

**RANCANG BANGUN ALAT UJI TARIK PIRING DAUN BERBASIS
MICROCONTROLLER DENGAN MENGGUNAKAN LOAD CELL 120 KG**

(Skripsi)

Oleh:

HASANUDDIN

1515021055



PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2021

ABSTRACT

DESIGN AND BUILD TENSILE TEST OF LEAF PLATE BASED ON MICROCONTROLLER USING LOAD CELL 120 KG

by

HASANUDDIN

Currently, organic food packaging products are the most effective solution in dealing with cases of environmental pollution. The reason is that organic matter is easily and quickly decomposed by nature which only takes less than 2 weeks. One of the products made by the team at the University of Lampung is a leaf plate. This plate is made using a special press with a heating element in the mold. To determine the strength of the leaf plate, it is necessary to do several tests, one of which is tensile testing. This research is to design and build a special small-scale tensile test equipment that aims to obtain high accuracy and precision. This tensile test equipment is based on a microcontroller using a load sensor, namely a CZL 601 type load cell with a maximum capacity of 120 kg. This tool uses a pull mechanism that is rotated by hand. The results of this study obtained sensor accuracy of $\pm 1,5\%$, sensor precision of 0,53%, execution speed of 3,083 seconds, stability of test equipment of 1,42% and resolution of test equipment of 1,13 grams.

Keywords: Leaf Plate, Load Cell, Teak Leaves, Tensile Test

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT UJI TARIK PIRING DAUN BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN MENGGUNAKAN LOAD CELL 120 KG

Oleh

HASANUDDIN

Saat ini produk kemasan makanan berbahan organik adalah solusi paling jitu dalam menangani kasus pencemaran lingkungan. Salah satu produk yang dibuat oleh tim Universitas Lampung adalah piring daun. Piring ini di buat menggunakan alat press khusus dengan heating element pada cetakan-nya. Untuk mengetahui kekuatan piring daun maka perlu dilakukan beberapa pengujian salah satu-nya adalah pengujian tarik. Penelitian ini adalah merancang serta membangun alat uji tarik khusus berskala kecil yang bertujuan untuk memperoleh akurasi dan presisi yang tinggi. Alat uji tarik ini berbasis *microcontroller* dengan menggunakan sensor beban yaitu *load cell* tipe CZL 601 dengan kapasitas maksimum 120 kg. Alat ini menggunakan mekanisme tarik yang diputar dengan menggunakan tangan. Hasil penelitian ini diperoleh *error* akurasi sensor sebesar $\pm 1,5\%$, presisi sensor sebesar 0,53%, kecepatan eksekusi sebesar 3,083 detik, stabilitas alat uji sebesar sebesar 1,42% dan resolusi alat uji sebesar 1,13 gram.

Kata Kunci: Daun Jati, *Load Cell*, Piring Daun, Uji Tarik,

**RANCANG BANGUN ALAT UJI TARIK PIRING DAUN BERBASIS
MICROCONTROLLER DENGAN MENGGUNAKAN LOAD CELL 120 KG**

Oleh

HASANUDDIN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lampung



FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS LAMPUNG

2021

Judul Skripsi

: **RANCANG BANGUN ALAT UJI TARIK**

PIRING DAUN BERBASIS

MICROCONTROLLER DENGAN

MENGUNAKAN LOAD CELL 120 KG

Nama Mahasiswa

: Hasanuddin

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1515021055

Jurusan

: Teknik Mesin

Fakultas

: Teknik



Martinus, S.T., M.Sc.

NIP. 19790821 200312 1 003

Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P, M.Sc.

NIP. 19880325 201504 1 001

MENGETAHUI

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

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

Penguji Utama : **Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.**



2. Dekan Fakultas Teknik



 **Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Desember 2021**

LEMBAR PERNYATAAN

Penulis dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul Rancang Bangun Alat Uji Tarik Piring Daun Berbasis *Microcontroler* Dengan Menggunakan *Load Cell* 120 Kg adalah karya pribadi saya dan tidak menduplikasi karya orang lain, sebagaimana diatur pada pasal 36 peraturan rektor Universitas Lampung No. 13 Tahun 2019 tentang peraturan akademik Universitas Lampung.
2. Hak intelektual atas karya atas karya ilmiah yang berkaitan dengan hal ini sepenuhnya diserahkan kepada Universitas Lampung.

Atas Pernyataan ini apabila terjadi suatu hal yang tidak dibenarkan, penulis bersedia menanggung sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, 15 Desember 2021

Pembuat pernyataan



Hasanuddin

NPM. 1515021055

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gunung Mekar, Kecamatan Jabung, Lampung timur, Provinsi Lampung pada tanggal 21 November 1996 Sebagai anak kedua dari 2 bersaudara, dari pasangan alm. Bapak Musadi'I dan Ibu Udi Astuti. Mempunyai satu kakak perempuan bernama Nurhidayah.

Jenjang pendidikan yang dijalani adalah Pendidikan Kanak-Kanak (TK) Nurul Islam Gunung Mekar, SDN 1 Gunung Mekar, Madrasah Tsanawiyah (MTs) Ma'arif 2 Nurul Huda Adirejo, Madarasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Metro.

Pada tahun 2015, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung (UNILA). Selama Kuliah penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. PLN (persero) Unit PLTA Way Besai, Lampung Barat pada tahun 2018 dengan subjek yang dikaji adalah mencari nilai efektivitas dari *Air Cooler* ruang generator pada unit 1 PLTA Wai Besai. Penulis juga pernah melakukan kuliah kerja nyata (KKN) di Desa Blambangan Umpu, Way Kanan, Lampung 2019.

Selama kuliah penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen dalam berbagai penelitian di Laboratorium Mekatronika. Penulis juga pernah berpartisipasi dalam lomba Inovasi Daerah di bidang teknologi dan mendapatkan juara ketiga pada tahun 2019. Penulis juga aktif di organisasi mahasiswa HIMATEM (Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin) Universitas lampung pada tahun 2017 hingga 2018 dengan jabatan kepala divisi komunikasi dan informasi (KOMINFO).

MOTTO

“Try not to become a man of success, but rather try to become a man of value”

-Albert Einstein-

“Cobalah untuk tidak menjadi orang yang sukses, tetapi cobalah
untuk menjadi orang yang bernilai”

-Albert Einstein-

SANWACANA

Puji syukur kehadiran 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 alat uji tarik yang berjudul Rancang Bangun Alat Uji Tarik Piring Daun Berbasis *Microcontroller* Dengan Menggunakan *Load Cell* 120 Kg. Penulis menyelesaikan penelitian ini pada bulan Juni 2020.

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 Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

2. Bapak Dr Amrul S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
3. Ibu Novri Tatri, 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 dan sebagai dosen pembimbing akademik 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. Ibu Dr.Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met. 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 2015 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, 15 Desember 2021

Pembuat pernyataan

Hasanuddin

NPM. 1515021055

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk kedua orang tua (alm) Bapak Musadi'i dan Ibu Udi Astuti yang telah mendukung secara penuh dalam bentuk doa, motivasi dan finansial agar dapat menyelesaikan skripsi dengan sebaik-baiknya. Serta teman-teman seperjuangan di tongkrongan elite. Rifqi, Didit, Tomas, Adam, Eko, dan Arif dan lain-lain yang telah berpartisipasi dalam bentuk ide-ide cemerlang.

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
JUDUL SKRIPSI	iv
MENGESAHKAN	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
SANWACANA	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Daun dan Pelepah	6
2.2 Uji Tarik.....	6
2.2.1 Batas Elastis	8
2.2.2 Deformasi Plastis	8
2.2.3 Tegangan Luluh Atas	8
2.2.4 Tegangan Luluh Bawah.....	8

2.2.5 Regangan Luluh	8
2.2.6 Regangan Elastis	9
2.2.7 Tegangan Tarik Maksimum.....	9
2.2.8 Kekuatan Patah	9
2.3 Tegangan Luluh 0,2%.....	10
2.4 Perbedaan Keuletan dan Kegetasan.....	10
2.4.1 Keuletan.....	11
2.4.2 Kegetasan	11
2.5 Penelitian Pendukung	11
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Karakteristik Penelitian.....	13
3.3 Diagram Alur Penelitian	14
3.4 Rancangan Alat Uji Tarik	16
3.5 Rancangan Sistem Pengukur.....	17
3.6 Alat dan Bahan Pembuatan Alat Uji Tarik	17
3.6.1 Alat.....	17
3.6.2 Bahan.....	18
3.7 Rencana Anggaran Biaya.....	19
3.8 Analisis dan Pengujian.....	20
3.8.1 Kalibrasi Sensor	20
3.8.2 Kecepatan Eksekusi	24
3.8.3 Stabilitas Alat uji.....	25
3.8.4 Akurasi Alat uji.....	25
3.8.5 Kepresisian Alat uji.....	26
3.8.6 Resolusi Alat uji.....	27
3.9 Pengujian Material Daun	28
3.9.1 Tegangan Maksimum (σ_u)	29
3.9.2 Tegangan Luluh (σ_y)	30
3.9.3 Tegangan Patah (σ_f)	30
3.9.4 Modulus Elastisitas (E)	31
3.9.5 Elongasi (e).....	31

