

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR PATI UBI KAYU
MENGUNAKAN *LOADCELL* DAN ARDUINO
BERDASARKAN METODE *SPEFIFIC GRAVITY***

(Skripsi)

Oleh

Prima Aprilliana



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR PATI UBI KAYU MENGUNAKAN *LOADCELL* DAN ARDUINO BERDASARKAN METODE *SPEKIFIC GRAVITY*

Oleh

Prima Aprilliana

Telah direalisasikan alat ukur kadar pati ubi kayu secara digital berdasarkan metode *specific gravity*. Alat dirancang menggunakan sensor massa *loadcell*, *Analog to Digital Converter* (ADC) HX711, pengolah data Arduino UNO, serta penampil data LCD dan *personal computer*. Prinsip alat ini menggunakan metode *specific gravity*, yaitu mengukur perbedaan massa ubi kayu di udara dan di air. Kadar pati ubi kayu dihitung dengan menggunakan persamaan kadar pati Sungzikaw oleh mikrokontroler Arduino dan ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan alat mampu mengukur kadar pati ubi kayu dengan kapasitas maksimum 2,2 kg dan persentase kesalahan rata-rata sebesar 1,4515%.

Kata kunci: Kadar Pati, *Loadcell*, Arduino Uno.

ABSTRACT

DESIGN OF MEASURING INSTRUMENT OF CASSAVA STARCH CONTENT USING LOADCELL AND ARDUINO BASED SPECIFIC GRAVITY METHOD

By

Prima Aprilliana

It has been realized an instrument for measuring cassava starch content digitally based specific gravity method. The instrument is designed using loadcell as mass sensor, Analog to Digital Converter (ADC) HX711, Arduino Uno as data processor, LCD, and personal computer. The principles of this instrument is using specific gravity method, which are based on differences of cassava mass in the air and in the water. Cassava starch content calculated using Sungzikaw equation by microcontroller Arduino and displayed on LCD. The result showed that the instrument capable measure cassava starch content with maximum capacity of 2,2 kg and average error percentage of 1,4515%.

Key word: cassava starch, loadcell, Arduino Uno.

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR PATI UBI KAYU
MENGUNAKAN *LOADCELL* DAN ARDUINO BERDASARKAN
METODE *SPEIFIC GRAVITY***

Oleh
Prima Aprilliana

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS

pada
Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR PATI
UBI KAYU MENGGUNAKAN *LOADCELL* DAN
ARDUINO BERDASARKAN METODE
SPESIFIC GRAVITY**

Nama Mahasiswa : **Prima Aprilliana**

No. Pokok Mahasiswa : 1317041033

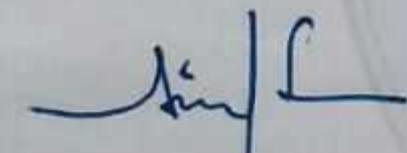
Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

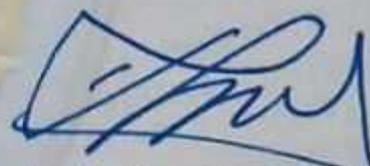
Bandar Lampung, 28 Februari 2018

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

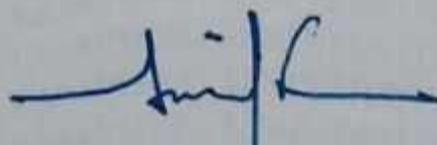


Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.
NIP 19710909 200012 1 001



Drs. Amir Supriyanto, M.Si.
NIP 19650407 199111 1 001

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

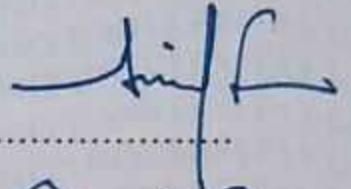


Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.
NIP 19710909 200012 1 001

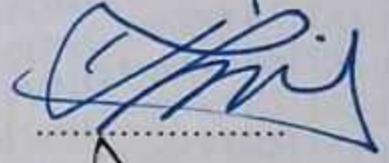
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

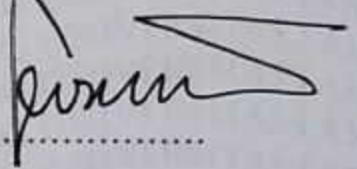
Ketua : Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.



Sekretaris : Drs. Amir Supriyanto, M.Si.



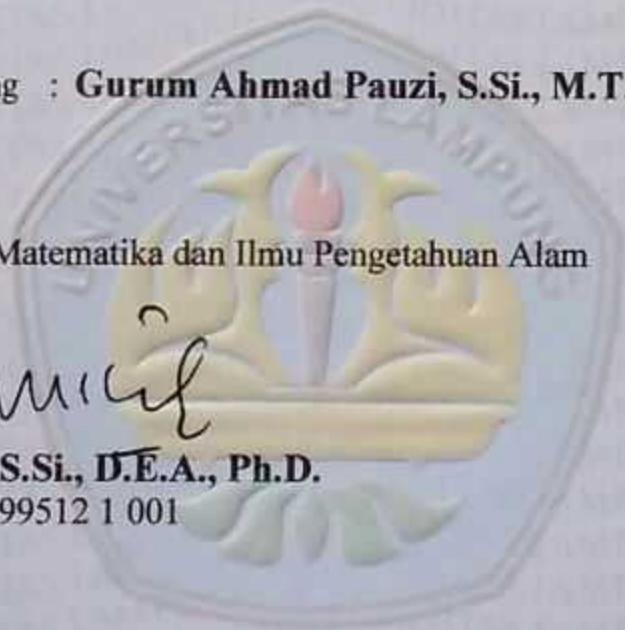
Penguji
Bukan Pembimbing : GURUM Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.
NIP 19710212 199512 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Februari 2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebut dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2018



Prima Aprilliana
NPM. 1317041033

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Prima Aprilliana. Penulis dilahirkan di Teluk Betung pada tanggal 4 April 1995. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Joko Ludiro dan Ibu Marsida. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Tempuran, Sekolah Dasar di SD IT Citra Insani, Sekolah Menengah Pertama di Mts Diniyyah Putri Lampung, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Metro. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui SBMPTN tahun 2013. Penulis pernah aktif dalam kegiatan organisasi seperti menjadi anggota Biro Sosial Masyarakat HIMAFI FMIPA Unila pada tahun 2014 dan menjadi sekretaris umum Physics Instrumentation Club pada tahun 2015/2016. Penulis pernah dipercayakan menjadi asisten dosen praktikum Fisika Dasar, Sains Dasar Fisika, Elektronika Dasar, Pemrograman Komputer, Fisika Komputasi, Mikrokontroler, dan Sistem Akuisisi Data. Penulis melakukan praktik kerja lapangan (PKL) di Balai Pengembangan Instrumentasi LIPI Bandung pada Tahun 2016.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmaa nirrohiim...
*Dengan penuh rasa syukur kepada Allah swt.
ku persembahkan skripsi ini kepada:*

Kedua orangtuaku : Joko Ludiro dan Marsida yang selalu menjadi
inspirasi hidup, motivator dan orangtua yang paling hebat di dunia.

Saudaraku : Wahyu Adji Sapto

Terimakasih atas kasih sayang, dukungan dan semangat
sehingga aku dapat mencapai semua ini.

Seluruh keluarga yang selalu memberikan motivasi

Almamater tercinta

Universitas Lampung

MOTTO

“Sesungguhnya engkau berjalan pergi mempelajari suatu bab dari ilmu adalah lebih baik bagi-Nya dari dunia dan isi-Nya”
(HR. Ibnu Hibban dan Ibnu Abdul Birri dari Al Hasan Al-Bashari)

“Berani berusaha meskipun gagal jauh lebih baik dibandingkan diam dengan seribu ide brilian”
(Anonim)

“Sebaik-baik manusia diantaramu adalah yang paling banyak manfaatnya bagi orang lain”
(HR. Bukhari)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah swt. Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu Menggunakan *Loadcell* Dan Arduino Berdasarkan Metode *Spesific Gravity***”. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan juga penulis.

Bandarlampung, Februari 2018
Penulis,

Prima Aprilliana

SANWACANA

Segala puji bagi Allah, Rabb semesta alam yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Arif Surtono, M. Si., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung dan selaku pembimbing yang selalu membimbing, menyemangati dan memberikan ilmu baru dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Amir Supriyanto M.Si selaku pembimbing yang selalu membimbing dan mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, M. T. sebagai pembahas yang senantiasa mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Warsito DEA. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Simon Sembiring PhD. selaku pembimbing akademik yang tiada henti memberikan bimbingan dan dukungan.
6. Seluruh dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu selama kuliah.

7. Inda Robbihi Mardhiya dan Arta Bayti Bonita yang senantiasa membantu dalam proses penyusunan skripsi serta memberikan motivasi untuk terus semangat.
8. Ichwan Surya Nugraha yang membantu memberikan ilmu baru, semangat, dan selalu memberikan motivasi serta bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
9. Agung Gumelar, Doni Mailana, Mardianto, Ilwan Pusaka, Rio Adhitya, Sinta Setiani, Neta Oktavia, Amira Inas, Anggi Andria, dan Aulianiz Marisa yang selalu membantu dalam proses perkuliahan dan penyusunan skripsi serta selalu memberikan motivasi dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman Fisika Angkatan 2013 yang selalu memberi semangat selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
11. Almamaterku tercinta.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas dengan yang lebih baik dan menjadi pemberat amal di akhirat nanti. Aamiin.

