



Designing Load Cell on Universal Testing Machine at the Mechanical Engineering Laboratory of President University

UNDERGRADUATE THESIS

**Submitted as one of the requirements to obtain
Sarjana Teknik Mesi**

By:

**Rustam Efendi Batu Bara
(003202205024)**

**FACULTY OF ENGINEERING
MECHANICAL ENGINEERING
CIKARANG
JULY, 2023**

Designing Load Cell on Universal Testing Machine at the Mechanical Engineering Laboratory of President University

ORIGINALITY REPORT

20% SIMILARITY INDEX	20% INTERNET SOURCES	2% PUBLICATIONS	4% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	www.scribd.com Internet Source	2%
2	repository.president.ac.id Internet Source	2%
3	pt.scribd.com Internet Source	2%
4	repository.its.ac.id Internet Source	2%
5	docplayer.info Internet Source	1%
6	adoc.pub Internet Source	1%
7	www.coursehero.com Internet Source	1%
8	library.upnvj.ac.id Internet Source	1%
9	timehardnesstester.wordpress.com Internet Source	<1%

10	nedysandriyana.blogspot.com Internet Source	<1%
11	123dok.com Internet Source	<1%
12	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	<1%
13	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1%
14	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1%
15	es.scribd.com Internet Source	<1%
16	text-id.123dok.com Internet Source	<1%
17	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1%
18	id.123dok.com Internet Source	<1%

available.

How did we do?  

Stats

Average Perplexity Score: 624.500

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

Burstiness Score: 968.769

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

Your sentence with the highest perplexity, "Kesalahan relatif load cell hasil fabrikasi adalah $\pm 2\%$.", has a perplexity of: 4785

ABSTRAK

Untuk mengetahui kekuatan tekan dari bahan yang akan digunakan maka diperlukan sebuah alat sensor tekan yang selanjutnya disebut dengan *load cell*. *Load cell* ini dibutuhkan dalam berbagai bidang industri dan pendidikan, maka dari itu penelitian ini dilakukan beberapa tahapan rancang bangun *load cell* yang sesuai dengan kebutuhan dunia pendidikan, dalam hal penelitian yang dilakukan disini yang dibuat adalah Rancang Bangun *Load Cell* untuk Alat Universal Testing Machine di Laboratorium Mechanical Engineering President University. Tahapan awal dalam pembuatan *load cell* adalah tahapan persiapan terdiri dari pemilihan bahan, menentukan model dan menghitung dimensi, fabrikasi bahan, pemasangan strain gauge pada body *load cell*. Tahapan berikutnya adalah pemasangan *load cell* di alat UTM, merangkai *load cell* dengan modul amplifier yang nilai pembacaanya ditangkap dan diolah melalui software Arduino Uno dan ditampilkan secara visual di LCD monitor. Tahap akhir adalah melakukan uji coba / eksperimen untuk mendapatkan nilai faktor kalibrasi dan nilai kesalahan relatif dari *load cell*, setelah kalibrasi lalu dilanjutkan dengan eksperimen untuk memastikan *load cell* membaca nilai dengan baik dengan satuan Newton. Setelah nilai pembacaan dipastikan akurat yang terakhir adalah rekam data pembacaan beban yang terjadi pada *load cell*. Dari hasil perhitungan kekuatan bahan *load cell* diperoleh nilai regangan adalah 1000 μ yang artinya *load cell* masih bekerja dalam batas elastis. Dari hasil kalibrasi nilai Calibration Value *Load Cell* melalui software Arduino sebesar 203.27 N/mVolt. Kesalahan relatif *load cell* hasil fabrikasi adalah $\pm 2\%$.