3.10 Pengujian Kekuatan Piring Daun Berdasarkan Jumlah Lapisan	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Perancangan Detail Alat	33
4.1.1 Pembuatan Rangka dan Mekanisme Tarik	33
4.1.2 Pembuatan Sistem Pengukur	34
a. Arduino Uno	34
b. Sensor <i>load cell type</i> CZL 601 120kg	34
c. <i>Module</i> HX711	34
d. <i>Data logger</i>	34
e. LCD OLED	34
4.1.3 Pembuatan Bahasa Pemrograman	37
4.2 Kalibrasi dan Validasi Sensor	38
4.2.1 Kalibrasi Sensor <i>Load Cell</i>	37
4.2.2 Validasi Sensor <i>Load Cell</i>	40
4.3 Pengujian Karakteristik Alat	41
4.3.1 Kecepatan Eksekusi	41
4.3.2 Stabilitas Alat Uji.....	44
4.3.3 Keakurasian Alat Uji.....	45
4.3.4 Kepresisian Alat Uji	46
4.3.5 Resolusi Alat Uji.....	47
4.4 Pengujian Tarik Piring Daun.....	49
4.4.1 Pengujian Material Piring Daun.....	49
4.4.2 Pengujian Kekuatan Piring Daun Berdasarkan Jumlah Lapisan	54
4.4.3 Pengaruh Jumlah Lapisan Terhadap Kekuatan Mekanik Piring.....	50
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengujian tarik.....	7
Gambar 2. Kurva uji tarik	7
Gambar 3. Skema plot tegangan-regangan dengan tegangan luluh (y), tegangan bukti (0,2 persen)	10
Gambar 4. a) Patah getas b) patah ulet	10
Gambar 5. Desain alat uji tarik.....	15
Gambar 6. Desain alat uji tarik.....	16
Gambar 7. Skematik sistem pengukur.....	17
Gambar 8. Metode kalibrasi dan validasi sensor.....	21
Gambar 9. Alur kalibrasi sensor <i>load cell</i>	22
Gambar 10. Alur validasi Sensor <i>load cell</i>	23
Gambar 11. Alat uji tarik	34
Gambar 12. Sistem pengukur	37
Gambar 13. Arduino uno	37
Gambar 14. Sensor <i>load cell</i>	37
Gambar 15. Module HX711	37
Gambar 16. Sistem pengukur	37
Gambar 17. Sistem pengukur	37
Gambar 18. Proses pembuatan bahasa pemrograman	37
Gambar 19. Proses kalibrasi dan validasi	38

Gambar 20. Grafik kalibrasi.....	39
Gambar 21. Proses input persamaan ke dalam program.....	39
Gambar 22. Grafik validasi	40
Gambar 23. Grafik percobaan pertama kecepatan eksekusi	42
Gambar 24. Grafik percobaan kedua kecepatan eksekusi	42
Gambar 25. Grafik percobaan ketiga kecepatan eksekusi	43
Gambar 26. Grafik percobaan keempat kecepatan eksekusi	43
Gambar 27. Grafik percobaan kelima kecepatan eksekusi.....	43
Gambar 28. Grafik stabilitas alat uji.....	45
Gambar 29. Proses mencari resolusi dengan menggunakan resolution calculator dari futek.com.....	48
Gambar 30. bahan uji.....	49
Gambar 31. Proses pengujian dan pengambilan data	50
Gambar 32. Grafik tegangan dan regangan.....	51
Gambar 33. Bahan uji setelah pengujian	51
Gambar 34. Grafik nilai beban berdasarkan jumlah lapisan	55
Gambar 35. Ilustrasi tulang daun pada masing-masing lapisan	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian pendukung	11
Tabel 2. Jadwal kegiatan penelitian.....	13
Tabel 3. Anggaran penelitian	20
Tabel 4. Data kecepatan eksekusi.....	24
Tabel 5. Data stabilitas alat uji tarik.....	25
Tabel 6. Data percobaan pembebanan sensor <i>load cell</i>	26
Tabel 7. Data percobaan pembebanan sensor <i>load cell</i>	27
Tabel 8. Data spesifikasi bahan uji	28
Tabel 9. Data pengujian bahan uji	31
Tabel 10. Data Pengujian tarik berdasarkan jumlah lapisan	32
Tabel 11. Spesifikasi alat uji tarik	34
Tabel 12. Data kecepatan eksekusi	41
Tabel 13. Data Stabilitas alat uji tarik	44
Tabel 14. Data percobaan pembebanan sensor <i>load cell</i>	45
Tabel 15. Data percobaan pembebanan sensor <i>load cell</i>	47
Tabel 16. Data <i>sheet load cell</i> CZL 601 120kg.....	48
Tabel 17. Data spesifikasi bahan uji	50
Tabel 18. Data pengujian bahan uji	53
Tabel 19. Data Pengujian tarik berdasarkan jumlah lapisan	54

DAFTAR SIMBOL

$\bar{x}_i$	= Rata-rata maksimum pengukuran	%
SP	= Nilai <i>setting point</i>	gram
SD	= <i>Standard deviation</i>	gram
RSD	= <i>Relative standard deviation</i>	%
x_i	= Data aktual	gram
n	= Jumlah data	
σ	= Tegangan	N/mm ²
ϵ	= Regangan	mm ² /mm ²
F	= Gaya tarik	N
A_0	= Luas permukaan awal	mm ²
ℓ	= Panjang setelah pengujian	mm
ℓ_0	= Panjang mula-mula	mm
σ_u	= Tegangan maksimum	N/mm ²
F_u	= Gaya pada titik maksimum	N/mm ²
σ_y	= Tegangan luluh	N/mm ²
F_y	= Gaya pada titik luluh	N/mm ²
σ_f	= Tegangan patah	N/mm ²
F_f	= Gaya pada titik patah	N/mm ²
e	= Elongasi / perpanjangan	%
E	= Modulus elastisitas	N/mm ²

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persoalan sampah tidak henti-hentinya untuk dibahas, hingga saat ini sampah hanya berujung di Tempat Pembuangan Sampah (TPS) dan volumenya akan terus bertambah seiring bertambahnya waktu. Wakil Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Wamen LHK) Alue Dohong mengatakan jumlah timbunan sampah nasional pada 2020 mencapai 67,8 juta ton. Berdasarkan laporannya kepada Presiden, Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Siti Nurbaya mengatakan bahwa sampah nonorganik mencapai 40% terdiri dari 4.3% logam, 5.5% karet, 3.5% kain, 1.7% kaca, 14% plastik dan 11.4% lainnya (kementrian LHK, 2020).

Hingga saat ini sampah anorganik masih menjadi momok yang sangat mengerikan, pasalnya sampah anorganik memerlukan waktu yang sangat lama untuk terurai di alam, bahkan sebagian tidak dapat terurai seperti logam, kaca dan *styrofoam*. Sampah plastik menjadi peringkat ke 2 setelah sampah organik yaitu sebesar 14%. Sampah plastik yang mendominasi adalah kemasan makanan sekali pakai seperti kemasan air mineral, makanan ringan hingga makan berat. Kemasan makanan sekali pakai yang cukup populer adalah *styrofoam*, karena lebih ringan, anti basah dan dianggap lebih modern. Namun dibalik keunggulannya, *styrofoam*

menyimpan bahaya yang mengancam. WHO dan EPA telah mengategorikan *styrofoam* sebagai bahan karsinogen karena benzene yang digunakan untuk memproses butiran styrene merupakan larutan kimia yang sangat sulit dicerna oleh tubuh manusia dan tidak dapat dikeluarkan melalui *feces* atau *urine*. Zat styrene yang bermigrasi ke makanan akan mengendap di dalam tubuh dan mengakibatkan kanker (Wicaksono, 2019).

Salah satu solusi yang tepat dalam masalah lingkungan dan kesehatan akibat penggunaan plastik adalah kembali ke serat alam. Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh serat alam, diantaranya adalah massa jenisnya rendah, terbaharukan, produksi memerlukan energi yang rendah, proses lebih ramah, serta mempunyai sifat insulasi panas dan akustik yang baik (Brouwer, 2010). Hal tersebut yang menjadi latar belakang tim dari Universitas Lampung untuk menciptakan wadah atau kemasan makanan pengganti plastik. Bahan yang digunakan adalah daun yang di *press* dengan alat khusus bertemperatur tertentu. Hal ini menjadi awal yang baik untuk mengajak masyarakat untuk meninggalkan kemasan plastik dan beralih menggunakan kemasan organik. Untuk itu perlu pengujian lebih lanjut terhadap piring daun.

Masalah yang pertama muncul adalah seberapa kuat piring yang dibuat dengan menggunakan material daun jati? Maka dari itu perlu dilakukan pengujian terhadap kekuatan mekanik piring. Pengujian ini juga bertujuan untuk menentukan jumlah lapisan yang ideal untuk membuat produk piring daun. Pengujian material yang sering dilakukan dalam dunia industri adalah uji tarik (*tensile test*). Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui ketahanan material

terhadap beban operasinya yang didasarkan pada perhitungan kekuatan material (Budiman 2016).