Bandarlampung, Februari 2018
Penulis,

Prima Aprilliana

DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
KATA PENGANTAR	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Batasan Masalah	7

II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penelitian Pendukung	8
B. Teori Dasar	12
1. Ubi Kayu	12
2. Pati	13
3. Sensor <i>Loadcell</i>	14
4. Strain Gauge	18
5. HX711	20
6. Arduino Uno	21
7. Liquid Crystal Display (LCD)	23
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Alat dan Bahan	24
C. Metode Penelitian	26
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Rangkaian Alat Lengkap	37
B. Hasil Kalibrasi	40
C. Analisis Perangkat Lunak	44
D. Analisis Hasil Pengukuran Alat	48
V. KESIMPULAN	
A. Kesimpulan	50
B. Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Alat Pengukur Kadar Pati Oleh International Starch Institute (Sumber: International Starch Institute, 1999)	11
Gambar 2.2. Ubi Kayu	13
Gambar 2.3. Struktur amilosa dan amilopektin (Herawati, 2011)	14
Gambar 2.4. Struktur <i>Loadcell</i> (Schwedde, 1989)	16
Gambar 2.5. Proses adanya penekanan pada <i>loadcell</i>	17
Gambar 2.6. Sebuah Gaya yang Dikenakan Pada Batang L dan Mengalami Perubahan Panjang ΔL akibat strain (Sumber : Sulistiowaty dan Melania, 2011)	18
Gambar 2.7. Struktur Komponen Strain Gauge (Liptak, 2003)	19
Gambar 2.8. Prinsip Kerja <i>Strain Gauge</i>	19
Gambar 2.9. HX711 (Manege dkk, 2017)	20
Gambar 2.10. Board Arduino UNO (Saputri, 2014)	21
Gambar 2.11. Liquid Cristal Display (LCD) 16 x 2 (Zain, 2013)	24
Gambar 3.1. Diagram Blok Alat Ukur Kadar Pati	27
Gambar 3.2. Rancangan Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu	28
Gambar 3.3. Rangkaian skematik HX711	29
Gambar 3.4. Rangkaian Fisik HX711	29
Gambar 3.5. Rangkaian Fisik Koneksi Loadcell dengan Arduino	30

Gambar 3.6. Rangkaian Push Button	31
Gambar 3.7. Rangkaian Fisik Koneksi Arduino dengan LCD	32
Gambar 3.8. Rangkaian Skematik Konektor Keseluruhan	33
Gambar 3.9. Rangkaian Fisik Konektor Keseluruhan	33
Gambar 3.10. Flowchart Program Alat Ukur Kadar Pati menggunakan Arduino UNO	34
Gambar 4.1. Alat Ukur kadar Pati Ubi Kayu	37
Gambar 4.2. Detail Isi Kotak Komponen	38
Gambar 4.3. Tampilan Hasil di LCD	39
Gambar 4.4. Tampilan Hasil di Laptop/PC	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Fungsi Pin Pada HX711 (Manege dkk, 2017)	21
Tabel 2.2. Fungsi Pin Pada Arduino (Kadir, 2016)	22
Tabel 2.3. Fungsi Dari Pin Pada LCD Karakter	23
Tabel 3.1. Rancangan Hasil Pengujian	36
Tabel 4.1. Hasil Kalibrasi Pengukuran Massa Alat	40
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu dengan Massa 1 kg	41
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Kadar Pati Ubi Kayu Manual dengan Massa 1 kg	43
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu dengan Massa 2 kg	43
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Kadar Pati Ubi Kayu Manual dengan Massa 2.2 kg	43
Tabel 4.6. Persentase error pengukuran kadar pati ubi kayu dengan Massa 1 kg	49
Tabel 4.7. Persentase error pengukuran kadar pati ubi kayu dengan Massa 2 kg	49

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah pertanian yang cukup besar. Lampung menjadi daerah penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia. Ubi kayu menjadi salah satu komoditas pertanian unggulan di Provinsi Lampung. Pada tahun 2013 produksi ubi kayu petani di Lampung mencapai 9 juta ton dengan luas lahan mencapai 366.830 hektare. Jumlah itu hampir menyetarakan luas lahan padi yang seluas 447.374 hektare. Pada tahun 2015, meskipun data produksi singkong menurun menjadi 8,45 juta ton, Lampung masih menempati peringkat pertama kontribusi produksi nasional sebesar 35,33 % dari total produksi 21,88 juta pertahun (Lampung Post, 2016).

Ubi kayu merupakan tanaman tropis yang memiliki daya adaptasi cukup tinggi, baik terhadap iklim maupun jenis lahan yang kurang subur (Wargiono, 1996). Ubi kayu juga memiliki nilai strategis yang tinggi dalam kaitannya dengan usaha pengembangan agroindustri khususnya industri-industri pengolahan yang memerlukan bahan baku ubi kayu untuk keperluan industri pangan. Dengan demikian peranan usaha tani ubi kayu dalam kaitannya dengan sistem agribisnis

dan agroindustri sangat besar terhadap pendapatan masyarakat, kesempatan kerja, devisa, dan penyediaan bahan baku industri serta pembangunan wilayah. (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Berdasarkan perkembangan teknologi, ubi kayu dijadikan bahan dasar pada industri makanan seperti sumber utama pembuatan pati. Selama ini produksi ubi kayu yang berlimpah sebagian besar digunakan sebagai bahan baku industri tapioka. Pemanenan ubi kayu yang tepat akan menghasilkan tapioka dengan kualitas yang baik dan kadar pati yang tinggi. Waktu panen yang terlalu cepat akan merugikan karena kandungan kadar pati ubi kayu masih rendah menyebabkan kualitas ubi kayu menjadi kurang baik. Ketidak jelasan mengenai saat panen yang tepat menyebabkan petani memanen ubi kayu atas dasar kebutuhan. Ubi kayu merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang diduga juga mempunyai pola hubungan antara tingkat ketuaan, kekerasan, dan kandungan pati (Asnawi, 2003). Hal ini sesuai dengan Abbot dan Harker (2001) dan Ishaq dkk (2009) yang menyatakan bahwa pada umumnya dengan bertambahnya umur tanaman umbi-umbian akan semakin keras teksturnya karena kandungan pati yang semakin meningkat, akan tetapi apabila terlalu tua kandungan seratnya bertambah sedangkan kandungan pati menurun. Waktu panen ubi kayu bervariasi tergantung varietas dan kegunaannya. Waktu panen umumnya berkisar antara 9-12 bulan (Suwanto, 2017).

Rendahnya produktivitas ubi kayu di Provinsi Lampung disebabkan antara lain oleh keterbatasan penguasaan teknologi industri, keterbatasan modal usaha tani, manajemen budidaya yang belum efisien, serta tidak adanya jaminan pasar yang menyebabkan lemahnya insentif harga yang diterima petani akibat dari posisi tawar petani terhadap pabrik yang sangat rendah (Zakaria, 1997). Salah satu faktor lemahnya harga yang diterima petani yaitu karena jumlah kadar pati dari ubi kayu yang dijual ke pabrik belum mencapai standar kadar pati yang diinginkan. Sebagai contoh, standar mutu nilai kadar pati ubi kayu varietas kasetsart minimal 19% (Kemenpan, 2000).

Pengukuran kadar pati biasanya dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yang berbeda-beda, antara lain: Pertama, menggunakan metode oven, yaitu sampel umbi dihaluskan dan diukur berat awalnya kemudian dioven selama 90 menit pada suhu 130°C dan diukur berat akhir setelah dioven. Untuk mendapatkan nilai kadar pati pada proses oven ini, dihitung secara manual dengan menggunakan rumus *dry metter*, dimana rumus *dry metter* merupakan persentase perbandingan berat awal sebelum dioven dan akhir setelah dioven yang masing-masing data berat dikurangi dengan berat wadah yang digunakan untuk meletakkan sampel ubi kayu. Hasil dari persentase *dry metter* ini yang kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai kadar pati yaitu persentase *dry metter* dikurang 6,8% (Eniwati, 2014). Kedua, menggunakan metode kering, yaitu mengukur kekerasan menggunakan penetrometer. Proses pengukuran dilakukan dengan cara batang penetrometer dipegang dan jarum penetrometer ditusukkan vertikal secara hati-hati di atas permukaan ubi kayu dengan dilakukan penekanan

jarum ke dalam ubi kayu selama beberapa detik. Kemudian nilai skala kekerasan ubi kayu dapat dibaca pada alat. Nilai kekerasan yang didapat digunakan sebagai alternatif untuk menera kadar pati ubi kayu (Sabatini dkk, 2007).

Ada beberapa penelitian sebelumnya mengenai cara mengukur kadar pati ubi kayu. Radjit dan Nila (2011) meneliti potensi peningkatan hasil ubi kayu dan kadar pati melalui sistim sambung mukibat. Penelitian dilakukan dengan cara penanaman ubi kayu mukibat dengan pola kenong yaitu dibuat guludan per individu tanaman dengan jarak 1,5 m x 1,5 m dan dengan cara tanam biasa dengan jarak 100 cm x 60 cm tanpa digulud. Hasil ubi kayu yang sudah siap diukur kadar patinya kemudian dihitung menggunakan metode spesifik gravity, yaitu menimbang berat umbi di dalam air dan di udara dengan menggunakan sampel ubi kayu sebanyak 5 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar pati secara spesifik gravity pada bibit sambung dari setiap varietas mengalami penurunan sebesar 0,7% - 2,13% dari bibit biasa dan rata-rata kadar pati dari seluruh varietas dengan menggunakan bibit biasa dapat mencapai 22,21 % dan bibit sambung mencapai 20,96 %. Kekurangan dari penelitian ini yaitu proses pengukuran kadar pati masih dilakukan dengan teknik hitungan secara manual dan waktu panen yang dilakukan pada musim hujan yang dapat menurunkan kadar pati ubi kayu sebesar 1-2%.

