



**PERANCANGAN LOAD CELL PADA ALAT UJI IMPAK UNTUK MENINGKATKAN  
AKURASI PENGUKURAN BEBAN**

**UNDERGRADUATE THESIS**  
**Submitted as one of the requirements to obtain**  
**Sarjana Teknik**

By:

Ahmad Ridwan Fauzi 003202005001

Krismas Agape 003202005014

Mukti Wibowo 003202005020

Mechanical Engineering

Cikarang, July 2023

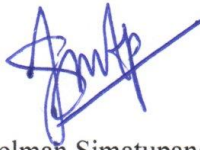
PANEL OF EXAMINER APPROVAL

The Panel of Examiners declare that the undergraduate thesis entitled “**PERANCANGAN LOAD CELL PADA ALAT UJI IMPAK UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PENGUKURAN BEBAN**” that was submitted by Ahmad Ridwan Fauzi, Krismas Agape, Mukti Wibowo majoring in Mechanical Engineering was assessed and approved to have passed the Oral Examination on 3 July 2023

**Panel of Examiner**



Dr. Eng. Lydia Anggraini, S.T, M. Eng  
**Chair of Panel Examiner**



Ir. Joni Welman Simatupang, Ph.D  
**Examiner I**

**LEMBAR PENGESAHAN**


**PERANCANGAN LOAD CELL PADA ALAT UJI IMPAK UNTUK MENINGKATKAN  
AKURASI PENGUKURAN BEBAN**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :


Ahmad Ridwan Fauzi 003202005001

Krismas Agape 003202005014

Mukti Wibowo 003202005020



Dr. Azhari Sastranegara M.Eng  
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Eng. Lydia Anggraini, S.T. M. Eng  
Kepala Program Studi Teknik Mesin

**Dibuat Sebagai Persyaratan Gelar Sarjana  
Di Bidang Teknik Mesin  
President University  
2023**

## STATEMENT OF ORIGINALITY

In my capacity as an active student of President University and as the author of the undergraduate thesis/final project/business plan (underline that applies) stated below:

Name : Ahmad Ridwan Fauzi, Krismas Agape, Mukti Wibowo

Student ID number : 003202005001, 003202005014, 003202005020

Study Program : Mechanical Engineering

Faculty : Engineering

I hereby declare that my undergraduate final project entitled "**PERANCANGAN LOAD CELL PADA ALAT UJI IMPAK UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PENGUKURAN BEBAN**" is, to the best of my knowledge and belief, an original piece of work based on sound academic principles. If there is any plagiarism, including but not limited to Artificial Intelligence plagiarism, is detected in this undergraduate thesis/final project/business plan, I am willing to be personally responsible for the consequences of these acts of plagiarism, and accept the sanctions against these acts in accordance with the rules and policies of President University.

I also declare that this work, either in whole or in part, has not been submitted to another university to obtain a degree.

Cikarang, 3 July 2023



Ahmad Ridwan Fauzi



Krismas Agape



Mukti Wibowo

## SCIENTIFIC PUBLICATION APPROVAL FOR ACADEMIC INTEREST

As a student of the President University, I, the undersigned:

Name : Ahmad Ridwan Fauzi, Krismas Agape, Mukti Wibowo

Student ID number : 003202005001, 003202005014, 003202005020

Study program : Mechanical Engineering

for the purpose of development of science and technology, certify, and approve to give President University a non-exclusive royalty-free right upon my final report with the title:

**"PERANCANGAN LOAD CELL PADA ALAT UJI IMPAK UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PENGUKURAN BEBAN"** With this non-exclusive royalty-free right, President University is entitled to converse, to convert, to manage in a database, to maintain, and to publish my final report. There are to be done with the obligation from President University to mention my name as the copyright owner of my final report.

This statement I made in truth.

