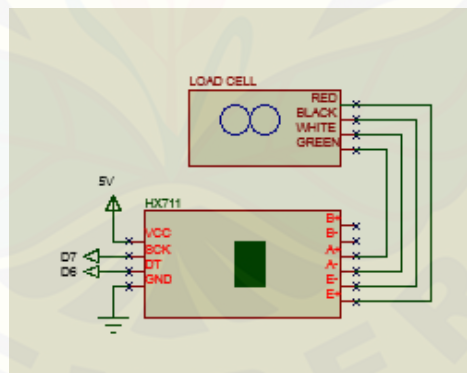
plat besi dengan panjang 8 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 5 cm, jadi isi dari wadah sebesar 200 cm^3 serta batang besi dengan panjang 5 cm. Bentuk wadah pengukuran yakni balok, bentuk dari wadah berbeda dengan bentuk wadah pada DIGI-MOST, tetapi isi dari kedua wadah tersebut sama. Ukuran wadah pada DIGI-MOST yakni dengan diameter 6 cm dan tinggi 7 cm, maka isinya sebesar $197,82 \text{ cm}^3$. Bagian wadah yang berbentuk balok dihubungkan dengan tegangan positif dan bagian yang berbentuk batang besi dihubungkan tegangan negatif. Wadah tersebut terhubung pada kaki nomer 2 pada IC NE555 yaitu *trigger* hasil pembacaan dari bahan dielektrik yaitu biji kopi yang dimasukkan pada wadah ini berupa nilai kapasitansi dan resistansi. Kaki resistor terhubung pada kaki nomer 4 yaitu *reset*, kaki nomer 8 vcc kaki nomer 7 *discharge* kaki no 6 *threshold* kaki nomer 1 *ground* serta dihubungkan pada kaki nomer 2 yaitu *trigger* yang terhubung dengan wadah pengukuran kadar air biji kopi. *Output* dari rangkaian sensor yaitu berupa frekuensi akan di hubungkan pada *pin* digital nomer 9 pada arduino. Sistem kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan prinsip resistansi dan kapasitansi. Prinsip resistansi yaitu dengan memanfaatkan adanya perubahan konduktifitas bahan karena adanya perubahan kadar air, dimana semakin besar kadar air suatu bahan maka nilai konduktansi dari bahan tersebut akan semakin besar, hal ini karena air memiliki sifat konduktor meskipun dengan nilai konduktifitas yang sangat kecil. Sedangkan prinsip kapasitansi memanfaatkan adanya perubahan konstanta elektrik suatu bahan karena perubahan kadar air yang dikandung bahan tersebut dimana semakin banyak kandungan kadar air pada biji kopi nilai kapasitansinya semakin kecil dan nilai frekuensinya semakin besar, nilai frekuensi inilah yang nantinya akan diubah menjadi nilai kadar air dalam satuan persen. Penggunaan IC NE555 digunakan karena arduino tidak dapat langsung mengukur nilai resistansi dan kapasitansi pada biji kopi secara langsung. Nilai frekuensi yang dibangkitkan oleh rangkaian sensor akan diolah oleh arduino untuk selanjutnya akan dirubah menjadi nilai kadar air dalam satuan persen.



Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Kadar Air

2. Rangkaian Sensor Berat

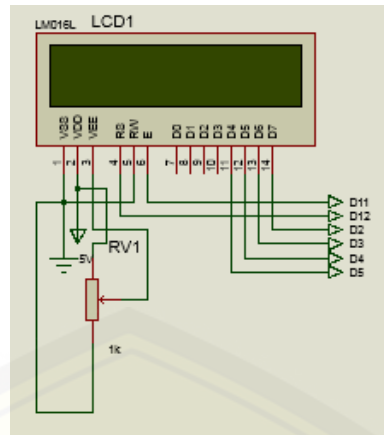
Rangkaian sensor berat ini menggunakan *load cell* yang berguna untuk menimbang berat biji kopi. Sensor *load cell* terhubung dengan modul HX711 sebagai *driver* untuk mengubah sinyal ADC menjadi sinyal *digital* dan langsung dapat diprogram tanpa harus melihat nilai ADC-nya. Konfigurasi *pin* sensor berat yaitu kabel warna merah (E+), hitam (E-), putih (A-), dan hijau (A+). Port yang digunakan HX711 terdapat 4 *port* yaitu : 5V (VCC), GND, D7 (SCK), D6 (DT).



Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Berat

3. Rangkaian Tampilan LCD

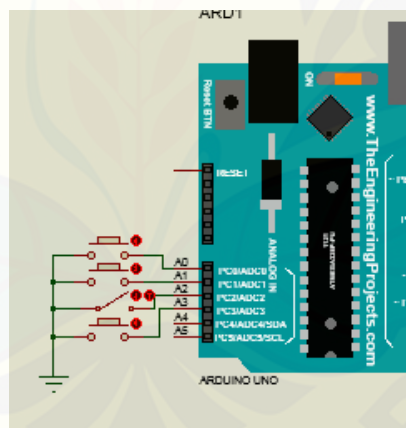
Rangkaian LCD dalam alat ini berfungsi untuk menampilkan pembacaan data kadar air dan berat yang terbaca oleh *load cell*. *Port* Arduino UNO yang digunakan untuk rangkaian LCD dalam perancangan alat ini yaitu *port* D11, D12, D2, D3, D4, dan D5.



Gambar 3.7 Rangkaian LCD 16x2

4. Rangkaian Tombol Perintah

Rangkaian tombol perintah ini berisi *push button* yang berguna untuk memerintah alat untuk bekerja yakni tombol menu utama yang terhubung pada *pin* A0, tombol pengukur kadar air terhubung pada *pin* A1, tombol pengukur berat terhubung pada *pin* A2, dan tombol *reset* berat (*tare*) terhubung pada *pin* A3.



