

**RANCANG BANGUN ALAT UJI KOMPRESI CANGKIR DAUN JATI  
BERBASIS *MICROCONTROLLER***

**(Skripsi)**

**Oleh :**

**FERI IRAWAN**



**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDAR LAMPUNG**

**2022**

## **ABSTRACT**

### ***DESIGN AND BUILD COMPRESSION TEST OF TEAK LEAF CUP BASED ON MICROCONTROLLER***

*By*

**FERI IRAWAN**

*Advances in technology and human civilization go hand in hand with the rapid development of food and beverage packaging techniques. The current drink containers are not all safe because the current drink containers cannot be separated from the use of plastic materials which have the disadvantage of reducing health quality. At first, humans used containers with leaves to wrap, the use of leaves as containers was increasingly abandoned because of the unavailability of developing a leaf cup printing device that resembled a cup at this time, besides that there was no tool to determine the amount of compressive strength that the cup could withstand. One aspect of quality requirements that must be considered is the compression test. Compression strength is very influential on the strength of the cup to withstand the load received during the use process. The existence of a compression value in the leaf cup will increase public interest in the use of the cup. The importance of cup compression testing, so a test system is made using a microcontroller as a system that can detect compressive loads, using a load cell sensor. The working system of the tool uses a press mechanism that is rotated manually. Through this research, the response time of the tool is 1963 ms, load reading stability error is 0.15%, tool accuracy error is 0.1206%, and the highest compression value is 2085,02 grams at temperature parameters 155°C, force/pressure 155 kg, manufacturing time 55 seconds.*

**Keywords:** *Compression Test, Cup, Leaf Cup, Load Cell, Microcontroller*

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN ALAT UJI KOMPRESI CANGKIR DAUN JATI BERBASIS *MICROCONTROLLER***

Oleh

**FERI IRAWAN**

Kemajuan teknologi dan peradaban manusia beriringan dengan berkembangnya teknik pengemasan makanan dan minuman secara pesat. Wadah minuman yang ada saat ini tidak semua aman dikeranakan wadah minuman yang beredar saat ini tidak lepas dari penggunaan bahan plastik yang memiliki kekurangan menurunkan kualitas kesehatan. Pada mulanya, manusia menggunakan wadah dengan dedaunan untuk membungkus, penggunaan daun sebagai wadah semakin ditinggalkan karena belum tersedianya pengembangan alat pencetak cangkir daun yang menyerupai cangkir pada saat ini, selain itu belum tersedianya alat untuk mengetahui besaran kekuatan tekan yang mampu ditahan oleh cangkir tersebut. Salah satu aspek syarat mutu yang harus diperhatikan yaitu uji kompresi. Kekuatan kompresi sangat berpengaruh terhadap kekuatan cangkir dalam menahan beban yang diterima ketika proses pemakaian. Adanya besaran nilai kompresi pada cangkir daun akan menambah minat masyarakat akan pemakaian cangkir tersebut. Pentingnya pengujian kompresi cangkir, maka dibuat sistem uji menggunakan *microcontroller* sebagai sistem yang dapat mendeteksi beban tekan, dengan menggunakan sensor *load cell*. Sistem kerja alat menggunakan mekanisme tekan yang diputar manual. Melalui penelitian dihasilkan waktu respon alat sebesar 1963 ms, error stabilitas pembacaan beban sebesar 0,15%, error akurasi alat sebesar 0.1206%, dan nilai kompresi tertinggi sebesar 2085,02 gram pada parameter suhu 155°C, gaya/tekanan 155 kg, waktu pembuatan 55 detik.

**Kata Kunci:** Cangkir Daun, *Load Cell*, *Microcontroller*, Uji Kompresi, Wadah

**RANCANG BANGUN ALAT UJI KOMPRESI CANGKIR DAUN JATI  
BERBASIS *MICROCONTROLLER***

Oleh

**FERI IRAWAN**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

**SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Mesin**

**Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2022**

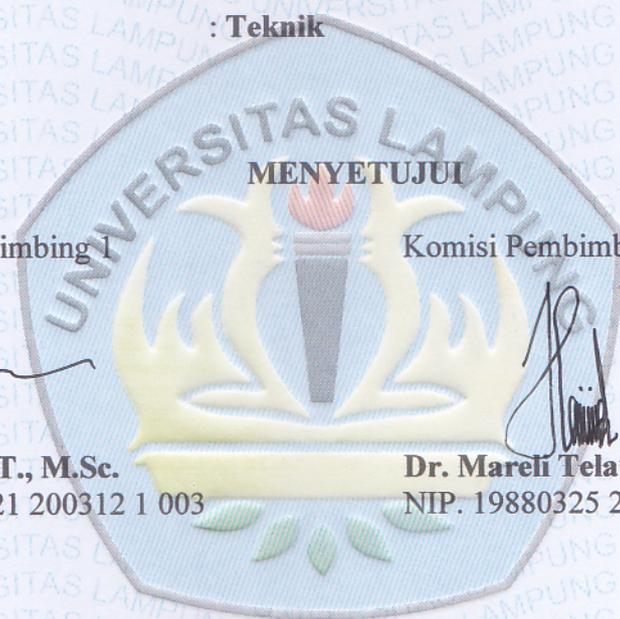
**Judul : RANCANG BANGUN ALAT UJI KOMPRESI  
CANGKIR DAUN JATI BERBASIS  
MICROCONTROLLER**

**Nama Mahasiswa : Feri Irawan**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1615021054**

**Jurusan : Teknik Mesin**

**Fakultas : Teknik**



**Komisi Pembimbing 1**

**Komisi Pembimbing 2**

**Martinus, S.T., M.Sc.**  
NIP. 19790821 200312 1 003

**Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P, M.Sc.**  
NIP. 19880325 201504 1 001

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Ketua Program Studi S1  
Teknik Mesin**

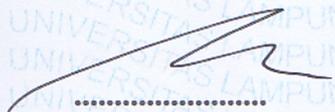
**Dr. Amrul. S.T., M.T.**  
NIP. 19710331 199903 1 003

**Novri Tanti, S.T., M.T.**  
NIP. 19701104 199703 2 001

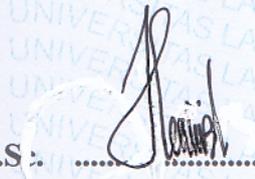
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

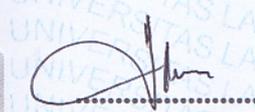
**Ketua : Martinus, S.T., M.Sc.**



**Anggota Penguji : Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P, M.S. :**



**Penguji Utama : Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.**



**Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.T.**  
NIP 197509282001121002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 Juni 2022**

## PERNYATAAN PENULIS

SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL  
PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 36 PERATURAN  
AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN  
REKTOR NO. 13 2019.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



FERI IRAWAN  
NPM. 1615021054

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sukawaringin, Kecamatan Bangunrejo, Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tanggal 20 Februari 1996 Sebagai anak ketiga dari 3 bersaudara, dari pasangan Bapak Tarsidin dan Ibu Jatinah. Mempunyai dua kakak laki-laki bernama Sarwin dan Cahyono Putro. Jenjang pendidikan pertama yang dijalani penulis adalah SD Negeri 1 Sukawaringin lulus pada tahun 2010, selanjutnya melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Bangunrejo lulus pada tahun 2013, kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah kejuruan di SMK Muhammadiyah 2 Kalirejo lulus pada tahun 2016.

Pada tahun 2016, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung lewat jalur masuk PMPAP. Selama kuliah penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknik Tenaga Listrik dan Elektronik pada tahun 2019. Semasa kuliah penulis melakukan kerja praktik di PT. Bukit Asam Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan dengan subjek yang dikaji adalah Perhitungan Laju Keausan dan Prediksi Umur Pakai Belt *Type* EP-1200/4PLY6X3X Pada *Convveyor* CV-509. Penulis juga melakukan Kuliah Kerja Nyata Ekspedisi Nusantara Jaya (KKN ENJ) di Pulau Tabuan Desa Sawang Balak, Cukuh Balak, Tanggamus, Lampung pada tahun 2019.

Semasa Kuliah penulis juga aktif berorganisasi menjadi Eksekutif Muda BEM pada tahun 2017. Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) Universitas Lampung menjadi anggota bidang dana dan usaha tahun 2018. Penulis juga aktif pada Unit Kegiatan Mahasiswa Pramuka dan Menjabat sebagai Wakil ketua bidang pendidikan dan latihan (2018), anggota reka dana dan usaha (2019). Selain itu, penulis juga aktif dalam Komunitas Kreatifitas (KUKIS) pada tahun 2017 dan menjabat sebagai wakil ketua Umum KUKIS pada Tahun 2019.

Selama kuliah pernah menjadi Juara Harapan 3 Teknologi Tepat Guna Lampung Tengah pada tahun 2017, juara 3 Racana Orientering Games Pandega Se-Indonesia Pramuka Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2018. Khibah Program Mahasiswa Wirausaha pada tahun 2018, Khibah Kompetisi Bisnis Mahasiswa Wirausaha pada tahun 2018, juara 1 Wirausaha Award Universitas Lampung pada tahun 2018, Finalis Kewirausahaan Mahasiswa Indonesia di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2018, Finalis Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) di Universitas Negeri Padang pada tahun 2018. Kemudian penulis pernah menjadi finalis Shell Eco Marathon Asia (SEMA) di Sepang Internasional Sirkuit Malaysia sebagai driver 2 pada kelas Urban *Gasoline* dan meraih peringkat 9 se-Asia pada tahun 2019, menjadi juara Harapan 1 pada Inovasi Teknologi Tepat Guna Provinsi Lampung pada tahun 2020.

**PERSEMBAHAN**

Kupersembahkan Karya ini kepada kedua Orang Tuaku Tercinta

Tarsidin

&

Jatinah

Atas segala pengorbanan yang tidak terbalaskan, atas segala Doa, dukungan

Keikhlasan dan kasih sayangnya.

Kakakku

Sarwin, S.T.

Cahyono Putro, S.IP. (coming soon)

Atas semua dukungan dan motivasinya.

Kekasihku

Astri Reformasari, S. Mat.

Atas motivasi, dukungan, doa, dan selalu setia menemani dalam menyelesaikan

skripsi.

