

IMPLEMENTASI SISTEM PENGUKURAN BERAT BENDA BERBASIS LOADCELL DENGAN TATAP MUKA CN6000, TK4S, DAN HMI

Min Ibni Jahri¹, Muhammad Amiruddin², Ganjar Winasis³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : minibnijahri@gmail.com¹, amiruddin@upgris.ac.id², ganjarwinasis@upgris.ac.id³

Abstrak

Perkembangan teknologi dalam otomatisasi industri telah mempermudah pengukuran parameter fisis secara real-time. Salah satu parameter penting yang sering diukur adalah massa benda, yang berperan besar dalam berbagai aplikasi industri seperti manufaktur dan logistik. Dalam penelitian ini membahas implementasi sistem pengukuran massa benda menggunakan loadcell yang bertatap muka dengan modul CN6000 untuk dikuatkan sinyalnya dan diolah menjadi data digital dengan modul TK4S, kemudian data digital dikirim menuju Human-Machine Interface (HMI) LP – S070 Autonics menggunakan protokol komunikasi MODBUS RTU melalui port RS 422 untuk memastikan transfer data yang cepat dan stabil. Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu membaca massa suatu benda dengan akurasi tinggi, dengan tingkat kesalahan kurang dari 1%.

Kata Kunci: Loadcell, CN6000, TK4S, HMI, Timbangan Digital

I. PENDAHULUAN

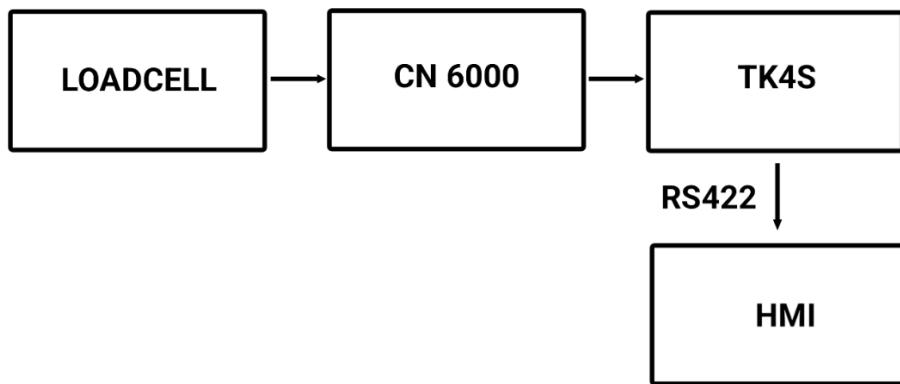
Dalam era modern, perkembangan teknologi otomatisasi telah menjadi salah satu pilar penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor industri. Salah satu teknologi yang mendapatkan perhatian adalah sistem pengukuran massa berbasis sensor. Pengukuran massa memainkan peran krusial dalam berbagai aplikasi, mulai dari manufaktur, logistik, hingga sektor ritel. Sebelumnya, pengukuran massa banyak dilakukan secara manual menggunakan timbangan konvensional, yang meskipun sederhana, memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan, akurasi, dan kemudahan integrasi dengan sistem digital lainnya. Misalkan, kita ingin membuat sebuah sistem yang apabila mencapai massa tertentu, maka motor akan berputar dan menggerakan sebuah ban berjalan. Dengan menggunakan alat pengukur konvensional hal ini tidak dapat dilakukan, oleh karena itu diperlukan sebuah mekanisme yang dapat mengukur secara otomatis dan outputnya berupa data digital, sehingga data dari alat ukur tersebut dapat diintegrasikan dengan sistem digital lainnya.

Sistem pengukuran massa menggunakan loadcell menawarkan solusi modern untuk mengatasi tantangan tersebut. Loadcell adalah sensor yang bekerja dengan mengubah gaya tekan menjadi sinyal listrik, memungkinkan pengukuran dilakukan dengan presisi tinggi. Dalam implementasinya, sensor ini biasanya diintegrasikan dengan modul pengolah data seperti CN6000 dan kontroler seperti TK4S, yang berfungsi untuk mengelola dan menampilkan data dalam format yang mudah dipahami. Selain itu, dengan memanfaatkan protokol komunikasi Modbus RTU, data hasil pengukuran dapat ditransfer secara real-time ke Human Machine Interface (HMI), sehingga memudahkan operator dalam memantau hasil pengukuran.