Gambar 3.8 Rangkaian Tombol Perintah

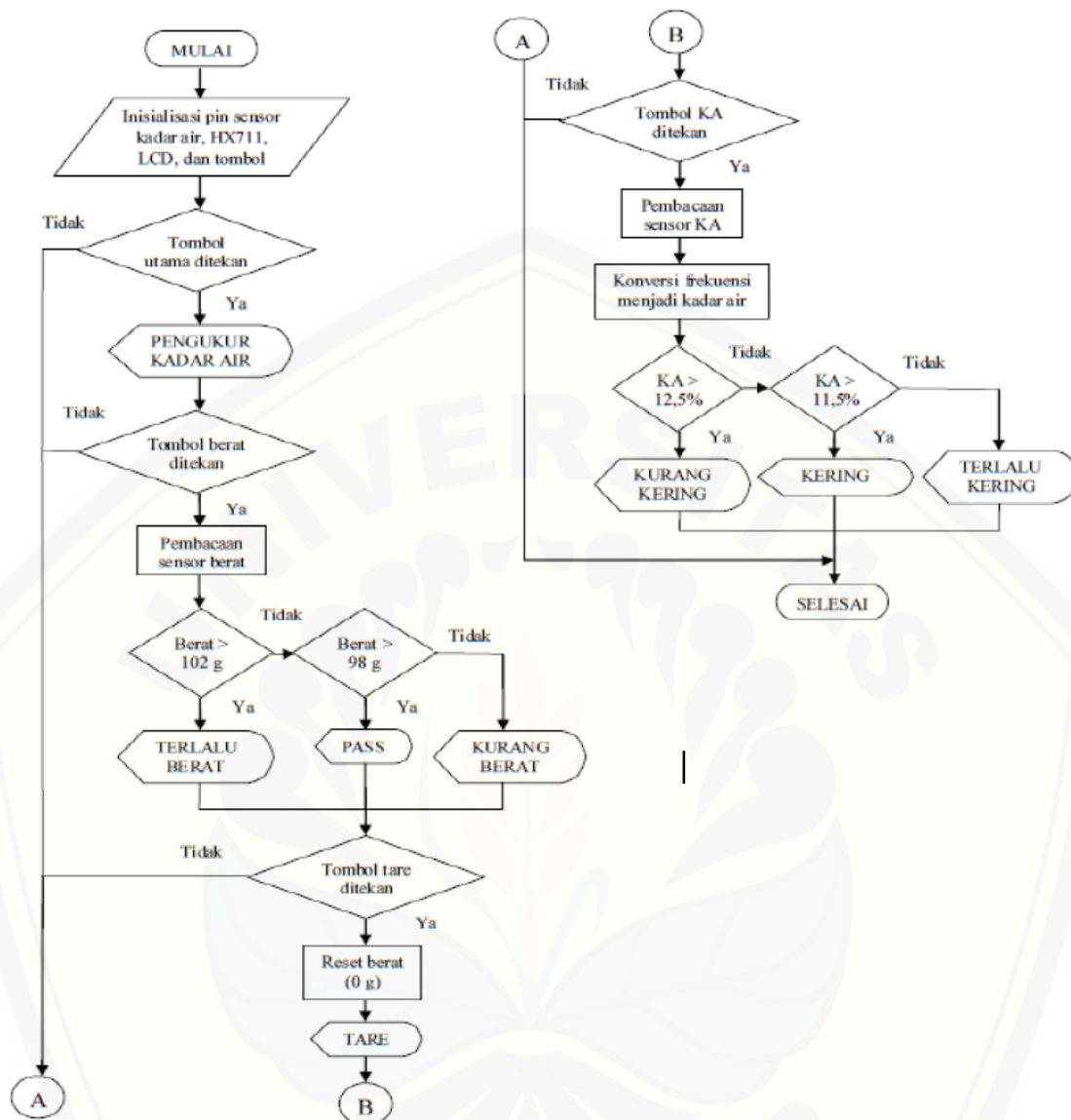
3.7 Perancangan Software

Pada perancangan *software* ini terdiri dari dua bagian antara lain *flowchart* dan program Arduino dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.7.1 Flowchart

Flowchart pada alat ini menunjukkan jalannya proses Monitoring Pengukuran Kadar Air dan Berat pada Biji Kopi. Proses pertama sensor akan mengisialisasi wadah tempat sample biji kopi dan LCD menampilkan

“PENGUKUR KADAR AIR”. Apabila menekan tombol berat, sensor berat (*load cell*) akan membaca berat biji kopi pada wadah. Jika berat biji kopi lebih dari 102 g maka LCD akan menampilkan “TERLALU BERAT”, jika berat biji kopi lebih dari 98 g maka LCD akan menampilkan “PASS”, dan jika tidak maka LCD akan menampilkan “KURANG BERAT”. Apabila tombol KA ditekan, maka sensor akan membaca nilai *frekuensi* pada kopi tersebut selanjutnya nilai *frekuensi* tersebut akan dirubah menjadi besaran kadar air. Jika kadar air biji kopi lebih dari 12,5% maka LCD akan menampilkan “KURANG KERING”, jika kadar air biji kopi lebih dari 11,5% maka LCD akan menampilkan “KERING”, dan jika tidak maka LCD akan menampilkan “TERLALU KERING”. Apabila tombol tare ditekan maka sensor me-*reset* berat (menjadi 0 g) dan LCD menampilkan “TARE”. Apabila menekan tombol utama maka LCD menampilkan “PENGUKUR KADAR AIR”.



Gambar 3.9 Flowchart

3.7.2 Program Arduino

Pembuatan program alat “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno” ini menggunakan *software* IDE. Arduino.cc versi 1.8.2. Arduino IDE digunakan untuk menulis program kedalam IC AT-mega menggunakan *software processing* Arduino UNO. *Processing* menggabungkan dua bahasa pemrograman yaitu Bahasa C++ dan *java software*. *Software* Arduino IDE ini dapat di *instal* pada *operating system* (OS)

seperti : LINUX, Mac OS, dan Windows. *Software (Integrated Development Enviroment)* IDE Arduino memiliki tiga bagian yaitu :

1. Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. Listing program pada Arduino disebut *sketch*.
2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah Bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh *microcontroller*.
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukan kode biner kedalam memori *microcontroller*.

Struktur perintah Arduino terdiri dari dua bagian yaitu *void setup* dan *void loop*. *Void setup* yaitu berisi perintah yang akan dieksekusi sekali sejak Arduino di hidupkan sedangkan *void loop* yaituberisi perintah yang akan dieksekusi berulang-ulang selama Arduino dinyalakan.