Serta

Teman-teman seperjuangan Penulis

Komunitas Kreatifitas, Tongkrongan Elit, Pramuka Rangger Bangunrejo,

Pramuka Unila, Racana 35, dan Teknik Mesin 2016.

Atas pengalaman yang diberikan, semangat, dukungan, canda tawa, serta

kebersamaan selama ini

Almamater Tercinta

**TEKNIK MESIN UNIVERSITAS LAMPUNG**

## SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan studi S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Tugas Akhir ini mempunyai tujuan yaitu agar mahasiswa dapat secara nyata menerapkan ilmu yang didapatkan pada masa perkuliahan dan untuk mengukur tingkat kompetensi penguasaan mahasiswa yang dijadikan salah satu indikator kelulusan.

Dalam tugas akhir ini penulis membahas tentang pengujian kompresi yang berjudul Rancang Bangun Alat Uji Kompresi Cangkir Daun Jati Berbasis *Microcontroller*. Penulis menyelesaikan penelitian ini pada bulan Desember 2021.

Penulis sangat berterima kasih dan memberikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dan laporan tugas akhir ini. Penulis terutama ingin mengucapkan terima kasih dengan setulus hati kepada.

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Amrul S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

3. Ibu Novri Tantri, S.T., M.T. ketua program studi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak Martinus S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama tugas akhir yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T. selaku dosen pembahas tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan laporan ini.
7. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung yang banyak memberikan ilmu selama penulis melaksanakan studi, baik berupa materi selama perkuliahan dan motivasi sehingga dapat kami jadikan bekal untuk terjun ke tengah- tengah masyarakat.
8. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Lampung angkatan 2016 yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya.
9. Terima kasih atas semua yang telah mendoakan penulis untuk menyelesaikan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam pembuatan skripsi ini masih banyak kekurangan. Menyadari hal tersebut dengan segala kerendahan hati penulis untuk menerima saran, pendapat serta kritik untuk kemajuan skripsi ini. Penulis mengharapkan semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang

membutuhkan. Semoga Allah SWT membalas amal baik yang telah membantu di dalam pembuatan skripsi selama ini.

Bandar Lampung, 8 Juni 2022  
Penulis,

**Feri Irawan**  
NPM. 1615021054

## MOTTO

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*

*(QS. Al-Insyirah: 6)*

*“Tidak semua yang kita inginkan terjadi. Ini bukan dunia dongeng”*

*(Tere Liye)*

*“Bemimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh, engkau akan jatuh diantara bintang-bintang.”*

*(Ir. Soekarno)*

## DAFTAR ISI

Halaman

**DAFTAR TABEL..... xviii**

**DAFTAR GAMBAR..... xix**

**DAFTAR SIMBOL ..... xxi**

### **I. PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Tujuan ..... 3

1.3 Batasan Masalah ..... 3

1.4 Sistematika Penulisan Laporan ..... 4

### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Cangkir Plastik..... 6

2.2 Sampah Cangkir Plastik ..... 7

2.3 Cangkir Daun ..... 7

2.4 Sampah Cangkir Daun ..... 9

2.5 Pengujian Cangkir..... 9

2.6 Uji Kompresi..... 11

2.7 Penelitian Pendukung..... 11

### **III. METODE PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian ..... 14

3.1.1 Tempat Pelaksanaan ..... 14

3.1.2 Waktu Pelaksanaan ..... 14

3.2 Diagram Alur Penelitian ..... 15

3.3 Alat dan Bahan..... 18

3.3.1 Alat.....	18
3.3.2 Bahan .....	18
3.4 Rancangan Alat Uji Kompresi .....	21
3.5 Skematik Rangkaian Alat .....	22
3.6 Rancangan Anggaran Belanja (RAB).....	22
3.7 Pengujian dan Analisis Data .....	23
3.7.1 Prosedur Pengujian .....	23
3.7.2 Waktu Respon Alat .....	23
3.7.3 Kalibrasi dan Validasi <i>Load Cell</i> .....	24
3.7.4 Stabilitas Alat Uji.....	27
3.7.5 Penentuan Akurasi Alat Uji .....	27
3.7.6 Penentuan Ketelitian (Presisi) Alat Uji.....	28
3.7.7 Analisis Hasil Uji Terhadap Faktor Pengaruh Suhu, Tekanan, dan Waktu .....	30

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pembuatan Desain Konsep .....	32
4.1.1 Alat Uji Kompresi.....	32
4.1.2 Sistem Pengukur .....	33
4.1.3 Bahasa Pemograman.....	34
4.2 Respon Sistem.....	35
4.3 Kalibrasi Alat .....	37
4.4 Validasi .....	39
4.5 Stabilitas Alat.....	40
4.6 Akurasi.....	44
4.7 Presisi .....	46
4.8 Analisis Hasil Uji Terhadap Faktor Pengaruh Suhu, Tekanan, dan Waktu.....	48

#### **V. KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	53
----------------------	----

5.2 Saran .....54

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Penelitian Pendukung.....	11
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	14
3.2 Spesifikasi <i>Load Cell</i> .....	19
3.3 Rancangan Anggaran Belanja.....	23
3.4 Waktu Respon Alat .....	25
3.5 Stabilitas Alat Uji.....	28
3.6 Standar Nilai Akurasi.....	29
3.7 Penentuan Akurasi Alat Uji .....	29
3.8 Penentuan Ketelitian (Presisi) Alat Uji.....	30
3.9 Parameter dan Variasi .....	31
3.10 One Factor at a Time (OFAT).....	31
4.1 Data Pengujian Respon Sistem .....	35
4.2 Data Pengujian Stabilitas Alat .....	41
4.3 Data Pengujian Akurasi.....	44
4.4 Data Pengujian Presisi.....	46
4.5 Parameter dan Variasi Spesimen.....	49
4.6 Data Pengujian .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Top Load Tester</i> .....	10
3.1 Diagram Alur Penelitian .....	17
3.2 Sensor <i>load cell</i> .....	19
3.3 <i>Arduino Uno</i> .....	20
3.4 HX711 Module.....	21
3.5 Desain Alat Uji Kompresi.....	22
3.6 Alur Kalibrasi Alat .....	26
3.7 Alur Validasi Sensor Load Cell .....	27
4.1 Alat Uji Kompresi.....	33
4.2 Sistem Kendali .....	34
4.3 Bahasa Pemrograman.....	35
4.4 Grafik Respon Sistem .....	36
4.5 Metode Kalibrasi.....	37
4.6 Grafik Kalibrasi.....	38
4.7 Proses Input Persamaan.....	39
4.8 Grafik Validasi <i>Load Cell</i> dengan <i>Calibrator</i> .....	40
4.9 Grafik Pengujian Stabilitas Alat Percobaan 1 .....	42
4.10 Grafik Pengujian Stabilitas Alat Percobaan 2.....	42
4.11 Grafik Pengujian Stabilitas Alat Percobaan 3.....	43
4.12 Grafik Pengujian Stabilitas Alat Percobaan 4.....	43
4.13 Grafik Pengujian Stabilitas Alat Percobaan 5.....	44
4.14 Grafik Penentuan Akurasi Alat .....	45

4.15 Grafik Pengujian Ketelitian (Presisi) Alat .....	47
4.16 Alat Cetak Spesimen ( <i>Press Die</i> ).....	49
4.17 Cangkir Daun Jati.....	50
4.18 Proses Pengujian Kompresi.....	51

## DAFTAR SIMBOL

$\bar{x}$	= Harga rata-rata	%
CV	= Koefesien variasi	gram
SD	=Standard deviation	gram
RSD	=Relative standard deviation	%
x	= Harga contoh	gram
n	=Jumlah data	
$\sigma$	=Tegangan	N/mm <sup>2</sup>
F	= Beban yang diterapkan	N
A	=Luas permukaan awal	mm <sup>2</sup>
O <sub>i</sub>	= Nilai observasi ke-i	gram
P <sub>i</sub>	= Nilai Prediksi ke-i	gram
t <sub>0</sub>	= waktu awal pembebanan	gram
t <sub>i</sub>	= waktu awal pembacaan sensor	gram

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kemajuan teknologi dan peradaban manusia beriringan dengan berkembangnya teknik pengemasan makanan dan minuman secara pesat. Upaya pengamanan wadah minuman harus lebih ditingkatkan untuk mendukung peningkatan melindungi masyarakat dari wadah minuman yang tidak memenuhi persyaratan mutu. Wadah minuman yang ada saat ini tidak semua aman bagi makanan yang ada di dalamnya, dikarenakan wadah minuman yang beredar saat ini tidak lepas dari penggunaan bahan plastik, tetra pak, kaca, dan kertas (Rahman et al., 2021). Diantara bahan tersebut, plastik merupakan bahan yang paling banyak digunakan. Hal ini karena plastik memiliki kelebihan diantaranya ringan, kuat, dan mudah didapatkan. Tetapi dibalik kelebihan penggunaan wadah berbahan plastik terdapat kekurangan yaitu paparan senyawa pembuat plastik yang akan berdampak pada kualitas kesehatan dan pencemaran lingkungan (Indraswati, 2019).

Wadah minuman merupakan kemasan atau suatu tempat yang digunakan untuk pelindung produk dari penyebab kerusakan, serta mempertahankan mutu dan nilai gizi (Jumadewi, 2019). Menurut Indraswati (2017) penggunaan wadah untuk makanan atau minuman sudah dikenal dan digunakan sejak zaman prasejarah. Pada mulanya, manusia menggunakan dedaunan untuk membungkus bahan makanan dan

minuman yang tidak habis dikonsumsi. Bahan yang digunakan masih menggunakan bahan-bahan alami seperti daun, kulit, dan pelepah. Penggunaan daun sebagai wadah makanan semakin ditinggalkan karena belum tersedianya pengembangan alat pencetak cangkir daun yang menyerupai cangkir pada saat ini (Rini et al., 2015). Selain itu belum tersedianya alat untuk mengetahui besaran kekuatan tekan yang mampu ditahan oleh cangkir tersebut. Salah satu aspek syarat mutu yang harus diperhatikan dalam pengembangan pembuatan cangkir menurut Standar Nasional Indonesia (2004) yaitu uji kompresi. Kekuatan kompresi sangat berpengaruh terhadap kekuatan cangkir dalam menahan beban yang diterima ketika proses pemakaian.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan pengembangan alat untuk mengetahui besaran beban tekan yang diterima oleh cangkir yaitu dengan membuat alat uji kompresi. Kekuatan kompresi sangat diperlukan pada sebuah cangkir karena penentu ketahanan cangkir terhadap suatu beban yang akan diterima hingga mencapai retakan atau patahan (Wijaya, 2011). Adanya besaran nilai kompresi pada cangkir daun akan menambah minat masyarakat akan pemakaian cangkir tersebut. Selain ramah lingkungan, pemakaian cangkir berbahan daun juga dapat menambah aroma khas pada minuman ketika dikonsumsi (Purwanta et al., 2015).