Alat uji tarik yang berada dipasaran memiliki kapastitas tarik (N) yang besar, sedangkan piring daun memiliki kekuatan mekanik yang kecil, sehingga alat uji tidak cukup mampu mendeteksi perubahan beban terkecil (resolusi). Maka dari itu perlu sebuah alat uji tarik berkapasitas kecil. Penulis akan membangun sebuah alat uji tarik khusus material kemasan makanan yang berbasis *microcontroller* dengan menggunakan sensor *load cell* berkapasitas 120 kg. pembuatan alat uji tarik ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas piring daun, terutama untuk menentukan jumlah lapisan daun yang ideal.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun alat uji tarik khusus material kemasan makanan berbasis *microcontroller* dengan menggunakan sensor *load cell* 120 kg, serta mengetahui kecepatan eksekusi dan stabilitas alat uji.
2. Mencari nilai resolusi, kepresisian dan keakuratan alat uji tarik dan membandingkan dengan standar IEC (*International Electrotechnical Commission*) no. 13B-23.
3. Mengetahui sifat mekanik piring daun termasuk ke dalam material getas atau ulet, berupa perpanjangan atau elongasi (e).
4. Mengetahui kekuatan mekanik piring daun terhadap jumlah lapisan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat uji hanya dapat digunakan untuk spesimen persegi panjang pipih (lembaran) dan tidak dapat digunakan untuk spesimen berbentuk silinder.
2. Sensor *load Cell type* CZL 601 berkapasitas 120kg.
3. Tidak menganalisis secara detail mengenai hasil pengujian tarik.

1.4 Sistematika Penulisan Laporan

Pada Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini penulis menyusun menjadi 5 bab, berikut penjabarannya:

Bab I. Pendahuluan

pada bab ini penulis menjabarkan latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan laporan.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi rujukan ilmu dari berbagai sumber sebagai dasar penelitian.

Bab III. Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi tentang komposisi metode penelitian yaitu, tempat dan waktu penelitian, rencana anggaran biaya, alat dan bahan, diagram alur penelitian, konsep desain alat penelitian, skema rangkaian *microcontroller*, prosedur penelitian.

Bab IV. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi perancangan detail alat, proses pembuatan alat, proses pengujian, dan pengambilan data yang selanjutnya digunakan sebagai proses analisis, perhitungan, pembahasan dan evaluasi rancangan alat.

Bab IV. Simpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh proses penelitian, dan saran yang berasal dari keresahan penulis selama penelitian.

Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisikan referensi yang digunakan untuk menulis laporan penelitian ini.

Lampiran

Pada bagian ini berisikan lampiran gambar dan beberapa lampiran pendukung yang digunakan dalam proses penelitian.

BAB II

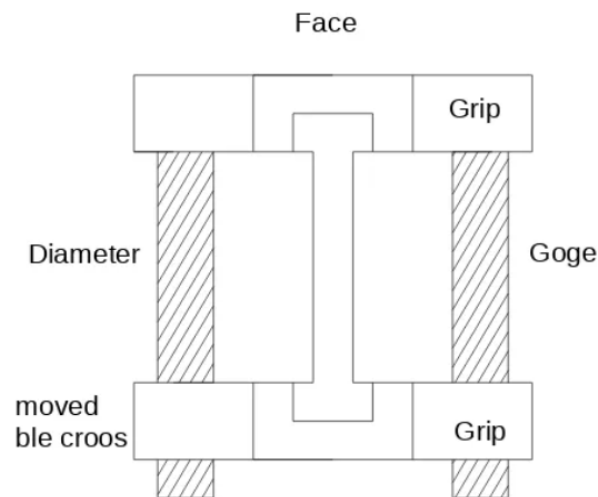
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun dan Pelepah

Daun adalah bagian dari tumbuhan yang berfungsi sebagai media berfotosintesis pada tumbuhan. sedangkan pelepah adalah bagian pangkal daun yang melebar. pada produk makanan daun biasanya digunakan sebagai pembungkus yang umumnya ditemukan pada produk tradisional, misalnya pembungkus tempe, arem-arem, lempeng dan jajanan tradisional lainnya. Sedangkan pelepah yang paling sering digunakan adalah pelepah pinang karena memiliki struktur yang lentur dan kuat, pelepah pinang biasanya dibuat sebagai piring, tas, bahkan asesoris. banyak kelebihan dari produk yang berasal dari bahan organik yaitu sangat mudah di urai oleh alam, tidak mengandung bahan kimia berbahaya, namun produk organik memiliki kekurangan yaitu tidak tahan lama atau cepat membusuk, produk organik yang digunakan untuk pembungkus makanan bersifat sekali pakai (Hadisunarso, 2013).

2.2 Uji Tarik

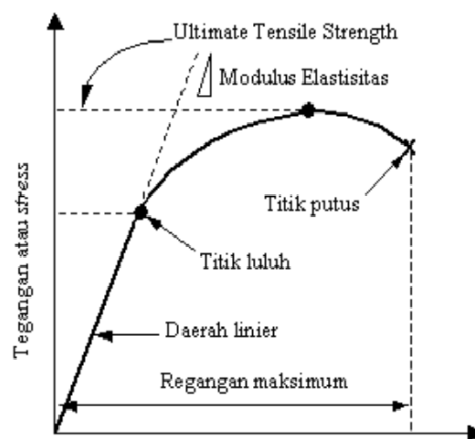
Uji tarik digunakan sebagai pelengkap informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan untuk data spesifikasi bahan (Dieter, 1987). Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan material dengan cara memberi gaya secara aksial atau searah (Askeland, 1995).



Gambar 1. Pengujian tarik

Sumber: <https://123dok.com>

Kurva tegangan-regangan yang dihitung diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Tegangan yang digunakan pada kurva adalah tegangan longitudinal rata-rata dari uji tarik, diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang asli benda uji.



Gambar 2. Kurva uji tarik

Sumber: <https://123dok.com>

Terdapat beberapa istilah dalam uji tarik beberapa istilah yang dapat dirangkum adalah sebagai berikut.

2.2.1 Batas Elastis

Batas elastis adalah suatu acuan dimana apabila bahan uji diberi beban, kemudian beban dihilangkan maka bahan tersebut akan kembali ke bentuk semula, dan apabila beban tetap ditarik hingga melewati titik ini maka material akan mengalami deformasi plastis.

2.2.2 Deformasi Plastis

Deformasi plastis adalah suatu perubahan bentuk suatu material akibat telah melewati titik elastic, pada masa ini pengujian telah mencapai daerah landing.

2.2.3 Tegangan Luluh Atas

Tegangan luluh atas adalah tegangan maksimum sebelum bahan memasuki fase daerah landing peralihan deformasi elastis ke plastis.

2.2.4 Tegangan Luluh Bawah

Tegangan luluh bawah adalah Tegangan rata-rata daerah landing sebelum benar-benar memasuki fase deformasi plastis.

2.2.5 Regangan Luluh

Regangan luluh adalah sebuah regangan permanen saat material akan memasuki fase deformasi plastis.

2.2.6 Regangan Elastis

Regangan elastis adalah apabila beban dilepaskan maka akan kembali ke posisi semula

2.2.7 Tegangan Tarik Maksimum

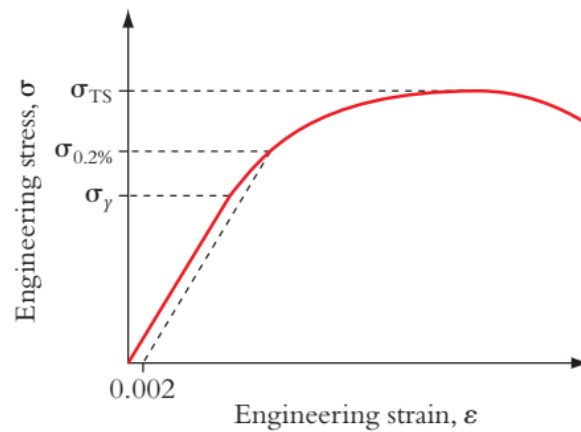
Tegangan tarik maksimum merupakan besar tegangan maksimum yang didapatkan dalam uji tarik.

2.2.8 Kekuatan Patah

Kekuatan patah merupakan besar tegangan di mana bahan yang diuji putus atau patah.

2.3 Tegangan Luluh 0,2%

Dalam kondisi nyata, sulit untuk menentukan titik yang tepat di mana kurva tegangan-regangan menjadi non-linier. Oleh karena itu, kekuatan luluh biasanya didefinisikan sebagai tegangan pada nilai regangan plastis yang berubah-ubah (biasanya 0,2% atau 0,002). Tegangan leleh 0,2% (atau biasa dikenal sebagai tegangan luluh 0,2%) ditentukan dengan mencari perpotongan kurva tegangan-regangan dengan garis yang sejajar dengan kemiringan awal kurva, memotong sumbu-x pada 0,002 (0,2%). Struktur ini juga ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema plot tegangan-regangan dengan tegangan luluh (y), tegangan bukti (0,2 persen) dan tegangan tarik (TS)

Sumber: <https://123dok.com>

2.4 Perbedaan Keuletan dan Kegetasan

Terdapat perbedaan yang signifikan antara material getas dan ulet yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. a) Patah getas b) patah ulet

Sumber: <https://123dok.com>

2.4.1 Keuletan

Keuletan adalah suatu sifat material yang dapat diartikan sebagai kecenderungan material untuk mengalami deformasi yang sangat signifikan sebelum patah. Ukuran keuletan material suatu material diukur dengan menggunakan persentase perpanjangan atau elongasi (e). material dengan elongasi lebih dari 5% pada saat patah maka dianggap sebagai material ulet (David, 2016)

2.4.2 Kegasatan

Kegetasan adalah sifat material yang dapat diartikan sebagai kecenderungan material untuk tidak mengalami deformasi sebelum patah atau dapat disebut nilai elongasi di bawah 5 % pada saat patah (Budynas, 2011)

2.5 Penelitian Pendukung

Untuk melakukan penelitian terkait pengujian tarik maka dibutuhkan jurnal penelitian pendukung, adapun jurnal pendukung adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Penelitian pendukung

