

Desain Alat Ukur Regangan Menggunakan Strain Gauge Berbasis Arduino Uno

Herdi Susanto^{*1}, Zakir Husin², Mahmudin Marbun³, Hanif⁴,
Mawardi⁵, Syaiful Hasdi⁶, Hasbi Randi Ichwan⁷

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Indonesia

^{4,5}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Indonesia

⁶Teknisi Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Indonesia

⁷Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Indonesia

*e-mail : herdisusanto@utu.ac.id

Abstrak

Dalam dunia konstruksi teknik, regangan adalah nilai yang paling penting untuk menentukan pemilihan material yang cocok dan sesuai untuk perancangan elemen mesin, dengan kemajuan teknologi analisis pengukuran regangan pada struktur berbasis microcontroller arduino sangat mungkin untuk digunakan. Beberapa penelitian telah berhasil mengukur regangan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno. Berdasarkan hal tersebut diatas maka dirancang alat ukur regangan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno untuk mendukung proses praktikum mahasiswa memungkinkan dilakukan, maka dalam penelitian ini dilakukan rancang bangun alat ukur regangan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno. Hasil penelitian telah selesai didesain alat ukur regangan dengan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno dan bisa digunakan pada skala praktikum mahasiswa. Hasil pengujian yang dilakukan pada batang besi nako menunjukkan adanya hubungan yang sesuai antara beban yang diterapkan, regangan yang terukur, dan tegangan yang dihasilkan, hasil pengujian yang dilakukan terukur besarnya regangan yang dihasilkan pada berbagai pembebanan seperti pada beban 1.000 gram terukur regangan sebesar 0,5345 dan tegangan sebesar 106,9 MPa. Sedangkan pada beban 2.000 gram besar regangan mencapai 0,573 dan tegangan sebesar 114,6 Mpa.

Kata kunci – regangan, strain gauge, arduino uno, alat praktikum

Abstract

Industrial applications, machinery and engineering construction, strain is the most important value for determining the selection of suitable and appropriate materials for designing machine elements, with advances in strain measurement analysis technology on Arduino microcontroller-based structures it is very possible to use it. Several studies have succeeded in measuring strain using an Arduino Uno-based strain gauge. Based on the above, it is possible to design a strain measuring tool using an Arduino Uno-based strain gauge to support students' practicum process, so in this research a design of a strain measuring tool using an Arduino Uno-based strain gauge was carried out. The research results have completed the design of a strain measuring tool using an Arduino Uno based strain gauge and can be used on a student practicum scale. The results of tests carried out on Nako iron rods show that there is an appropriate relationship between the load applied, the strain measured and the stress produced. The results of the tests carried out measured the amount of strain produced at various loads such as at a load of 1,000 grams the strain was measured at 0.5345 and a stress of 106.9 MPa. Meanwhile, at a load of 2,000 grams, the strain reached 0.573 and the stress was 114.6 Mpa.

Keywords – strain, strain gauge, arduino uno, student practical tools

1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan, intensitas reaksi pada struktur digunakan sebagai data untuk menentukan ukuran atau dimensi komponen. Ini dilakukan untuk menjamin kekuatan yang cukup untuk menahan gaya eksternal dan berat struktur itu sendiri[1]. Intensitas gaya dalam diukur dengan tegangan. Selain itu, kita juga harus menghitung seberapa besar deformasi struktur terjadi akibat gaya luar yang disebut dengan regangan. Regangan adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur deformasi struktur dalam menahan gaya eksternal yang bekerja.