Pentingnya pengujian kompresi cangkir, maka penulis membuat suatu penelitian perancangan dan pembuatan alat uji kompresi untuk mengetahui kekuatan cangkir terhadap beban yang diterima. Untuk membangun sistem uji tersebut penulis menggunakan *microcontroller* sebagai sistem yang dapat

mendeteksi beban tekan, dengan menggunakan sensor *load cell*. Sistem kerja alat menggunakan cara manual dalam proses pengujiannya. Sistem yang dibuat akan membantu dalam proses pembuatan cangkir berikutnya diharapkan dengan hasil sesuai dengan standar pemakaian yang berlaku.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membangun alat uji kompresi cangkir menggunakan *microcontroller arduino uno* dan menggunakan sensor *load cell* LAB-B3 10 kg.
- b. Menganalisis hasil perancangan terhadap waktu respon alat, stabilitas alat uji, akurasi alat, ketelitian (presisi) alat uji, dan analisis hasil uji terhadap faktor pengaruh suhu, tekanan, dan waktu.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian tidak membahas kekuatan tarik cangkir.
- b. Penelitian tidak membandingkan dengan cangkir kertas dan plastik.
- c. Penelitian ini tidak membahas dampak kesehatan dari penggunaan plastik secara mendalam.
- d. Penelitian ini tidak membahas dampak pencemaran lingkungan secara mendalam

## 1.4 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan tugas akhir yang berjudul rancang bangun alat uji kompresi cangkir daun jati berbasis *microcontroller* ini dijelaskan sebagai berikut:

### a. I. Pendahuluan

Pada bab ini berisi tentang latar belakang yang mendorong dilakukannya penelitian ini, tujuan penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.

### b. II. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi tentang referensi dari beberapa literatur yang dijadikan sebagai landasan teori atau acuan dalam melakukan penelitian.

### c. III. Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi tentang beberapa hal seperti tempat dan waktu pelaksanaan penelitian, alur penelitian, alat dan bahan, rancangan alat uji kompresi, alur pelaksanaan penelitian, dan rancangan anggaran biaya.

### d. IV. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini menguraikan tentang analisis dan hasil dari penelitian. Berbentuk data yang dilakukan pada penelitian yaitu menentukan waktu, suhu, dan tekanan terbaik dalam pembuatan cangkir daun jati.

### e. V. Penutup

Pada bab ini menguraikan tentang intisari dari semua analisis data percobaan dalam bentuk kesimpulan, termasuk saran yang berisi uraian informasi.

### f. Daftar Pustaka

Berisi tentang beberapa literatur yang dijadikan referensi dalam penulisan dan penyusunan.

g. Lampiran

Berisi data yang mendukung penyusunan laporan ini.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Cangkir Plastik**

Cangkir atau wadah merupakan membungkus atau mewadahi suatu produk dengan tujuan mewadahi, menampilkan, dan melindungi sehingga produk tersebut dapat dikonsumsi dengan aman. Cangkir memiliki fungsi utama dalam wadah minuman. Cangkir memberikan informasi aspek estetika dalam minuman. Selain itu, cangkir juga memiliki fungsi keamanan lingkungan dan kesehatan kepada konsumen (Indraswati, 2017).

Cangkir yang saat ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terbuat dari salah satu bahan yang populer yaitu plastik. Bahan plastik saat ini secara bertahap menggantikan bahan seperti gelas dan logam. Hal ini disebabkan plastik mempunyai keunggulan seperti mudah dibentuk, ringan, kuat, anti karat, dapat diberi warna dengan biaya proses pembuatan yang lebih murah. Cangkir plastik juga memiliki kekurangan yaitu dapat merusak lingkungan, dan dapat mengganggu kesehatan manusia (Fadhila et al., 2018).

## **2.2 Sampah Cangkir Plastik**

Sampah dapat diartikan sebagai semua buangan yang sudah tidak terpakai dari aktivitas manusia dan hewan yang berupa padatan. Limbah padat terdiri zat organik dan anorganik yang di anggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan (Fadhilah, 2011). Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2018 menyatakan bahwa Indonesia menjadi negara penyumbang sampah plastik kedua di dunia. Sampah plastik mencapai 64 juta ton/tahun, dari jumlah tersebut dimana 3,2 juta ton diantaranya merupakan sampah jenis kantong, botol, dan cangkir plastik (Krisyanti et al., 2020).

Plastik juga bahan yang mudah terbakar, sehingga mengakibatkan ancaman terjadinya kebakaran. Asap hasil pembakaran bahan plastik sangat berbahaya karena mengandung gas beracun yang menyebabkan pencemaran udara dan efek jangka panjang berupa pemanasan global. Kemudian, sampah plastik yang terbuang sembarangan di tanah tidak dapat terurai oleh mikroorganisme yang menyebabkan berkurangnya mineral dalam tanah. Hal ini berakibat jarangya fauna tanah karena sulitnya untuk memperoleh makanan dan tempat berlindung (Purwaningrum, 2016).

## **2.3 Cangkir Daun**

Jenis daun yang banyak digunakan sebagai pembuat wadah antara lain daun pisang, daun kelapa, dan daun jati. Tetapi untuk saat ini yang sedang dalam pengembangan yaitu daun jati. Daun jati dipilih sebagai bahan pembuat cangkir karena jenis daun yang umumnya berukuran besar kemudian memiliki tangkai

sehingga dapat menampung minuman yang cukup banyak dan sangat mudah untuk ditemukan (Purwanta et al., 2015). Cangkir daun jati juga memiliki aroma yang khas, tahan lama, dan baik untuk kesehatan.

Pembuatan cangkir daun jati menggunakan teknik pembentukan dengan pemanasan dan tekanan, menggunakan tenaga hidrolik. Proses pembuatan cangkir daun menggunakan bahan alami dan tidak memakai bahan kimia. Sehingga cangkir daun memiliki kelebihan dapat memperpanjang usia penyimpanan kemudian dapat melindungi makanan dari bahan kimia. Penggunaan daun juga dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan karena daun termasuk sampah organik yang dapat terurai di alam (Astuti, 2009).

Penelitian mengenai Perkembangan daun sebagai wadah makanan sudah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan Martinus et al., (2019) daun digunakan sebagai bahan pembuatan piring. Piring berbahan daun memiliki keunggulan yaitu tidak bocor, piring daun lebih hijau, dapat menjaga panas makanan yang ditampungnya, dan daya tampung sebesar  $357 \pm 35$  gram sehingga dapat bersaing dengan piring plastik, *styrofoam*, dan kertas. Kemudian penelitian Rahman et al., (2021) pada penelitian ini piring dibuat menggunakan daun pisang yang sudah kering. Pembuatan piring sekali pakai dengan tujuan cepat terurai oleh alam dan dapat digunakan sebagai pengganti *styrofoam*. Daun pisang kering memiliki keunggulan nutrisi yang cukup tinggi yaitu *selulosa* 10,85%, *lignin* 18,21%, dan *bemiselulosa* 19,95%.

## 2.4 Sampah Cangkir Daun

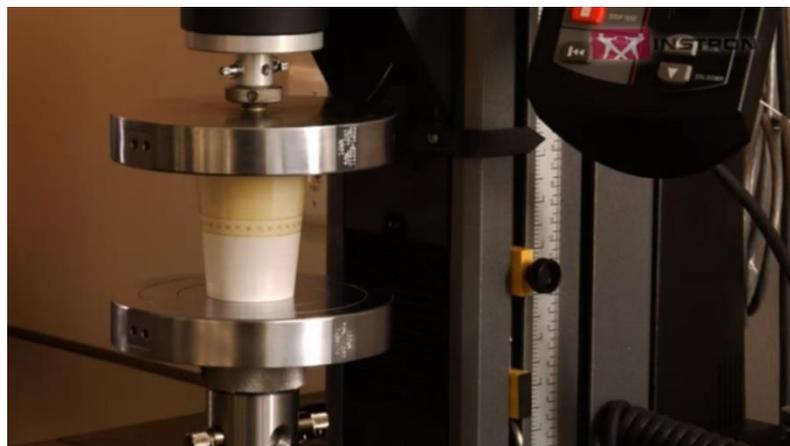
Sampah cangkir daun termasuk kedalam sampah yang berasal alam atau bisa disebut dengan sampah organik. Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari tumbuhan atau sisa makhluk hidup yang dapat terurai secara alami di alam dengan sendirinya. Sampah daun bisa dikatakan sampah yang ramah lingkungan dan sampah yang dapat diolah kembali bila dimanfaatkan secara tepat. Tetapi bila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan bau atau penyakit dari hasil pembusukan daun (Candra, 2009).

Sampah cangkir daun aman bagi lingkungan karena bersifat *biodegradable* yang merupakan sampah yang dapat terurai secara alami dengan proses biologi baik *aerob* (adanya udara) atau *anaerob* (tidak adanya udara) (Amelia et al, 2019) . Menurut Febriadi (2019) Sampah organik memiliki banyak manfaat antara lain: (1) Untuk pupuk organik atau pupuk kompos, (2) Untuk tambahan pakan ternak, tetapi ada juga yang dibuat sebagai pelet untuk makanan ikan, dan (3) Sampah organik dapat diubah menjadi biogas dan listrik.

