

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN VALIDASI SENSOR  
LOAD CELL PADA MESIN PRESS KOMPAKSI BERBASIS  
MIKROKONTROLER ARDUINO**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
BASALIUS SIMAMORA  
NIM: 41320010032

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023**

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN VALIDASI SENSOR  
LOAD CELL PADA MESIN PRESS KOMPAKSI BERBASIS  
MIKROKONTROLER ARDUINO**



Disusun Oleh:

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
Nama : Basalius Simamora  
NIM : 41320010032  
Program Studi : Teknik mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
DESEMBER 2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh

Nama : Basalius Simamora

Nim : 41320010032

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Perancangan Sistem Kontrol dan Validasi Sensor *Load cell* Pada Mesin *Press* Kompaksi Berbasis Mikrokontroler Arduino

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian pernyataan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:


Pembimbing : Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D.

NIDN : 1013126901

()

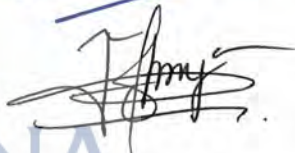
Penguji 1 : Haris Wahyudi, ST. M.Sc.

NIDN : 0329037803

()

Penguji 2 : Swandya Eka Pratiwi, ST., M.Sc.

NIDN : 0320059101

()

Jakarta, Senin 18 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat., S.T., M.T.

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Basalius Simamora  
NIM : 41320010032  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Kontrol Dan Validasi Sensor *Load cell* Pada Mesin *Press* Kompaksi Berbasis Mikrokontroler Arduino

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Desember 2023



Basalius Simamora

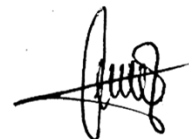
## PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas petunjuk, rahmat dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul **“Perancangan Sistem Kontrol Dan Validasi Sensor *Load cell* Pada Mesin Press Kompaksi Berbasis Mikrokontroler Arduino”** yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih banyak keterbatasan dan kekurangan. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa laporan Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa, dukungan dan kepercayaan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng Selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT Selaku Sekretaris Program Studi dan dosen koordinator tugas akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D Selaku Pembimbing yang telah memberikan masukan, waktu dan persetujuan dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh Bapak / Ibu dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
8. Aris Euglin Simamora, Erik Parulian Simamora, Magdalena Simamora, Ester Ulyana Simamora, Gabertus Ronald Simamora, Dessy Polyna Elisabeth, dan selaku keluarga dari penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama menempuh proses Pendidikan di universitas Mercu Buana terutama dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Muhammad Bayu Rachmadtullah, Krisensio Thomas Amara Seta, Stefanus Sanctus Satria, Hansel Maximillian, Jati, Achmad Fauji, Andrian Alawi, Jefry Karyanto, Ferdinal Fatah Hasibuan, dan Dedy Saputra, yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan yaitu Muhammad Ardi Bustomi, Mardi Utomo, Arvian Iswahyudi, Faveman Larozato, Iqbal Lutfi Aziz, Vika Silva, Maria Nelly Aprilianti Sitanggang, dan Prasetyo Aji yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Bapak Gian Villany Golwa, ST, M.Si selaku kepala laboratorium, Bapak Dikki dan Bapak Firman selaku staff laboratorium Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bantuan dalam penggunaan lab maupun peminjaman alat lab sebagai pendukung dalam mendapatkan data laporan tugas akhir ini.
12. Teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2020 Universitas Mercu Buana yang telah memberikan semangat serta bantuan kepada penulis agar segera menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
13. Teman-teman UKM KMK St. Andreas Avellino Universitas Mercu Buana yang telah memberikan motivasi, dukungan, serta doa kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Semua pihak yang turut membantu secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu tanpa mengurangi besar rasa terima kasih dan hormat saya.  
Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan berkat serta rahmat-Nya kepada kita semua Amin.