Sabatini dkk (2007) mencari cara alternatif mengukur kadar pati ubi kayu menggunakan penetrometer, menemukan korelasi antara pengukuran kadar pati menggunakan penetrometer dengan metode hidrolisis asam. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data kekerasan ubi kayu menggunakan

penetrometer dan dianalisis menggunakan regresi linier dari hubungan antara kekerasan dengan kadar pati dengan metode hidrolisis asam. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi positif yang tinggi antara kekerasan ubi kayu menggunakan penetrometer dan kadar pati ubi kayu menggunakan metode hidrolisis asam. Hal ini mengindikasikan bahwa penetrometer dapat digunakan sebagai alternatif dalam menentu kadar pati ubi kayu. Kelemahan dari penelitian ini yaitu sulitnya kemampuan masuknya jarum penetrometer kedalam ubi kayu yang dikarenakan kerapatan antar granula pada ubi kayu tinggi, sehingga penggunaan alat ini sulit dilakukan pada umur panen ubi kayu yang semakin tua.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukan penelitian untuk membuat rancang bangun pengukur kadar pati menggunakan *loadcell* dan Arduino. Penelitian ini dilakukan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang menjadi pusat perhatian dunia. Kemajuan teknologi ini membawa perubahan pada peralatan-peralatan yang dulunya bekerja secara analog mulai dikembangkan dengan teknik digital dan bahkan yang bekerja secara manual mulai banyak dikembangkan secara otomatis. Penelitian ini dirancang menggunakan sensor *loadcell* dan Arduino yang mengukur kadar pati menggunakan metode *specific gravity*. Metode *specific gravity* merupakan suatu metode yang dilakukan berdasarkan perbedaan massa ubi kayu di udara dan massa ubi kayu di dalam air yang kemudian data massa tersebut digunakan untuk menghasilkan nilai kadar pati. Pada penelitian ini, *loadcell* berfungsi untuk mengukur massa sampel. Sedangkan Arduino sebagai prosesor yang menghitung nilai kadar pati dan menampilkannya secara digital pada sebuah LCD (Liquid

Crystal Display). Alat pengukur kadar pati ini didasari atas pemikiran untuk menciptakan sebuah alat ukur kadar pati ubi kayu yang memberikan hasil pengukuran dengan cepat dan mudah dioperasikan di lapangan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka muncul rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara merancang dan membangun sebuah alat pengukur kadar pati ubi kayu menggunakan *loadcell* dan Arduino.
2. Bagaimana menganalisa proses pembacaan pada alat pengukur kadar pati ubi kayu.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merealisasikan alat ukur kadar pati ubi kayu secara digital menggunakan metode *specific gravity*.
2. Mengaplikasikan sensor *loadcell* dan Arduino sebagai komponen utama dalam rancang bangun alat ukur kadar pati ubi kayu.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah tersedianya alat ukur kadar pati ubi kayu digital yang mudah digunakan di lapangan.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan ubi kayu dengan massa 1 kg dan massa maksimum alat dapat menampung ubi kayu dengan massa 2,2 kg.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Pendukung

Penelitian pengukuran kadar pati telah dilakukan oleh banyak peneliti, masing-masing mempunyai prosedur yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Radjit dan Nila (2011) meneliti potensi peningkatan hasil ubi kayu dan kadar pati melalui sistem sambung mukibat. Penelitian ini menggunakan 4 varietas ubi kayu yaitu Adira 4, UJ-5, Kaspro dan Lokal Dampit. Penelitian dilakukan dengan cara penanaman ubi kayu mukibat dengan pola kenong yaitu dibuat guludan per individu tanaman dengan jarak 1,5 m x 1,5 m dan dengan cara tanam biasa dengan jarak 100 cm x 60 cm tanpa digulud. Hasil ubi kayu yang sudah siap diukur kadar patinya kemudian dihitung menggunakan metode *specific gravity*, yaitu menimbang berat umbi di dalam air dan di udara dengan menggunakan sampel ubi kayu sebanyak 5 kg. Perhitungan kadar pati dengan menggunakan metode *specific gravity* (Sungzikaw, 2008):

$$SG = \frac{Ma}{Ma - Mw} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Kp (\%) = \frac{SG - 1,00906}{0,004845} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan : Ma = Massa Ubi Kayu Diudara (g) ;

Mw = Massa Ubi Kayu Diair (g) ;

SG = *Spesific Gravity* ;

Kp = Kadar pati.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar pati secara spesifik gravitasi pada bibit sambung dari setiap varietas mengalami penurunan sebesar 0,7% - 2,13% dari bibit biasa dan rata-rata kadar pati dari seluruh varietas dengan menggunakan bibit biasa dapat mencapai 22,21 % dan bibit sambung mencapai 20,96 %. Varietas UJ-5 mempunyai kadar pati yang relatif stabil, kadar pati yang didapat pada penggunaan bibit biasa yaitu 23,27 % dan bibit sambung yaitu 23,20 %.

Sabatini dkk (2007) mencari cara alternatif mengukur kadar pati ubi kayu menggunakan penetrometer, menemukan korelasi antara pengukuran kadar pati menggunakan penetrometer dengan metode hidrolisis asam. Penelitian ini terdiri dari perlakuan tunggal yaitu umur panen 7, 8, 9, dan 10 bulan. Penelitian ini dilakukan dengan mengukur tingkat kekerasan ubi kayu menggunakan penetrometer. Pengukuran kekerasan ubi kayu dilakukan utuh dengan kulitnya. Penusukan jarum penetrometer dilakukan pada tiga bagian yaitu pada tengah,

pangkal dan bagian ujung ubi kayu masing-masing bagian 5x penusukan. Ubi kayu yang telah diukur kekerasannya dengan penetrometer dianalisis menggunakan regresi linier dari hubungan antara kekerasan dengan kadar pati dengan metode hidrolisis asam. Rumus kadar pati metode hidrolisis asam sebagai berikut:

$$\text{kadar pati (\%)} = \frac{K \times L \times 0,9 \times M}{N} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan : K = Absorbansi sampel yang telah distandarisasi oleh kurva standar;

L = Konsentrasi larutan sampel;

M = Volume sampel (ml);

N = Berat ubi kayu (gram);

0,9 = Faktor konversi yang diperoleh dari perbandingan berat molekul pati dengan jumlah molekul gula reduksi yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi positif yang tinggi antara kekerasan ubi kayu menggunakan penetrometer dan kadar pati ubi kayu menggunakan metode hidrolisis asam. Hal ini mengindikasikan bahwa penetrometer dapat digunakan sebagai alternatif dalam menentu kadar pati ubi kayu.

International Starch Institute (1999) melakukan pengukuran kadar pati oleh para pembeli di lapangan yang dilakukan berdasarkan perbedaan massa umbi di udara dan massa umbi di dalam air, kemudian dihitung berdasarkan rumus kadar

pati yang dirancangnya. Alat yang dibuat oleh International Starch Institute dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1. Alat Pengukur Kadar Pati Oleh International Starch Institute
(Sumber: International Starch Institute, 1999)

Pengukuran kadar pati ini dilakukan dengan menimbang 5 kg umbi yang sudah bersih kedalam keranjang ketika di udara, kemudian umbi dipindahkan ke keranjang yang terletak di dalam air, timbang massa umbi ketika didalam air saat posisi air sudah tenang. Lalu dari hasil ukuran massa umbi yang didapatkan dihitung menggunakan rumus kadar pati untuk mendapatkan nilai kadar pati umbi tersebut.

B. Teori Dasar

1. Ubi Kayu

Ubi kayu pertama kali ditemukan dibagian Utara Amazon di wilayah Brazil, kemudian menyebar sekelilingnya. Singkong dikenalkan ke Afrika pada abad ke 16 dan ke India pada awal abad ke 19. Pada masa itu ubi kayu menjadi makanan pokok yang penting di daerah tersebut dan di Asia Tenggara. Ubi Kayu adalah tanaman dikotil berumah satu yang ditanam untuk diambil patinya, ubi kayu tumbuh tinggi 1- 4 meter dengan daun besar yang menjari (palmate) dengan 5 hingga 9 belah lembar daun. Nilai utama ubi kayu adalah karena nilai kalorinya yang tinggi. Ubi segar mengandung 34-40 % bahan kering dan 90% karbohidrat. Ubi kayu merupakan sumber karbohidrat yang terbesar dari pada biji-bijian lainnya, berdasarkan bobot segar ubi kayu dapat menghasilkan 150 kkal/100 g bobot segar dibandingkan dengan ubi jalar yang menghasilkan 115 kkal/100 g bobot segar. Berdasarkan hasil persatuan luas, ubi kayu dapat bersaing dengan tanaman biji-bijian dalam hal kalori dan efisiensi tenaga kerja. Ubi kayu juga merupakan sumber vitamin C yang baik, mengandung 30-38 mg/100 g bobot segar dan biasanya rendah kandungan serat 1,4% dan lemaknya 0,3% (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).



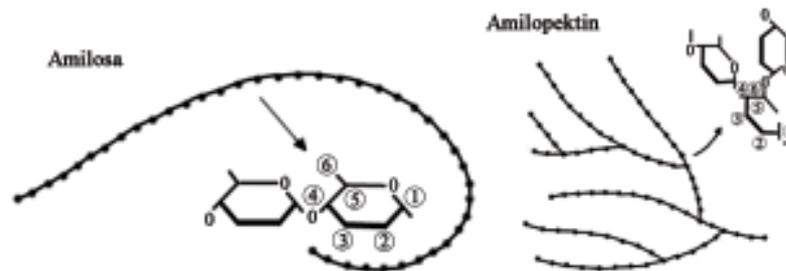
Gambar 2. 2. Ubi Kayu

Bagi sebagian besar masyarakat terutama diparkotaan, ubi kayu ini digunakan sebagai bahan pembuatan kue atau makanan selingan. Daunnya digunakan untuk sayuran yang bergizi tinggi. Selain sebagai bahan makanan, ubi kayu digunakan juga sebagai bahan pembuatan makanan ternak, industry tepung tapioka, tepung singkong bahan baku pembuatan ethanol, dan gula cair (Najiyati dan Danarti, 1999).