## 2.5 Pengujian Cangkir

Cangkir atau Gelas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia berasal dari kata *glass* yang mempunyai arti kaca. Cangkir diartikan sebagai tempat minum berbentuk tabung dan dipakai dalam kehidupan sehari-hari (KBBI, 2002). Bahan pembuatan cangkir sangat beragam seiring dengan perkembangannya, mulai dari plastik, kayu, kaca, dan tanah liat yang dibentuk unik dan estetik. Teknik pembuatan cangkir mengalami perkembangan mulai dari teknik cetak dan sampai teknik tiup (MHI, 2007).

Pengujian untuk mengetahui kekuatan cangkir yang dilakukan perusahaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menggunakan alat yang dikenal dengan nama *Top Load Tester*. Alat ini bekerja dengan cara memberikan tekanan udara pada salah satu sisi dengan menggunakan piston *cylinder* yang ujungnya ditempel plat yang digunakan untuk mengetahui kualitas kemasan minuman. Selain itu, pengujian juga dapat dilakukan dengan cara manual menggunakan alat yang sudah dimodifikasi seperti alat tambal ban. Pengujian dilakukan dengan meletakkan obyek (kemasan air minum atau cangkir) di sebuah *modal* (cetakan) di atas timbangan badan kemudian ditekan dengan cara memutar penekannya. Proses penekanan berhenti ketika obyek sudah mengalami kebocoran atau mengalami kerusakan. Pada alat ini, sistem mekanis penekanan menggunakan pneumatik yang penggunaannya relatif mahal (Wijayanti, 2007).



**Gambar 2.1** *Top Load Tester*  
(Sumber: Azom.com)

## 2.6 Uji Kompresi

Uji kompresi atau kekuatan tekan dapat di definisikan sebagai kapasitas bahan dalam menahan beban atau gaya mekanis yang cenderung mengurangi ukuran sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan (*failure*) (Adibroto, 2014). Pengujian tekan juga merupakan usaha untuk mengetahui besar kapasitas dari suatu material untuk menahan beban secara aksial, ketika batas kekuatan tekan maksimum tercapai maka spesimen mengalami kepatahan (*cracking*) (Wijaya, 2011). Rumus mengenai uji kompresi dijelaskan pada persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

$\sigma$  = Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)

F = Beban yang diterapkan (N)

A = Luas area (mm<sup>2</sup>)

## 2.7 Penelitian Pendukung

Untuk melakukan penelitian terkait pengujian uji kompresi atau uji tekan dibutuhkan jurnal penelitian pendukung, adapun jurnal pendukung adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Penelitian pendukung

No	Nama dan Tahun	Judul	Kesimpulan
1	Martinus et al., 2021.	<i>Development Of Teak Leaf Plate Molding Machine For Producing Plastic Alternative Products</i>	Sistem kontrol panas menggunakan kontrol PID ( <i>Proporsional, Integral and Derivative</i> ). Dengan demikian, temperatur setiap die dapat diatur <i>set point</i> yang berbeda. Piring yang

No	Nama dan Tahun	Judul	Kesimpulan
			diproduksi oleh mesin dalam uji kekuatan tarik menghasilkan nilai rata-rata sebesar 29,3 N, sedikit lebih rendah dari plastik.
2	Harsi et al., 2015.	Karakteristik Kekuatan Bending dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu	Harga kekuatan tekan rata-rata sebesar 37,74 MPa dan 47,52 MPa, disini menunjukkan harga kekuatan tekan yang lebih tinggi bila dibandingkan dari yaitu sebesar 36,78 MPa.
3	Putra, 2010.	Identifikasi Solusi Alternatif Terhadap Keputusan Investasi Mesin Produksi Menggunakan Metode Design Experimental	faktor COGS (Cost of Goods Sold) dan faktor subcontractor memiliki pengaruh yang signifikan pada prediksi terhadap profit perusahaan, khususnya dalam kondisi lingkungan tetap dan terbaik
4	Wijaya. 2011.	Rancangan Alat Uji Tekan Pada Bahan Komposit Natural Fiber dengan Memperhatikan Aspek Keterulangan Pada Hasil Pengujian.	Penelitian menghasilkan alat uji tekan pada beban komposit natural fiber yang mampu menunjang aspek keterulangan.
5	Latif et al, 2014.	Rancang Bangun Sistem Pengukuran Pada Alat Kalibrasi Sensor Gas Oksigen (O <sub>2</sub> ).	Hasil pengujian kalibrasi didapatkan selisih pembacaan sensor terbesar yaitu pada tekanan 1,48 bar atau 3,45%, terkecil 1,49 bar atau 0,43%.
6	Pani et al., 2017.	Pembuatan <i>Biofuel</i> dengan Proses Pirolisis Berbahan Baku Plastik <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) Pada Suhu 250 °C dan 300 °C.	Pembuatan pirolisis dapat membantu dalam pengurangan jumlah sampah dengan proses daur ulang ( <i>recycle</i> )
7	Gautama et al., 2014.	Desain Prototype Alat Pembuatan O-Ring Sistem Pneumatik	Penelitian menghasilkan prototipe press tool O-ring dengan sistem pneumatic yang diberi kekuatan tekan maksimum 8 bar dan gaya penekanan silinder pneumatic sebesar 6280 N.

No	Nama dan Tahun	Judul	Kesimpulan
8	Sundari et al., 2015.	Rancang Bangun Prototype Press Tool Pemotong Side Rubber Sebagai Komponen Chute dengan Sistem Hidrolik.	Gaya potong maksimum press tool sebesar 6646,53 kgf dan power hidrolik yang digunakan sebesar 8357,9 kgf.
9	Wijayanti, 2007.	Alat Penguji Kekuatan Cup dan Lid Pada Kemasan Air Minum Gelas	Pada tekanan 3 bar dengan waktu 20 presentase kebocoran merk Aqua adalah 0%, Club 30%, Inti 53,33%, dan Total 40%.
10	Hanifia et al., 2019.	Rancang Bangun Mesin Hotpress untuk Pembuatan Papan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi dan Plastik HDPE.	Hasil prancangan mesin hotpress hidrolik yang dibuat memiliki tekanan sampai dengan 20 ton dan temperatur pemanasan 120°C sampai dengan 200°C..



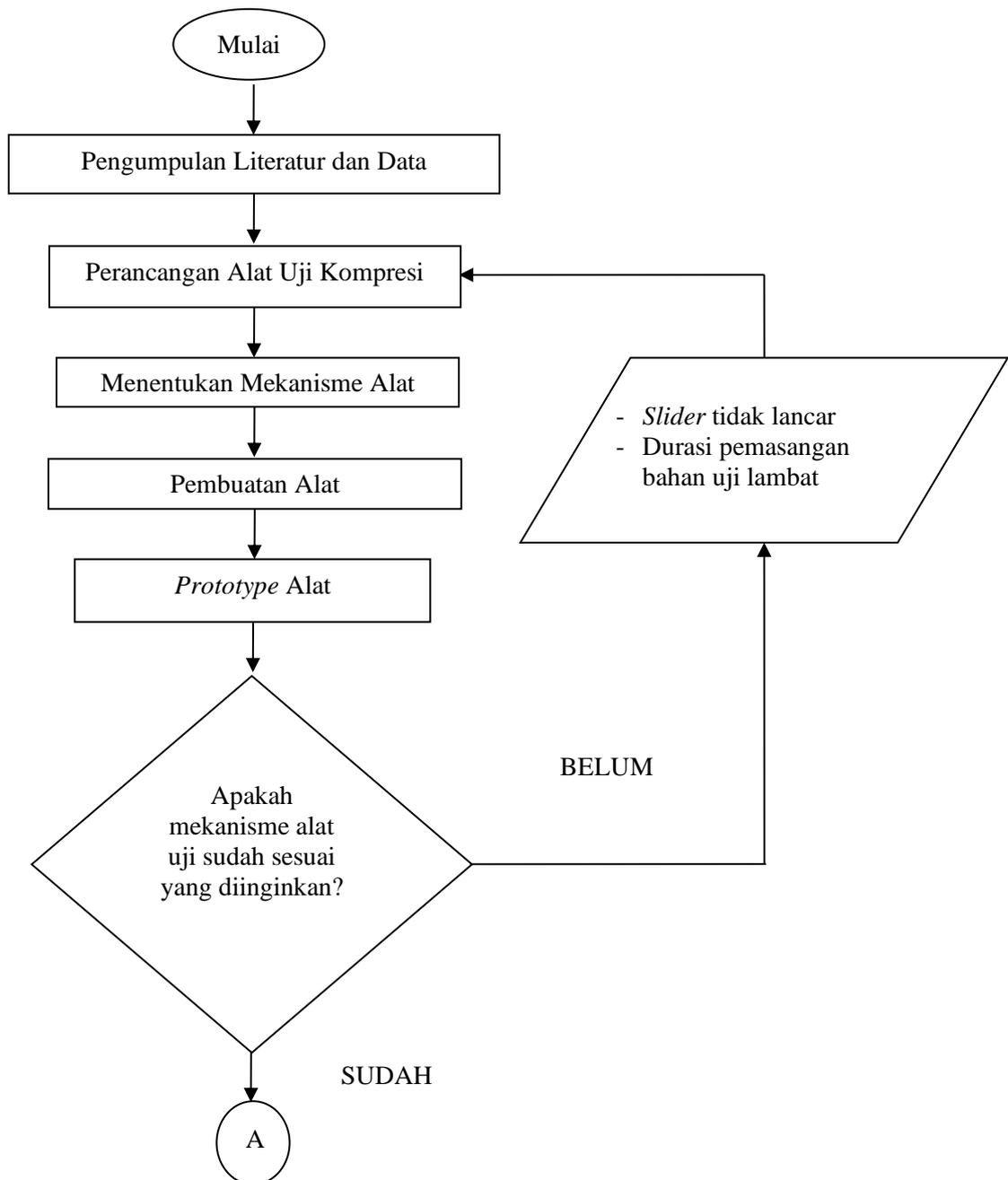
Kegiatan		September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	Pembelian alat																
4	Proses pembuatan																
5	Eksperimen alat																
6	Pembuatan laporan akhir																