Kata kunci : *Load Cell, Strain Gauge, Rancang Bangun, Universal Testing Machine*

DAFTAR ISI

COVER	i
APPROVAL FOR SCIENTIFIC PUBLICATION	ii
FINAL PROJECT TITLE APPROVAL	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan/Objective	2
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Laporan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Pengertian Universal Testing Machine	5
2.2. Konstruksi Universal Testing Machine.....	5
2.3. Prinsip Kerja Universal Testing Machine	6
2.3.1. Uji Tekuk (Bending Test)	6
2.3.2. Uji Tarik (Tensile Test).....	7
2.4. Sifat Sifat Mekanik Material.....	8
2.4.1. Tegangan.....	8
2.4.2. Regangan.....	8
2.4.3. Modulus Elastisitas	9
2.4.4. Kekerasan.....	10
2.4.5. Kekuatan	10
2.5. Load Cell.....	11
2.6. Sensor Regangan.....	11
2.6.1. Sensor Regangan Mekanik.....	12

2.6.2. Sensor Regangan Elektrik.....	13
2.7. Teknik Pengukuran.....	14
2.7.1. Sistem Pengukuran	14
2.7.2. Kesalahan Pengukuran.....	15
2.8. Kalibrasi.....	16
2.8.1. Pengertian Kalibrasi	16
162.8.2. Tujuan Kalibrasi.....	16
2.8.3. Manfaat Kalibrasi	16
2.8.4. Metode Kalibrasi	16
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2. Tahapan Penelitian	17
3.2.1. Observasi Universal Testing Machine	17
2.2.2. Menentukan Kapasitas Load Cell	19
2.2.3. Menentukan Bahan, Dimensi dan Model Load Cell.....	20
2.2.4. Analisis Konstruksi pada Model Load Cell menggunakan Finite Element Method.....	23
2.2.5. Melakukan Fabrikasi / Pembuatan Load Cell.....	27
2.2.6. Melakukan Pemasangan / Perekatan Strain Gauge (Sensor Regangan)	27
2.2.7. Pemasangan Strain Gauge pada Load Cell.....	28
2.2.8. Desain Rangkaian Amplifier	29
2.2.9. Integrasi Mikrokontroler dan Semua Perangkat Hardware.....	30
2.2.10. Perancangan Software	30
2.2.11. Assembly Universal Testing Machine dengan Load Cell	32
2.2.12. Pengujian UTM, Pengujian Pressure Gauge Analog dan Perhitungan Kalibrasi	33
2.2.13. Validasi Akurasi Load Cell yang telah di Kalibrasi menggunakan Finite Element Methode	43
2.2.14. Rekam Data	48
2.3. Flow Chart Penelitian	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1. Tindakan perbaikan pada Universal Testing Machine	50
4.1.1. Perbaikan pada alat UTM.....	50
4.1.2. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada operasional alat UTM	51

4.2. Desain Load Cell.....	52
4.3. Kalibrasi.....	54
4.4. Eksperimen Setelah dilakukan Kalibrasi	56
4.5. Validasi Akurasi Load Cell setelah dikalibrasi menggunakan Finite Element Method	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
Lampiran	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Universal Testing Machine	5
Gambar 2. 2. Bagian bagian Universal Testing Machine.	6
Gambar 2. 3. Jenis Pengujian Tekuk (Bending Test)	6
Gambar 2. 4. Penekukan U-Bend	7
Gambar 2. 5. Penekukan V-Bend	7
Gambar 2. 6. Prinsip Uji Tarik (Tensile Test)	8
Gambar 2. 7. Grafik Regangan vs Tegangan	9
Gambar 2. 8. Ekstensometer	12
Gambar 2. 9. Sensor Regangan Kapasitif	13
Gambar 2. 10. Sensor Regangan Induktif	13
Gambar 2. 11. Sensor Regangan Resitif (Strain Gauge).....	14
Gambar 2. 12. Sistem Pengukuran.....	15
Gambar 3. 1. Universal Testing Machine di Lab President University.....	17
Gambar 3. 2. Ceceran Oli yang Berasal dari Dongkrak Hidrolik.....	18
Gambar 3. 3. Dongkrak Hidrolik terjatuh saat Spesimen Putus pada Uji Tarik	18
Gambar 3. 4. Bearing Rel Guide Rusak	19
Gambar 3. 5. Frame UTM tidak memiliki Stopper atau Dudukan di Bagian Bawah	19
Gambar 3. 6. Material Properties Sifat Mekanik Baja ST37.....	20
Gambar 3. 7. Dimensi dan Model Load Cell.....	22
Gambar 3. 8. Model Load Cell.....	23
Gambar 3. 9. Perhitungan Mesh Convergence Load Cell pada aplikasi Ansys	24
Gambar 3. 10. Grafik Mesh Convergence Test	25
Gambar 3. 11. Memberikan Force 14 kN pada Ansys.....	26
Gambar 3. 12. Memberikan Equivalent Elastic Strain pada Ansys	27
Gambar 3. 13. Baja yang sudah di Fabrikasi menjadi Load Cell.....	27
Gambar 3. 14. Rangkaian jembatan Wheatstone penuh.....	28
Gambar 3. 15. Posisi Strain Gauge pada Load Cell dan Rangkaian Jembatan	29
Gambar 3. 16. Rangkaian HX711	30
Gambar 3. 17. Rangkaian Integrasi Semua Perangkat Hardware	30
Gambar 3. 18. Listing Program Awal dan Inisialisasi Void Setup, Void Loop dan Void.....	32