Jakarta, 15 Desember 2023



Basalius Simamora



## ABSTRAK

Pengembangan teknologi dalam industri manufaktur terus memberikan inovasi, terutama

dalam pembuatan material yang berbeda dan metode pembuatan menggunakan tekanan tinggi. Salah satu alat yang digunakan dalam proses tekanan terutama dalam pembuatan material yaitu mesin press kompaksi. Mesin press kompaksi menjadi krusial dalam proses ini, namun umumnya sistem kontrol yang digunakan dan pengukuran tekanan seringkali masih dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan merancang sistem kontrol loop tertutup untuk mengendalikan mesin press kompaksi dengan tingkat presisi yang tinggi dan menjaga nilai gaya pengepresan yang diberikan sesuai dengan yang diinginkan. Dalam penelitian ini, sistem kontrol yang digunakan berbasis mikrokontroler arduino nano, dengan sensor *load cell* sebagai alat pengukuran nilai tekanan atau gaya untuk memberikan umpan balik nilai yang diberikan untuk mengontrol mesin. Sensor tersebut akan dikalibrasi untuk mengetahui nilai kepresisian dari penggunaannya. Sistem kontrol mesin press kompaksi dikendalikan berdasarkan nilai gaya yang diinginkan. Sensor akan secara otomatis membaca nilai gaya saat mesin dioperasikan, menyampaikan informasi ke arduino nano, dan menampilkan data hasilnya pada LCD. Hasil dari pengujian kalibrasi *load cell* diperoleh rata-rata penyimpangan hasil pembacaan *load cell* sebesar 1,76 kg atau 0,0011772 ton dengan rata-rata persentase error sebesar 0,11 % dengan persamaan fungsi kalibrasi yaitu  $y = 1,001x + 0,1772$  dengan tingkat keyakinan 99,83%. Keakuratan sistem kontrol dalam menghasilkan nilai gaya pengepresan dengan persentase tingkat error sebesar 0,15 % dan persentase tingkat akurasi sebesar 99,85%. Dari hasil tersebut bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai gaya yang diinput pada mesin press kompaksi cukup valid dengan nilai output yang dihasilkan.

**Kata kunci:** mesin *press* kompaksi, sistem kontrol, loop tertutup, mikrokontroler, *load cell*, arduino nano, kalibrasi

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**LOAD CELL SENSOR CONTROL AND VALIDATION SYSTEM DESIGN  
COMPACTION PRESS MACHINE BASED ON  
ARDUINO MICROCONTROLLER**

**ABSTRACT**

*Technology development in the manufacturing industry continues to provide innovation, especially in the manufacture of different materials and manufacturing methods using high pressure. One of the tools used in the pressure process, especially in the manufacture of materials, is the compaction press machine. Compaction presses are crucial in this process, but generally the control system used and pressure measurement is often still done manually. This research aims to design a closed-loop control system to control the compaction press machine with a high level of precision and maintain the value of the given pressing force as desired. In this study, the control system used was based on an Arduino Nano microcontroller, with a load cell sensor as a means of measuring pressure or force values to provide feedback on the values given to control the machine. The sensor will be calibrated to determine the precision value of its use. The control system of the compaction press machine is controlled based on the desired force value. The sensor will automatically read the force value when the machine is operated, relay the information to the Arduino Nano, and display the result data on the LCD. The results of the load cell calibration test obtained an average deviation from the load cell reading of 1.76 kg or 0.0011772 tons with an average error percentage of 0.11% with the calibration function equation of  $y = 1.001x + 0.1772$  with a confidence level of 99.83%. The accuracy of the control system in producing pressing force values with a percentage of error rate of 0.15% and a percentage of accuracy rate of 99.85%. From these results, the test results show that the force value inputted on the compaction press machine is quite valid with the output value produced.*

**Keywords:** *compaction press machine, control system, closed loop, microcontroller, load cell, Arduino nano, calibration*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>I</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>II</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR TABEL DAFTAR</b>	<b>XII</b>
<b>SINGKATAN BAB I</b>	<b>XIII</b>
<b>PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	4
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. KLASIFIKASI MATERIAL	9
2.2.1. Material Komposit	9
2.2.2. <i>Powder Metallurgy</i>	10
2.3. MESIN <i>PRESS</i> KOMPAKSI	11
2.4. <i>PRESS</i> KOMPAKSI	14
2.4.1. Klasifikasi <i>Press</i> Kompaksi	15
2.4.2. Tekanan Dan Gaya Pengepresan	17
2.5. SISTEM KONTROL	18
2.5.1. Sistem Kontrol Loop Terbuka ( <i>Open Loop</i> )	19
2.5.2. Sistem Kontrol Loop Tertutup ( <i>close loop</i> )	19