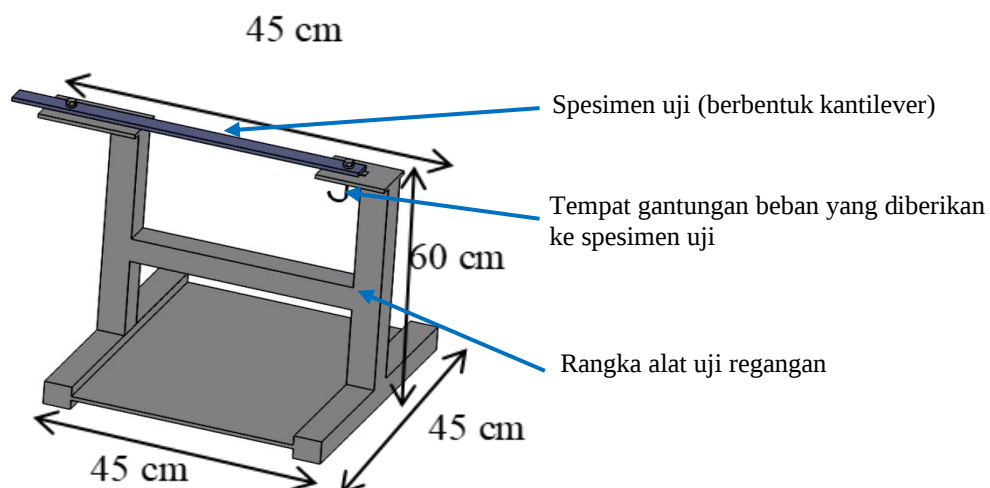
Dalam dunia konstruksi teknik, regangan adalah nilai yang paling penting untuk menentukan pemilihan material yang cocok dan sesuai untuk perancangan elemen mesin, dengan kemajuan teknologi analisis pengukuran regangan pada struktur berbasis microcontroller arduino sangat memungkinkan untuk digunakan. Beberapa penelitian pengukuran regangan yang telah dilakukan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno diantaranya, rancang bangun system pengukuran regangan-tegangan menggunakan mikrokontroler arduino uno[1], Rancang Bangun Alat Ukur Regangan Menggunakan Sensor Strain Gauge Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Tampilan LCD[2], rancang bangun load cell untuk alat universal testing machine untuk pembacaan nilai regangan[3].

Berdasarkan hal tersebut diatas maka rancang bangun alat ukur regangan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno untuk mendukung proses praktikum mahasiswa memungkinkan dilakukan, maka dalam penelitian ini dilakukan rancang bangun alat ukur regangan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain dan Konstruksi Alat Ukur Regangan

Desain alat uji regangan menggunakan strain gauge dan pengolahan data menggunakan mikrokontroler Arduino uno, terdiri dari rangka alat ukur dengan ukuran Panjang dan lebar masing-masing 45 centimeter dan tinggi 60 centimeter, dilengkapi dengan tempat duduk specimen dengan ukuran 45 centimeter diujung salah satu specimen uji ditempatkan tempat gantungan beban, desain seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain rangka alat uji regangan

Kemudian desain rangka alat uji regangan ini ditempatkan perangkat alat ukur berupa strain gauge, modul BF 350 AA, Arduino uno, kabel pengantar data dan perangkat notebook,

serta unit beban yang digunakan untuk pembebanan pada saat pengujian. Perangkat alat uji regangan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perangkat alat uji regangan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno

Setelah alat ukur sensor Arduino telah dipasang dan terhubung ke Arduino UNO dan notebook, program coding harus dibuat untuk membaca semua perangkat yang terhubung dengan menggunakan aplikasi Arduino ID yang diunduh dari website Arduino. Program harus diprogram secara manual pada notebook, dan kemudian program harus diuji untuk memastikan program berjalan dengan baik [4][5][6].

2.2. Langkah Pengukuran Regangan

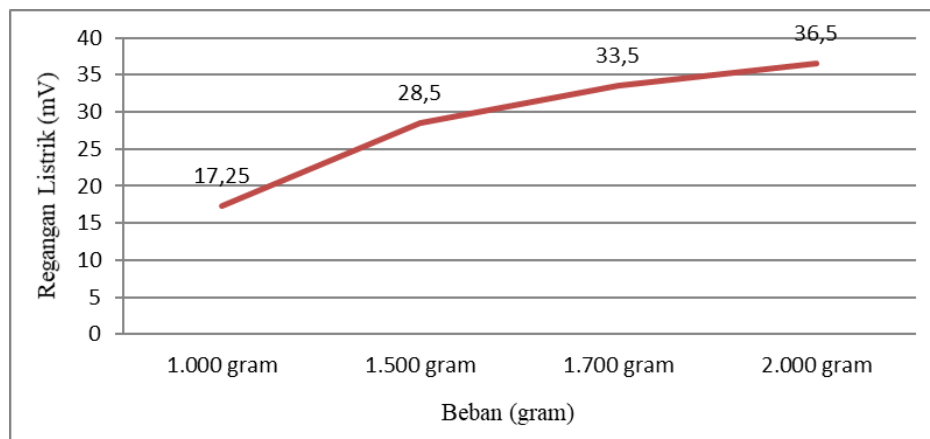
Adapun Langkah-langkah dalam pengoperasian alat ukur regangan menggunakan strain gauge berbasis Arduino uno pada spesimen uji kantilever, pada pengujian ini menggunakan besi nako, adalah sebagai berikut :

