

**ANALISIS KINERJA DAN AKURASI *LOADCELL* PADA SISTEM
VENDING MACHINE MENGGUNAKAN METODE EKSPERIMENTAL**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

Oleh:

Fakhri Arafah

062330320642

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KINERJA DAN AKURASI *LOAD CELL* PADA SISTEM
***VENDING MACHINE* MENGGUNAKAN METODE EKSPERIMENTAL**



Laporan Akhir

Disusun untuk Memenuhi syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika

Oleh:

Fakhri Arafah

062330320642

Menyetujui

Pembimbing I

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M. Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Pembimbing II

Ir. M. Nawawi, M.T.
NIP. 196312221991031006

Mengetahui

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Koordinator Program Studi

DIH Teknik Elektronika



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M. Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M. Kom.
NIP. 197508162001121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fakhri Arafah
Tempat/Tanggal Lahir : Palembang, 9 Januari 2006
Npm : 062330320642
Program Studi : DIII Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir : ANALISIS KINERJA DAN AKURASI *LOADCELL*
PADA SISTEM *VENDING MACHINE*
MENGUNAKAN METODE EKSPERIMENTAL

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Akhir yang disusun merupakan hasil karya tulis pribadi yang dikerjakan dengan arahan serta bimbingan dari Pembimbing I dan Pembimbing II. Apabila di kemudian hari terdapat bagian dari karya tulis ini yang tidak orisinal, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran, tanpa adanya unsur manipulasi maupun tekanan dari pihak mana pun. Penulis menyadari pentingnya menjaga integritas akademik dan berkomitmen untuk senantiasa menjunjung tinggi nilai-nilai tersebut dalam setiap karya tulis yang dibuat.

Palembang, Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



Fakhri Arafah

062330320642

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Jika didalam prosesmu, kamu tidak menemukan jalan lagi yang ada hanya jalan buntu maka buatlah jalanmu sendiri untuk melanjutkan prosesmu walaupun di setiap jalan yang kamu buat ada rintangan yang menghadang.
(Roronoa Zoro Onepiece, 988/20:40)

PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan Laporal Akhir Ini Kepada :

- ◆ Allah SWT, atas segala rahmat, pertolongan, kemudahan, dan kekuatan yang diberikan kepada penulis selama menjalani pendidikan hingga menyelesaikan Laporal Akhir ini. Semoga ilmu yang diperoleh menjadi jalan untuk meraih ridanya dan memberikan manfaat bagi kehidupan.
- ◆ Kedua orang tua tercinta, terima kasih telah merawat dan membesarkan penulis hingga sampai pada titik ini. Terima kasih atas seluruh pengorbanan, perjalanan sulit, doa, serta kasih sayang yang tidak pernah dapat diukur. Terima kasih telah menjadi tempat pulang yang paling nyaman dan segala yang diberikan akan selalu menjadi kekuatan bagi penulis untuk terus melangkah.
- ◆ Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M. Kom. IPM dan Bapak Ir. M. Nawawi., M.T. selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas kesabaran, perhatian, kepedulian, arahan, dan bimbingan yang telah diberikan selama proses penyusunan Laporal Akhir.
- ◆ Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro, Program Studi DIII Teknik Elektronika,
- ◆ Politeknik Negeri Sriwijaya, sebagai tempat penulis belajar dan menimba ilmu.

ABSTRAK

ANALISIS KINERJA DAN AKURASI *LOAD CELL* PADA SISTEM *VENDING MACHINE* MENGGUNAKAN METODE EKSPERIMENTAL (2026: 74 Halaman + 30 Gambar + 6 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

Fakhri Arafah

062330320642

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Load cell berperan sebagai sensor input transaksi pada sistem Vending Machine yang mengukur berat botol plastik untuk dikonversi menjadi nilai tukar produk. Akurasi pembacaan load cell menjadi faktor krusial karena kesalahan pengukuran sekecil apapun akan langsung memengaruhi keadilan transaksi dan keandalan sistem. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja dan akurasi sensor load cell tipe strain gauge berkapasitas 10 kg yang terintegrasi dengan modul HX711+ESP32, menggunakan metode eksperimental dengan variasi beban pada rentang 12 gram hingga 1000 gram. Data hasil pengukuran diolah menggunakan Matlab untuk menghitung tingkat linearitas, error, akurasi. Hasil pengujian menunjukkan hubungan antara berat aktual dan pembacaan load cell bersifat linier dengan baik, dengan nilai rata-rata error sebesar 10,08%, rata-rata akurasi sebesar 89,92%. Sensor menunjukkan performa terbaik pada rentang beban 100–1000 gram dengan akurasi dominan di atas 98%, sedangkan pada beban di bawah 20 gram terjadi penurunan akurasi akibat keterbatasan sensitivitas sensor. Berdasarkan hasil tersebut, disarankan penetapan batas minimum berat produk, kalibrasi berkala, dan perbaikan mekanisudukan sensor untuk meningkatkan keandalan sistem Vending Machine secara keseluruhan.