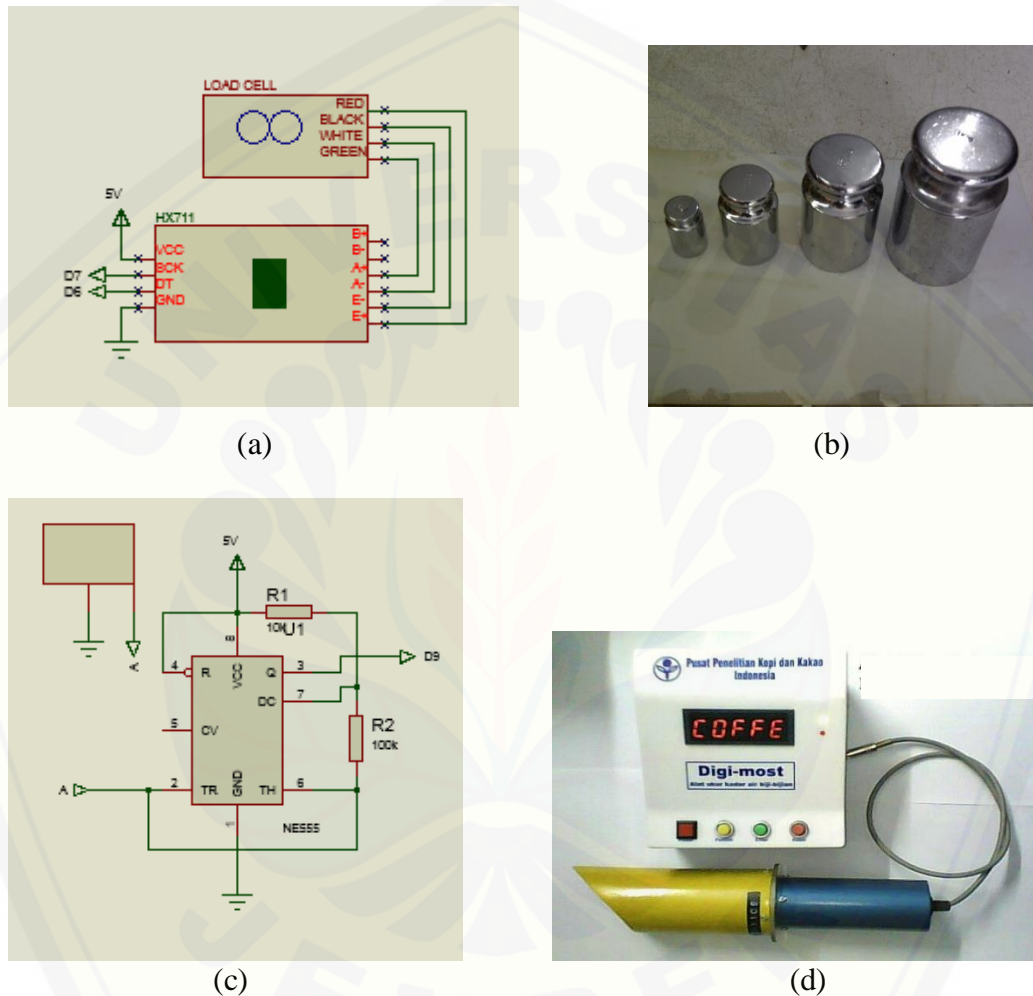


Gambar 3.10 *software* Arduino IDE

3.8 Kalibrasi Sensor Kadar Air dan Berat

Kalibrasi sensor kadar air dan berat digunakan untuk mendapatkan pembacaan kadar air dan berat pada biji kopi sehingga sesuai dengan pembacaan berat konvensional seperti timbangan digital yang sudah terkalibrasi atau dengan beban yang beratnya tetap dan alat ukur kadar air seperti DIGI-MOST. Kalibrasi

sensor berat dilakukan dengan melihat hasil pembacaan sensor *load cell* terhadap beban yang sudah diketahui nilai beratnya. Kalibrasi sensor kadar air dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor kadar air dan alat ukur kadar air DIGI-MOST caranya dengan membaca kadar air beberapa sample biji kopi dengan nilai kadar air yang berbeda-beda.



Gambar 3.11 (a) Rangkaian Sensor Berat (b) Beban yang Tetap (c) Rangkaian Sensor Kadar Air (d) Alat Ukur Kadar Air DIGI-MOST