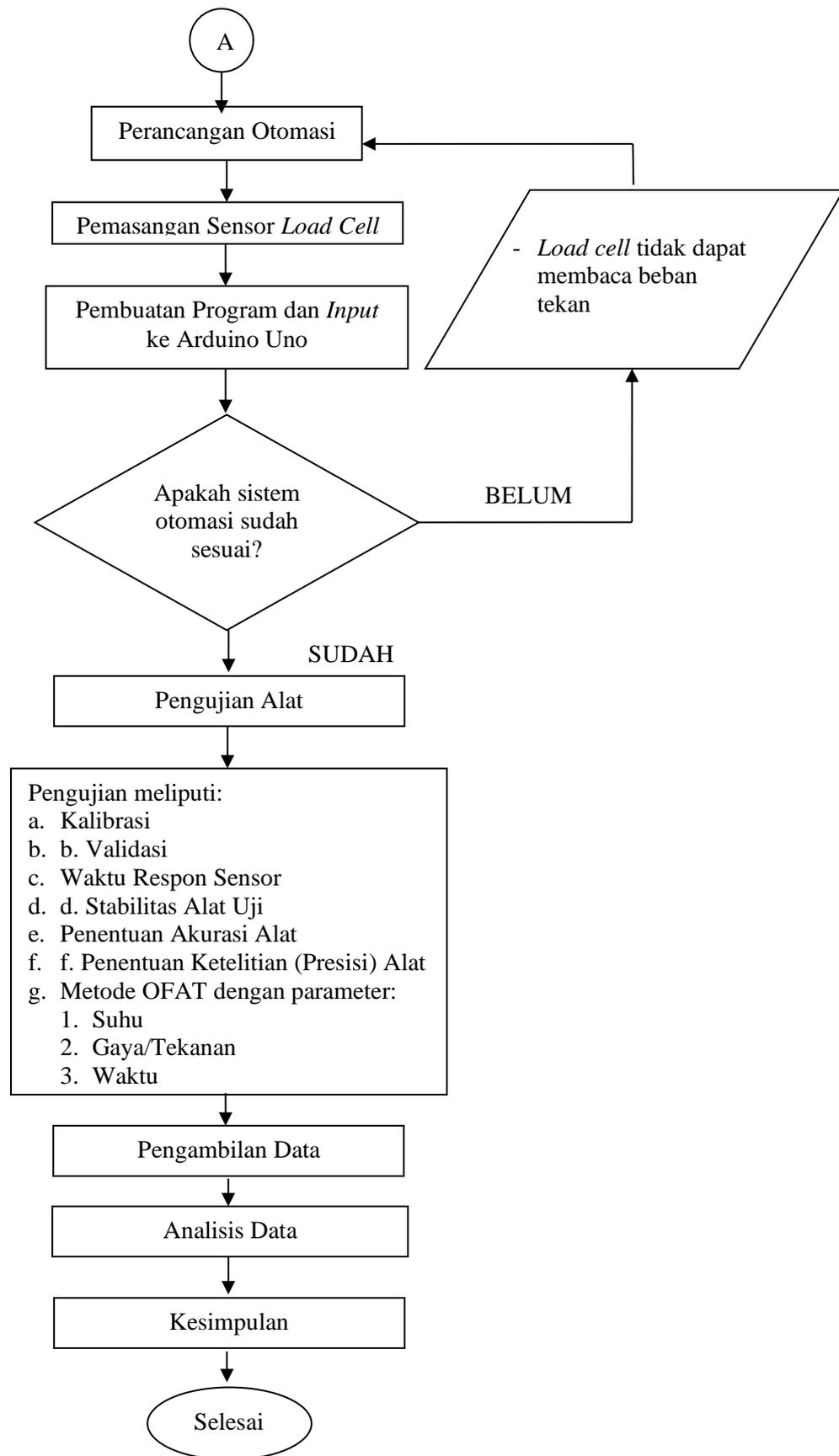
### 3.2 Diagram Alur Penelitian

Proses yang dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah pengumpulan literatur dan data mengenai proses pengujian kompresi suatu bahan. Setelah mendapatkan data, proses selanjutnya adalah perancangan, penentuan mekanisme alat, dan pembuatan alat. Langkah selanjutnya, apakah mekanisme gerak *slider* dan pemasangan bahan sesuai parameter atau tidak, jika tidak sesuai maka akan ditinjau kembali pada saat perancangan alat, dan ketika sudah sesuai parameter maka dilanjutkan dengan pemasangan sensor *load cell*. Kemudian, pembuatan program otomasi *arduino uno* dan melakukan kalibrasi *load cell*. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui apakah pembacaan sensor sesuai dengan validasi atau tidak. Apabila terdapat pembacaan yang tidak sesuai, maka akan ditinjau kembali pada pembuatan program otomasinya.

Jika semua sudah sesuai dengan parameter, maka proses selanjutnya yaitu pengujian alat. Pengujian alat meliputi waktu respon sistem, stabilitas alat uji, penentuan akurasi alat, penentuan ketelitian (presisi) alat, dan analisis hasil uji terhadap faktor pengaruh suhu, tekanan, dan waktu menggunakan metode OFAT. Metode OFAT menggunakan 3 parameter yaitu suhu, gaya, dan tekanan. Parameter

digunakan untuk mengetahui OFAT yang berpengaruh terhadap besaran nilai kompresi. Setelah semua data didapatkan, maka akan dilakukan analisis hasil pengujian yang akan mendapatkan kesimpulan untuk hasil pengujiannya. Adapun alur penelitian yang dilakukan akan dijabarkan pada gambar di bawah ini:





**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

### 3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat uji kompresi cangkir adalah sebagai berikut:

#### 3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan alat uji kompresi cangkir adalah sebagai berikut:

- a. Mesin las
- b. Mesin bor
- c. Mesin gerinda
- d. Alat ukur panjang

#### 3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam proses pembuatan alat uji kompresi adalah sebagai berikut:

- a. Besi siku

Besi siku yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis karbon rendah dengan ukuran 40mm x 40mm dan tebal 3mm. Besi siku digunakan sebagai rangka.

- b. *Load Cell*

*Load cell* merupakan sensor gaya atau tekanan yang apabila dikenai tekanan maka terjadi perubahan bentuk resistansi pada *strain gauge*, kemudian *strain gauge* mengukur perubahan yang berpengaruh sebagai sinyal analog dan akan diteruskan ke transduser. *Strain gauge* merupakan resistor yang mengubah regangan menjadi hambatan yang diteruskan dengan rangkaian Jembatan

Wheatstone menjadi tegangan. Tegangan yang dihasilkan sangat kecil (skala mili Volt) maka dibutuhkan rangkaian penguat seperti HX711 sebagai penguat sinyal. *Load cell* yang dipakai pada penelitian ini yaitu *type* LAB-B3 10 kg dengan spesifikasi sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Spesifikasi *Load Cell*

<i>Name</i>	<i>Specification</i>
<i>Rated capacity</i>	10 Kg
<i>Accuracy Class</i>	G
<i>Rated Output</i>	2.0±10% mV/V
<i>Zero balance</i>	±5% R.O.
<i>Input Resistance</i>	405±10Ω
<i>Output Resistance</i>	350±30 Ω
<i>Linearity Error</i>	±0.015% R.O.
<i>Repeatability Error</i>	±0.01% R.O.
<i>Hysteresis Error</i>	± 0.01% R.O.
<i>Temp. Effect on Output</i>	± 0.02% R.O./10°C
<i>Temp. Effect on Zero</i>	± 0.02% R.O./10°C
<i>Comp. Temp. Range</i>	-10 - +40°C
<i>Operating Temp. range</i>	-20 - +60°C
<i>Safe Overload</i>	150%R.C.
<i>Ultimate Overload</i>	200%R.C.
<i>Excitation Recom.</i>	5-12VDC
<i>Excitation, Maximum</i>	18VDC
<i>Insulation Resistance</i>	≥5000M Ω(50VDC)
<i>Protection Class</i>	IP65

Sumber : (www.lctxm.com)



**Gambar 3.2** Sensor *Load Cell*

c. Akrilik

Akrilik digunakan untuk kotak panel sistem kendali

d. Baut as drat

Baut as drat dengan ukuran diameter 10mm dan panjang 400mm. Baut as digunakan sebagai penggerak tuas.

e. *Drawer Slide*

*Drawer slide* adalah sebuah rel yang biasa digunakan pada furniture. *Drawer slide* digunakan sebagai lintasan pencekram bahan uji.

f. *Microcontroller*

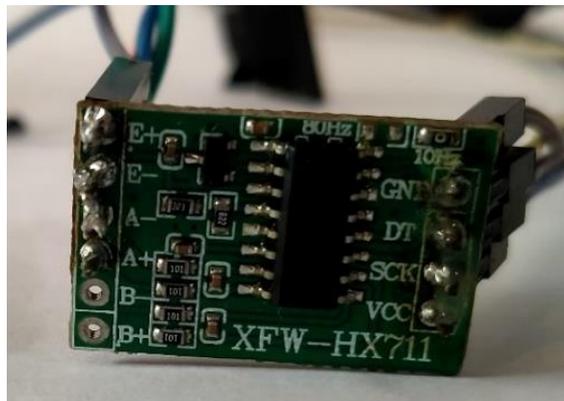
*Microcontroller* merupakan board elektronik yang mampu mengatur semua komponen apabila terhubung dengannya, sehingga semua perintah yang dibuat dapat berjalan dengan baik. *Microcontroller* yang digunakan yaitu Atmega328 yang terpasang pada *arduino uno*. *Microcontroller* ATmega328 memiliki fungsi untuk mengatur besaran beban kompresi dengan sensor *load cell*.