No	Nama dan Tahun	Metode	Kesimpulan
1	Engkos Koswara. 2017	Merancang bangun mesin uji tarik menggunakan <i>load cell</i> 1000 kg.	Hasil yang tertera pada komputer hanya nilai beban tariknya saja, pertambahan panjang spesimen tidak diketahui.
2	Sri Wahyuni Sitorus, Ajat Sudrajat, Kiki Rezki L. 2018	Merancang Bangun <i>Load Cell</i> Kapasitas 20 kN Untuk Beban Kerja Tarik dan Tekan.	Dalam merancang load cell, dimensinya harus disesuaikan dengan dimensi <i>eye bolt</i> yang sesuai dengan beban nominal <i>load cell</i> .
3	Haris Budiman. 2016	Menganalisis pengujian tarik dengan alat bantu <i>load cell</i> .	Hasil dari pengukuran kekuatan tarik dan modulus elastisitas dapat diplot pada kurva uji tarik regangan

4	Robby Debriand, Martin Doloksaribu, Irvando Damanik. 2013	Merancang bangun timbangan <i>load cell</i> tipe S.	terhadap regangan. Karakteristik <i>load cell</i> tipe S cocok untuk timbangan segala jenis beban.
5	Priskila M.N.Manege, Elia Kendek Allo, Bahrun. 2017	Merancang bangun timbangan digital dengan <i>load cell</i> 20 kg yang berbasis <i>mikrokontroler</i> .	Rata-rata hasil pengukuran dari timbangan digital adalah sebesar 1.121gram dan besarnya deviasi pada timbangan digital 3.16gram.
6	Martinus, Agus Haryanto, Sugeng Triono, Mareli Telaumbanua. 2021	<i>Development Of Teak Leaf Plate Molding Machine For Producing Plastic Alternative Products</i>	Dalam memproduksi piring daun temperatur cetakan yang ideal sebesar 150° C, Tekanan dongkrak yang ideal sebesar 125 kg dan waktu cetak yang ideal sebesar 150 detik.
7	Abubakar Dabet, Ferry Safriwardi, dan Ali Jannifar. 2015	Merancang bangun alat uji tarik serat alam untuk mendukung industri nasional.	Telah berhasil dibuat <i>prototype</i> alat uji tarik serat alam serta uji coba. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti, akademisi dan industri dalam mendukung perkembangan industri serat alam nasional.
8	Pandri Pandiatmi, IDK Okariawan, Emmy Diah Sulistyowati, Salman, IG.A.K. Chatur Adhi	Membuat mesin uji tarik kapasitas kecil.	Arduino uno R3 memiliki akurasi pembacaan sebesar 0,488 kg dan 0,038 mm. Program lab view dapat digunakan untuk data logging uji tarik.
9	Jamaludin. 2018	Analisa perhitungan dan pemilihan <i>load cell</i> pada rancang bangun Alat uji tarik kapasitas 3 ton.	Masalah yang sering terjadi pada <i>load cell</i> adalah permasalahan mekanik, kondisi lingkungan, pengecekan fisik, <i>zero balance</i>
10	Djoko Widodo, Gatot Santoso. 2017	Rancang bangun mesin uji tarik material berbahan kain (<i>fabrics</i>).	Pembuatan alat uji tarik kain telah berhasil dilakukan dengan alhasil yang memuaskan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Seluruh kegiatan penelitian dilakukan di laboratorium Mekatronika dan Metrologi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Penelitian dimulai sejak Agustus 2020.

Tabel 2. Jadwal kegiatan penelitian

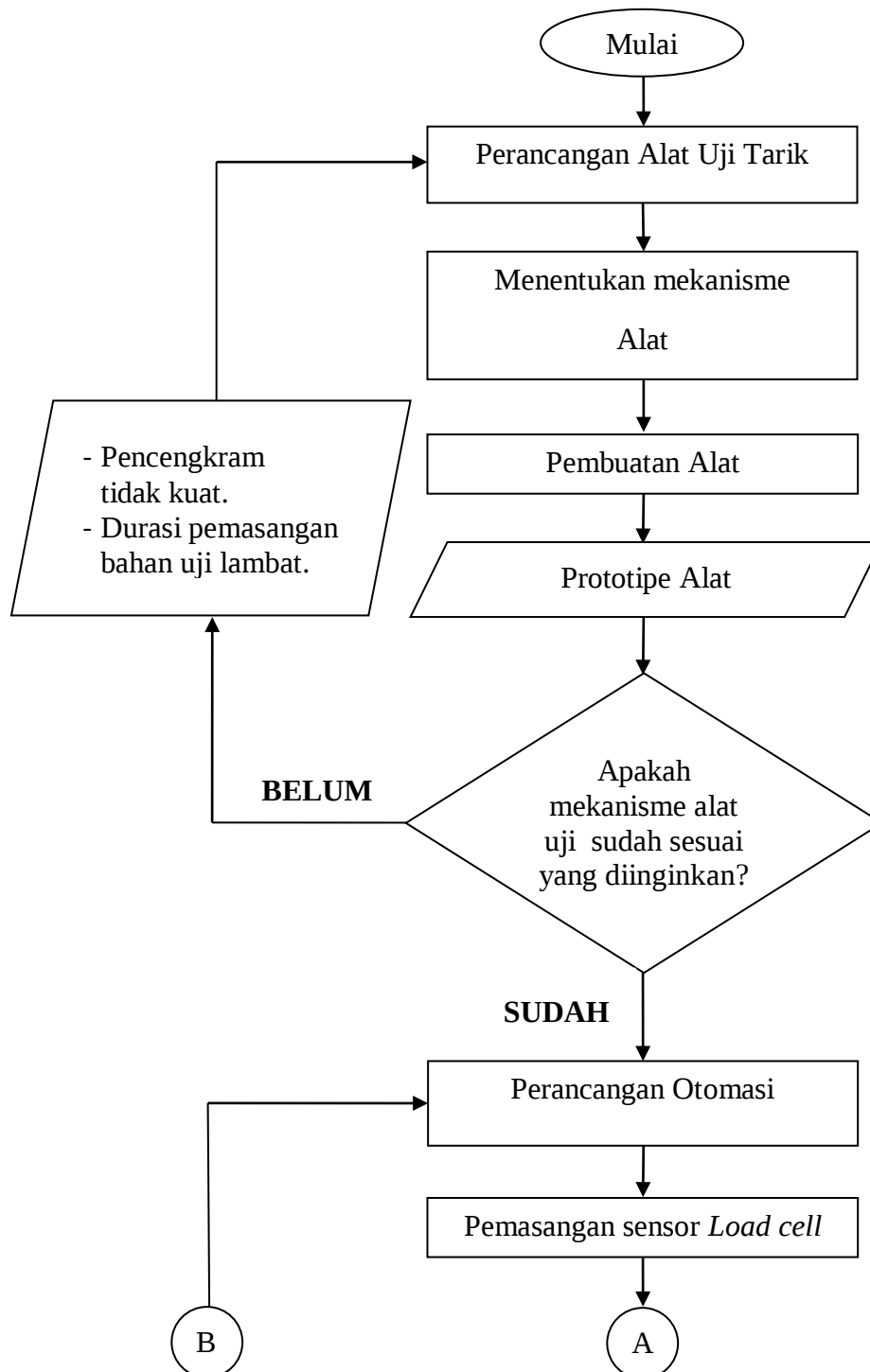
Kegiatan		Agustus				September				Oktober				November			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur																
2	perancangan																
3	Pembelian bahan																
4	Pembuatan alat																
5	Eksperimen																
6	Pembuatan laporan akhir																