Cikarang, 3 July 2023



Ahmad Ridwan Fauzi



Krismas Agape



Mukti Wibowo

## ADVISOR'S APPROVAL FOR PUBLICATION

As a lecturer of the President University, I, the undersigned:

Advisor's Name : Dr. Azhari Sastranegara  
NIDN : 0411047604  
Study program : Mechanical Engineering  
Faculty : Engineering

declare that following thesis:

Title of undergraduate thesis : **"PERANCANGAN LOAD CELL PADA ALAT UJI  
IMPAK UNTUK MENINGKATKAN AKURASI  
PENGUKURAN BEBAN"**  
Undergraduate Thesis author : Ahmad Ridwan Fauzi, Krismas Agape, Mukti Wibowo  
Student ID number : 003202005001, 003202005014, 003202005020

will be published in **journal / institution's repository / proceeding / unpublish**

Cikarang, 3 July 2023

  
Dr. Azhari Sastranegara M.Eng

## HASIL PENGECEKAN TURNITIN

### Load Cell Impact Test

#### ORIGINALITY REPORT

<b>16%</b>	<b>15%</b>	<b>1%</b>	<b>7%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

#### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>docplayer.info</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repository.ittelkom-pwt.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>eprints.umm.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repository.its.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universitas Islam Indonesia</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>core.ac.uk</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>desetyawan.wordpress.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Sriwijaya University</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Sardar Patel College of Engineering</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>

<b>10</b>	<b>123dok.com</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>11</b>	<b>Submitted to Universiti Tenaga Nasional</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>12</b>	<b>www.slideshare.net</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

56

## Stats

**Average Perplexity Score: 847.568**

---

A document's perplexity is a measurement of the randomness of the text

**Burstiness Score: 737.282**

---

A document's burstiness is a measurement of the variation in perplexity

**Your sentence with the highest perplexity, "*Melakukan pengujian alat dan membuat analisa hasil pengujian.*", has a perplexity of: 2881**



## ABSTRAK

Alat Uji Impak yang saat ini digunakan di Laboratorium Mesin President University saat ini adalah jenis alat uji Drop Weight Impact Test. Alat ini menggunakan impactor seberat 1,5kg dan dijatuhkan pada ketinggian maksimum 1,250m, kemudian dilakukan analisa terhadap energi yang diserap ketika dilakukan pengujian pada spesimen. Alat yang ada saat ini tidak dapat memberikan data gaya yang bekerja karena alat tersebut hanya mengukur dampak impak pada spesimen.

Pengujian kali ini melanjutkan untuk menganalisa gaya atau force reaction yang ditimbulkan pada saat terjadi impak atau benturan ketika impactor bertumbukan dengan spesimen. Besaran gaya reaksi yang ditimbulkan diambil dengan load cell yang dirancang sendiri yang hasilnya dikalibrasi dengan hasil perhitungan menggunakan metode numerik FEM. Load cell dikalibrasi secara statis dengan UTM (Universal Testing Machine). Kemudian ketika diuji dengan beban impak, hasilnya divalidasi dengan hasil perhitungan menggunakan FEM.

Dari hasil perhitungan menggunakan FEM didapatkan durasi impak hingga 0,95 mikro second, maka dalam penelitian ini modul ADC (Analog Digital Converter) yang digunakan adalah ADS1256 yang mempunyai kapasitas hingga 30.000 Sample Per Second atau 30kSPS. Data beban impak yang ditangkap oleh load cell hasilnya sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan FEM

### Keyword

*Drop Weight Impact Test Load Cell*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus yang telah memberikan berkat dan anugerah yang melimpah, sehingga saya dapat melaksanakan Project By Course ini serta mendapat kesempatan untuk menyelesaikan laporan dengan baik. Laporan ini disusun sebagai tugas akhir untuk memenuhi tanggung jawab sebagai mahasiswa Teknik Mesin setelah menyelesaikan Final Project dengan judul **"PERANCANGAN LOAD CELL PADA ALAT UJI IMPAK UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PENGUKURAN BEBAN"**. Dalam penyusunan Laporan Akhir Final Project ini, tentu tidak terlepas dari panduan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang tak terukur saya ucapkan kepada:

1. Yth. Bp. Dr. Azhari Sastranegara selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan izin dan bimbingan dalam melaksanakan Final Project.
2. Yth. Bp. Joni Welman Simatupang, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan izin dan bimbingan dalam melaksanakan Final Project.
3. Yth. Ibu Lydia Anggraini sebagai Kaprodi Program Studi Teknik Mesin dan Bp. Rudi Suhradi Rachmat selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing saya.
4. Rekan mahasiswa "Ben Ndang Lulus" President University.
5. Pihak lain yang telah bersedia membantu hingga laporan ini selesai disusun.

Semoga melalui laporan ini pembaca dapat memperoleh pengetahuan yang dapat bermanfaat di kemudian hari.