**Gambar 3.3** *Arduino Uno*

g. HX711 Module

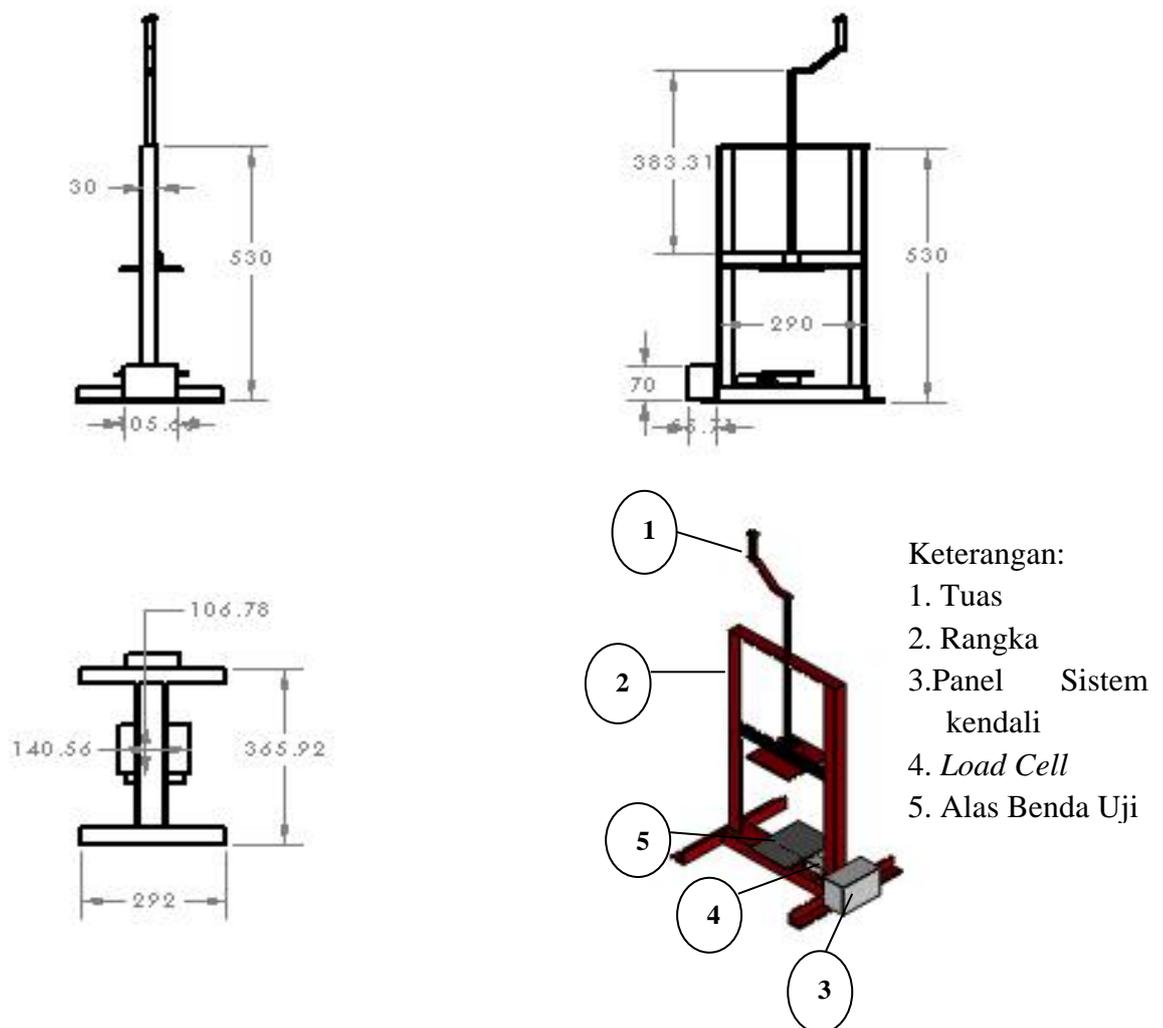
Modul HX711 merupakan modul untuk mempermudah dalam pembacaan hasil timbangan dari *load cell*. Modul ini berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari sensor dan mengkonversi sinyal data analog ke data digital. Modul penguat HX711 pada alat uji kompresi digunakan untuk mengkonversi besaran dari *load cell* dan selanjutnya diubah menjadi bentuk besaran massa dengan satuan gram



**Gambar 3.4** HX711 Module

### 3.4 Rancangan Alat Uji Kompresi

Desain dibuat menggunakan aplikasi *Solidwork* dengan skala 1:10 dan menggunakan satuan *milimeter*. Adapun rancangan alat uji kompresi sebagai berikut:



**Gambar 3.5** Desain Alat Uji Kompresi

### 3.5 Skematik Rangkaian Alat

Pada penelitian ini skematik pengolahan data yang diterima oleh *microcontroller* langsung di tampilkan dalam LCD dan disimpan dalam data *logger*. Setelah didapatkan data nilai kompresi dan langsung diproses ke *software Microsoft Excel*. Alat ini memiliki beberapa komponen elektronika yaitu *microcontroller ATmega328*, *Liquid Crystal Display (LCD)*, *Data Logger*, *Sensor Load Cell*, dan *module HX711*.

### 3.6 Rancangan Anggaran Belanja (RAB)

Rancangan anggaran biaya untuk mengetahui estimasi dana yang digunakan untuk penelitian dan memberi referensi kepada pembaca. Dalam Rab juga diberikan informasi tempat pembelian, seperti pada tabel 3.2.

**Tabel 3.3** Rancangan Anggaran Belanja

No	Nama Barang	Tempat Pembelian	Harga Satuan/kg	Jumlah	Harga Total
<b>Barang</b>					
1	Besi siku 4x4 cm	TB Sukabumi	160.000	1	160.000
2	<i>Drawer slide</i>	Shopee	15.000	2	30.000
3	Mata bor 8mm	Sinar baut	16.000	1	16.000
4	Baut as drat	Sinar baut	70.000	1	70.000
5	<i>Load cell</i>	Shopee	80.000	1	80.000
6	<i>Aduino Uno</i>	Shopee	120.000	1	120.000
7	Module Hx711	Shopee	12.000	1	12.000
8	Kabel Jumper	Shopee	1.000	10	10.000
9	Lem Serbaguna	TB Catur	12.000	1	12.000
10	Akrilik	TB Sukabumi	35.000	1	35.000
<b>Jasa Bengkel</b>					
11	Jasa Perakitan	Bengkel	100.000	1	100.000
			<b>Total Biaya Rp. 623.000</b>		

### 3.7 Pengujian dan Analisis Data

Pengujian alat pada uji kompresi cangkir daun berbasis *microcontroller* untuk mengetahui parameter suhu, waktu, dan gaya yang berpengaruh terhadap nilai kompresi cangkir daun. Pengambilan data dari uji kompresi diproses menggunakan *Microsoft Axel* sehingga didapatkan grafik besaran nilai kompresi cangkir, selanjutnya dari semua besaran nilai kompresi tersebut digabungkan dan didapatkan grafik nilai rata-rata parameter factorial pengujian. Adapun beberapa pengujian yang dilakukan seperti waktu respon sensor, stabilitas alat, penentuan akurasi,

penentuan ketelitian (presisi), dan analisis hasil uji terhadap faktor pengaruh suhu, tekanan, dan waktu.

### 3.7.1 Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghubungkan kabel *power* ke sumber listrik.
- b. Memasang spesimen pada alas benda uji.
- c. Memastikan spesimen terpasang dengan benar.
- d. Setelah terpasang lalu tekan tombol reset.
- e. Memutar tuas tekan hingga spesimen mengalami retakan.
- f. Data hasil pengujian akan di rekam oleh data *logger*.
- g. Mengulangi langkah 2-5 untuk mengulangi pengujian.
- h. Selesai.

### 3.7.2 Waktu Respon Alat

Waktu Respon dari suatu sensor merupakan waktu karakteristik yang diperlukan sensor untuk merespon terhadap perubahan mendadak (tiba-tiba) hingga menuju keadaan yang stabil. Pada penelitian ini, pengujian waktu respon sensor dilakukan dengan meletakkan beban berupa anak timbangan dengan berat 1000 gram secara mendadak di atas *load cell* dan pengukuran waktu respon sensor diambil dari titik awal peletakan beban hingga pembacaan sensor menunjukkan keadaan stabil yaitu dengan berat 1000 gram. Proses pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

**Tabel 3.4** Waktu Respon Alat

No	$t_0$	$t_i$	$t_0-t_i$
1			
2			
3			

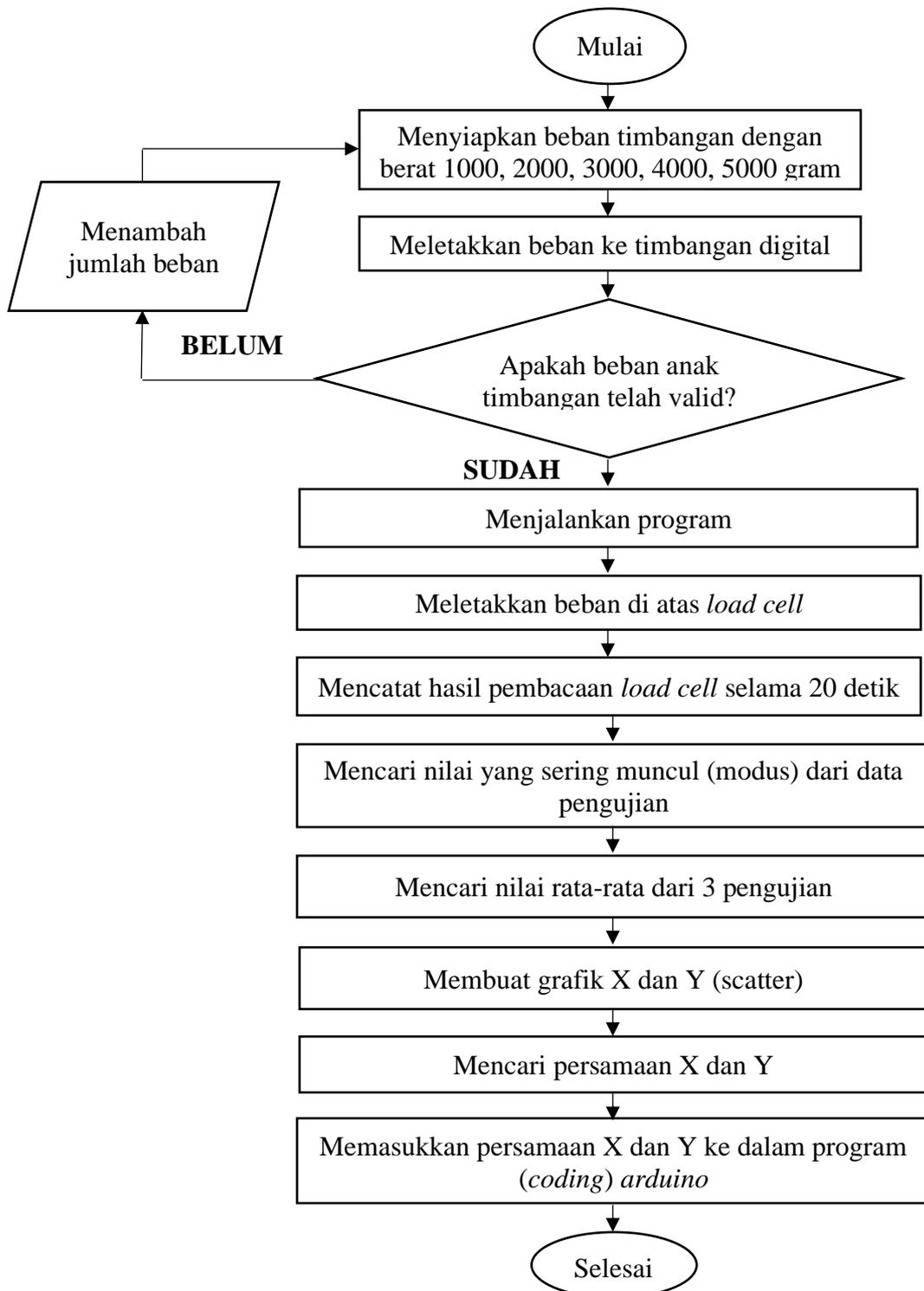
Keterangan :

