

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan alat uji tarik elektromekanis (*Electromechanical Universal Tensile Machine* - EUTM) yang telah ada, dengan penambahan fitur pengukuran kapasitansi, modifikasi sirkuit pengukuran resistansi, serta integrasi sensor *Linear Variable Differential Transformer* (LVDT) untuk meningkatkan akurasi pengukuran perpindahan. Pengujian ini berfokus pada karakterisasi sensor *stretchable* untuk aplikasi *soft robotics*, dengan harapan dapat menyediakan perangkat uji yang lebih efisien, akurat, dan terjangkau.

Dalam tahap pertama, penelitian ini melakukan modifikasi pada desain PCB untuk mendukung integrasi komponen tambahan seperti sensor kapasitansi dan resistansi, serta sensor LVDT. Pengukuran kapasitansi dilakukan menggunakan Arduino Nano, yang diterapkan dengan prinsip *RC time constant*, memungkinkan pengukuran perubahan dimensi sensor secara *real-time*. Selain itu, pengukuran resistansi ditingkatkan dengan menambahkan resistor tambahan dalam rangkaian untuk memperluas rentang pengukuran, khususnya pada material dengan resistansi tinggi. Penambahan sensor LVDT berhasil meningkatkan akurasi pengukuran perpindahan material selama pengujian. Selanjutnya, untuk mempermudah pengolahan data, digunakan sistem *Graphic User Interface* (GUI) berbasis Python, yang memungkinkan pemantauan hasil pengujian dan kontrol parameter pengujian secara *real-time*. GUI ini juga mendukung analisis data dan kalibrasi sistem, memberikan fleksibilitas bagi peneliti dalam melakukan evaluasi sensor *stretchable*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat uji yang telah dimodifikasi dapat memberikan data pengukuran kapasitansi dan resistansi yang konsisten dan akurat. Pengujian dilakukan pada kecepatan rendah hingga menengah (1–100 mm/menit), dengan error pengukuran resistansi yang sangat rendah (kurang dari 5%). Meskipun pada kecepatan tinggi (>200 mm/menit) terdapat sedikit peningkatan error, sistem ini tetap dapat memberikan hasil yang dapat diandalkan untuk pengujian pada material sensor *stretchable*. Dengan integrasi antara pengukuran mekanik dan listrik, alat uji ini mampu memberikan wawasan yang lebih komprehensif mengenai performa material dalam aplikasi nyata, khususnya untuk actuator dielektrik elastomer dan sensor *stretchable* dalam bidang *soft robotics*. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan alat uji *stretchable sensor* yang lebih terjangkau dan dapat diakses oleh lebih banyak peneliti, serta memberikan solusi bagi pengujian material dalam penelitian *soft robotics*.

**Kata kunci:** *Soft Robotics, Electromechanical Tensile Test, Resistansi, Kapasitansi, Stretchable Sensor, Arduino Nano, LVDT, GUI*

## ***ABSTRACT***

This research aims to optimize the existing electromechanical tensile testing machine (Electromechanical Universal Tensile Machine - EUTM) by adding capacitance measurement capabilities, modifying the resistance measurement circuit, and integrating a Linear Variable Differential Transformer (LVDT) sensor to enhance displacement measurement accuracy. The study focuses on characterizing stretchable sensors for soft robotics applications, with the goal of providing a more efficient, accurate, and affordable testing device.

In the first phase, the research modified the PCB design to support the integration of additional components such as capacitance and resistance sensors, as well as the LVDT sensor. Capacitance measurements were conducted using an Arduino Nano, based on the RC time constant principle, allowing for real-time measurement of dimensional changes in stretchable sensors. Additionally, the resistance measurement circuit was improved by adding extra resistors to extend the measurement range, especially for materials with high resistance. The integration of the LVDT sensor significantly improved the accuracy of material displacement measurements during testing. Furthermore, to facilitate data processing, a Graphic User Interface (GUI) based on Python was employed, enabling real-time monitoring of test results and control of testing parameters. The GUI also supports data analysis and system calibration, providing flexibility for researchers in evaluating stretchable sensors.

The results of the study show that the modified testing device delivers consistent and accurate capacitance and resistance measurement data. Testing at low to medium speeds (1–100 mm/min) resulted in very low resistance measurement errors (less than 5%). Although some error increase was observed at higher speeds (>200 mm/min), the system still provided reliable results for testing stretchable sensor materials. With the integration of both mechanical and electrical measurements, this testing device provides a more comprehensive understanding of material performance in real-world applications, particularly for dielectric elastomer actuators and stretchable sensors in soft robotics. This research is expected to contribute to the development of more affordable stretchable sensor testing devices that are accessible to a wider range of researchers, as well as offering solutions for material testing in soft robotics research.

**Keywords: Soft Robotics, Electromechanical Tensile Test, Resistance, Capacitance, Stretchable Sensor, Arduino Nano, LVDT, GUI**