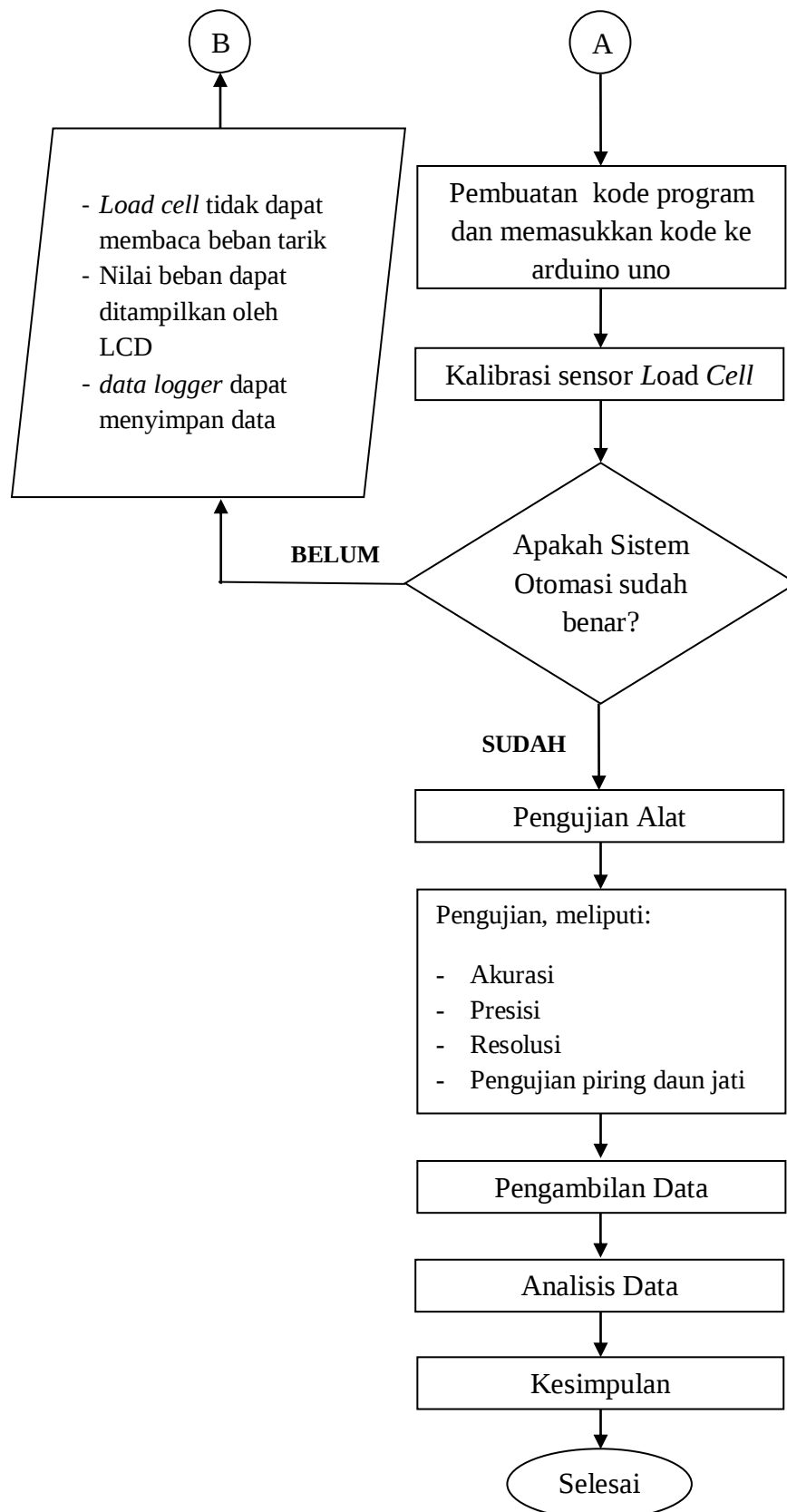
3.2 Karakteristik Penelitian

Penelitian ini membuat rancangan desain alat uji tarik untuk material kemasan makanan, sampel pengujian adalah daun, *styrofoam* dan plastik mika. Alat ini menggunakan sensor beban yaitu *load cell* 120 kg dengan menggunakan mekanisme tarik (aksial) yang ditransformasikan menjadi gerak torsional. Beban tarik di tangkap oleh *load cell* kemudian dicatat oleh *data logger*.

3.3 Diagram Alur Penelitian

Urutan langkah penelitian ini dijabarkan dalam bentuk *flowchart* yang di tampilkan sebagai berikut:

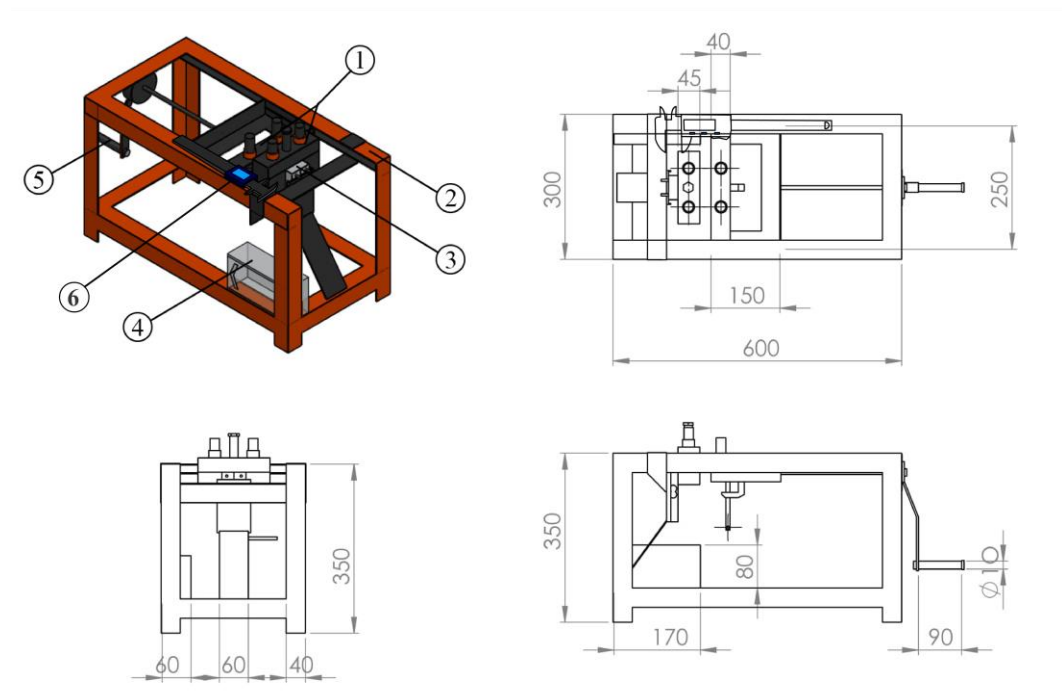




Gambar 5. Desain alat uji tarik

3.4 Rancangan Alat Uji Tarik

Desain Alat uji tarik ini dibuat menggunakan aplikasi Solidwork dengan skala 1 : 10 dan dimensi dalam centimeter, adapun rancangan desain alat uji tarik adalah sebagai berikut:



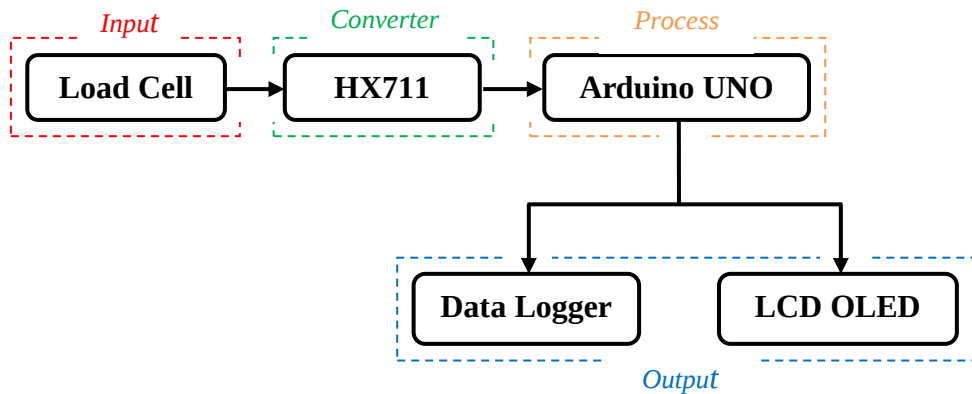
Gambar 6. Desain alat uji tarik

Keterangan:

1. Pencengkram benda uji
2. Rangka
3. *Load cell*
4. Panel sistem Pengukur
5. Tuas penarik
6. Jangka sorong *digital*

3.5 Rancangan Sistem Pengukur

Skema sistem pengukur dibuat dengan menggunakan aplikasi *Eagle*, adapun skema sistem pengukur untuk alat uji tarik adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Skematik sistem pengukur

3.6 Alat dan Bahan Pembuatan Alat Uji Tarik

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

3.6.1 Alat

Untuk alat yang digunakan dalam membuat alat uji tarik adalah sebagai berikut:

- Alat ukur
- Mesin gerinda
- Mesin bor
- Mesin Las
- Tool kit*

3.6.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat uji tarik adalah sebagai berikut:

a) Besi siku

Besi siku yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan besi baja rendah dengan lebar 40mm x 40mm tebal 3mm. besi siku digunakan sebagai rangka.

b) *Drawer slide*

Drawer slide adalah sebuah rel yang biasa digunakan untuk produk *furniture*.

Drawer slide digunakan sebagai lintasan pencengkram bahan uji.

c) *Pillow block bearing*

Pillow bearing adalah bearing yang dapat menyesuaikan kondisi poros.

Pillow bearing digunakan sebagai bantalan tuas pemutar.

d) *C Clamp 2 inch*

C clamp adalah alat bantu yang berfungsi sebagai klem bidang kerja agar posisinya tidak berubah. pada alat ini *C clamp* digunakan untuk mencengkram benda uji.

e) *Load cell*

Load cell adalah sensor yang dapat mengubah gaya menjadi sinyal listrik, load cell yang digunakan berkapasitas 40 kg yang digunakan untuk mengetahui beban tarik.

f) Arduino uno

Arduino Uno adalah *board microcontroller* berbasis ATmega 328. Arduino Uno digunakan sebagai pengolah informasi.

g) *Data logger*

Data logger adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mencatat data dari waktu ke waktu yang terintegrasi dengan sensor serta instrumen. Pada Alat ini *data logger* digunakan sebagai pencatat data pengujian.

h) *LCD OLED 1.3 inch*

Pada alat ini oled digunakan untuk menampilkan beban tarik secara aktual.

i) *HX711 module*

HX711 Module adalah module timbangan yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistensi. *HX711* pada alat ini digunakan untuk mengkonversi informasi dari *load cell* ke arduino uno.

j) *Akrilik*

Pada alat ini akrilik digunakan sebagai kotak panel *instrument microcontroller*.

k) *Jangka sorong digital*

Jangka sorong digital digunakan untuk mengukur regangan materil saat diuji tarik.