Sistem pengukuran berat berbasis loadcell memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode manual, dengan tingkat kesalahan pengukuran rata-rata di bawah 2% dalam aplikasi industri kecil (Susanti & Wahyudi, 2020). Penelitian ini mendukung fakta bahwa teknologi pengukuran otomatis tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga memberikan keandalan yang lebih tinggi dalam proses pengolahan data.

Selain itu, penggunaan protokol RS422 dalam sistem komunikasi industri memberikan keunggulan dalam hal stabilitas dan kecepatan transfer data dibandingkan protokol lain seperti RS232, terutama dalam lingkungan dengan banyak gangguan elektromagnetik (Mulyadi & Pratama, 2019). Hal ini membuat RS422 menjadi pilihan yang sangat relevan untuk sistem pengukuran berat dalam lingkungan kerja yang kompleks.

Untuk alur prosesnya, penulis menjabarkan dalam bentuk diagram blok



Penelitian ini bertujuan untuk membahas implementasi sistem pengukuran massa benda berbasis loadcell yang bertatap muka dengan CN6000, TK4S, dan HMI. Dengan membahas alur kerja, konfigurasi perangkat, serta hasil pengujian.

II. METODOLOGI PENELITIAN

21. Loadcell

Sensor loadcell merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mengubah ukuran beban menjadi sebuah tegangan listrik, dan perubahan yang terjadi pada tegangan listrik akan bergantung dari besarnya tekanan yang dirasakan atau yang diberikan beban. Dalam sensor loadcell terdapat komponen bernama Strain Gauge, strain gauge adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengukur sebuah tekanan. Sensor ini terdiri dari selembar kertas seperti kertas foil logam yang dibentuk menjadi benan-benang halus [2]. Rentang yang dapat di ukur oleh loadcell sendiri bervariasi, tergantung pada jenis loadcell dan aplikasinya, mulai dari skala kecil yang hanya memiliki kapasitas antara 0 – 5 kg hingga sekala besar dengan kapasitas hingga 50 ton.

Cara kerja atau prinsip kerjanya seperti yang dijelaskan di atas yaitu apabila loadcell diberikan suatu beban pada inti besi penimbangan maka yang terjadi adalah nilai dari strain gauge dan resistansi akan berubah melalui empat kabel pada komponen sensor loadcell. Yang Dimana dua kabel tersebut merupakan eksitasi dan dua kabel sebagai sinyal keluaran yang berfungsi sebagai penghubung ke kontrol.

22. CN6000

CN 6000 merupakan sebuah konverter terisolasi yang dalam hal ini digunakan untuk menerima sinyal tegangan yang dikeluarkan oleh sensor loadcell. CN 6000 dapat menerima universal input seperti pada gambar di bawah.

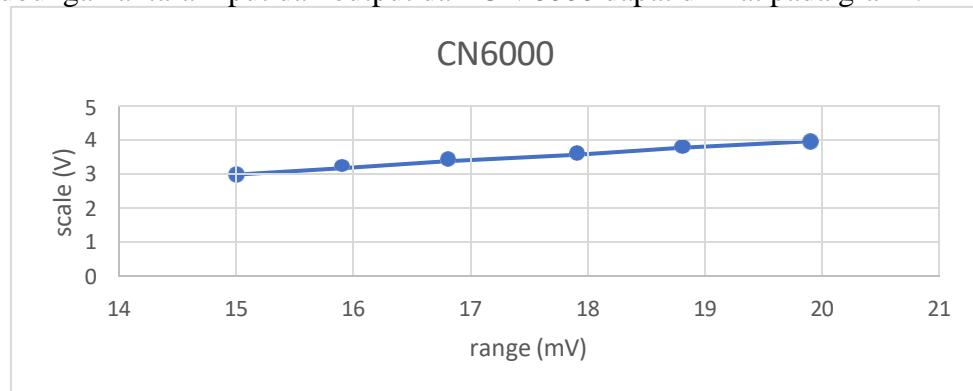
■ Input type and range

■ CN-610□-□ (universal input)