3.9 Proses Pengujian

Proses pengujian alat “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno” dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang terletak di Desa Nogosari, Kecamatan Rambipuji, Jember, yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat sudah bekerja

dengan baik. Terdapat beberapa proses pengujian, antara lain yaitu pengujian sensor kadar air yang membandingkan data hasil pembacaan sensor kadar air dan alat ukur kadar air DIGI-MOST.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tugas akhir yang telah dilakukan di dapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengukuran besar kadar air biji kopi, hasil dari pembacaan alat sudah cukup baik. Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan pembacaan kadar air dari DIGI-MOST dengan hasil pembacaan alat yang penulis buat. Hasil dari pengujian tersebut dapat diketahui besar rata-rata *error* persen terbesar yakni 6,62%, yakni saat pembacaan nilai kadar air dari DIGI-MOST sebesar 11,1% dan pembacaan dari alat yang penulis buat sebesar 10,81%. Selain itu juga diketahui besar rata-rata *error* pesen terkecil yakni 0,27%, yakni pada saat pembacaan nilai kadar air dari DIGI-MOST sebesar 8,0% dan pembacaan dari alat yang penulis buat sebesar 8,03%.
2. Pada pengukuran berat biji kopi, hasil dari pembacaan alat sudah cukup baik. Hal ini diketahui dari nilai R^2 pada saat kalibrasi sensor berat (*load cell*) mendekati 1 yakni sebesar 0,9956. Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan pembacaan berat dari timbangan digital dengan hasil pembacaan alat yang penulis buat. Berat biji kopi yang ditimbang sebesar 100 gram, dan hasil pembacaan alat untuk selisih terbesar yakni 102,56 gram sedangkan untuk selisih terkecil yakni 99,99 gram.

5.2 Saran

Dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan tentang “Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air dan Berat Biji Kopi Berbasis Arduino UNO” penulis memberikan saran sebagai berikut dengan harapan untuk menyempurnakan karya ilmiah ini dan lebih memberikan manfaat yang lebih baik dimasa yang akan datang :

1. Wadah dari *sample* biji kopi sebaiknya di rubah posisinya agar mempermudah saat selesai mengukur kadar air dan berat tanpa harus membalik alat.

2. Sensor kadar air yang menggunakan metode kapasitansi dengan IC NE555 sebaiknya di ganti menggunakan modul sensor kadar air untuk mempermudah pada saat kalibrasi sehingga tidak perlu adanya mengubah frekuensi keluaran sensor menjadi nilai kadar air.



DAFTAR PUSTAKA

- AEKI. 2014. Industri Kopi Indonesia. <http://www.aeki-aice.org/page/industrikopi/id> [Diakses pada 22 Juni 2018].
- Artyas, Dyah. 2016. Timbangan digital menggunakan sensor load cell dan modul HX711. <http://sharingnode.blogspot.co.id/2016/01/timbangan-digital-menggunakan-sensor.html> [Diakses pada 10 Maret 2018].
- Caffein Informer. 2016. Caffeine (Coffee) Consumption By Country. <https://www.caffeineinformer.com/caffeine-what-the-world-drinks> [Diakses pada 27 Juni 2018].
- Erlangga, W. B. (2011). Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Pemilihan Jenis Buah.skripsi
- Felayati, Ali Akbar. 2016. Alat ukur Berat benda berbasis Arduino. <http://belajarmikrokontroler2015.blogspot.co.id/2016/02/alatukur-beratbenda-berbasis-arduino.html> [Diakses pada 10 Maret 2018].
- Fuch. Anton, Michael J. Moser, H. Zangl, T. Betterklieber. 2009. Using Capacitive Sensing to Determine The Moisture Content of Wood Pellets- Investigations and Application. International Journal On Smart Sensing and Intelligent System.
- Haki Laila dkk. 2011. Alat Pendeteksi Kualitas Biji Kopi Untuk Kopi Papain (Kopi Cita Rasa Kopi Luwak Tanpa Menggunakan Luwak) Dengan Metode Pengukuran Nilai Kapasitansi. Universitas Lampung.
- Kamirul., H. Syahwanti., A. Nelvi & M.S. Hendro. 2015. Rancang bangun Data Logger Massa Menggunakan Load Cell. Prosiding Seminar Kontribusi Fisika.
- Kiswoyo, Budi, 2017. Pengertian serta fungsi tiap pin ic 555. <https://www.jalankatak.com/id/pengertian-serta-fungsi-tiap-pin-ic-555/> [Diakses pada 25 Februari 2018].
- Malvino, A. P. 2004. Prinsip-prinsip Elektronika. Jakarta
- Nuryanti, Venti. 2010. Liquid Crystal Display. <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20249268-R231053.pdf> [Diakses pada 10 Maret 2018].