2. Pati

Pati adalah karbohidrat ($C_6H_{12}O_6$) yang terdiri atas amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan bagian dari rantai lurus yang dapat memutar dan membentuk daerah sulur ganda dan merupakan bagian dari pati yang dapat larut dalam air. Pada permukaan luar amilosa yang bersulur tunggal terdapat hidrogen yang berikatan dengan atom O_2 dan O_6 . Amilopektin merupakan bagian dari pati yang

tidak larut dalam air. Pada struktur granula pati, amilosa dan amilopektin tersusun dalam suatu cincin-cincin. Jumlah cincin dalam suatu granula pati kurang lebih 16 buah (Herawati, 2011). Berikut merupakan gambar dari struktur amilosa dan amilopektin :



Gambar 2. 3. Struktur amilosa dan amilopektin (Herawati, 2011)

3. *Sensor Loadcell*

Sensor merupakan piranti elektronika untuk mengindra fenomena fisik dan mengubah menjadi sinyal-sinyal listrik. Berdasarkan jenisnya, sensor dapat di klarifikasikan menjadi dua, yaitu sensor pasif dan sensor aktif.

a. *Sensor Pasif*

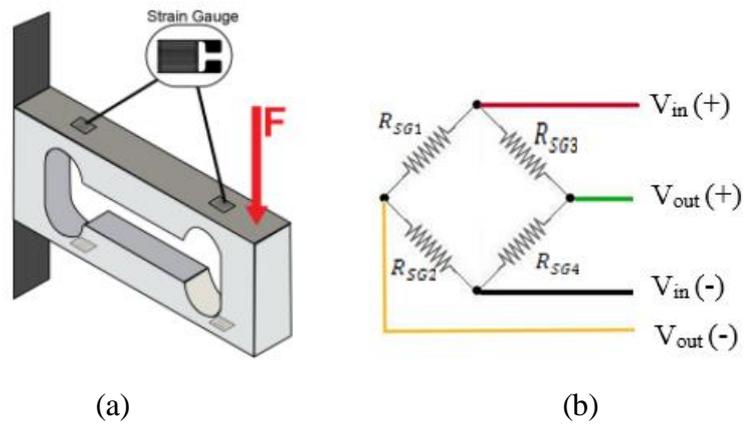
Sensor pasif tidak dapat menghasilkan tegangan sendiri tetapi dapat menghasilkan perubahan nilai resistansi, kapasitansi, atau induktansi apabila mengalami perubahan kondisi pada lingkungan sekitarnya. Perubahan nilai resistansi, kapasitansi, induksi dapat bernilai positif (nilai bertambah) berarti tegangannya juga meningkat dan dapat bernilai negatif (nilai berkurang) berarti tegangannya

berkurang. Perubahan tegangan tersebut yang akan dimanfaatkan untuk mengetahui keadaan yang ingin di ukur.

b. Sensor Aktif

Sensor aktif tidak memerlukan catu daya dari luar, sensor ini dapat menghasilkan energi listrik berupa tegangan DC. Salah satu contoh transduser aktif adalah *solar cell* yang dapat menghasilkan tegangan bila sebuah hubungan semikonduktor mendapat pancaran sinar (Sugiharto, 2002).

Loadcell adalah komponen utama pada sistem timbangan digital, dimana tingkat keakurasian timbangannya bergantung dari jenis *loadcell* yang dipakai (Nuryanto, 2015). *Loadcell* umumnya berisi 4 buah *strain gauge* yang tersusun sebagai rangkaian jembatan *wheatstone*. Gaya tekan yang dikenakan pada *loadcell* akan membuat keseimbangan 4 buah *strain gauge* tersebut terganggu. Dengan adanya tegangan eksitasi pada *loadcell*, maka ketidak seimbangan jembatan *wheatstone* yang disebabkan oleh gaya tekan pada *loadcell* akan diubah menjadi sinyal tegangan. Sensor *loadcell* memiliki 4 buah kabel yaitu merah sebagai *power supply*, hitam sebagai ground, putih dan hijau sebagai masukan data sensor (Kusriyanto dan Aditya, 2016).



Gambar 2.4. Struktur *Loadcell* (Schwedese, 1989)

Loadcell pada Gambar 2.4.(a) terdapat empat buah *strain gauge* yang menempel pada permukaan atas dan bawah sel beban yang disusun sebagai rangkaian jembatan *wheatstone*, Gambar 2.4.(b) *Loadcell* biasanya memiliki 4 atau 6 kabel yang keluar dari dalamnya. Dua dari kabel ini adalah untuk menyalakan sel beban. Ini disebut "eksitasi". Dua kabel lainnya mengembalikan sinyal ke indikator berat. Ini disebut "sinyal" kabel. Jika sel beban memiliki sambungan 6 kabel, 2 kabel tambahan disebut "sense". Ini digunakan oleh *loadcell* untuk mengimbangi penurunan voltase dalam eksitasi jarak jauh. *Loadcell* dibuat dengan menggunakan bagian elastis (dengan pola defleksi yang sangat dapat diulang) dimana sejumlah *strain gauge* ditempelkan. Jika dihubungkan dengan tegangan input V_{in} maka akan timbul tegangan keluaran V_{out} . Secara umum persamaan untuk mendapatkan V_{out} adalah sebagai berikut:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_{SG1}}{R_{SG1}+R_{SG2}} - \frac{R_{SG4}}{R_{SG3}+R_{SG4}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_{SG1}R_{SG3}-R_{SG2}R_{SG4}}{(R_{SG1}+R_{SG2})(R_{SG3}+R_{SG4})} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dalam keadaan setimbang:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 0 \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

$$V_{out} = V_{in} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

Keadaan ini dicapai apabila $R_{SG1} = R_{SG2} = R_{SG3} = R_{SG4}$ atau

$R_{SG1}:R_{SG2} = R_{SG3}:R_{SG4}$, jika $R_{SG1}, R_{SG2}, R_{SG3}, R_{SG4}$ bervariasi maka :

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{4} [R_{SG1} - R_{SG2} + R_{SG3} - R_{SG4}]k \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

$$V_{out} = \left(\frac{1}{4} [R_{SG1} - R_{SG2} + R_{SG3} - R_{SG4}]k \right) V_{in} \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

V_{out} = Tegangan Keluaran (V);

V_{in} = Tegangan Masukan (V);

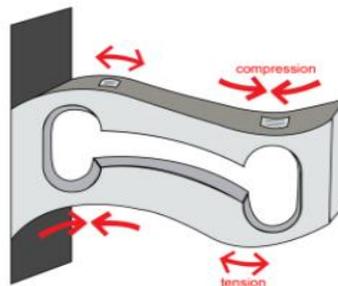
R_{SG} = Resistansi *Strain Gauge*;

k = Konstanta perbandingan / Gauge Factor.

Apabila beban diterapkan ke *loadcell*, terjadi defleksi dan regangan pada *loadcell*.

Tegang yang terjadi pada *loadcell* karena adanya tekanan yang diterapkan.

Akibatnya, dua buah *strain gauge* berada dalam kompresi, sedangkan dua lainnya mengalami regangan. Seperti diperlihatkan pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5. Proses adanya penekanan pada *loadcell* (Schweddes, 1989)

4. Strain Gauge

Strain adalah sejumlah deformasi pada material sebagai pengaruh dari aplikasi gaya. Lebih khusus lagi, strain didefinisikan sebagai perbandingan perubahan panjang terhadap panjang mula-mula, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Sebuah Gaya yang Dikenakan Pada Batang L dan Mengalami Perubahan Panjang ΔL akibat strain (Sumber : Sulistiwaty dan Melania, 2011).

Berikut persamaan fisika untuk menghitung strain gauge:

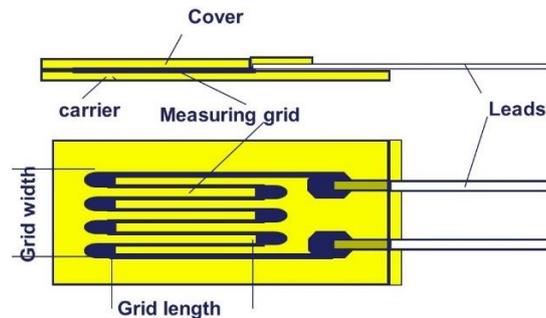
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta R/R}{K} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

- ε = regangan;
- L = Panjang mula-mula;
- ΔL = Perubahan panjang material;
- R = Resistansi mula-mula;
- ΔR = Perubahan Resistansi;
- K = Konstanta perbandingan / Gauge Factor.

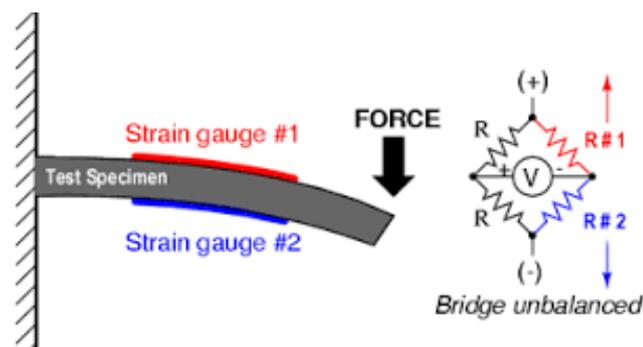
Strain gauge adalah bagian yang sangat penting dari sebuah *loadcell* yang berfungsi untuk mendeteksi besarnya perubahan dimensi jarak yang disebabkan oleh suatu elemen gaya. *Strain Gauge* pertama kali ditemukan oleh Edward E. Simmons pada tahun 1983. *Strain gauge* secara umum digunakan dalam pengukuran presisi gaya, massa, tekanan, torsi, perpindahan dan kuantitas

mekanis lainnya. *Strain gauge* menghasilkan perubahan nilai tahanan yang proporsional dengan perubahan panjang atau jarak (Magga, 2011).



Gambar 2.7. Struktur Komponen *Strain Gauge* (Liptak, 2003)

Sensor *Strain Gauge* adalah grid metal-foil yang tipis yang dilekatkan pada permukaan dari struktur. Apabila komponen atau struktur dibebani, terjadi *strain* dan ditransmisikan ke foil grid. Tahanan foil grid berubah sebanding dengan *strain* induksi beban. Sensor *strain gauge* pada umumnya adalah tipe metal-foil dimana konfigurasi grid dibentuk oleh proses photoeng. Karena prosesnya sederhana, maka dapat dibuat bermacam-macam ukuran gauge dan bentuk grid.