	Input type	Parameter	Input range (°C)	Input range (°F)
Thermo -couple	K(CA)	ECK 1	-200 to 1350	-328 to 2462
		ECK 2	-199.9 to 999.9	-328 to 1832
	J(IC)	EC-J	-199.9 to 800.0	-328 to 1472
	E(CR)	EC-E	-199.9 to 800.0	-328 to 1472
	T(CC)	EC-E	-199.9 to 400.0	-199.9 to 752.0
	B(PR)	EC-b	400 to 1800	752 to 3272
	R(PR)	EC-R	0 to 1750	32 to 3182
	S(PR)	EC-S	0 to 1750	32 to 3182
	N(NN)	EC-N	-200 to 1300	-328 to 2372
	C(W5)	EC-C	0 to 2300	32 to 4172
	L(IC)	EC-L	-199.9 to 900.0	-328 to 1652
	U(CC)	EC-U	-199.9 to 400.0	-199.9 to 752.0
	Platinel II	EC-P	0 to 1390	32 to 2534
RTD	Cu50Ω	Cu50	-199.9 to 200.0	-199.9 to 392.0
	Cu100Ω	Cu.10	-199.9 to 200.0	-199.9 to 392.0
	JPt100Ω	JPt.1	-199.9 to 600.0	-328 to 1112
	DPt50Ω	dPt.5	-199.9 to 600.0	-328 to 1112
	DPt100Ω	dPt.1	-199.9 to 850.0	-328 to 1530
Analog	Current	0.00 - 20.00mA	RMA 1	-1999 to 9999 (Display range is variable according to decimal point position.)
		4.00 - 20.00mA	RMA2	
	Voltage	-50.0 - 50.0mV	RMV 1	
		-199.9 - 200.0mV	RMV 2	
		-1.000 - 1.000V	R-V 1	
		-1.00 - 10.00V	R-V 2	

Gambar 1. Gambar Tabel Jenis Input CN 6000

CN 6000 dilengkapi fitur kalibrasi dengan parameter low range-high range untuk menentukan rentang berat yang dapat diukur, serta low scale-high scale untuk menyesuaikan skala keluaran. Jadi, output yang berupa tegangan analog mV keluaran sensor akan diterima oleh CN 6000 yang kemudian akan di perkuat sehingga tegangannya akan menjadi lebih besar. Pada tahap ini memerlukan beberapa pengaturan yaitu jenis input A.MV 1, low-range 0mV, high-range 50mV, low-scale 0mV, high-scale 10000mV. Hubungan antara input dan output dari CN 6000 dapat dilihat pada grafik.



Gambar 2. Grafik CN6000

Dari grafik tersebut di dapatkan persamaan matematika :

$$-200x + y = 0 \quad (1)$$



Gambar 3. Perangkat CN6000

23. TK4S

Untuk menampilkannya dalam bentuk data digital, data yang telah dikalibrasi oleh CN 6000 diteruskan ke TK4S melalui koneksi digital. Di TK4S, data ini dikonversi ke format yang dapat ditampilkan dengan jelas di layar perangkat. Selain itu, TK4S memungkinkan kita untuk melakukan pengaturan tambahan seperti pemilihan unit berat akan ditampilkan dalam bentuk kilogram atau gram, dan mengatur resolusi tampilan untuk meningkatkan presisi.

TK4S mengirimkan data berat ke HMI menggunakan protokol MODBUS RTU melalui port RS422. Protokol ini memungkinkan transfer data dengan kecepatan tinggi dan stabilitas yang baik, bahkan dalam lingkungan dengan gangguan elektromagnetik. HMI kemudian menampilkan data berat dalam format visual, seperti angka digital yang mudah dibaca.

Terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk membangun komunikasi secara serial di RS422, antara lain :

1. Baud Rate

Baud rate adalah jumlah unit sinyal yang dikirimkan setiap detik, di mana satu unit sinyal dapat merepresentasikan satu bit atau lebih. Standar baud rate pada RS232 meliputi 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, hingga 115200. Umumnya, baud rate 9600 bit/s dipilih karena sudah mencukupi untuk mendapatkan data dari sensor tanpa memerlukan kecepatan komunikasi yang sangat tinggi. Penggunaan baud rate standar 9600 bps juga membantu mengurangi risiko kesalahan pada proses komunikasi.