$t_0$  = waktu awal pembebanan

$t_i$  = waktu awal pembacaan sensor

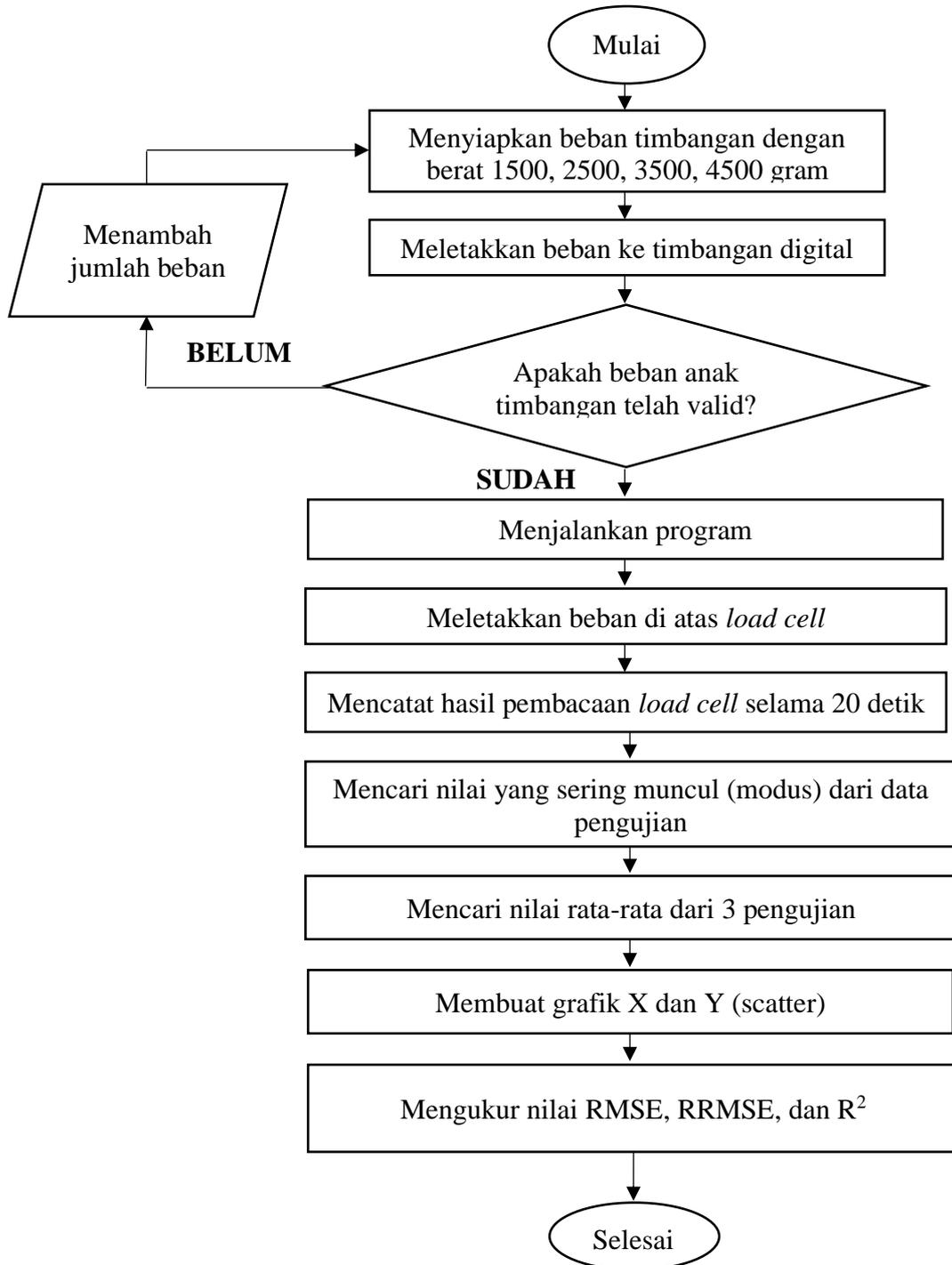
### 3.7.3 Kalibrasi dan Validasi *Load Cell*

Kalibrasi dilakukan untuk membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur dengan nilai yang sudah diketahui besaran yang diukur dalam kondisi tertentu (Latif et al, 2014). Kemudian dari hasil kalibrasi tersebut dibuat suatu fungsi menggunakan bahasa pemrograman agar tingkat akurasi mendekati pada nilai standar. Kalibrasi dilakukan dengan cara meletakkan beban seberat 1000 gram, 2000 gram, 3000 gram, 4000 gram, dan 5000 gram di atas *load cell* selama 20 detik dan dilakukan masing-masing sebanyak 3 kali pengulangan. Proses selanjutnya yaitu mencari nilai yang sering muncul (modus) dari data pengujian dan melakukan analisa linear terhadap data hasil pembacaan sensor yang kemudian didapatkan persamaan. Persamaan tersebut kemudian dibuat dalam bahasa pemrograman.



**Gambar 3.6** Alur Kalibrasi Sensor *Load Cell*

Validasi merupakan proses pembuktian hasil dengan keadaan sebenarnya. Validasi dilakukan setelah proses kalibrasi. Metode yang digunakan sama dengan metode kalibrasi.



**Gambar 3.7** Alur Validasi Sensor *Load Cell*

Data yang didapatkan setelah proses validasi selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik X dan Y (*scatter*) maka dihasilkan *output* berupa persamaan X dan Y, kemudian persamaan tersebut didapatkan nilai acuan untuk menentukan alat berfungsi dengan baik atau tidak.

### 3.7.4 Stabilitas Alat Uji

Stabilitas alat uji merupakan suatu kemampuan alat uji bertahan pada respon dan beban yang sama dalam beberapa detik. Pada penelitian ini, pengujian stabilitas dilakukan menggunakan beban anak timbangan dengan berat 1000 gram yang diletakkan di atas *load cell* selama 20 detik dan dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan. Data yang diperlukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

**Tabel 3.5** Stabilitas Alat Uji

No	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan4		Percobaan5	
	Waktu (ms)	Beban (g)								
1										
2										
3										
...										
dst										

### 3.7.5 Penentuan Akurasi Alat Uji

Akurasi adalah suatu kedekatan kesesuaian antara hasil suatu pengukuran dengan nilai benar dari kuantitas yang diukur. Hasil pengukuran perlu dilakukan uji presentase perolehan kembali (*% recovery*) untuk mengukur ketepatan hasil dari uji

analisis yang dilakukan (Kumalasari, 2017). Menurut Waluyati (2008) Akurasi dianggap baik menurut Standar IEC No. 13B-23 seperti pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 3.6** Standar Nilai Akurasi

Nilai	Golongan
± 0,05%, ± 0,1%, ± 0,2%	Kelas 1 dengan tingkat presisi yang tertinggi
±0,5%	Kelas 2 dengan tingkat akurasi menengah
± 1,0%	Kelas 3 dengan tingkat akurasi sedang
± 1,5%, ±2,5%, ±5%	Kelas 4 dengan tingkat akurasi rendah

Untuk menentukan nilai presisi alat dapat dicari menggunakan persamaan berikut ini :

$$\% \text{ error} = \frac{\text{nilai ukur-nilai pembanding}}{\text{nilai pembanding}} \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

**Tabel 3.7** Penentuan Akurasi Alat Uji

No	Beban timbangan (gram)	Load cell modus (gram)	Error (%)
1			
2			
3			
4			
5			

### 3.7.6 Penentuan Ketelitian (Presisi) Alat Uji

Ketelitian atau presisi dari alat uji merupakan keterulangan metode analisis dan biasanya diekspresikan sebagai simpangan baku relatif (*Relative Standar Deviasi*, RSD) (Kumalasari, 2017). Nilai RSD di dapatkan dari sejumlah sampel pengukuran. Keseksamaan nilai dinyatakan dengan presentase *Relative Standard*

*Deviasi* (% RSD) dengan batasan-batasan yang masih dapat diterima. Tingkat ketelitian RSD terdiri dari :  $RSD > 5\%$  = ketelitian rendah,  $RSD > 2\%$  dan  $< 5\%$  = ketelitian sedang,  $RSD > 1\%$  dan  $\leq 2\%$  = teliti, dan  $RSD \leq 1\%$  = sangat teliti. Untuk mencari nilai *Standar Deviasi* berdasarkan *Coefficient of Variation* (CV) yang dihitung menggunakan persamaan:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(5)$$

$$RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \dots\dots\dots(6)$$

$$CV (\%) = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

**Keterangan**

SD = Standar deviasi

$\bar{X}$  = Harga rata-rata

X = Harga contoh

N = Banyaknya Pengukuran

RSD = Relatif standar deviasi

CV = Koefesien variasi

C = Nilai rata-rata konsentrasi analit dalam fraksi desimal

**Tabel 3.8** Penentuan Ketelitian (Presisi) Alat Uji

No	Beban Timbangan (gram)	Load Cell (modus) (gram)	Simpangan
1			
2			
3			
4			
5			

### 3.7.7 Analisis Hasil Uji Terhadap Faktor Pengaruh Suhu, Tekanan, dan Waktu

Analisis hasil uji pada penelitian ini menggunakan metode *One Factor at a Time* (OFAT). Metode OFAT sering dipakai oleh ahli teknik dikarenakan tidak membutuhkan pengetahuan analisis yang kuat dan mudah dilakukan. Penggunaan metode OFAT menggunakan satu parameter ditetapkan pada nilai konstan sementara satu parameter akan diubah-ubah (Putra, 2010). Sebelum dilakukan pengujian spesimen cangkir daun akan dicetak terlebih dahulu menggunakan alat cetak *press die*. Pada proses pencetakan spesimen, akan menggunakan 3 parameter yaitu suhu, gaya, waktu. Masing-masing parameter akan diberi variasi. Parameter dan variasi dapat dilihat pada tabel 3.9.