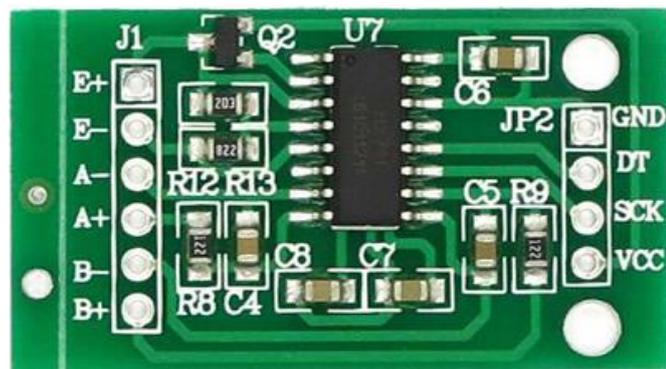
Gambar 2.8. Prinsip Kerja *Strain Gauge* (Liptak, 2003)

Prinsip kerja *strain gauge* yaitu gaya yang diberikan pada suatu logam (material ferrit/ konduktif), selain menimbulkan deformasi bentuk fisik juga menimbulkan

perubahan sifat resistansi elektrik benda tersebut. Dengan menempelkan jenis material pada suatu specimen menggunakan suatu perekat yang isolative terhadap arus listrik, maka material tadi akan menghasilkan adanya perubahan resistansi yang nilainya sebanding terhadap deformasi bentuknya (Liptak, 2003).

5. HX711

HX711 adalah sebuah modul dengan kepresisian *24-bit analog to digital converter* (ADC) yang di desain untuk sensor timbangan digital dan aplikasi *industrial control* yang terkoneksi dengan sensor jembatan atau sensor model jembatan *wheatstone* (Kusriyanto dan Aditya, 2016). HX711 adalah modul yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Pada HX711 terdapat (Manege dkk, 2017).



Gambar 2. 9. HX711 (Manege dkk, 2017)

HX711 memiliki 6 pin input dan 4 pin output. Berikut keterangan masing-masing pin dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Fungsi Pin Pada HX711 (Manege dkk, 2017)

No	Pin	Fungsi	Deskripsi
1	E+	Power	Analog Supply : 2.6~5.5 V
2	E-	Ground	Analog Ground
3	A-	Analog Input	Pin A Input Negatif
4	A+	Analog Input	Pin A Input Positif
5	B-	Analog Input	Pin B Input Negatif
6	B+	Analog Input	Pin B Input Positif
7	GND	Ground	Analog Ground
8	DT	Digital Output	Serial data output
9	SCK	Digital Input	Power down control and serial clock input
10	VCC	power	Digital supply: 2.6~5.5 V

6. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC. ATmega328 pada arduino uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal (Ichwan, dkk, 2013).



Gambar 2.10. Board Arduino UNO (Saputri, 2014)

Board Arduino UNO ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator Kristal, koneksi kabel USB, *jack* listrik, tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya (Saputri, 2014).

Tabel 2. 2. Fungsi Pin Pada Arduino (Kadir, 2016)

No	Pin Arduino	Fungsi
1	Power	Tegangan operasi terdiri dari pin GND, Vin, Pin 5V, 3V3, IOREF
2	Analog	6 buah input analog yang diberi tanda dengan A0, A1, A2, A3, A4, A5. Masing-masing pin analog tersebut memiliki resolusi 10 bit.
3	Digital	14 buah digital pin dapat digunakan sebagai input/output.

Kelebihan arduino diantaranya adalah tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer. Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software* arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap, dan arduino memiliki modul siap pakai yang bisa ditancapkan pada *board* Arduino, misalnya *shield* GPS, *Ethernet*, SD Card, dan lain-lain (Wibowo, dkk, 2013).

7. Liquid Cristal Display (LCD)

LCD adalah sebuah display dot matrix yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya. LCD sebagaimana output yang dapat menampilkan tulisan sehingga lebih mudah dimengerti, dibanding jika menggunakan LED saja. Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak “titik”. LCD dan sebuah mikrokontroler yang menempel dipanel dan berfungsi mengatur ‘titik-titik’ LCD tadi menjadi huruf atau angka yang terbaca. Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII, kode ASCII ini diterima dan diolah oleh mikrokontroler di dalam LCD menjadi ‘titik-titik’ LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka. Dengan demikian tugas mikrokontroler pemakai tampilan LCD hanya mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan.

Tabel 2. 3. Fungsi Dari Pin Pada LCD Karakter

No Pin	Nama Pin	Fungsi Pin
Pin 1	Vss / GND	Sebagai tegangan 0 volt atau ground
Pin 2	Vcc	Sebagai tegangan Vcc
Pin 3	VEE / Vcontrast	Sebagai tegangan pengatur kontras pada LCD
Pin 4	RS	RS (<i>Register Select</i>) “0” : input instruksi “1” : input data
Pin 5	R/W	Sebagai signal yang digunakan untuk memilih mode membaca atau menulis

Pin 6	E (<i>Enable</i>)	Untuk mulai pengiriman data atau instruksi
Pin 7 – 14	DB 0 s/d DB 7	Untuk mengirimkan data karakter
Pin 15 - 16	Anode dan Katode	Untuk mengatur cahaya pada background LCD atau instruksi

LCD memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga sangat rendah yaitu +5 VDC. Panel TN LCD untuk pengaturan kontras cahaya pada *display* dan CMOS LCD *drive* sudah terdapat di dalamnya. Semua fungsi *display* dapat dikontrol dengan memberikan instruksi. Ini membuat LCD berguna untuk *range* yang luas dari terminal *display* unit untuk mikrokomputer dan *display* unit *measuring gages*. Cara kerja LCD yaitu D1 – D7 pada LCD berfungsi menerima data dari mikrokontroler. Untuk menerima data, pin 5 pada LCD (R/W) harus diberi logika 0 dan berlogika 1 untuk mengirimkan data ke mikrokontroler. Setiap kali menerima / mengirimkan data untuk mengaktifkan LCD diperlukan sinyal E (*Chip Enable*) dalam bentuk perpindahan logika 1 ke 0 sedangkan pin RS berguna untuk memilih *instruction register* (IR) atau *Data Register* (DR). Jika RS = 1 dan R/W = 1 maka akan dilakukan penulisan data ke DDRAM sedangkan jika RS dan R/W berlogika 1 akan membaca data dari DDRAM ke register DR. Karakter yang akan ditampilkan ke *display* disimpan dimemori DDRAM (Zain, 2013).



Gambar 2. 11. *Liquid Cristal Display* (LCD) 16 x 2 (Zain, 2013)

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penelitian ini dimulai pada bulan Juni 2017 sampai dengan September 2017.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sensor *Loadcell*

Loadcell digunakan untuk pengukuran massa ubi kayu saat di udara dan di dalam air.

2. HX711

HX711 digunakan sebagai Analog to Digital Converter (ADC).

3. Arduino UNO R3

Arduino UNO digunakan sebagai sistem kontrol dan pengendali sistem instrumentasi pengukuran.

4. Arduino IDE

Arduino IDE digunakan sebagai *software interface* penerima data dari Arduino UNO R3.

5. Kabel USB ASP

USB ASP digunakan untuk *mendownload* program ke Arduino.

6. *Personal Computer* (PC) atau laptop

Personal Computer (PC) untuk merancang dan *mendownload* program Arduino dan sebagai penyimpan data.

7. *Liquid Cristal Display* (LCD)

LCD digunakan sebagai penampil data.

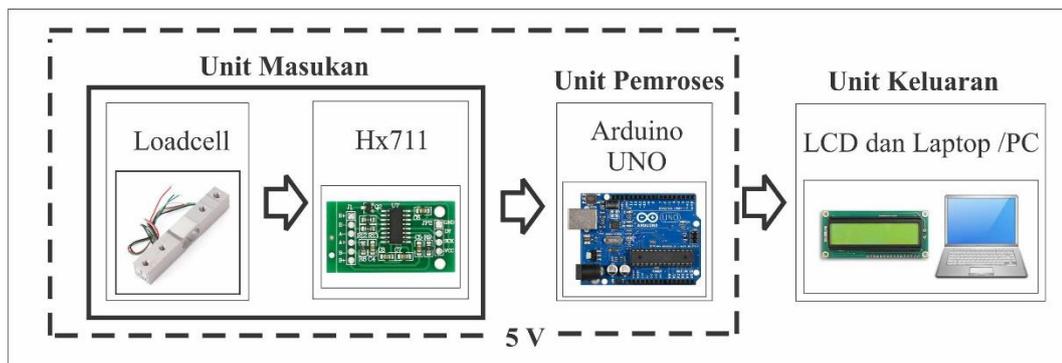
C. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari pembuatan alat hingga pengambilan data dan analisis hasil. Tujuan dilakukannya tahapan-tahapan prosedur alat pengukur ini yaitu agar menghasilkan alat ukur yang sesuai dan bekerja dengan baik. Adapun secara terperinci tahap-tahapan tersebut sebagai berikut.

1. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Adapun perancangan perangkat keras terdiri dari sensor *loadcell* sebagai sensor pengukuran massa ubi kayu saat di udara dan di dalam air yang dihubungkan dengan HX711 yang kemudian dihubungkan dengan Arduino UNO. Data berupa

massa ubi kayu di udara, massa ubi kayu di dalam air, *spesific gravity*, dan kadar pati ubi kayu akan ditampilkan pada LCD dan PC/Laptop. Diagram blok alat ukur kadar pati diperlihatkan pada Gambar 3.1.