2. Start & Stop bit

Start dan stop bit digunakan dalam komunikasi asinkron untuk membantu sinkronisasi data yang dikirimkan. Kedua bit ini berfungsi sebagai alat pengatur waktu dalam proses pengiriman dan penerimaan data.

3. Parity

Parity merupakan fitur opsional yang digunakan untuk memeriksa kesalahan selama proses transfer data. Parity membantu mengurangi dampak gangguan atau noise dalam komunikasi data. Namun, penggunaan parity dapat memperlambat kecepatan komunikasi karena memerlukan sinkronisasi antara pengirim dan penerima. Jika pengaturan parity tidak sesuai, kemungkinan besar akan terjadi kesalahan interpretasi data.

Untuk menghubungkan perangkat HMI dan TK4S melalui RS422, konfigurasi yang digunakan meliputi baud rate 9600, satu start/stop bit, dan tanpa parity.

4. Protokol Serial

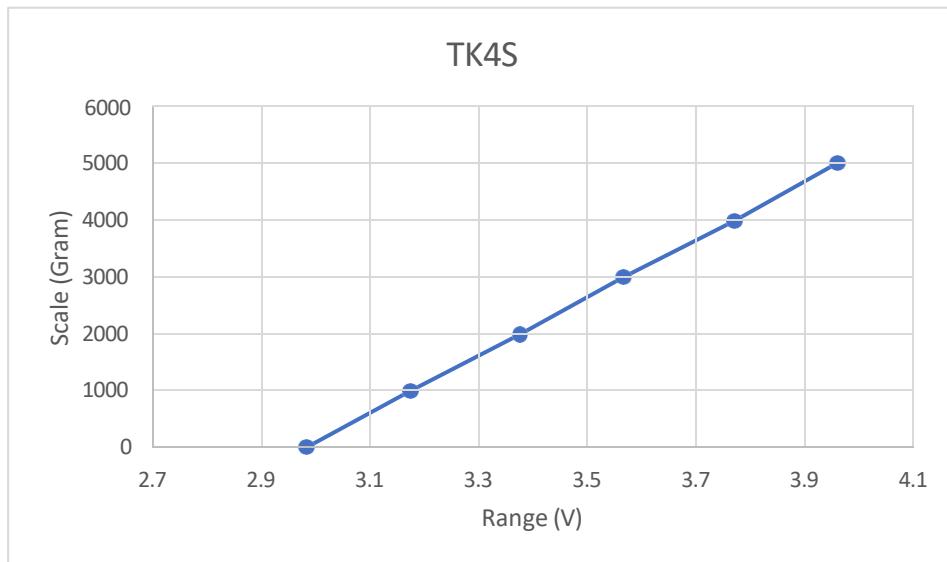
Berbagai protokol serial mengatur format data yang dipertukarkan. RS232 sering digunakan untuk komputer pribadi, sementara RS422 banyak digunakan untuk aplikasi komunikasi industri. RS422 dirancang untuk komunikasi jarak jauh yang stabil, dengan kemampuan mendukung transfer data hingga jarak 1.200 meter. Berbeda dengan RS232 yang hanya mendukung komunikasi satu arah, RS422 memungkinkan pengiriman data dengan kecepatan tinggi secara point-to-point atau point-to-multipoint menggunakan empat kabel utama. Hal ini membuat RS422 sangat cocok untuk aplikasi industri yang memerlukan transfer data yang andal di lingkungan dengan gangguan elektromagnetik tinggi.

Pada TK4S terdapat beberapa pengaturan yaitu baudrate 9600, 1 stop bit, parity none, low-range 2983mV, high-range 3960mV, low-scale 0, high-scale 5000.



