

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berjalannya waktu, kebutuhan manusia semakin bertambah baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Salah satu perkembangan yang terjadi dalam dunia konstruksi berasal dari segi material. Material yang digunakan dituntut untuk memiliki kekuatan yang tinggi dan ekonomis. Meskipun demikian, pemilihan material yang tepat bukanlah proses yang mudah. Menurut (Kakani & Kakani, 2004), terdapat ribuan material yang tersedia dan sulit bagi insinyur untuk memperoleh detail dari semua material tersebut. Tetapi dengan mengetahui prinsip fundamental yang mengatur sifat-sifat dari material tersebut dapat membantu bagaimana untuk memilih material yang tepat. Dengan demikian dibutuhkan sejumlah penelitian lebih lanjut mengenai setiap material untuk implementasi di lapangan yang lebih baik, sehingga permasalahan yang terjadi dapat diatasi dengan produk yang tepat.

Salah satu produk teknologi dalam dunia material ini adalah material berperilaku *auxetic*. Ciri khas yang dimiliki oleh material *auxetic* ini adalah material ini memiliki nilai *Poisson's ratio* negatif. *Poisson's ratio* adalah nilai perbandingan negatif antara regangan yang terjadi tegak lurus terhadap gaya, dengan regangan yang terjadi searah dengan gaya. Sifat pada material *auxetic* ini unik karena pada umumnya material memiliki nilai *Poisson's ratio* positif, sehingga ketika material *auxetic* tersebut ditarik, maka material tersebut akan memanjang searah dengan

gaya tarikan tetapi juga melebar pada arah tegak lurus nya. Begitu juga sebaliknya, ketika ditekan, material akan menjadi lebih pendek pada arah gaya tekan dan mengecil pada arah gaya tegak lurus.

Namun, material ini tidak disebut sebagai *auxetic* pada awalnya, melainkan sebagai material *anti-rubber* dan material dilasional (Carneiro et al., 2013). Hingga pada tahun 1991, Kenneth E. Evans memberikan terminologi *auxetic* pada material dengan perilaku tersebut. Kata *auxetic* ini merujuk pada nilai negatif *Poisson's ratio* yang dimiliki (Lim, 2015).

Adapun penelitian mengenai *Poisson's ratio* negatif ini sudah dimulai sejak tahun 1848 oleh Adhémar Jean Claude Barré de Saint-Venant yang memberikan usulan bahwa adanya kemungkinan *Poisson's ratio* dapat bernilai negatif pada material solid anisotropik (Lim, 2015). Eksplorasi terhadap material ini pun masih tetap berkembang. Secara singkat, material ini memiliki sejumlah kelebihan yang tidak dimiliki oleh material non-*auxetic*, yaitu lebih tinggi dalam menyerap energi, tahan terhadap geser, dan lain-lain.

Dengan penelitian mengenai kegunaan dan kelebihan dari material *auxetic* ini tentunya dapat membawa dampak positif terhadap kebutuhan perkembangan dalam dunia konstruksi. Menurut (Mazaev et al., 2020), kegunaan dari perilaku *auxetic* ini membawa keuntungan untuk berbagai bidang. Dalam bidang kedirgantaraan, material ini dapat digunakan untuk sabuk pengaman, *nose-cones* pesawat, penyerapan suara dan getaran, dan lain lain. Dalam bidang militer, perilaku *auxetic* berguna untuk membuat rompi anti peluru, material pelindung

yang lebih ringan, dan lain lain. Selain itu, kegunaan dari material *auxetic* ini juga dapat ditemukan pada bidang-bidang lainnya, termasuk pada dunia teknik sipil. Salah satu pengembangan yang telah dilakukan mengenai material *auxetic* dalam dunia teknik sipil adalah *sandwich panel* dengan struktur *auxetic* model *re-entrant* dari kupu-kupu sebagai bagian inti (Yang et al., 2013).

Penelitian dimaksudkan untuk menggali lebih dalam pengetahuan mengenai perilaku *auxetic* ini dengan mengolah data yang diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan di *Saarland University*, Jerman. Data tersebut berupa sejumlah gambar foto benda uji pelat tipis berlubang yang terbuat dari logam aluminium magnesium ( $AlMg_3$ ) yang memiliki perilaku *auxetic*. Gambar pada data tersebut adalah hasil pembebanan yang dilakukan pada benda uji dan diamati dengan menggunakan *Digital Image Correlation* (DIC) dan *Infrared Thermography* (IRT). DIC berfungsi untuk mengamati deformasi yang terjadi pada benda uji selama dilakukan pengujian. Sementara itu, pada saat yang bersamaan benda uji tersebut juga diamati berdasarkan perubahan temperatur yang terjadi pada benda uji tersebut.