3.7 Rencana Anggaran Biaya

Perkiraan anggaran biaya, perancangan, pembelian bahan dan perakitan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Anggaran penelitian

No.	Nama Barang dan Jasa	Satuan	Harga (Rp)	Tempat
Barang				
1	Besi Siku 40 x 40 mm	6 Meter	160.000	Toko Sukabumi
2	<i>Drawer Slide</i>	2 Buah	30.000	Toko <i>Online</i>
3	<i>Pillow Block P204</i>	1 Buah	100.000	Toko Sinar Bearing
4	<i>C Clamp 2 Inch</i>	1 Buah	95.000	Toko Sukabumi
5	Baut dan Mur 14mm Panjang 10cm	9 Buah	18.000	Toko Sumber Baut
6	Baut dan Mur 14mm Panjang 70cm	1 Buah	8.000	Toko Sumber Baut
7	Baut dan Mur 10mm Panjang 5cm	4 Buah	6.000	Toko Sumber Baut
8	Bos 14mm x 10mm	4 Buah	12.000	Toko Sumber Baut
9	<i>Load cell CZL 601</i> 120kg	1 Buah	350.000	Toko <i>Online</i>
10	Arduino Uno	1 Buah	110.000	Toko <i>Online</i>
11	Kabel <i>Jumper</i>	20 Buah	10.000	Toko <i>Online</i>
12	<i>Data Logger module</i>	1 Buah	70.000	Toko <i>Online</i>
13	LCD OLED 1.3 <i>Inch</i>	1 Buah	60.000	Toko <i>Online</i>
14	<i>HX711 Module</i>	1 Buah	12.000	Toko <i>Online</i>
15	Tombol <i>reset</i>	1 Buah	5.000	Toko <i>Online</i>
16	Akrilik	1 lembar	30.000	Toko Sukabumi
17	Lem Serbaguna	1 buah	10.000	Toko Sukabumi
18	Jangka Sorong	1 buah	50.000	Toko <i>Online</i>
Jasa Bengkel				
18	Jasa perakitan	1 Paket	150.000	Bengkel Tunas karya
Total Biaya Rp. 1.2386.000,00				

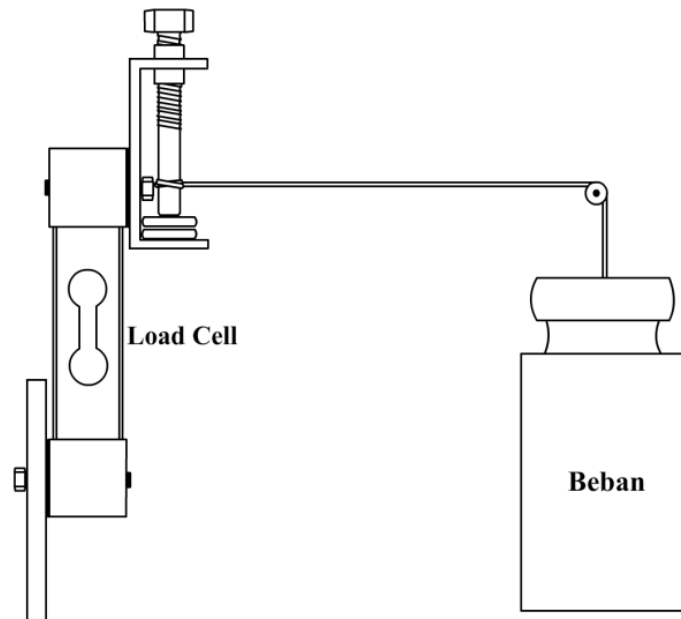
3.8 Analisis dan Pengujian

Adapun beberapa analisis dan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi:

3.8.1 Kalibrasi dan Validasi Sensor Load Cell

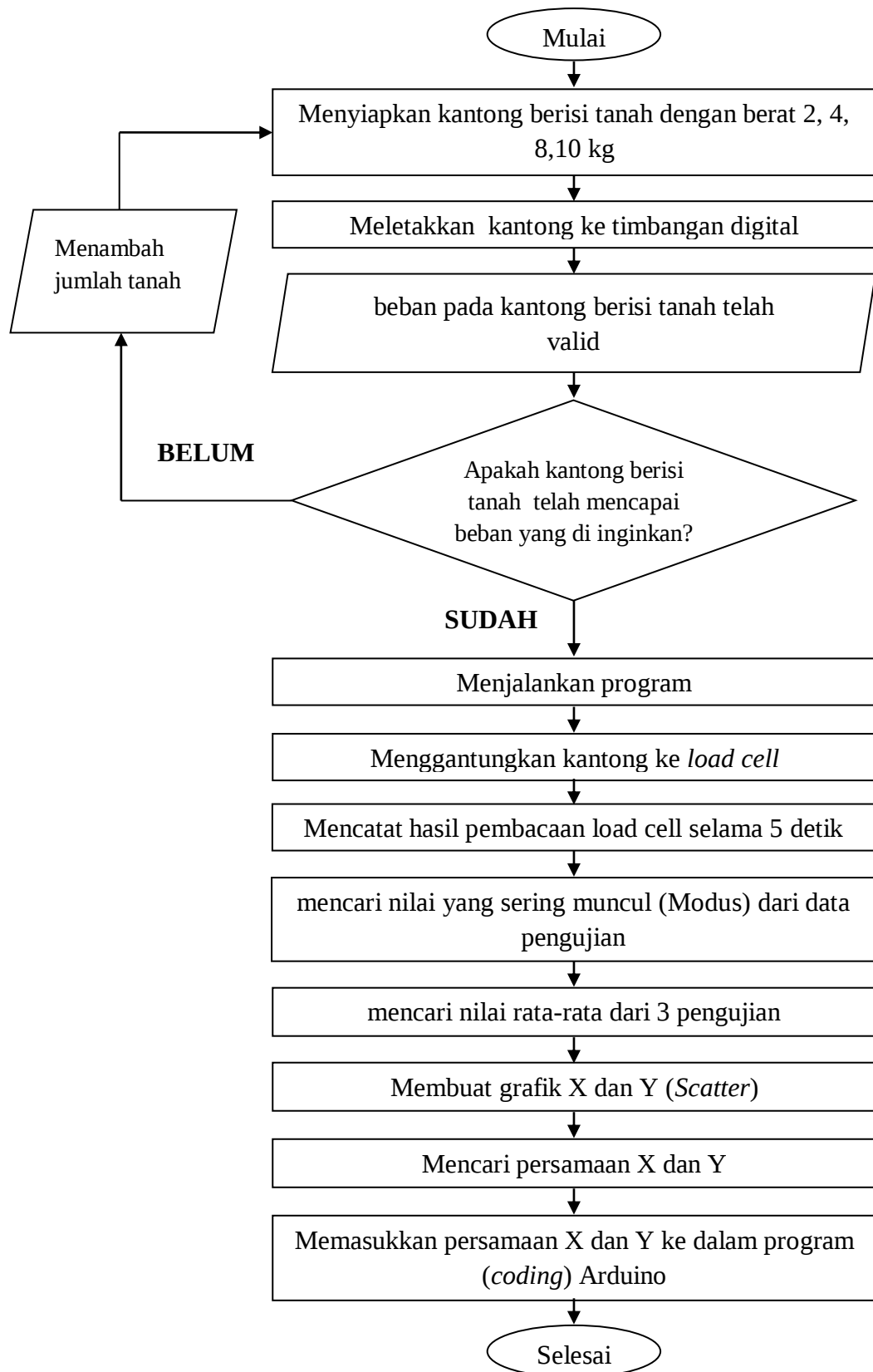
Kalibrasi adalah suatu kegiatan dengan tujuan mencari kebenaran konvensional nilai yang ditampilkan alat ukur dengan membandingkan

dengan standar ukur yang sesuai dengan standar nasional maupun internasional. Hasil yang didapatkan dari kegiatan kalibrasi adalah mendapatkan kesalahan penunjukan, nilai pada tanda skala, faktor kalibrasi, atau faktor kalibrasi lainnya (LIPI, 2008).