2.6.	TRANSMISI GEAR BOX	20
2.7.	TEGANGAN CATU DAYA	21
2.8.	MOTOR LISTRIK AC (ARUS BOLAK BALIK)	23
2.9.	SENSOR <i>LOAD CELL</i>	24
2.10.	MODUL PENGUAT HX-711	25
2.11.	MIKROKONTROLER ARDUINO	27
2.11.1.	Arduino Nano	30
2.11.2.	Arduino <i>Software</i>	33
2.11.3.	Pemrograman Arduino	34
2.12.	<i>KEYPAD</i>	38
2.13.	LCD ( <i>LIQUID CRYSTAL DISPLAY</i> )	39
2.14.	RELAY	40
2.15.	<i>MAGNETIC CONTACTOR</i> (MC)	41
2.16.	<i>BUZZER</i>	42
2.17.	KALIBRASI	43
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>45</b>
3.1.	PENDAHULUAN	45
3.2.	DIAGRAM ALUR PENELITIAN	45
3.3.	ANALISA KEBUTUHAN SISTEM KONTROL	48
3.3.1.	Kebutuhan Komponen	49
3.3.2.	Aspek Teknik	53
3.3.3.	Aspek Manufaktur	53
3.3.4.	Aspek Sistem Kontrol	54
3.3.5.	Aspek Keselamatan Kerja	55
3.4.	PERANCANGAN SISTEM KONTROL	55
3.4.1.	Sistem Kontrol Tekanan	55
3.4.2.	Diagram Blok sistem kontrol	56
3.4.3.	Desain Sistem Kontrol	59
3.5.	PERANCANGAN PERANGKAT KERAS ( <i>HARDWARE</i> )	61
3.5.1.	Penempatan Sensor Dan Perangkat Lainnya	61
3.5.2.	Rangkaian Perangkat Sensor <i>Load cell</i> dan Modul Hx-711	64
3.5.3.	Rangkaian Perangkat LCD dan <i>Keypad</i>	65

3.5.4.	Rangkaian Perangkat Relay, <i>Magnetic Contactor</i> dan Motor Listrik AC 220V	67
3.5.5.	Rangkaian Keseluruhan Perangkat	68
3.6.	PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK ( <i>SOFTWARE</i> )	69
3.6.1.	Pemrograman Kalibrasi Sensor <i>Load cell</i>	69
3.6.2.	Pemrograman Sistem Kendali Mikrokontroler Arduino	71
3.7.	CARA KERJA SISTEM KONTROL	75
3.8.	PENGUJIAN SISTEM KONTROL	76
3.8.1.	Pengujian Catu Daya	76
3.8.2.	Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Arduino Nano V3.0	77
3.8.3.	Pengujian LCD Dan <i>Keypad</i>	77
3.8.4.	Kalibrasi Sensor <i>Load cell</i>	78
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>80</b>
4.1.	HASIL PERANCANGAN PERANGKAT KERAS	80
4.2.	PENGUJIAN SISTEM KONTROL	81
4.2.1.	Pengujian Catu Daya	81
4.2.2.	Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Arduino Nano V3.0	82
4.2.3.	Pengujian LCD Dan <i>Keypad</i>	82
4.2.4.	Kalibrasi Sensor <i>Load cell</i>	83
4.2.5.	Pengujian Program Perangkat Lunak	87
<b>BAB V PENUTUP</b>		<b>94</b>
5.1.	KESIMPULAN	94
5.2.	SARAN	95
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>96</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>100</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin <i>press</i> versi manual	12
Gambar 2.2. Desain mesin <i>press</i> versi kompaksi	13
Gambar 2.3. <i>Single and Double Action Pressing</i>	14
Gambar 2.4. Gambaran umum <i>press</i> hidrolik	16
Gambar 2.5. Gambaran umum <i>press</i> mekanis otomatis.	17
Gambar 2.6. Diagram blok sistem kontrol loop terbuka	19
Gambar 2.7. Blok Diagram Sistem Loop Tertutup	20
Gambar 2.8. Transmisi gear box	21
Gambar 2.9. Adaptor DC	23
Gambar 2.10. Motor listrik AC	23
Gambar 2.11. (a) <i>Load cell</i> dan (b) konfigurasi jembatan <i>Wheatstone</i>	25
Gambar 2.12. Modul penguat HX711	26
Gambar 2.13. Cara kerja mikrokontroler Arduino	27
Gambar 2.14. Arduino Nano ATmega328P	30
Gambar 2.15. <i>Board</i> diagram Arduino nano	31
Gambar 2.16. Diagram blok Arduino nano	32
Gambar 2.17. <i>Keypad</i> 4x4	38
Gambar 2.18. LCD 16x2 + I2C to Paralel	39
Gambar 2.19. Modul relay	41
Gambar 2.20. <i>Magnetic Contactor</i>	42
Gambar 2.21. <i>Buzzer</i>	43
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 3.2. Sistem kontrol tekanan	56
Gambar 3.3. Blok diagram sistem	57
Gambar 3.4. Desain sistem kontrol	60
Gambar 3.5. Penempatan sensor <i>load cell</i>	62
Gambar 3.6. Cover perangkat arduino dan pemrosesan data lainnya	62
Gambar 3.7. Posisi cover arduino pada mesin <i>press</i> kompaksi	63
Gambar 3.8. Box panel perangkat elektrik	63
Gambar 3.9. Penempatan box panel pada mesin <i>press</i> kompaksi	64
Gambar 3.10. Rangkaian perangkat <i>load cell</i> dan modul hx711	64