Kata Kunci: Load Cell, Kinerja dan Akurasi Sensor, Vending Machine, Metode Eksperimental, Strain Gauge, Linearitas

ABSTRACT

PERFORMANCE AND ACCURACY ANALYSIS OF LOAD CELLS IN VENDING MACHINE SYSTEMS USING EXPERIMENTAL METHOD

(2026: 74 Pages + 30 Figures + 6 Tables + References + Appendices)

Fakhri Arafah

062330320642

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

DIIE ELECTRONICS ENGINEERING STUDY PROGRAM

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

Load cells function as the transaction input sensor in a Vending Machine system, measuring the weight of plastic bottles to be converted into product exchange value. Load cell reading accuracy is a critical factor, as even minor measurement errors directly affect transaction fairness and system reliability. This study aims to analyze the performance and accuracy of a 10 kg-capacity strain gauge load cell integrated with an HX711+ESP32 module, using an experimental method with load variations ranging from 12 grams to 1000 grams. Measurement data were processed using Matlab to calculate linearity, error, and accuracy. Results show a strong linear relationship between actual weight and sensor readings, with an average error of 10.08% and average accuracy of 89.92%. The sensor performed best within the 100–1000 gram range, with accuracy predominantly above 98%, while accuracy declined below 20 grams due to limited sensor sensitivity. Based on these findings, it is recommended to set a minimum product weight threshold, perform periodic calibration, and improve the mechanical mounting of the sensor to enhance overall Vending Machine system reliability.

Keywords: Load Cell, Sensor Performance and Accuracy, Vending Machine, Experimental Method, Strain Gauge, Linearity

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala limpahan kasih, karunia, dan kehendak-Nya. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal laporan akhir yang berjudul “**ANALISIS KINERJA DAN AKURASI *LOAD CELL* PADA SISTEM *VENDING MACHINE* MENGGUNAKAN METODE EKSPERIMENTAL**”.

Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memenuhi persyaratan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Elektronika. Tanpa bantuan dan bimbingan dari Ibu dan Bapak Dosen Pembimbing, proposal akhir ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M. Kom. IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan selaku Dosen Pembimbing I
2. Ir. M. Nawawi., M.T. selaku Dosen Pembimbing II

Penulis juga menyadari, tanpa bantuan, petunjuk, dan dukungan yang telah diberikan dari berbagai pihak, penulis tidak akan dapat menyelesaikan proposal laporan akhir ini dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Politeknik Negeri Sriwijaya. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T., selaku direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Ibu Ir. Hj. Lindawati, S.T., M.T.I., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh staf teknis laboratorium dan bengkel Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

6. Kepada kedua orang tua, Abi tercinta Abdul Halim dan Umi tercinta Hurmalini yang senantiasa memberikan dukungan, doa, serta motivasi kepada penulis dalam menggapai cita-cita dan menyelesaikan pendidikan. Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada kakak Luthfi Naufal Islami, yang selalu memberikan bantuan, semangat, dan dukungan selama penulis menjalani masa perkuliahan, serta seluruh keluarga besar yang turut memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
7. Terakhir, terima kasih kepada seseorang yang pernah menjadi alasan penulis bertahan di tengah lelahnya perjalanan ini dan namanya sempat ada pada proposal penulis. Meski pada akhirnya memilih pergi sebelum melihat karya ini selesai, kehadiranmu pernah menjadi bagian dari setiap langkah yang mengantarkan penulis hingga titik ini. Terima kasih untuk semua kenangan dan pelajaran. Semoga bahagia selalu menyertaimu. Adakalanya, orang yang paling ingin kita ajak merayakan kemenangan justru menjadi seseorang yang hanya bisa kita kenang.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat	6
1.6 Metode Penelitian.....	6
1.6.1 Studi Literature.....	6
1.6.2 Perancangan hardware	6
1.6.3 Perancangan Software.....	7
1.6.4 Pengujian Sistem.....	7
1.6.5 Analisa.....	7
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9