Gambar 4. Perangkat TK4S

Hubungan antara input dan output pada TK4S dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. Grafik TK4S

Dan di dapatkan persamaan matematika sebagai berikut

$$-5x + 0,977y + 14915 = 0 \quad (2)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari beberapa pengaturan di atas dan proses kalibrasi, dilakukan percobaan pengukuran dengan beban yang sudah disiapkan. Pada gambar di bawah dilakukan pengukuran lima beban yang masing-masing mempunyai berat satu kilogram dan berat sebuah tang.



Gambar 6. Percobaan Pengukuran Beban 5 Kilogram

Adapun output dan error dari masing-masing perangkat, yaitu loadcell, CN6000, dan TK4S dengan hasil perhitungan sesuai persamaan matematika pada saat percobaan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Error Output CN6000 Dengan Hasil Perhitungan

Beban (Gram)	Output Tegangan Loadcell (mV)	Output Tegangan CN6000 (Volt)	Output CN6000 Sesuai Perhitungan (Volt)	Error(%)
0	15,0	2,983	3,000	0,5%
1000	15,9	3,174	3,180	0,18%
2000	16,8	3,375	3,360	0,4%
3000	17,9	3,566	3,580	0,39%
4000	18,8	3,77	3,760	0,26%
5000	19,9	3,96	3,980	0,5%

Tabel 2. Error Output TK4S Dengan Hasil Perhitungan

Beban (Gram)	Output Tegangan CN6000(Volt)	Output TK4S (Gram)	Output TK4S Sesuai Perhitungan (Gram)	Error(%)
0	2,983	0	0	0,0%
1000	3,174	994	977	1,7%
2000	3,375	1986	2006	0,99%
3000	3,566	2997	2983	0,46%
4000	3,77	3988	4027	0,96%
5000	3,96	5008	5000	0,16%

Tabel 3. Error Output sistem Dengan Massa Asli Beban

Beban (Gram)	Output Sistem (Gram)	Error(%)
0	0	0,0%
1000	994	0,6%
2000	1986	0,7%
3000	2997	0,1%
4000	3988	0,3%
5000	5008	0,16%

Dari hasil pengukuran, sistem berhasil mengukur berat benda dengan tingkat akurasi hingga 99%. Pengujian dilakukan dengan beban bervariasi untuk memastikan keandalan perangkat dalam berbagai skenario. Tatap muka perangkat berjalan lancar, dan hasil pengukuran dapat ditampilkan secara real-time pada HMI tanpa jeda signifikan.

Keunggulan utama sistem ini adalah efisiensi tinggi dan kemudahan integrasi dengan sistem lain. Namun, tantangan berupa kalibrasi awal pada CN6000 memerlukan perhatian lebih terutama dalam menentukan nilai low range dan high range. Masalah ini dapat diatasi dengan melakukan kalibrasi awal secara teliti menggunakan benda dengan berat yang sudah diketahui untuk memastikan hasil yang optimal.

IV. KESIMPULAN

Implementasi sistem pengukuran berat benda berbasis loadcell yang terintegrasi dengan CN6000, TK4S, dan HMI telah berhasil dilakukan. Sistem ini memberikan solusi yang efisien dan akurat untuk pengukuran berat dalam lingkungan industri. Dengan memanfaatkan protokol RS422, data dapat ditransfer dengan cepat dan stabil ke HMI, memungkinkan operator memantau berat benda secara real-time.

Sistem ini memiliki potensi besar untuk diadopsi dalam berbagai aplikasi industri yang membutuhkan pengukuran berat otomatis, seperti manufaktur, logistik, dan distribusi. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan fungsi data logging untuk kebutuhan analisis data jangka panjang.

V. REFERENSI

- Khasan, A., Amiruddin, M., & Harjanto, I. (2020). Pemanfaatan Termokopel Untuk Sistem Pemantauan Motor Pompa. *Science and Engineering National Seminar 5 (SENS 5)*, (pp. 831-836). Semarang.
- Mashuri. (2013). *Teori Dasar Load Cell*. Bandung.
- Mulyadi, D., & Pratama, A. (2019). Keunggulan Protokol RS422 untuk Sistem Pengukuran. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, (pp. 5(2): 34-40).
- Susanti, R., & Wahyudi, H. (2020). Sistem Pengukuran Berat Otomatis Menggunakan Loadcell. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(3): 45-55.