- a. Persiapan alat dan bahan.
- b. Spesimen uji yang akan diuji dipilih dan diperiksa untuk memastikan tidak ada cacat yang dapat mempengaruhi hasil.
- c. Strain gauge yang di gunakan dipilih dengan spesifikasi yang tepat untuk pengukuran regangan, dan Arduino UNO dipersiapkan untuk membaca data dari strain gauge.
- d. Setelah semua alat siap, langkah berikutnya adalah memasang strain gauge.
- e. Area pada batang besi nako yang akan dipasangi strain gauge dibersihkan untuk memastikan perilaku yang bersih dan bebas dari kotoran.
- f. Strain gauge kemudian di tempelkan dengan hati hati pada posisi yang telah ditentukan, yaitu 15 cm dari titik 0, agar hasil pengukuran akurat.
- g. Pemasangan harus dilakukan dengan cermat, menghindari gelembung udara di bawah strain gauge yang dapat mempengaruhi hasil.
- h. Setelah strain gauge terpasang, tahap berikutnya adalah pengaturan sistem arduino.
- i. Strain gauge dihubungkan ke Arduino sesuai dengan skema rangkaian yang telah disiapkan.
- j. Program yang telah di-upload ke arduino bertugas untuk membaca sinyal dari strain gauge dan mengonversinya menjadi nilai regangan dalam satuan yang dapat di pahami.
- k. Pada titik ini, semua koneksi diperiksa kembali untuk memastikan tidak ada kesalahan.
- l. Setelah sistem siap, proses pengujian dimulai dengan penentuan berat beban yang akan diterapkan pada batang besi nako.
- m. Beban ini ditimbang dengan teliti untuk memastikan akurasi.

- n. Dengan hati-hati, beban diletakkan di ujung batang besi nako, dan pengamatan dilakukan untuk mencatat respon dari strain gauge.
- o. Ketika beban ditrapkan, strain gauge akan merespon dan mengukur regangan yang terjadi pada material.
- p. Data yang diperoleh dari pengukuran ini dicatat secara sistematis.
- q. Pengujian diulang dengan variasi beban yang berbeda untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif dan valid.
- r. Setiap pengujian dilakukan dalam kondisi yang serupa untuk memastikan konsistensi hasil.
- s. Setelah semua data dikumpulkan, tahap analisis dimulai.
- t. Data yang diperoleh dihitung dengan menggunakan formula yang berlaku dalam perhitungan regangan pada alat ukur strain gauge yang digunakan, kemudian ditemukan hubungan antara beban yang diterapkan dan regangan yang terukur.
- u. Hasil analisis ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pembacaan data hasil pengukuran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran direkap, kemudian dihitung nilai rata-rata data hasil pengukuran yang ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE pada notebook dengan beberapa variasi beban. Data regangan diambil melalui sensor strain gauge yang terhubung dengan module BF 350 AA [7], dan direkam oleh Arduino uno yang terhubung ke notebook. Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil pengukuran regangan listrik rata-rata terhadap beban

Dalam konteks strain gauge, regangan listrik mengacu pada perubahan resistansi listrik yang disebabkan oleh perubahan dimensi fisik material saat gaya diterapkan[8]. Perubahan resistansi listrik ini disebabkan oleh hubungan langsung antara regangan mekanis (ϵ) dan resistansi listrik (R) karena sifat resistif material.

Pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3, menunjukkan dimana pada pengujian pertama dengan beban 1.000 gram, nilai rata-rata regangan yang diperoleh adalah 17,25. Pada pengujian kedua dengan beban 1.500 gram, nilai rata-rata menjadi 28,5. Pengujian ketiga dengan beban 1.700 gram menghasilkan nilai rata-rata 33,5. Sementara pengujian keempat dengan beban 2.000 menghasilkan nilai rata-rata 36,5. Semakin besar beban yang diberikan maka regangan listrik yang dihasilkan juga akan meningkat.

Perhitungan regangan listrik adalah salah satu aspek penting dalam mengukur defleksi atau perubahan bentuk material saat diberi beban atau gaya. Regangan listrik diukur dari defleksi

yang terjadi ketika material berubah bentuk relatif terhadap panjang awalnya. Dalam konteks ini, material uji yang digunakan adalah besi nako (square bar) dengan ukuran 8×8 mm (dimensi penampang) dan panjang 40 cm.