2.1	<i>Vending machine</i>	9
2.2	Evolusi Sistem Deteksi Produk pada <i>Vending machine</i>	13
2.3	Sensor <i>Loadcell</i>	14
2.3.1	Kinerja <i>Loadcell</i>	19
2.3.2	Akurasi <i>Load Cell</i>	25
2.3.3	Kalibrasi <i>Loadcell</i>	37
2.4	Metode Eksperimental	43
2.5	Metode Pengolahan Data menggunakan Matlab	47
2.6	SOTA (<i>State Of The Art</i>)	48
BAB III RANCANG BANGUN		52
3.1	Metodologi Perancangan	52
3.2	Studi Literature	52
3.3	<i>Flowchart</i> Sistem	52
3.4	Perancangan Sistem	54
3.4.1	Perancangan Mekanik	55
3.4.2	Perancangan Elektronik	57
3.5	Diagram Blok	59
3.6	Pemrograman Sistem <i>Vending machine</i>	60
BAB IV PEMBAHASAN		62
4.1	Hasil pengambilan data	62
4.2	Data mentah hasil pengujian eksperimen	63
4.3	Analisis karakteristik kinerja dan tingkat linearitas	65
4.4	Analisis akurasi dan evaluasi error	66
4.4.1	Analisis Sebaran Akurasi	70
4.5	Pembahasan Optimasi Sistem <i>Vending machine</i>	71

4.5.1	Analisis Batas Toleransi Produk	71
4.5.2	Rekomendasi Implementasi Sistem	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		73
5.1	Kesimpulan	73
5.1	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		vii
LAMPIRAN		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Loadcell type strain gauge</i>	14
Gambar 2. 2 Ukuran Fisik <i>Loadcell</i>	15
Gambar 2. 3 <i>Configuration Wheatstone Bridge</i>	17
Gambar 2. 4 <i>Primary input (1V = 5kN)</i>	29
Gambar 2. 5 <i>System output (1V = 5kN)</i>	30
Gambar 2. 6 Besaran spektrum daya dari input utama dan output sistem.(dB). .	31
Gambar 2. 7 Kurva pembelajaran filter adaptif kisi RLS	31
Gambar 2. 8 uji koreksi suhu	34
Gambar 2. 9 data beban berdasarkan waktu pengambilan	35
Gambar 2. 10 kesalahan kuadrat rata rata terhadap beban	35
Gambar 2. 11 Distribusi sensitivitas sebelum dan setelah koreksi sensor.	40
Gambar 2. 12 Hasil sebelum dan sesudah koreksi sensor.	40
Gambar 3. 1 <i>Flowchart Sistem Vending machine</i>	53
Gambar 3. 2 <i>Flowchart Sistem Proteksi Vending machine</i>	54
Gambar 3. 3 3D alat <i>Vending machine</i>	55
Gambar 3. 4 Cover fisik dalam <i>Vending machine</i>	55
Gambar 3. 5 Cover depan dan tata letak komponen <i>Vending machine</i>	56
Gambar 3. 6 Detail Dimensi Rangka dan Kompartemen Penyimpanan Produk .	56
Gambar 3. 7 skematik rangkaian <i>Vending machine</i>	57
Gambar 3. 8 wiring input sensor	57
Gambar 3. 9 wiring output motor servo	58
Gambar 3. 10 wiring output motor dc dan indikator	58
Gambar 3. 11 Diagram Blok sistem <i>Vending machine</i>	59
Gambar 3. 12 Ladder Diagram Rung 0-Rung 6	60
Gambar 3. 13 ladder diagram Rung 7 – Rung 14.....	60
Gambar 3. 14 Ladder Diagram Rung 15 – Rung 22.....	61
Gambar 3. 15 Ladder Diagram Rung 23 – Rung 28.....	61
Gambar 4. 1 Karakteristik linearitas sensor loadcell.....	65
Gambar 4. 2 Persentase error sensor loadcell.....	68

Gambar 4.3	Akurasi sensor loadcell.....	69
-------------------	------------------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Suhu simulasi termal di berbagai lokasi pada suhu lingkungan yang berbeda selama pengoperasian sensor.	26
Tabel 2. 2 Perbedaan antara setiap posisi dan suhu pada pengukur regangan pada suhu lingkungan yang berbeda selama pengoperasian sensor.....	26
Tabel 2. 3 Kesalahan kuadrat rata-rata suhu pada setiap posisi.....	26
Tabel 2. 4 <i>State Of the Art</i>	48
Tabel 4. 1 Data mentah hasil Pengujian	64
Tabel 4. 2 Data perhitungan error dan akurasi.....	66