Prawoto, Ihsan. 2016. Pengertian Arduino UNO Mikrokontroler ATmega328. <http://www.caratekno.com/2015/07/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler.html>. [Diakses pada 9 Maret 2018].

Syahwil, Muhammad. 2014. Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino. Yogyakarta : Andi Offset.

Taufik, Azzi. 2014. Mikrokontroler Arduino Uno. <http://dialogsimponi.blogspot.cp.id/2014/11/normal-0-false-false-false-in-x-nonex.html> [Diakses pada 23 Februari 2018].

Thakkar, K.H., Prajapatti, V.M., & Patel, B.D. 2013. Performance Evaluation of Strain Gauge Based Load Cell to Improve Weighing Accuracy. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*.

Yudistiali Wahyu, 2008. Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Tingkat Kadar Air dan Keasaman Kopi Robusta (*Coffea robusta*).skripsi.

Zaini, Achmad. 2009. Pendugaan Perubahan Kualitas Biji Kopi Selama Penyimpanan Dalam Gudang.skripsi.

Lampiran

A. Program pada Alat

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include "HX711.h"
#define DOUT 8
#define SCK 7

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
HX711 scale(DOUT, SCK);
const int pinFreq = 9;
int pulseHigh = 0, pulseLow = 0, hitungan1, hitungan2;
float pulseTotal = 0, freq = 0;
double total, kadarAir, kadarAirMax, nilaiFix;
float calibration_factor = 300.19;
float output;

void setup() {
  pinMode(A0, INPUT_PULLUP);
  pinMode(A1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(A2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(A3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(9, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(115200);

  scale.set_scale();
  scale.tare();

  long zero_factor = scale.read_average();
  Serial.print("Zero factor: ");
  Serial.println(zero_factor);
```

```
lcd.begin(16, 2);
lcd.display();
lcd.print("    PENGUKUR    ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("    KADAR AIR    ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("KOSONGKAN BENDA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("    DARI WADAH    ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("    STATUS    ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("    READY...    ");
}

void loop() {
  if(digitalRead(A0)==LOW) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("KOSONGKAN BENDA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("    DARI WADAH    ");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("    STATUS    ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("    READY...    ");
    delay(2000);
```

```
        while(digitalRead(A0)==LOW);
    }
    if(digitalRead(A2)==LOW) {
        scale.set_scale(calibration_factor);
        //scale.set_scale();
        Serial.print("Pembacaan: ");
        output=scale.get_units(), 1;
        Serial.print(output);

        Serial.print("\tBerat: ");
        Serial.println(output);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Berat: ");
        lcd.print(output);
        lcd.print(" g");
    }

    lcd.setCursor(0,1);
    if      (output>102) lcd.print(" TERLALU BERAT ");
    else if (output>98) lcd.print(" ----PASS---- ");
    else if (output>1)  lcd.print(" KURANG BERAT ");
    else                lcd.print(" MASUKKAN BIJI ");
}

if(digitalRead(A3)==LOW) {
    scale.tare();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("      TARE      ");
    delay(1000);
```

```
}

if(digitalRead(A1)==LOW) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("  WAITING...  ");

    hitung();
    hitung();
    hitung();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    if      (nilaiFix>13.0) lcd.print("KURANG  KERING");
    else if (nilaiFix>11.0) lcd.print("  KERING  ");
    else                               lcd.print("TERLALU KERING");

    lcd.setCursor(0,1);
    if      (nilaiFix>12.5) lcd.print(nilaiFix);
    else if (nilaiFix>11.5) lcd.print(nilaiFix);
    else                               lcd.print(nilaiFix);

    lcd.setCursor(6,1);
    if      (nilaiFix>12.5) lcd.print("%");
    else if (nilaiFix>11.5) lcd.print("%");
    else                               lcd.print("%");
    Serial.println(nilaiFix,0);
}
}

void hitung() {
    while(1) {
        pulseIn(pinFreq, LOW);
        pulseHigh=pulseIn(pinFreq, HIGH);
    }
}
```

```
pulseLow= pulseIn (pinFreq, LOW);
pulseTotal = pulseHigh+pulseLow;

hitungan1++;
total+=pulseTotal;
if (hitungan1>=10) {
    total=total/ (hitungan1+1);
    freq = 1000000/total;
    kadarAir=(6.964*total)-53.76;