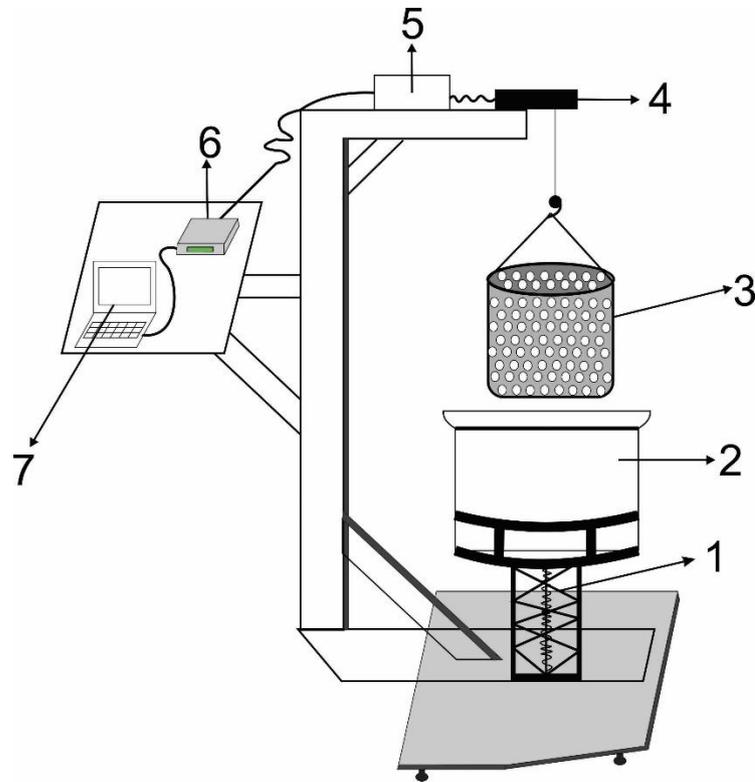
Gambar 3. 1. Diagram Blok Alat Ukur Kadar Pati

Deskripsi singkat blok diagram alat ukur kadar pati sebagai berikut:

1. Unit masukan terdiri dari *loadcell* sebagai sensor massa yang dihubungkan pada HX711 sebagai *Analog to Digital Converter* (ADC) pada sensor *loadcell*.
2. Unit pemroses terdiri dari Arduino UNO yang digunakan untuk menghitung kadar pati ubi kayu, kemudian di tampilkan pada LCD dan PC/Laptop.
3. Unit keluaran terdiri dari LCD 16 x 2 dan PC/Laptop sebagai media penampil kadar pati ubi kayu.

Prinsip dari alat ukur ubi kayu menggunakan metode *spesific gravity*. Ketika ubi kayu dimasukkan kedalam keranjang, maka massa ubi kayu akan terdeteksi oleh *loadcell* yang sudah terhubung dengan Arduino. Kemudian Arduino akan memproses dan mengirimkan data yang kemudian akan ditampilkan melalui LCD

dan PC/Laptop. Dimensi dari rangka alat ukur kadar pati ubi kayu yang dirancang dan dibangun dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2. Rancangan Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu

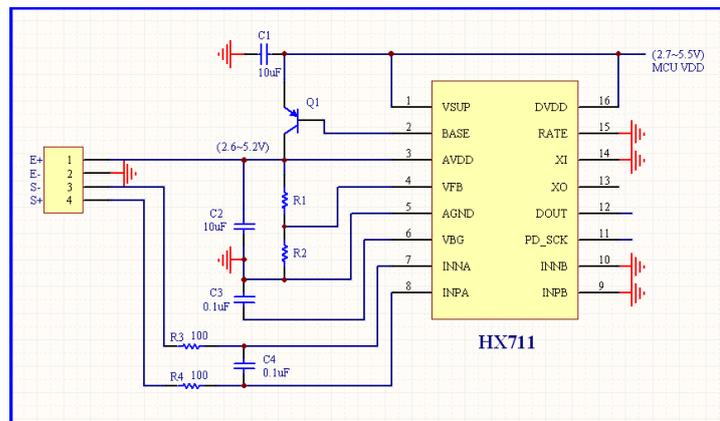
Keterangan mengenai rancangan alat ukur kadar pati ubi kayu pada Gambar 3.2 adalah sebagai berikut.

1. Dongkrak
2. Bak Air
3. Keranjang
4. *Loadcell*
5. HX711
6. Arduino UNO + *Liquid Cristal Display* (LCD)
7. *Personal Computer* (PC)

a. Rangkaian HX711

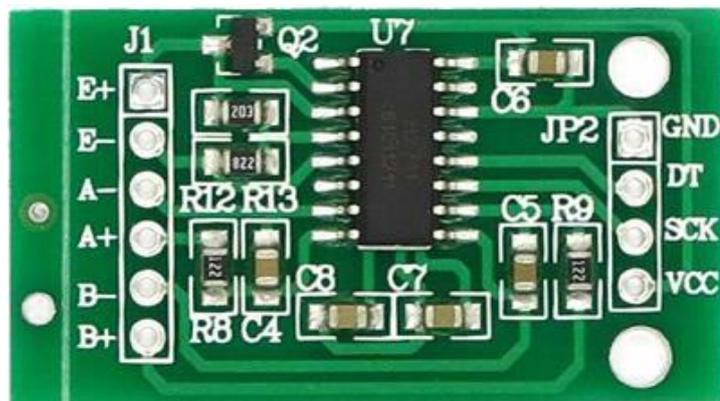
Rangkaian HX711 berfungsi sebagai *Analog to Digital Converter* (ADC).

HX711 dapat dioperasikan pada suplay tegangan $2,6 \sim 5,5 \text{ V}$, suhu operasi berkisar $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$, dan terdapat 16 pin SOP-16. Rangkaian skematik HX711 dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3. Rangkaian skematik HX711

Dari Gambar 3.3 dapat diketahui bahwa rangkaian HX711 memiliki 10 buah pin konektor. Untuk melihat lebih detail penggunaan pin dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.

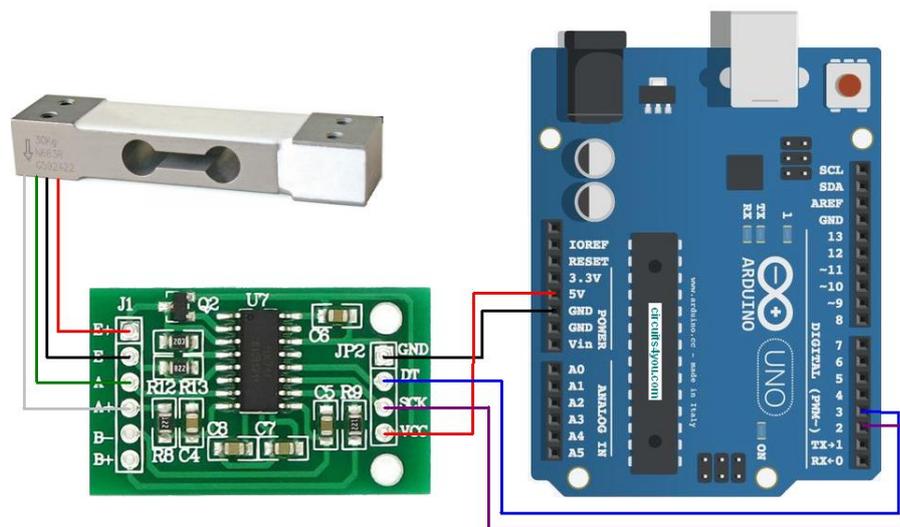


Gambar 3. 4. Rangkaian Fisik HX711

Terdapat 10 buah pin konektor yang dibagi menjadi input dari *loadcell* dan output ke Arduino UNO. Pin input pada HX711 yang digunakan yaitu pin E+ sebagai power supply, E- sebagai ground, A- dan A+ sebagai masukan data sensor. Pin output pada HX711 terdiri dari pin GND sebagai ground ke Arduino, DT sebagai output digital, SCK sebagai input digital, dan VCC sebagai tegangan masukan.

b. Rangkaian *Loadcell* dengan Arduino UNO.

Loadcell digunakan untuk mendeteksi massa ubi kayu. Rangkaian fisik koneksi *loadcell* dengan Arduino dapat dilihat pada Gambar 3.5.



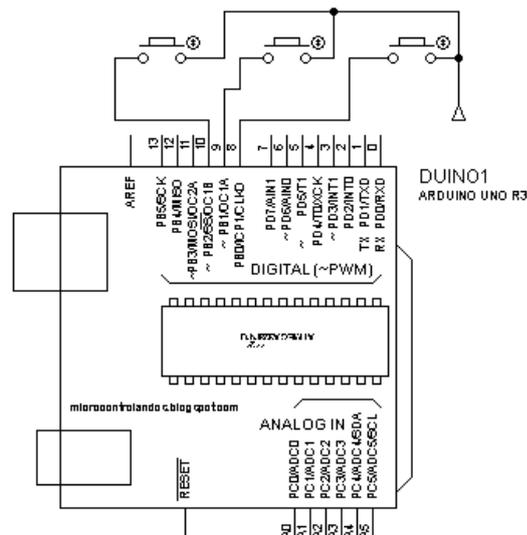
Gambar 3. 5. Rangkaian Fisik Koneksi *Loadcell* dengan Arduino

Pada Gambar 3.5 dapat dilihat rangkaian fisik koneksi *loadcell* dengan Arduino. Dimana pada *loadcell* memiliki 4 kabel, yaitu merah, hitam, hijau dan putih. Pada papan HX711 akan terdapat pin koneksi E+, E-, A+, A-, B+ dan B-. Proses pertama yaitu menghubungkan *loadcell* ke papan HX711, dimana kabel merah dihubungkan ke pin E+, kabel hitam dihubungkan ke pin E-, kabel hijau dihubungkan ke pin A-, dan kabel putih dihubungkan ke pin A+, dan kemudian

menggunakan jalur koneksi dari papan HX711 terhubung ke port analog dari kontroler Arduino. Pada papan HX711 koneksi kabel hitam sebagai ground dihubungkan ke pin GND pada Arduino, kabel merah sebagai Vcc dihubungkan ke pin 5v pada Arduino, kabel ungu sebagai DT dihubungkan ke pin A1 pada Arduino, dan kabel oren sebagai SCK dihubungkan ke pin A0 pada Arduino.