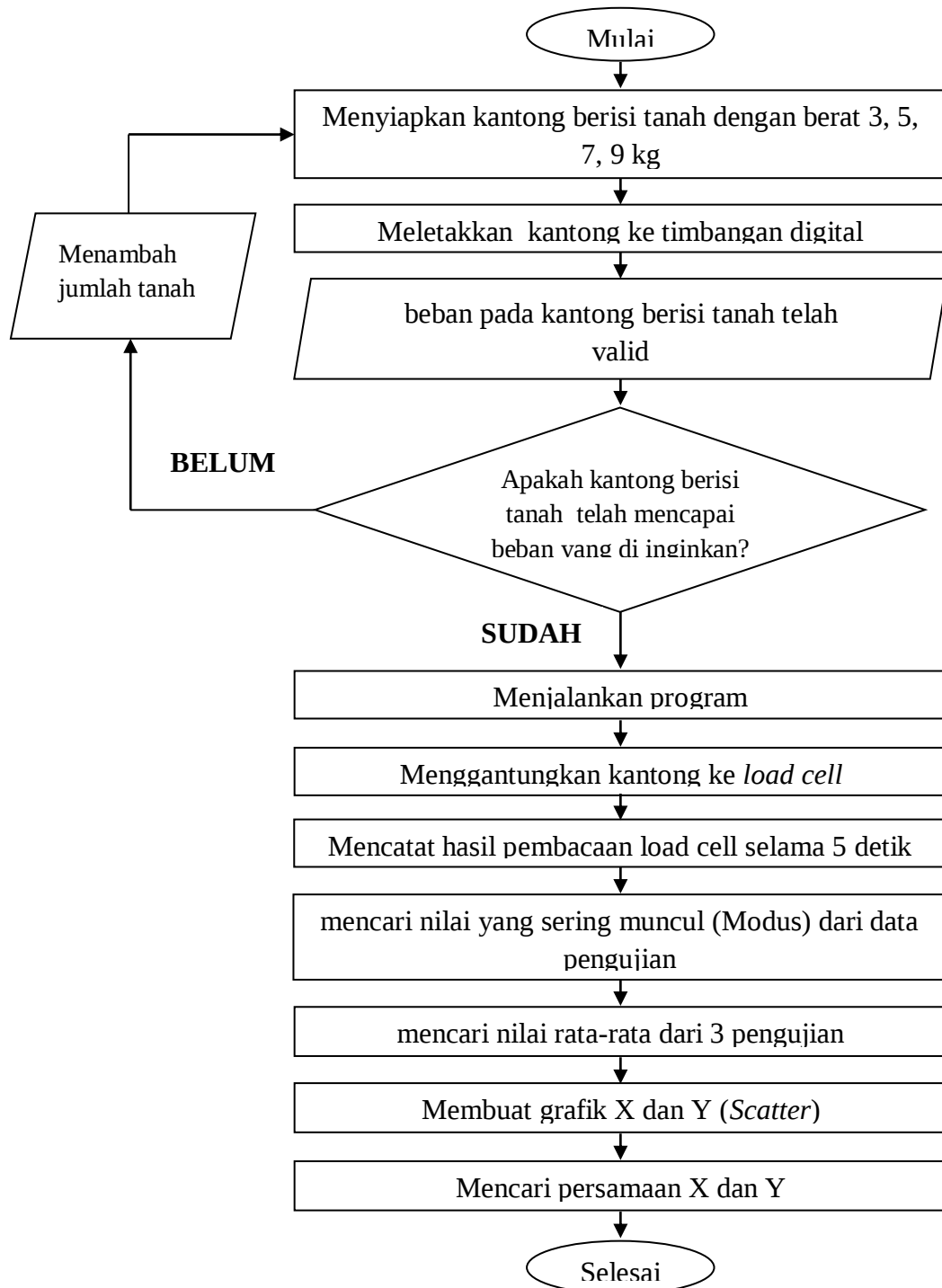
Gambar 8. Metode kalibrasi dan validasi sensor

Kalibrasi sensor dilakukan dengan menggunakan beban berupa kantong yang berisi tanah dengan berat 2, 4, 6, 8, 10 kg dengan 3 kali pengujian selama 5 detik. Tahap pertama kalibrasi adalah mencari nilai beban dengan cara menimbang kantong berisi tanah menggunakan timbangan digital. Tahap kedua yaitu mencari nilai beban dengan cara menggantungkan beban ke sensor *load cell*.



Gambar 9. Alur kalibrasi sensor *load cell*

Validasi adalah proses pembuktian suatu nilai terhadap nilai yang sebenarnya. Metode yang digunakan sama dengan metode kalibrasi.



Gambar 10. Alur validasi sensor *load cell*

Setelah dilakukan proses kalibrasi selanjutnya data akan di tampilkan dalam bentuk grafik X dan Y (*scatter*) maka output yang dihasilkan berupa persamaan X dan Y, kemudian persamaan tersebut dimasukkan ke dalam program (*coding*) Arduino. Selanjutnya adalah proses validasi yaitu dengan cara yang sama seperti yang digunakan untuk kalibrasi.

3.8.2 Kecepatan Eksekusi

Kecepatan Eksekusi atau respon pengukuran adalah perubahan sinyal output terhadap perubahan sinyal input. Respon pengukuran dibagi menjadi 2 yaitu respon *transient* dan respon *steady state*. Respon *transient* adalah seberapa waktu sebuah alat ukur saat pertama kali digunakan hingga mencapai *steady state*. Sedangkan respon *steady state* adalah seberapa lama waktu sebuah alat ukur dari keadaan *steady state* hingga waktu tidak terhingga (Ogata, 1995).

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu dengan cara menggantungkan beban pada *load cell*. percobaan ini diulang selama lima kali dengan menggunakan beban yang sama. Beban yang digunakan berupa anak timbangan dengan berat 1000 gram. Selanjutnya nilai respon pengukuran (*millisecond*) di ambil dari titik awal pemberian beban hingga titik dimana alat ukur telah mencapai angka 1000 gram. Data yang akan diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Data kecepatan eksekusi

Percobaan	t awal (mili detik)	t akhir (mili detik)	t akhir - t awal (mili detik)
1			
2			
3			

4
5
Rata-rata

3.8.3 Stabilitas Alat uji

Pengujian stabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi pembacaan alat uji yang dilakukan secara berulang dengan menggunakan beban dan waktu yang sama. Pada penelitian ini beban yang digunakan adalah anak timbangan dengan berat 1000 gram yang digantungkan pada *load cell* selama 5 kali percobaan. Data dari pengujian ini selanjutnya akan dicari simpangan pengukuran. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Data stabilitas alat uji tarik

No	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5	
	Waktu (ms)	Beban (g)	Waktu (ms)	Beban (g)	Waktu (ms)	Beban (g)	Waktu (ms)	Beban (g)	Waktu (ms)	Beban (g)
1										
2										
3										
...										
dst										

3.8.4 Akurasi Alat uji

Akurasi dalam pengukuran merupakan tingkat kedekatan pengukuran aktual terhadap nilai yang sebenarnya (Neneng 2017). Tahap mencari keakuratan alat uji tarik yang telah di buat adalah mengacu pada Standar IEC (*International Electrotechnical Commission*). Menurut Standar IEC no. 13B-23 bahwa ketelitian alat ukur dibagi menjadi 8 kelas, yaitu kelas I dengan ketelitian $\pm 0,05\%$, $\pm 0,1\%$, $\pm 0,2\%$ kelas II $\pm 0,5\%$, kelas III $\pm 1,0\%$, kelas

IV $\pm 1,5\%$, $\pm 2,5\%$, $\pm 5\%$ dihitung dari relatif harga maksimum (*Error*). *Error* itu sendiri dapat diartikan ukuran reliabilitas suatu hasil pengukuran sehingga *Error* menentukan mutu dari hasil pengukuran (Subeno, 2009). Nilai error yang akan dicari adalah nilai error yang sering muncul (modus). Adapun data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Data percobaan pembebanan sensor *load cell*

Percobaan	Modus (g)
1	
2	
3	
4	
5	
Rata-rata	

3.8.5 Kepresisian Alat Uji

Kepresisian dari suatu sistem pengukuran adalah sejauh mana pengulangan pengukuran dalam kondisi yang tidak berubah mendapatkan hasil yang sama (Taylor, 1999). Biasanya presisi diukur sebagai *standard deviation* (SD) atau *relative standard deviation* (RSD). Semakin kecil persentase RSD maka tingkat kepresisian semakin baik. Tahap mencari kepresisian pembacaan alat uji, nilai presisi dapat diukur sebagai simpangan baku relatif (RSD) yang artinya semakin kecil RSD maka semakin presisi pembacaan alat uji tersebut. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Data percobaan pembebanan sensor *load cell*

Percobaan	Modus (gram)	xi (gram)	xi ² (gram)
1			
2			
3			
4			
5			
Jumlah			
Rata-rata			

Data tersebut selanjutnya akan dihitung menggunakan persamaan berikut.

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

Nilai *standard deviation* selanjutnya digunakan untuk mencari *relative standard deviation*.

$$RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

SD = *Standard deviation*

RSD = *Relative standard deviation*

xi = Data aktual

n = Jumlah data

$\bar{x}$ = Rata-rata pengukuran

3.8.6 Resolusi Alat Uji

Tahap mencari resolusi alat uji, Salah satu parameter pada alat uji yaitu resolusi, semakin kecil nilai resolusi maka semakin baik alat uji tersebut. Resolusi adalah perubahan terkecil pada *input* mekanik yang dapat

mempengaruhi *output* (Sulistiadji 2009). Metode yang digunakan adalah mencari nilai *rated output sensor* (mV/V), *load cell capacity* (g), *samples per second* pada *data sheet load cell*. Kemudian nilai-nilai tersebut di kalkulasikan menggunakan *Resolution Calculator*. Prinsip dasar dari kalkulator resolusi adalah menggunakan formula sebagai berikut.

$$\left(\left(\frac{SC}{SR} \right) SRO \right) MT \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

SC = *Sensor capacity*

SR = *Sampling rate*

SRO = *Sensor rated output*

MT = *Model type*

3.9 Pengujian Sifat Material Daun Jati

Pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat material dari piring daun apakah daun jati termasuk material yang ulet atau getas. Pada penelitian ini hanya mengambil salah satu pengujian daun. Terdapat beberapa parameter yang perlu diketahui untuk pengujian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 8. Spesifikasi bahan uji

No	Data Piring Daun	Angka	Satuan
1	Lapisan		
2	Material		
3	Lebar		
4	Tebal		
5	Luas permukaan (A_0)		
6	Panjang awal (ℓ)		
7	Panjang akhir (ℓ_0)		

Setelah didapatkan beberapa parameter seperti terlihat pada tabel maka selanjutnya adalah proses pengujian piring. Data yang didapatkan adalah berupa beban (g) dan Perubahan panjang (mm). Kemudian beban (g) dirubah menjadi gaya (N) dengan cara mengalikan beban dengan gravitasi sebesar 0,0098067. Selanjutnya adalah merubah data menjadi tegangan (N/mm²) dan regangan menggunakan persamaan berikut

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (5)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

σ = Tegangan

ε = Regangan

F = Gaya tarik

A_0 = Luas permukaan awal

ℓ = Panjang setelah pengujian

ℓ_0 = Panjang mula-mula

Setelah data pengujian tarik diubah menjadi tegangan dan regangan, maka selanjutnya data akan ditampilkan dalam bentuk grafik tegangan dan regangan. Selanjutnya adalah menganalisis grafik tegangan dan regangan, adapun yang akan dianalisis adalah sebagai berikut.