Penelitian dan penyusunan laporan ini difokuskan pada pengamatan temperatur oleh IRT, dan data yang diberikan akan diproses dengan *software* MATLAB R2021a untuk pemetaan data.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, terdapat beberapa rumusan masalah yang hendak dilakukan penelitian lebih lanjut, yaitu:

- 1) Bagaimana perubahan regangan dan temperatur yang terjadi pada titik lokal bagian tengah dan bawah benda uji?
- 2) Bagaimana perubahan regangan terhadap temperatur di sepanjang garis lokal yang ditinjau secara vertikal dan horizontal pada benda uji?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, berikut adalah tujuan dilakukannya penelitian ini:

- 1) Menguraikan seberapa besar peningkatan regangan beserta temperatur yang terjadi pada titik lokal di bagian tengah benda uji (yang mengalami perubahan temperature yang lebih besar dibanding bagian lainnya), dan juga bagian bawah benda uji (bagian yang mengalami perubahan temperature yang lebih kecil dari bagian benda uji lainnya).
- 2) Menjelaskan mengenai hubungan antara perubahan regangan lokal dengan temperatur lokal ketika deformasi terjadi yang ditinjau pada garis arah vertikal dan horizontal.
- 3) Menjelaskan perubahan regangan dan temperatur disepanjang garis lokal yang mewakili perubahan yang terjadi pada benda uji.

### 1.4. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian ini:

- 1) Analisis karakteristik temperatur pada penelitian ini menggunakan data hasil pengujian tarik benda uji *auxetic* yang diperoleh dari *Saarland University*. Benda uji tersebut merupakan pelat berperilaku *auxetic* dengan

sejumlah lubang berbentuk persegi panjang. Adapun jumlah benda uji yang digunakan adalah satu buah.

- 2) Pengujian dilakukan terhadap pengamatan deformasi dengan metode DIC bersamaan dengan pengamatan temperatur dengan metode IRT, namun pada penelitian ini akan lebih berfokus pada analisis terhadap temperatur yang dihasilkan pada hasil IRT. Mengenai korelasi antara data DIC dan IRT, data DIC diperoleh dari analisis yang dilakukan oleh Michael Falycio Christian (2021) pada material yang sama.
- 3) Data yang diperoleh dari Saarland *University* dan Michael Falycio Christian (2021) adalah data matriks rekaman permukaan pelat uji saat pengujian berlangsung. Jumlah rekaman yang diterima adalah 338 buah gambar sebelum terjadinya *failure*.
- 4) Meskipun benda uji merupakan objek tiga dimensi, analisis hanya dilakukan dalam bidang dua dimensi, yaitu permukaan benda uji yang terekam kamera DIC dan IRT, karena mempertimbangkan data yang diperoleh dari Saarland *University* adalah dalam bentuk dua dimensi. Material yang digunakan memiliki tebal 1 mm untuk memenuhi kebutuhan analisis tersebut.
- 5) Dengan berbagai jenis data yang digunakan pada penelitian ini, maka pengolahan data DIC dan IRT menggunakan *software* Matlab R2021a dengan *extension* Ncorr Post v.2, dan untuk pembuatan grafik menggunakan Excel.

### **1.5. Manfaat Penulisan**

Penulisan laporan skripsi ini diharapkan dapat memberi pengetahuan baru dalam dunia rekayasa material sebagai material konstruksi, terutama tentang perkembangan material dengan *Poisson's ratio* negatif. Adapun penulisan ini juga diharapkan dapat mendorong lebih banyaknya penelitian terhadap aplikasi penggunaan material berperilaku *auxetic* dalam dunia konstruksi. Penulisan ini juga diharapkan dapat menjadikan para pelaku konstruksi untuk dengan tepat memilih material dengan meninjau karakteristik yang dimiliki oleh material tersebut. Peninjauan ini dapat diamati dengan memahami bagaimana respon material terhadap pembebanan dalam bentuk temperatur. Dengan demikian, produk-produk konstruksi yang digunakan akan bekerja sesuai dengan tujuan yang telah direncanakan.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Adapun laporan skripsi dengan judul “Analisis Karakteristik Regangan dan Temperatur Pelat Aluminium Magnesium Berperilaku *Auxetic* Dengan Metode *Digital Image Correlation* dan *Infrared Thermography*” memiliki sistematika penulisan sebagai berikut:

#### 1) BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang hendak diselesaikan, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah yang ditetapkan, harapan dalam manfaat penulisan, dan juga sistematika yang digunakan dalam penulisan laporan ini.

## 2) BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini berisi penguraian teori-teori yang dibutuhkan dalam penelitian ini sehingga dapat digunakan dalam pembahasan analisis yang digunakan. Adapun sumber pada landasan teori ini diperoleh dari sejumlah buku, jurnal ilmiah dan laman internet mengenai topik terkait.

## 3) BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan metode atau langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis penelitian, mulai dari data benda uji yang digunakan hingga kepada pengolahan data dengan menggunakan *software* MATLAB R2021a terhadap informasi temperatur yang dimiliki benda uji tersebut.

## 4) BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis mengenai hubungan tegangan-regangan, dan temperatur saat ditinjau secara global maupun lokal. Adapun peninjauan lokal dilakukan pada daerah yang menghasilkan temperatur yang tinggi dan juga yang rendah. Selain itu, bab ini berisi juga analisis mengenai hubungan regangan lokal dengan temperatur lokal yang terjadi.

## 5) BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang telah diperoleh dari hasil penelitian pada Bab IV yang disertakan juga dengan saran untuk penelitian lebih lanjut mengenai material *auxetic* dan aplikasi penggunaan material *auxetic* pada dunia konstruksi.