Gambar 3.11. Rangkaian perangkat perangkat LCD dan <i>Keypad</i>	66
Gambar 3.12. Rangkaian perangkat motor AC 220volt dan relay	67
Gambar 3.13. Rangkaian seluruh perangkat	69
Gambar 3.14. <i>Flowchart</i> perogram kalibrasi sensor <i>load cell</i>	71
Gambar 3.15. <i>Flowchart</i> program sistem kendali mikrokontroler Arduino	75
Gambar 4.1. Hasil perancangan perangkat keras	80
Gambar 4.2. Pengujian Arduino nano V3.0	82
Gambar 4.3. Pengujian LCD dan <i>keypad</i>	83
Gambar 4.4. Grafik pengujian sensor <i>load cell</i>	85
Gambar 4.5. Grafik pengujian input gaya pengepresan	90



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daftar penelitian terdahulu	6
Tabel 2.2. Tabel konfigurasi LCD	40
Tabel 3.1. Spesifikasi bahan	50
Tabel 3.2. Koneksi perangkat sensor <i>load cell</i> dan <i>amplifier</i> Hx711	65
Tabel 3.3. Koneksi perangkat modul I2C LCD dan <i>keypad</i>	66
Tabel 3.4. Koneksi pin <i>magnetic contactor</i> dan pin relay	68
Tabel 4.1. Hasil pengujian adaptor	81
Tabel 4.2. Tabel berat aktual vs berat terukur sensor <i>load cell</i>	83
Tabel 4.3. Hasil pengujian sensor <i>load cell</i>	84
Tabel 4.4. Hasil pembacaan <i>load cell</i> kapasitas besar melalui fungsi regresi	86
Tabel 4.5. Persentase nilai <i>error</i> dan keberhasilan	86
Tabel 4.6. Tabel data diterima arduino	87
Tabel 4.7. Tabel perbandingan data perhitungan manual dan software, dan persentase tingkat <i>error</i> serta tingkat keberhasilan	89
Tabel 4.8. Beban aktual yang digunakan untuk mencapai titik setpoint gaya	91
Tabel 4.9. Pengujian pengukuran nilai gaya yang diinginkan pada sistem kontrol	92
Tabel 4.10. Keberhasilan ketelitian dan tingkat <i>error</i> pengukuran nilai gaya pada sistem kontrol menggunakan sensor <i>load cell</i>	92

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLC	<i>Programable Logic Control</i>
PMC	<i>Polymer Matrix Composites</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
DC	<i>Direct Current</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
ADC	<i>Analog-to-Digital Converter</i>
SCK	<i>Serial Clock</i>
I/O	<i>Input / Output</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
OLED	<i>Organic Light-Emitting Diode</i>
MHz	<i>Megahertz</i>
KB	<i>Kilobyte</i>
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
ATmega	<i>Advanced Technology Mega</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter</i>
TTL	<i>Transistor-Transistor Logic</i>
FTDI	<i>Future Technology Devices International</i>
COM	<i>Communication Port</i>
MIPS	<i>Million Instructions Per Second</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
USART	<i>Universal Receiver/Transmitter</i> <i>Synchronous/Asynchronous</i>
RX	<i>Receiver</i>
TX	<i>Transmitter</i>
TWI	<i>Two-Wire Interface</i>

---

SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
MC	<i>Magnetic Contactor</i>

---