3.9.1 Tegangan maksimum (σ_u)

Untuk mencari tegangan maksimum persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

σ_u = Tegangan maksimum

F_u = Gaya pada titik maksimum

A_0 = Luas permukaan mula-mula

3.9.2 Tegangan luluh (σ_y)

Untuk mencari tegangan luluh persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_0} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

σ_y = Tegangan luluh

F_y = Gaya pada titik luluh

A_0 = Luas permukaan mula-mula

3.9.3 Tegangan patah (σ_f)

Untuk mencari tegangan patah persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\sigma_f = \frac{F_f}{A_0} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

σ_f = Tegangan patah

F_f = Gaya pada titik patah

A_0 = Luas permukaan mula-mula

3.9.4 Modulus elastisitas (E)

Untuk mengetahui modulus elastisitas maka perlu diketahui beberapa parameter berikut.

Tabel 9. Data pengujian bahan uji

Titik beban	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)
Titik awal pembebanan		
Titik luluh		
Selisih (Δ)		

Persamaan yang digunakan untuk mencari modulus elastisitas adalah sebagai berikut

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

$\Delta\sigma$ = Selisih tegangan

$\Delta\epsilon$ = Selisih regangan

3.9.5 Elongasi (e)

Untuk mengetahui perpanjangan atau elongasi setelah pengujian maka harus menggunakan persamaan berikut.

$$e = \frac{\ell_1 - \ell_0}{\ell_0} 100\% \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

e = Elongasi / perpanjangan

ℓ = Panjang setelah pengujian

ℓ_0 = Panjang mula-mula

3.10 Pengujian Kekuatan Piring Daun Berdasarkan Jumlah Lapisan

Pengujian alat uji tarik yaitu dengan menggunakan sampel potongan piring daun dengan dimensi 5cm x 7cm. Daun yang digunakan adalah daun jati. Variasi jumlah lapisan mulai dari 1 lapis hingga 6 lapis dengan setiap lapisan dilakukan 10 kali pengujian spesimen yang berbeda. Data yang diperlukan pada penelitian adalah sebagai berikut.

Tabel 10. Data Pengujian tarik berdasarkan jumlah lapisan

Percobaan	1 lapis	2 lapis	3 lapis	4 lapis	5 lapis	6 lapis
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Rata-rata						

Selanjutnya data yang telah diperoleh akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan kemudian dianalisis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan tujuan pada penelitian ini.

1. Telah dibuat alat uji tarik khusus material kemasan makanan berbasis *microcontroller* dengan menggunakan sensor *load cell* 120 kg, dengan kecepatan eksekusi dalam merespon perubahan input adalah sebesar 3,083 detik, serta stabilitas alat uji menunjukkan angka yang cukup stabil dengan *error* sebesar 1,42 %.
2. Alat uji tarik yang dibuat memiliki karakteristik sebagai berikut :
 - a. Nilai resolusi sebesar 1,13 gram, dapat disimpulkan bahwa *load cell* mampu membaca perubahan input hingga 1,13 gram.
 - b. Nilai kepresisian sebesar 0,53% yang artinya alat uji sangat baik. Alat ukur dapat dikatakan buruk jika nilai kepresisian di atas 2%.
 - c. Nilai keakuratan sebesar 98,58%. Menurut Standar IEC no. 13B-23 error sebesar 1,4 % termasuk ke dalam golongan IV yaitu alat ukur yang memiliki keakuratan sebagai alat ukur umum.

3. Berdasarkan hasil penelitian sifat mekanik dari piring daun termasuk ke dalam golongan material getas karena perpanjangan atau elongasi (e) tidak lebih dari 5% pada saat patah, dan padat dilihat pada gambar 4 bahwa tidak terlihat deformasi pada bahan uji setelah patah.
4. Pada penelitian ini rata-rata kenaikan beban per 1 lapis adalah 4190,21 gram sedangkan dalam bentuk persentase kenaikan beban adalah 26,84%.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian, maka diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk mengganti mekanisme tuas penarik dengan menggunakan motor listrik atau dinamo, hal ini membuat putaran tarik menjadi lebih konstan agar titik beban dapat terlihat pada setiap titik perpanjangan.
2. diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk mengganti jangka sorong dengan menggunakan sensor jarak agar nilai perpanjangan dapat terintegrasi dengan nilai beban, serta memperoleh nilai perpanjangan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M., et. 2019. Rancang Bangun Alat Uji Tarik Serat Alam. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar. jurnal SINERGI Volume 17 (1): 65-69.
- Askeland, D.R. 1995. *The Science and Engineering of Material*. PWS Engineering. Boston. USA.
- Brouwer, W.D. 2000. *Natural fibre composites in structural components. alternative On the Occasion of the Joint FAO/CFC Seminar*. Rome. Italy.
- Budiman, H. 2016. Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37 dengan Alat Bantu Ukur Load Cell. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Majalengka. Jawa Barat. Jurnal J-Ensitec Vol 03 No. 01.
- Budynas, et. 2011. *Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Edition*. New York. Mc. Graw Hill.
- Dabet, A., et. 2018. Rancang Bangun Alat Uji Tarik Serat Alam Untuk Mendukung Industri Nasional. Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh. Aceh Utara. Jurnal Poros Volume 16 Nomor 1 13 – 22.

David, Y. 2016. Uji Tarik dan Kekerasan. <https://123dok.com/document/yr0r777y-uji-tarik-kekerasan.html>. Diakses pada 2 juli 2020.

Debriand, R. et. 2016. Rancang Bangun Timbangan Load Cell Tipe S Design Of Weight Sensor Load Cell Type S. Balai Besar Logam dan Mesin. Bandung.

Dieter, G.E. 1987. Metalurgi Mekanik, diterjemahkan oleh Sriati D., Erlangga, Jakarta.

Hadisunarso. 2013. Morfologi Daun, Universitas Terbuka. Jakarta.

Kementrian LHK. 2020. Indonesia Memasuki Era Baru Pengolahan Sampah. Siaran Pers. http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/2329. Diakses pada 7 Maret 2020.

Koeswara, E. 2015. Perancangan Mesin Uji Tarik Menggunakan Load Cell 1000 Kg. Fakultas Teknik Universitas Majalengka. Jawa Barat.

Jamaludin. 2018. Analisa Perhitungan Dan Pemilihan Load Cell Pada Rancang Bangun Alat Uji Tarik Kapasitas 3 Ton. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Tangerang. Jurnal Motor Bakar. ISSN: 2549-5038.

LIPI 2008. UPT Balai Pengembangan Instrumentasi. http://www.uptlinkalibrasi.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=45. Diakses pada 7 Mei 2020.

Taylor, J.R. 1999. *An Introduction to Error Analysis. The Study of Uncertainties in Physical Measurements, University Science Books*. ISBN 0-935702-75- X.

Martinus. 2020. Development Of Teak Leaf Plate Molding Machine For Producing Plastic Alternative Products. University Of Lampung. Indonesia Jurnal SNSIM 177-183.

Neneng, F. 2017. Pentingnya Akurasi Dan Presisi Alat Ukur Dalam Rumah Tangga. Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau.

Ogata, K. 1995. *Control Automatic* (Sistem Pengaturan). jilid 1. Erlangga. Jakarta.

Pandiatmi., et. 2017. Pembuatan mesin uji tarik kapasitas kecil bagian data akuisisi. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas. Mataram. Jurnal Dinamika Teknik Mesin ISSN: 2088-088X.

Priskila M.N., et. 2017. Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller ATMega8535. Jurusan Teknik Elektro UNSRAT. Manado. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer. ISSN : 2301-8402.

Sri, W. S., et. 2018. Rancang Bangun Load Cell Kapasitas 20 kN Untuk Beban Kerja Tarik dan Tekan. Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional. Jakarta. Jurnal Ilmiah GIGA. ISSN 1410-8682.

Standar IEC no. 13B-23, *Accuracy and Calibration of Measuring Instruments*.
International Electrotechnical Commission. Genewa. Swiss.

Subeno, E. 2009. Ketidakpastian Pengukuran. Balai metrologi Semarang.
Semarang.

Sulistiadji, K. 2009. Alat Ukur dan Instrumen Ukur. Staf perekayasa pada BBP
Mektan. Serpong.

Wicaksono, B. 2019. Mengolah Limbah Styofom, Kulit Jeruk dan Serat
Sanseveria Menjadi Benang Sintetik yang Bernilai Ekonomi. Institut
Pertanian Bogor. Bogor.

Widodo, D., et. 2017. Rancang Bangun Mesin Uji Tarik Material Berbahan Kain
(Fabrics). Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas. Pasundan. Seminar
Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI) 2017.

Wildan, A. 2017. Menghitung Standar Deviasi (SD) dan Standar Deviasi Relatif
(RSD). <http://www.sampling-analisis.com/2017/02/menghitung-standar-deviasi.html#.YbB-bNBBzDc>. Diakses pada 2 juli 2020.