Gambar 3. 19. Penempatan Load Cell pada UTM.....	33
Gambar 3. 20. Pengujian pada Alat UTM.....	35
Gambar 3. 21. Pressure Gauge Digital PT. Cikarang Listrindo	36
Gambar 3. 22. Dongkrak milik PT. Cikarang Listrindo.....	36
Gambar 3. 23. Perbandingan Nilai Pressure PU vs CL.....	37
Gambar 3. 24. Grafik Pressure PU vs CL	38
Gambar 3. 25. Langkah Kalibrasi pada software Arduino.....	39
Gambar 3. 26. Setting Program Calibration.....	40
Gambar 3. 27. Start Calibration	40
Gambar 3. 28. Nilai Beban pada Arduino	41
Gambar 3. 29. Calibration Value Load Cell	41
Gambar 3. 30. Struktural Steel NL AISI 1020	44
Gambar 3. 31. Geometri	44
Gambar 3. 32. Equivalent Stress untuk Element size 3 mm.	45
Gambar 3. 33. Mesh Convergen Test untuk 3 Point Bending sesuai Material Uji AISI 1020...	46
Gambar 3. 34. Displacement 20 mm	46
Gambar 3. 35. Force Reaction.....	47
Gambar 3. 36. Diagram Alir Penelitian	49
Gambar 4. 1. Pemasangan Pengunci pada Dongkrak.....	50
Gambar 4. 2. Penggantian Bearing	50
Gambar 4. 3. Pemasangan Meja sebagai Alas	51
Gambar 4. 4. Memberikan Equivalent Elastic Strain pada Ansys	53
Gambar 4. 5. Gambar Scatter Diagram Pembacaan Pressure Gauge dengan Data Eksperimen	55
Gambar 4. 6. Membandingkan Pembacaan Pressure Gauge dengan LCD Monitor.....	56
Gambar 4. 7. Scatter Diagram F Konversi dan F Hasil Kalibrasi.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Data Mesh Study Load Cell.....	25
Tabel 3. 2. Pengujian Alat.....	35
Tabel 3. 3.. Pencatatan Nilai Pressure Gauge PU vs CL.....	38
Tabel 3. 4. Perhitungan Pressure Gauge CL vs PU diatas 55 bar.....	38
Tabel 3. 5. Data Eksperimen Setelah Kalibrasi	42
Tabel 3. 6. Data Perbandingan F Konversi dengan F setelah Kalibrasi	43
Tabel 3. 7. Equivalent Stress pada Element Face di setiap Element Size 3, 4, 5, 6 mm.....	45
Tabel 3. 8. Perbandingan Force Ansys dan Force Load Cell pada Displacement 1 - 20 mm....	47
Tabel 4. 1. Perbandingan Analisa Kekuatan Konstruksi Load Cell	54
Tabel 4. 2. Perbandingan Nilai pada Pressure Gauge Analog dengan Tampilan LCD	54
Tabel 4. 3. Data Eksperimen Setelah Kalibrasi	57
Tabel 4. 4. Data Perbandingan F Konversi dengan F setelah Kalibrasi	58
Tabel 4. 5. Perbandingan Force Ansys dan Force Load pada Displacement 1 - 20 mm	60