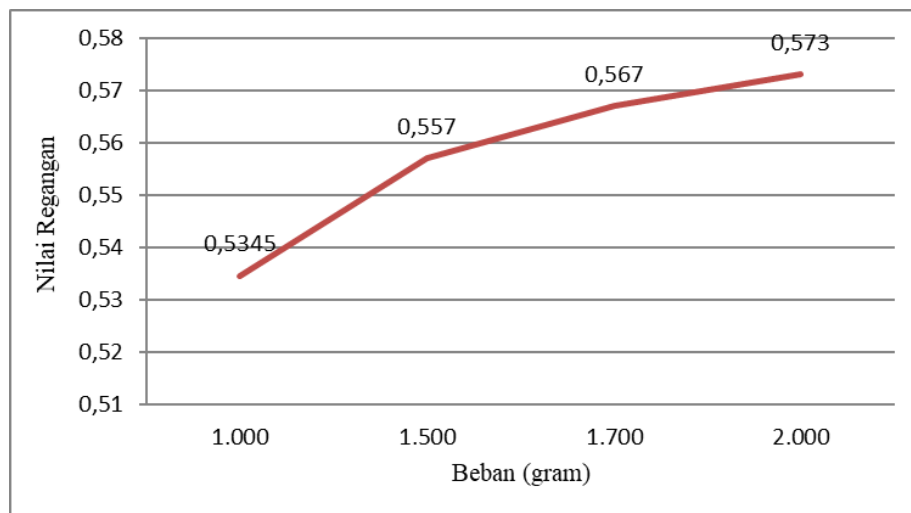
Perhitungan regangan dengan beban sebesar 1.000 gram, 1.500 gram, 1.700 gram dan 2.000 gram dengan menggunakan rumus :

$$S_A = \frac{dR / R}{\epsilon} \quad (1)$$

Dimana :

ϵ = Regangan Strain
 SA = Sensitivitas Strain Gauge
 dR = Perubahan Resistensi
 R = Resistensi Awal Strain Gauge

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (1), menghasilkan regangan untuk masing-masing beban 1.000 gram = 0,5345, 1.500 gram = 0,557, 1.700 gram = 0,567 dan 2.000 gram = 0,573. Nilai regangan ini diplot dalam bentuk grafik menghasilkan kurva seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva nilai regangan terhadap beban

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4, terlihat bahwa semakin besar beban yang diberikan pada spesimen uji yang berbentuk kantilever, maka akan semakin besar regangan yang terjadi pada permukaan spesimen. Ini menunjukkan bahwa alat ukur regangan yang telah didesain telah berfungsi dengan baik untuk pengukuran regangan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno dan dapat digunakan pada skala praktikum mahasiswa.

4. KESIMPULAN

1. Telah selesai didesain alat ukur regangan dengan menggunakan strain gauge berbasis arduino uno dan bisa digunakan pada skala praktikum mahasiswa.
2. Hasil pengujian yang dilakukan pada batang besi nako menunjukkan adanya hubungan yang sesuai antara beban yang diterapkan, regangan yang terukur, dan tegangan yang dihasilkan, hasil pengujian yang dilakukan terukur besarnya regangan yang dihasilkan pada berbagai pembebanan seperti pada beban 1.000 gram terukur regangan sebesar 0,5345 dan tegangan

sebesar 106,9 MPa. Sedangkan pada beban 2.000 gram besar regangan mencapai 0,573 dan tegangan sebesar 114,6 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. H. Hendaryati, T. Sewoyo, and A. Malik, "Design of Stress Measurement System using Arduino Uno Microcontroller," *SNTTM XVIII*, 2019.
- [2] H. Saputra and M. Yusfi, "Rancang Bangun Alat Ukur Regangan Menggunakan Sensor Strain Gauge Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Tampilan LCD," *J. Fis. Unand*, vol. 2, no. 3, pp. 162–169, 2013.
- [3] R. E. B. Bara, "Designing Load Cell on Universal Testing Machine at the Mechanical Engineering Laboratory of President University." President University, 2023.
- [4] H. Susanto, F. Jayadi, S. Fathi, M. Marbun, A. Munawir, and S. Hasdi, "Desain Roda Bersirip Standar dan Bersirip Buka Tutup untuk Pengujian di Lahan Sawah," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 241–252, 2024.
- [5] H. Susanto, N. Ariska, T. M. A. Pandria, and N. Fitriadi, "DESIGN OF A QUALITY SORTER MACHINE FOR PEANUTS BASED ON ARDUINO," *J. Mech. Eng. Res. Dev.*, vol. 44, no. 11, pp. 148–155, 2021.
- [6] H. Susanto, J. Supardi, H. Darsan, and N. Fitriadi, "Testing Cage Wheels Driven on Peaty Paddy Fields," *Nongye Jixie Xuebao/Transactions Chinese Soc. Agric. Mach.*, vol. 54, no. 7, 2023.
- [7] E. F. dos Santos, V. de J. S. Oliveira, W. de A. Ferreira, and J. C. B. Benatti, "Applied Instrumentation: Strain Measurements Using Arduino and Strain Gauge," in *Brazilian Technology Symposium*, Springer, 2017, pp. 213–221.
- [8] Y. A. K. Utama, "Design of Deflection Measuring System for Steel Frame Bridge Structure," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 10, no. 2, 2023.