



**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

16%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	1 %
2	repository.itelkom-pwt.ac.id Internet Source	1 %
3	eprints.umm.ac.id Internet Source	1 %
4	repository.its.ac.id Internet Source	1 %
5	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	1 %
6	core.ac.uk Internet Source	1 %
7	desetyawan.wordpress.com Internet Source	1 %
8	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
9	Submitted to Sardar Patel College of Engineering Student Paper	<1 %
10	123dok.com Internet Source	<1 %
11	Submitted to Universiti Tenaga Nasional Student Paper	<1 %
12	www.slideshare.net Internet Source	<1 %

56

HASIL PEMERIKSAAN KONTEN ANTI – PLAGIASI

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

© 2022-2023 GPTZero

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

HALAMAN JUDUL	i
PANEL OF EXAMINER APPROVAL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
STATEMENT OF ORIGINALITY	iv
SCIENTIFIC PUBLICATION APPROVAL FOR ACADEMIC INTEREST	v
ADVISOR’S APPROVAL FOR PUBLICATION	vi
HASIL PENGECEKAN TURNITIN	vii
HASIL PEMERIKSAAN KONTEN ANTI – PLAGIASI	viii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
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
BAB II LANDASAN TEORI	5
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
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
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
BAB IV PERANCANGAN ALAT DAN PEMBAHASAN	28
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
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 KESIMPULAN.....	54
5.2 SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55
DAFTAR LAMPIRAN.....	56

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