c. Rangkaian Push Button

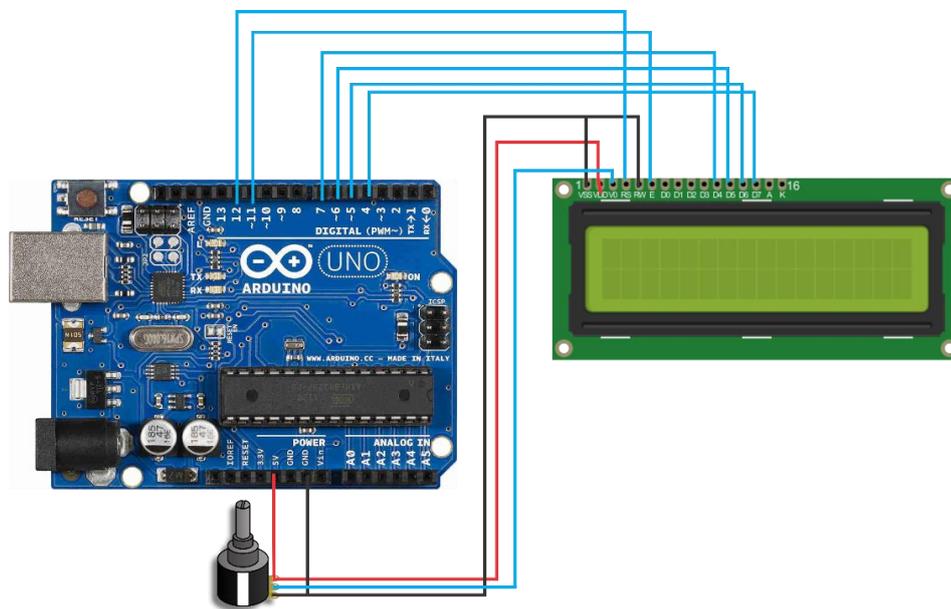
Push button yang digunakan yaitu push button 2 kaki. Pada rangkaian push button, menggunakan 3 buah push button dengan warna merah, kuning, dan hijau. Push button berwarna merah berfungsi untuk menampilkan proses pembacaan massa ubi kayu di udara pada LCD, warna kuning untuk menampilkan proses pembacaan massa ubi kayu di air pada LCD, dan yang terakhir warna hijau untuk menampilkan proses pembacaan kadar pati pada LCD. Rangkaian push button dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6. Rangkaian Push Button

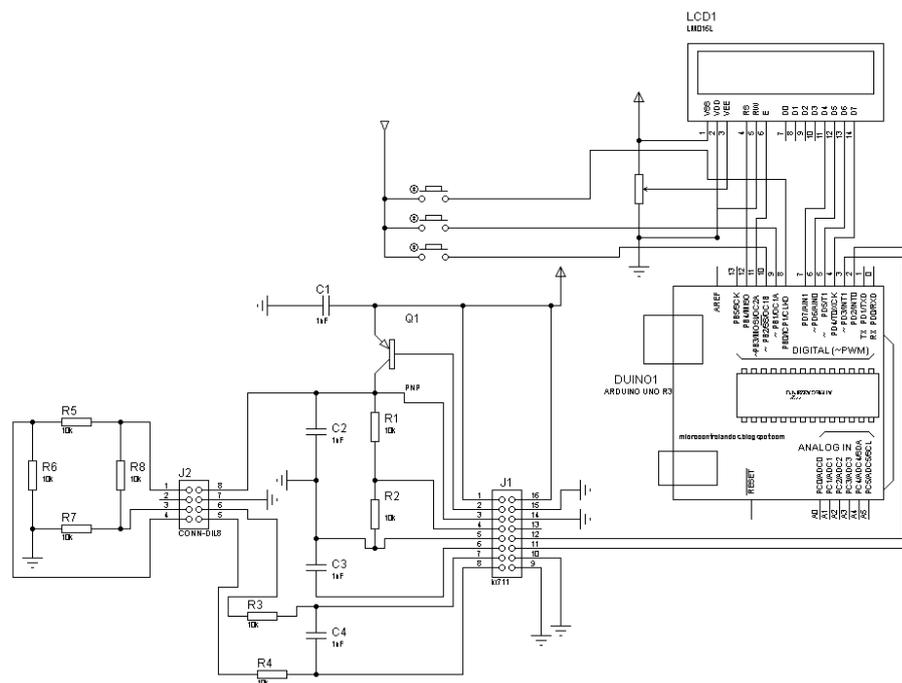
d. Rangkaian Penampil Data

Tahap terakhir dari perancangan perangkat keras yaitu menampilkan nilai kadar pati ubi kayu melalui LCD. LCD yang digunakan yaitu LCD 16x2 sebagai media penampil nilai kadar pati ubi kayu dan Arduino UNO sebagai kontrol dalam interface data nilai kadar pati ke LCD. Rangkaian fisik koneksi Arduino dengan LCD dapat dilihat pada Gambar 3.7.



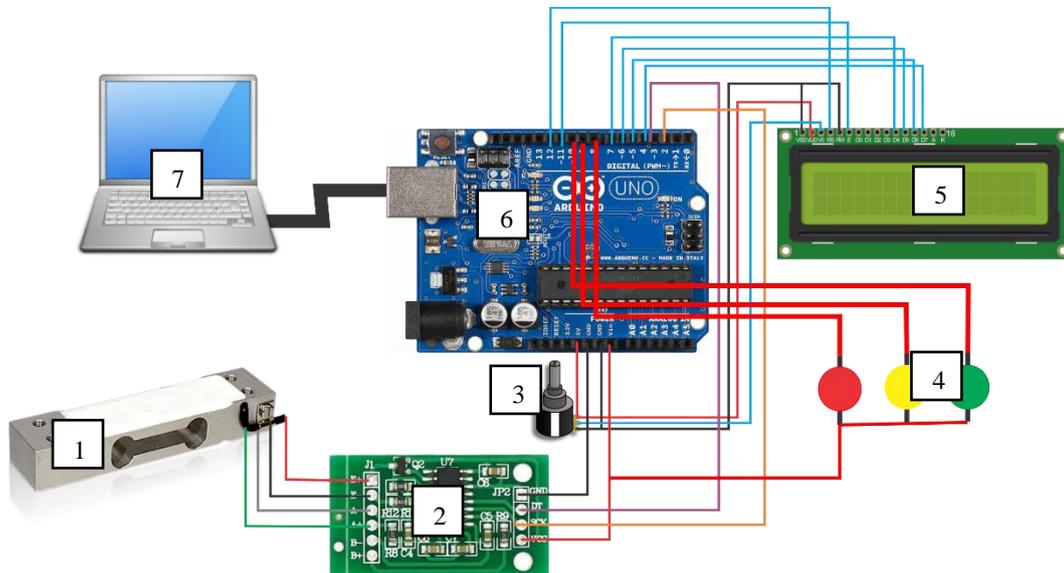
Gambar 3.7. Rangkaian Fisik Koneksi Arduino dengan LCD

Dari tahapan pada perancangan perangkat keras ini, dapat dilihat bentuk rangkaian keseluruhan pada Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8. Rangkaian Skematik Konektor Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan secara fisik dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



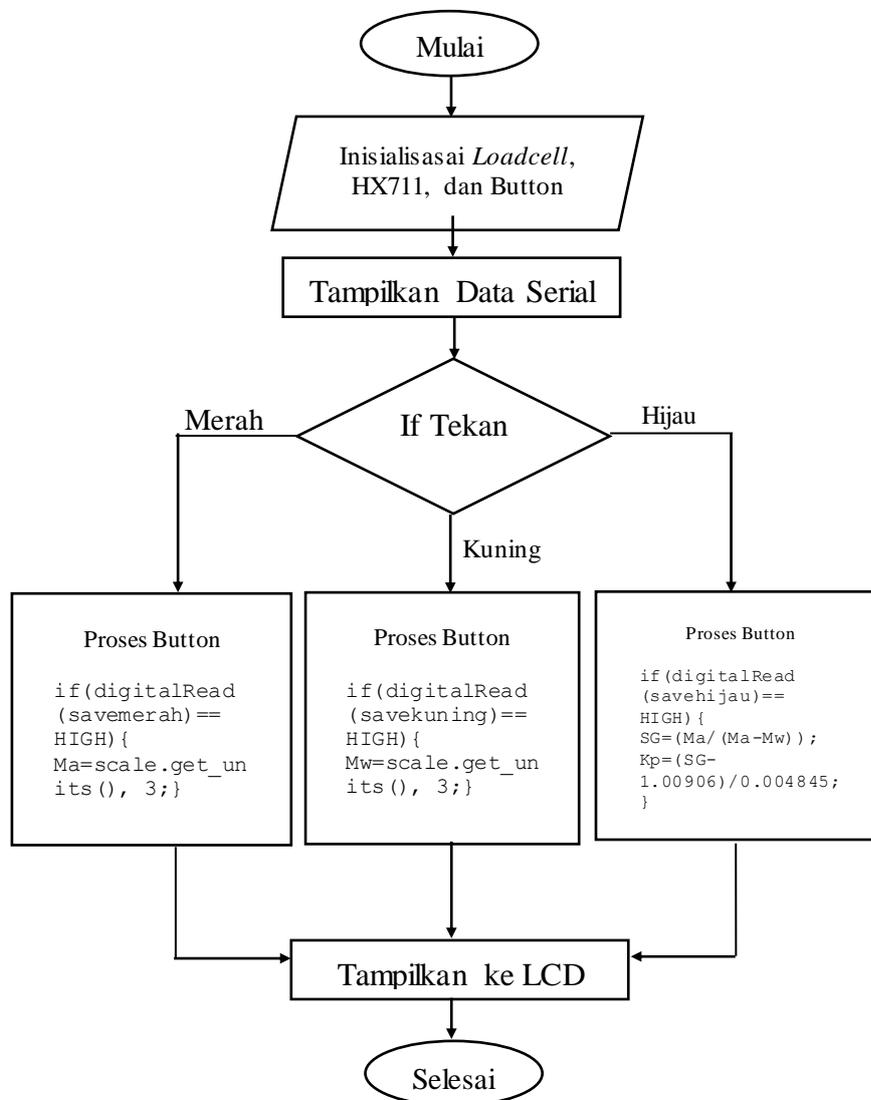
Gambar 3. 9. Rangkaian Fisik Konektor Keseluruhan

Keterangan :

- | | | |
|------------------|------------|--------------|
| 1. Loadcell | 4. Button | 7. Laptop/PC |
| 2. HX711 | 5. LCD | |
| 3. Potensiometer | 6. Arduino | |

2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pembuatan program pada penelitian ini menggunakan Arduino UNO. Sensor massa yang digunakan yaitu *loadcell* dengan massa maksimum 5 kg yang dihubungkan dengan HX711. Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler Arduino UNO untuk membaca input dari *loadcell*, memproses input tersebut dan menghasilkan output akhir berupa nilai kadar pati ubi kayu. Berikut merupakan proses pembuatan program yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10. Flowchart Program Alat Ukur Kadar Pati menggunakan Arduino UNO

Pada program Arduino terdapat fungsi `setup()` yang dijalankan pertama kali setiap Arduino dihidupkan. Fungsi ini membaca *loadcell* dan *hx711* yang telah terhubung dengan Arduino. Terdapat fungsi `loop()` pada program Arduino yang dijalankan terus menerus selama Arduino hidup. Data massa ubi kayu diterima oleh Arduino secara terus menerus. Data massa ubi kayu yang terbaca pada Arduino kemudian diproses oleh Arduino untuk mendapatkan nilai kadar pati ubi kayu dan dapat di tampilkan pada LCD dan PC/Laptop.