**Tabel 3.9** Parameter dan Variasi

Parameter	Variasi
Suhu (°C)	155
Tekanan/Gaya (Kg)	200
Waktu (Detik)	55

Parameter dan variasi spesimen tersebut kemudian dikombinasikan. Pengujian spesimen akan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Metode OFAT dapat dilihat pada tabel 3.10.

**Tabel 3.10** *One Factor at a Time* (OFAT)

No	Spesimen	Pengulangan Ke-		
		1	2	3
1	S1T1W1			
2	S1T1W2			
3	S1T1W3			

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat berdasarkan tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Telah dibuat alat uji kompresi cangkir berbasis microcontroller Arduino Uno dengan sensor load cell kapasitas 20 kg dengan nilai rata-rata kelitian (presisi) alat sebesar 0,340% atau tergolong dalam ketelitian tinggi.
2. Didapatkan hasil pengujian alat uji kompresi cangkir daun berbasis mikrokontroler *Arduino Uno* sebagai berikut:
  - a. Kemampuan waktu respon alat yang sangat baik dalam mendeteksi beban dari 0 gr hingga keadaan stabil 1000 gram dengan waktu 1963 ms.
  - b. Stabilitas alat dalam pembacaan beban selama 20 detik memiliki kemampuan yang stabil dengan nilai error sebesar 0,15%.
  - c. Keakuratan alat dalam pembacaan beban dengan nilai rata-rata error sebesar 0.1206% atau berdasarkan Standar IEC no. 13B-23 masuk ke dalam akurasi kelas satu dengan nilai kurang dari  $< 0,2 \%$ .
  - d. Nilai kepresisian alat sebesar 0,340%, yang artinya masuk ke dalam tingkat presisi pertama atau sangat teliti karena nilai *Coefficient Of Variation (CV)* kurang dari  $\leq 1 \%$

3. Analisis hasil uji terhadap faktor pengaruh suhu, tekanan, dan waktu pengujian pada parameter suhu 155°C nilai kompresi terbesar dengan nilai 2085,02 gram pada tekanan 200 kg dan waktu 55 detik

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang didapat setelah dilakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk mengganti mekanisme tuas tekan dengan sistem hidrolik, hal ini membuat sistem tekan dan waktu penekanan konstan.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan sistem otomatis untuk mempermudah proses pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. 2014. *Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan Paving Block*. Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang.
- Amelia, S. Rahayu, A. Salamah, S. 2019. *Penyuluhan dan Platihan Pemnafaatan Sampah Anorganik dan Organik Menjadi Ecobrik dan Pupuk Cair Organik*. Universitas Ahmad Dahlan. Bantul. 3 (3): 341-348.
- Arwanto, R.. 2006. *Respon Kuat Tekan Hammer Test dengan Compressiontest Pada Beton Normal dan Beton Pasca Bakar*. Universitas Diponegoro.
- Astuti, N. P. 2009. *Sifat Organik Tempe Kedelai yang Dibungkus Plastik, Daun Pisang, dan Daun Jati*. Program Studi Gizi Diploma III Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Candra, B. 2009. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. EGC. Jakarta.
- Fadhila, R. Razzaq, F. Setiawan. 2018. *Rancang Bangun Mesin Injeksi Mini Pengolahan Limbah Cair Plastik*. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Fadhilah, A. Sugianto, H. Hadi, K. Firmandhani, S.W. Woro, T. Martini, Pandelaki, E. E. 2011. *Kajian pengelolaan sampah kampus jurusan arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*. Teknik Arsitektur Undip.
- Febriadi, I. 2019. *Pemanfaatan Sampah Organik dan Anorganik Untuk Mendukung Go Green Concept di Sekolah*. Program Studi Kehutanan Universitas Muhammadiyah Sorong. Sorong.

- Gautama, P. Arsyad, M. Agus, T. S. 2014. *Desain Prototype Alat Pembuatan O-Ring Sistem Pneumatik*. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Sulawesi Selatan.
- Hanifia, R. Marnob, K. Widiyanto, E. 2019. *Rancang Bangun Mesin Hottpress untuk Pembuatan Papan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi dan Plastik HDPE*. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang.
- Harsi. Sari, N. H. Sinarep. 2015. *Karakteristik Kekuatan Bending dan Kekuatan Tekan Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Indraswati, D. 2017. *Pengemasan Makanan*. Ponorogo. Forum Ilmiah Kesehatan (FORIKES).
- Jumadewi, A. 2019. *Gambaran Perilaku Mahasiswa Tenang Bahaya Penggunaan Plastik Sebagai Wadah Makanan dan Minuman Prodi DIII Keperawatan Tapaktuan*. Prodi DIII Keperawatan Poltekkes Kemenkes Aceh. 2 (2): 69-79.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2002. Jakarta.
- Kasuma, N. Symond, D. Prianto, D. 2014. *Hubungan Lama Pengaduk dengan Setting Time dan Kekuatan Kompresi Dental Stone*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas. Cakradonya Dent J 6 (2): 678-744.
- Krisyanti, Vos, I. Priliantini, A. 2020. *Pengaruh Kampanye Pantang Plastik Terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei Pada Pengikut Instagram @GreenpeaceId)*. Program Studi Ilmu Komunikasi UPN Veteran Jakarta. 9 (1).
- Kumalasari, A. Panggabean, A. S. Akkas, E. 2017. *Pengembangan Metode Rapid Test dalam Penentuan Ash Content dan Calorific Value Batubara di Laboratorium PT. Jasa Mutu Mineral Indonesia*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman.
- Latif, Z. Wahjudi, A. Sudarmanta, B. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Pada Alat Kalibrasi Sensor Gas Oksigen (O2)*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

- Majalah Handicraft Indonesia. 2007. *Sejarah dan Jenis Gelas*. PT. Tri Tunggal Jaya Media Komunikasi. Yogyakarta.
- Marliana, N. 2014. *Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup*. Fakultas Teknik, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indraprasta. Jurnal Formatif 4 (2): 124-132.
- Martinus, Haryanto, A. Triono, S. Telaumbanua, M. 2021. *Development Of Teak Leaf Plate Molding Machine For Producing Plastic Alternative Products*. University Of Lampung. Procedia Environmental Science, Engineering and Management 8 (1): 177-183.
- Martinus, Muhammad, M. A. Djausal, G. P. 2019. *Piring Daun Ramah Lingkungan Pengganti Plastik*. Fakultas Teknik Universitas Lampung, FISIP Universitas Lampung. Diseminasi Penelitian LPPM Unila.
- Pani, S. Sukarja, H. Sigit, Y. 2017. *Pembuatan Biofuel dengan Proses Pirolisis Berbahan Baku Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) Pada Suhu 250 °C dan 300 °C*. Prodi Teknik Mesin Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta. Jurnal ENGINE 1 (1): 32-38.
- Purwaningrum, P. 2016. *Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan*. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Trisakti. JTL 8 (2): 141-147.
- Purwanta, S. Sumantoro, P. Setyaningrum, H. D. Saparinto, C. 2015. *Pohon Jati*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putra, M. P. 2010. *Identifikasi Solusi Alternatif Terhadap Keputusan Investasi Mesin Produksi Menggunakan Metode Design Experimental*. Program Studi Teknik Industri, Universitas Indonesia. Depok. Skripsi.
- Rahman, Z. A. Hernawati, Wahyuni, A. 2021. *Karakteristik Sifat Mekanik Wadah Makanan Dari Limbah Daun Pisang Kering*. Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Uin Alauddin Makasar. Jurnal Konstan 6 (1): 27-34.
- Rini, Fakhurrozi, Y. Akbarini, D. 2015. *Pemanfaatan Daun Sebagai Pembungkus Makanan Tradisional Oleh Masyarakat Bangka (Studi Kasus di Kecamatan*

*Merawang*). Jurusan Biologi Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung.

Rizza, M. A. 2014. Analisis Proses Blanking dengan Simpel *Press Tool*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Malang.

Standar Nasional Indonesia. 2004. SNI 12-4259-2004 Tentang Gelas Plastik Untuk Air Minum dalam Kemasan. Badan Standarisasi Nasional (BSN).

Sundari, E. Asrofi, Prabudi, D. Kurniawan, D. Saputra, K. Nopriansyah, A. 2015. *Rancang Bangun Prototype Press Tool Pemotong Side Rubber Sebagai Komponen Chute dengan Sistem Hidrolik*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Jurnal Austenit 7 (2): 1-10.

Waluyati, S. Santoso, D. Slamet, Rochayati, U. 2008. *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran*. Jakarta Pusat. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional.

Wermasaubun, H. Yohanes, A. Pramono, A. E. 2019. *Rancang Bangun Press Tool untuk Profit Mounting UNP (HMT4-1) di PT. Bukaka Teknik Utama*. Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Wijaya, W. W. 2011. *Rancangan Alat Uji Tekan Pada Bahan Komposit Natural Fiber dengan Memperhatikan Aspek Keterulangan Pada Hasil Pengujian*. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Wijayanti, N. 2007. *Alat Penguji Kekuatan Cup dan Lid Pada Kemasan Air Minum Gelas*. Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.