    Serial.println( String(total) + " us " +
String(freq) +" Hz "+ String(kadarAir) +" %");

    if (kadarAir>kadarAirMax) kadarAirMax=kadarAir;
    hitungan2++;
    if (hitungan2==20) {

Serial.println("=====
=====");
        Serial.println( String(total) + " us " +
String(freq) +" Hz "+ String(kadarAirMax) +" %");

Serial.println("=====
=====");

        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("KA :          %");
        Serial.println(kadarAirMax);
        nilaiFix=kadarAirMax;
        lcd.setCursor(10,1);
        if (kadarAirMax>=11) lcd.print(kadarAirMax,1);
        else                lcd.print("----");
        kadarAirMax=0;
```

```
        hitungan2=0;
        lcd.noDisplay();
        break;
    }
    total=0;
    hitungan1=0;
}
delay(20);
}
}
```

B. Perhitungan Konversi Periode ke Kadar Air

$$KA = (6,964 \times T) - 53,76$$

Keterangan :

KA = Kadar Air (%)

T = Periode (μ s)

1. $KA = (6,964 \times 8,873) - 53,76 = 8,031 \%$
2. $KA = (6,964 \times 8,909) - 53,76 = 8,282 \%$
3. $KA = (6,964 \times 9,090) - 53,76 = 9,542 \%$
4. $KA = (6,964 \times 9,201) - 53,76 = 10,315 \%$
5. $KA = (6,964 \times 9,272) - 53,76 = 10,810 \%$
6. $KA = (6,964 \times 9,362) - 53,76 = 11,436 \%$
7. $KA = (6,964 \times 9,459) - 53,76 = 12,112 \%$
8. $KA = (6,964 \times 9,526) - 53,76 = 12,579 \%$
9. $KA = (6,964 \times 9,545) - 53,76 = 12,711 \%$
10. $KA = (6,964 \times 9,635) - 53,76 = 13,338 \%$

C. Perhitungan Konversi Periode ke Nilai Kapasitansi

$$T = \ln 2 (R1 + 2R2) \times C$$

$$C = \frac{T}{\ln 2 (R1 + 2R2)}$$

Keterangan :

T = Periode (s)

R1 dan R2 = Resistor rangkaian (Ohm)

C = Nilai kapasitansi biji kopi (Farad)

$$1. C = \frac{8,873 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,124 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$2. C = \frac{8,909 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,148 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$3. C = \frac{9,090 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,273 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$4. C = \frac{9,201 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,350 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$5. C = \frac{9,272 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,399 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$6. C = \frac{9,362 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,461 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$7. C = \frac{9,459 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,528 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$8. C = \frac{9,526 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,574 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$9. C = \frac{9,545 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,587 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$$10. C = \frac{9,635 \times 10^{-6}}{\ln 2(10^4 + 2 \times 10^5)} = 6,649 \times 10^{-11} \text{ F}$$

D. Tabel Hubungan Antara Periode, Kadar Air, Dan Kapasitansi

No	Periode (μ s)	Kadar Air (%)	Kapasitansi (nF)
1	8,873	8,032	0,06124
2	8,909	8,282	0,06148
3	9,09	9,542	0,06273
4	9,201	10,315	0,06350
5	9,272	10,810	0,06399
6	9,362	11,436	0,06461
7	9,459	12,112	0,06528
8	9,526	12,579	0,06574
9	9,545	12,711	0,06587
10	9,635	13,338	0,06649

SOP Rancang Bangun *Prototype* Alat Pengukur Kadar Air Dan Berat Pada Biji Kopi Berbasis Arduino Uno

1. Menghubungkan alat pada supply tegangan melalui kabel USB
2. Setelah alat menyala, menunggu saat LCD menampilkan “READY”
3. Mengosongkan wadah dan menekan tombol “BERAT”
4. Apabila masih terdapat berat yang terbaca, menekan tombol “TARE” untuk meng-nol-kan berat
5. Memasukkan biji kopi dalam wadah sampai mencapai berat ± 100 gram atau sampai LCD menampilkan “PASS”
6. Menekan tombol “KA” untuk mengetahui nilai kadar air
7. Menunggu beberapa saat sampai LCD menampilkan besar kadar air
 - Kadar air $> 12,5\%$ maka biji kopi kurang kering
 - Kadar air $12,5\% - 11,5\%$ maka biji kopi kering
 - Kadar air $< 11,5\%$ maka biji kopi terlalu kering