Cikarang, 3 July 2023



Ahmad Ridwan Fauzi



Krismas Agape



Mukti Wibowo

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>PANEL OF EXAMINER APPROVAL</b>	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	iii
<b>STATEMENT OF ORIGINALITY</b>	iv
<b>SCIENTIFIC PUBLICATION APPROVAL FOR ACADEMIC INTEREST</b>	v
<b>ADVISOR’S APPROVAL FOR PUBLICATION</b>	vi
<b>HASIL PENGECEKAN TURNITIN</b>	vii
<b>HASIL PEMERIKSAAN KONTEN ANTI – PLAGIASI</b>	viii
<b>ABSTRAK</b>	ix
<b>KATA PENGANTAR</b>	x
<b>DAFTAR ISI</b>	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xv
<b>DAFTAR TABEL</b>	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian Uji Impak .....	5
2.1.1. Drop Weight Impact Test .....	5
2.1.2. Perhitungan gerak jatuh bebas pada Impactor.....	6
2.1.3. Hukum Newton .....	8
2.1.4 Tekanan.....	8
2.1.5 Modulus Elastisitas .....	9
2.2 Load Cell .....	11
2.2.1 Pengertian load cell .....	11
2.2.2 Jenis load cell menurut penggunaannya.....	11

2.2.3 Menentukan ukuran load cell .....	13
2.3 Strain gauge .....	14
2.3.1 Pengertian strain gauge .....	14
2.3.3 Jenis strain gauge .....	14
2.3.4 Aplikasi strain gauge .....	15
2.3.5 Wheatstone Bridge .....	15
2.4 Mikrokontroler.....	17
2.4.1 Pengertian Mikrokontroler .....	17
2.4.2 Komponen pada Mikrokontroler .....	17
2.5 Analog to Digital Converter.....	19
2.5.1 Pengertian Analog to Digital Converter .....	19
2.5.2 ADC jenis ADS1256.....	20
2.6. Amplifier .....	21
2.6.1 Pengertian Amplifier.....	21
2.6.2 Amplifier jenis AD620.....	21
2.7 Finite Element Method (FEM).....	22
2.7.1 Pengertian Finite Element Method .....	22
2.7.2 Metode Explicit Dynamics Ansys .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Studi Finite Element Analysis .....	25
3.2 Desain Load cell.....	25
3.3 Uji Kalibrasi Statis .....	27
3.4 Pembuatan Load cell.....	27
3.5 Uji dengan UTM .....	27
3.6 Uji dengan DWIT .....	27
3.7 Validasi dengan FEM .....	27
<b>BAB IV PERANCANGAN ALAT DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Pengumpulan Data.....	28
4.2 Desain Load Cell dengan Ansys.....	28
4.2.1 Geometry Load Cell .....	28
4.2.2 Material Model .....	30
4.2.3 Generate Mesh .....	31
4.2.3.1 Mesh Multizone .....	32
4.2.3.2 Mesh Body Sizing.....	32
4.2.4 Mesh Convergence.....	32
4.2.5 Boundary Condition Setting .....	33