3. Pengambilan Data

Setelah perancangan dan pembuatan alat ukur kadar pati ubi kayu berhasil dibuat, untuk selanjutnya adalah pengambilan data penelitian. Adapun proses pengambilan data sebagai berikut.

1. Siapkan ubi kayu yang sudah bersih dari sisa-sisa tanah yang menempel pada umbi.
2. Letakkan umbi kedalam keranjang ketika diudara untuk mendapatkan nilai massa umbi diudara.
3. Angkat bak air hingga keranjang berisi umbi masuk kedalam air secara keseluruhan, tunggu hingga air kembali tenang untuk mendapatkan nilai massa umbi didalam air.
4. Arduino akan memproses untuk mendapatkan nilai kadar pati ubi kayu yang akan ditampilkan pada LCD. Nilai kadar pati didapatkan berdasarkan rumus *specific gravity* pada persamaan 2.1.

Data yang diambil pada penelitian ini yaitu nilai massa ubi kayu diudara (Ma) dan didalam air (Mw), Spesific Gravity (SG), dan nilai kadar pati ubi kayu (KP). Pengambilan data dilakukan menggunakan sampel ubi kayu dengan varietas yang berbeda -beda. Selanjutnya data yang didapat disajikan di dalam bentuk rancangan tabel hasil pengujian, seperti pada Tabel 3.1berikut.

Tabel 3. 1. Rancangan Hasil Pengujian

No	Jenis Ubi Kayu	Massa diudara (kg)	Massa didalam air (kg)	Spesific Gravity (kg)	Kadar Pati (%)
1	A				
2	B				
3	C				

4. Analisis Data

Setelah melakukan pengujian dan pengambilan data, selanjutnya dilakukan analisis hasil dari data yang didapatkan. Data yang telah didapat dari pengukuran menggunakan alat akan dibandingkan dengan hasil kadar pati yang didapat dari pengukuran secara manual. Analisis ini dilakukan untuk melihat nilai ketelitian pembacaan alat pengukur kadar pati yang dibuat dengan melakukan perhitungan secara manual.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Metode *specific gravity* dapat diaplikasikan pada alat ukur kadar pati ubi kayu secara digital dengan menggunakan Arduino UNO. Persentase kesalahan rata-rata yang dihasilkan alat ukur kadar pati ubi kayu dengan massa 1 kg yaitu 1,3242% sedangkan dengan massa 2,2 kg yaitu 1,4515%.
2. *Loadcell* merupakan sensor pengukur massa dan Arduino merupakan sebuah board mikrokontroler yang berfungsi sebagai pemroses pengukuran hasil kadar pati ubi kayu. *Loadcell* dan Arduino memiliki peranan penting sebagai komponen utama dalam rancang bangun alat ukur kadar pati ubi kayu.
3. Hasil pengukuran kadar pati ubi kayu menggunakan perbandingan dari hasil pengukuran kadar pati menggunakan alat ukur kadar pati dengan pengukuran secara manual tidak berbeda jauh, sehingga persentase kesalahan pengukuran kadar pati yang dihasilkan kecil.

B. Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan penelitian selanjutnya, maka disarankan hal berikut ini:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk membuat alat ukur kadar pati dengan kapasitas lebih dari 5 kg agar mendapatkan data yang lebih representatif.
2. Pada penelitian selanjutnya diperlukan sebuah pembaruan dengan penambahan sistem otomatis pada proses pengangkatan bak air dalam pengoprasian alat ukur dan pembaruan desain dengan penambahan tombol tera serta saklar on/off pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, J.A dan F.R. Harker. 2001. *The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd.* Texture. New Zealand.
- Asnawi, R. 2003. Analisis Fungsi Produksi Usaha Tani Ubi Kayu dan Industri Tepung Tapioka Rakyat di Provinsi Lampung. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 6 No. 2. Hal 131-140.
- Eniwati. 2014. Pengaruh Umur Pakai Pisau Pada Mesin Pamarut Singkong Terhadap Kadar Pati Yang Tertinggal Di Dalam Onggok Yang Dihasilkan Dari Industri Tepung Tapioka Rakyat. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Herawati, H. 2011. Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna Sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 30 No. 1. Hal 31-39.
- Ichwan, M, Milda G.H, M. Iqbal A.R. 2013. Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android. *Jurnal Informatika*. Vol.4 No.1. Hal 13-25.
- International Starch Institute. 1999. *Determination Of Starch In Tubers By Under Water Weight*. Science Park Aarhus. Denmark.
- Ishaq, S, Habib A.R, Saima M, Siddique A, dan Syed Z.A.S. 2009. The Studies On The Physico-Chemical and Organoleptic Characteristics of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Produced in Rawalakot, Azad Jammu and Kashmir During Storage. *Pakistan Journal of Nutrition*. Vol.8 No.6. Hal 856-860.
- Kadir, A. 2016. *Simulasi ARDUINO*. PT Elek Media Komputindo, Jakarta.
- Keputusan Menteri Pertanian (Kemenpan). 2000. *Pelepasan Ubi Kayu Klon Uj-5 Sebagai Varietas Unggul Dengan Nama Uj-5*. Nomor: 82/Kpts/ Tp.240/2/ 2000. Jakarta.

- Kusriyanto, M dan Aditya Saputra. 2016. Rancang Bangun Timbangan Digital Terintegrasi Informasi BMI dengan Keluaran Suara Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Teknoin*. Vol. 22 No. 4. Hal 269-275.
- Lampung Post. 2016. *Menjawab Kegagalan Petani Singkong*. <http://lampost.co/berita/menjawab-kegagalan-petani-singkong>. 29 Maret 2017.
- Liptak, Bela G. 2003. *Process Measurement and Analysis*. Instrumen Engineers' Handbook. London.
- Magga, R. 2011. Penggunaan Strain Gauge (*Loadcell*) Untuk Analisa Tegangan Pada Pembebanan Statik Batang Aluminium. *Jurnal Mekanikal*. Vol. 2 No. 1. Hal 53-61.
- Manege, Priskila M. N, Elia K. A, dan Bahrin. 2017. Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20kg Berbasis *Microcontroller* ATmega8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol. 6 No. 1. Hal 57-62.
- Najiyati, S. dan Danarti. 1999. *Palawija Budidaya dan Analisa Usaha Tani*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nuryanto, R. 2015. *Pengukuran Massa dan Tinggi Badan Ideal Berbasis Arduino*. Karya Ilmiah Program Sarjana. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Radjit, B. S dan Nila P. 2011. Potensi Hasil Ubi dan Kadar Pati Pada Beberapa Varietas Ubikayu dengan Sistem Sambung (Mukibat). *Jurnal Buana Sains*. Vol. 11 No. 1. Hal 35-44.
- Rubatzky, V. E dan Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia: Prinsip, Produksi dan Gizi*. Jilid 1. ITB. Bandung.
- Sabatini, Maya Ratna., Siti Nurjanah, dan Susilawati. 2007. Prediksi Kadar Pati Ubi Kayu Pada Berbagai Umur Panen Menggunakan Penetrometer. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. Vol.12 No.2. Hal 65-73.
- Saputri, Zaratul Nisa. 2014. *Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Berbasis Arduino Uno*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Schwedes, Jorg., Dietmar Schulze, dan Christopher Lyle. 1989. A New Load Cell for Measuring Normal and Shear Stresses. *Chem. Eng. Technol*. Vol 12. Hal 318-323.
- Sugiharto, A. 2002. *Penerapan Dasar Transduser dan Sensor*. Kanisius. Yogyakarta.

- Sulistiowaty, N dan Melania S. 2011. Karakterisasi Dan Kalibrasi Akuisisi Data Pada Sensor Massa Dengan Menggunakan ADC 16 BIT. *Jurnal Seminar Nasional Pascasarjana*. Vol. 11 No. 1. Hal 1-4.
- Sungzikaw, S. 2008. Measurements of Starch Content of Cassava. Workshop on Metrology in Food Safety, Agricultural Products and Product Safety. Hangzhou. PR China.
- Suwarto dan Elizabet Sagala. 2017. Manajemen Panen dan Pasca Panen Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) untuk Bahan Baku Industri Tapioka di Lampung. *Jurnal Bul.Agrohorti*. Vol. 5 No. 3. Hal 400-409.
- Wargiono. 1996. *Bertanam Ubi-ubian*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wibowo, H., Somantri, Y., dan Haritman, E. 2013. Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad Dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal Electrans*, 12, 39-48
- Zain, Ruri Hartika. 2013. Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor PIR Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dan Real Time Clock DS1307. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*. Vol.6 No.1. Hal 146 – 162.
- Zakaria, W. A. 1997. *Analisis Penawaran dan Permintaan Produk Ubikayu di Provinsi Lampung*. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.