4.2.5.1 Fixed Support.....	33
4.2.5.2 Displacement.....	33
4.2.5.3 Initial Conditions - Drop Height.....	34
4.2.6 Solusi Initial Condition.....	35
4.2.7 Solusi Parameter Setting .....	35
4.2.7.1 Step control .....	35
4.2.7.2 Damping control .....	35
4.2.7.3 Specific control .....	35
4.2.8 Solution Calculation .....	35
4.2.8.1 Equivalent Stress .....	35
4.2.8.2 Force Reactions .....	36
4.3 Pembuatan Load cell.....	37
4.3.1 Fabrikasi badan Load cell .....	37
4.3.2 Pemasangan Strain Gauge.....	37
4.3.3 Skema rangkaian Wheatstone bridge .....	38
4.3.4 Skema Rangkaian Komponen Elektronik.....	39
4.3.5 Pengukuran Output Voltage Wheatstone bridge .....	41
4.4 Pengujian dengan UTM.....	42
4.5. Pengujian dengan DWIT .....	46
4.5 Validasi hasil pengukuran dengan FEM .....	49
4.6 Analisa Spesimen dengan Mikroskop.....	52
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
5.1 KESIMPULAN.....	54
5.2 SARAN .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Impact Test Model Drop Weight (DWIT).....	6
Gambar 2.2 Hubungan antara tegangan dan regangan secara umum pada material [1].....	9
Gambar 2.3 Tegangan tarik, tekan dan geser.....	10
Gambar 2.4 Jenis load cell shear beam.....	11
Gambar 2.5 Jenis load cell single point.....	12
Gambar 2.6 Jenis load cell “S” .....	12
Gambar 2.7 Jenis load cell compression .....	12
Gambar 2.8 Jenis load cell double ended .....	13
Gambar 2.9 Bonded Strain Gauge .....	15
Gambar 2. 10 Strain gauge dipasang pada satu sisi .....	16
Gambar 2.11 Strain gauge dipasang pada empat sisi .....	17
Gambar 2.12 Pinout Arduino Mega 2560 .....	19
Gambar 2.13 Pinout ESP32 .....	19
Gambar 2.14 Komponen ADS1256 .....	20
Gambar 2.15 Skema Komponen ADS1256 .....	21
Gambar 2.16 Instrumentation Amplifier Module AD620 .....	22
Gambar 2. 17 Rangkaian Amplifier AD620 .....	22
Gambar 3.1 Alur perancangan pembuatan load cell pada alat DWIT .....	24
Gambar 3.2 Alur proses pembuatan desain load cell dengan Ansys .....	26
Gambar 4.1 Desain Load cell .....	29
Gambar 4.2 Desain Impactor .....	29
Gambar 4.3 Load Cell dengan Impactor .....	30
Gambar 4.4 Mesh dengan dimensi 3 mm .....	31
Gambar 4.5 Grafik chart convergence mesh terhadap force reaction pada pengujian dinamis .....	33
Gambar 4.6 Chart force reaction terhadap ketinggian impactor .....	37
Gambar 4.7 Badan load cell strain gauge dan penutupnya .....	38
Gambar 4.8 Rangkaian pemasangan strain gauge .....	39
Gambar 4. 9 Skema Wiring ESP32 dan komponen load cell .....	40
Gambar 4.10 Wheatstone bridge .....	41
Gambar 4.11 Uji pembacaan load cell dengan dongkrak hydraulic .....	43
Gambar 4.12 Diagram hasil pengujian load cell dengan alat UTM .....	44

Gambar 4.13 Hubungan antara gaya dan tegangan keluaran load cell .....	45
Gambar 4.14 Penempatan spesimen sebelum uji DWIT .....	46
Gambar 4.15 Diagram hubungan antara tinggi impactor dengan tegangan load cell .....	48
Gambar 4. 16 Nilai gelombang terhadap pengaturan SPS .....	49
Gambar 4.17 Grafik force reaction untuk ketinggian 1250 mm .....	50
Gambar 4.18 Grafik force reaction untuk ketinggian 1000 mm .....	50
Gambar 4.19 Grafik force reaction untuk ketinggian 750 mm .....	51
Gambar 4.20 Force reaction dari Ansys dan Load cell .....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai Kecepatan dan Energi yang bekerja pada benda uji dengan menggunakan Software Ansys .....	34
Tabel 4.2 Perhitungan Kecepatan dan Energi yang bekerja pada benda uji pada persamaan (1) ....	34
Tabel 4.3 Perhitungan Kecepatan dan Force reaction yang bekerja pada load cell dengan material Aluminium menggunakan Software Ansys .....	36
Tabel 4.4 Pengukuran nilai resistansi atau tahanan pada setiap strain gauge .....	41
Tabel 4. 5 Batasan pembacaan Voltage pada arduino .....	42
Tabel 4.6 Pengujian Load cell dengan dongkrak hydraulic .....	43
Tabel 4.7 Data pengujian Load cell dengan menggunakan nilai tekanan dalam Bar .....	44
Tabel 4.8 Pembacaan hasil pengujian ketinggian pada serial monitor di Arduino .....	46
Tabel 4.9 Data Perhitungan Gaya pada hasil pengujian Load cell dengan perbedaan ketinggian ...	48
Tabel 4.10 Load cell dengan force reaction dari Ansys .....	51
Tabel 4.11 Dampak Impak pada spesimen dengan menggunakan microscope .....	53



## DAFTAR LAMPIRAN

1. Cara penggunaan dan pengujian alat	55
2. Data hasil Pengujian	60
3. Data sheet_ESP32	61
4. Data sheet ADC ADS1256	65
5. Amplifier AD620	72
6. Data sheet strain gauge BF350	80
7. Data sheet Adhesive Strain gauge CC-33A	83
8. Gambar komponen DWT (Drop Weight Test)	95
9. Rangkaian Arduino ADS1256	95
10. Program Arduino	96