

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam tiga dekade terakhir struktur kerangka mobil ber dinding tipis secara ekstensif diterapkan menjadi komponen kendaraan dan terus berkembang. Inovasi dalam perkembangan teknologi, terutama pada kendaraan dimana kerangkanya membutuhkan struktur yang ringan dan penyerapan energi lebih besar untuk memberikan perlindungan kecelakaan. (Alavi Nia & Parsapour, 2014) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa penyerapan energi dibutuhkan untuk menghindari dampak yang diberikan saat terjadi kecelakaan, Penggunaan komponen struktur ringan berupa struktur ber dinding tipis sangat banyak digunakan dalam dunia industri antara lain otomotif, penerbangan, pelayaran dan konstruksi. Beberapa keunggulan komponen tersebut diantaranya sangat banyak tersedia di pasaran, ekonomis dan mampu menyerap energi khususnya sistem keselamatan penumpang saat tabrakan yang dikenal dengan *crashworthiness*.

Salah satu cara untuk mengurangi dampak pada penumpang saat terjadi kecelakaan serta meningkatkan kriteria *crashworthiness* dengan penggunaan *crush initiator* pada komponen struktural. (Browne & Johnson, 2017) pada penelitiannya melakukan analisa pengaruh *crush initiator* pada tabung saat diberikan beban aksial. Tabung multi-sel telah ditemukan sebagai pelopor untuk penyerapan energi yang besar dengan massa geometri yang ringan, (Tran, Hou, Han, Tan, & Nguyen, 2014) mengembangkan model teoritis untuk multi-sel kolom berdasarkan metode elemen hingga, dan kelayakan model teoritis divalidasi oleh simulasi numerik. Struktur kolom multi-sel dapat menyerap energi lebih banyak dibanding *single walled structure* dengan berat yang sama, hal itu didasarkan pada *folding element theory* dimana didukung oleh penelitian (Abramowicz, 2003).

Menurut (Abramowicz & Jones, 1986) energi yang dihasilkan dapat terserap melalui struktur ringan saat terjadi kerusakan, hal tersebut dinamakan area penghancuran yang mengalami *progressive buckling*. Pada umumnya area tersebut berada di depan dengan menyerap energi kinetik sebesar 40% (Istiyanto dkk., 2014), area tersebut dinamakan dengan *front rail*.

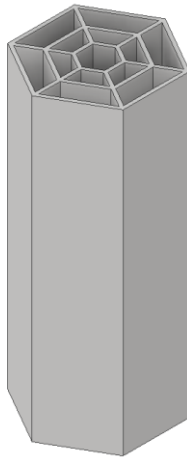
Crashworthiness adalah aspek penting pada sebuah konsep design khususnya otomotif, Ketika kendaraan mengalami kecelakaan, bagian-bagian dari kendaraan akan mengalami deformasi plastis dan menyerap banyak energi. Struktur bagian pada kendaraan dirancang sedemikian rupa untuk meningkatkan kapasitas penyerapan energi, yang bertujuan untuk meningkatkan keselamatan pengemudi dan ketangguhan kendaraan.

(W. Chen & Wierzbicki, 2001) dalam penelitiannya menyatakan bahwa tabung multi-sel dapat menyerap energi lebih besar dibandingkan dengan tabung biasa, dan untuk menganalisa tabung multi-sel dilakukan juga analisa teori *feasibility of theoretical model* yang divalidasi menggunakan metode numerik oleh (Mahmoodi, Shojaeefard, & Saeidi Gooarchin, 2016) mengenai pengembangan formula dan evaluasi efek geometri pada parameter dalam system penyerapan energi.

Dalam *crashworthiness* yang melibatkan terjadinya deformasi dan proses penyerapan energi pada kerangka mobil dibutuhkan dalam sepersekian detik, sehingga dibutuhkan struktur komponen penyerapan yang tinggi, dengan itu pemanfaatan material yang digunakan harus lebih kuat untuk menghindari dampak terjadinya kecelakaan.

(Y. Chen, Clausen, Hopperstad, & Langseth, 2009) dalam penelitiannya menyatakan bahwa aluminium baik untuk digunakan pada suku cadang otomotif, terutama material aluminium alloy AA6061 karena memiliki berat yang ringan. Selain itu juga aluminium alloy AA6061 dapat dikembangkan pada proses pembuatan, desain struktur, dan analisis kelayakan. Aluminium alloy AA6061 ini juga menjadi material yang mampu dan akurat untuk dilakukan identifikasi secara koefisien. Maka material yang digunakan adalah aluminium alloy AA6061.

Maka perlu adanya simulasi dan eksperimen *crashworthiness* pada aluminium alloy struktur tabung-multi sel yang memiliki bentuk hexagonal seperti jaring laba-laba sebagai penyerapan energi, pengujian eksperimental dan pemodelan dilakukan untuk mengetahui efek dan bentuk geometris pada crashworthiness seperti pada gambar 1.

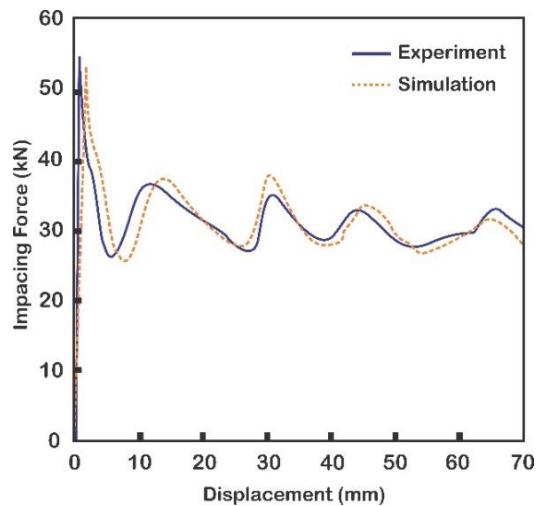


Gambar 1 Struktur hexagonal jaring laba-laba  
(Diadaptasi dari (Y. Zhang, He, Song, Chen, & Chen, 2019))

(Abramowicz & Wierzbicki, 1986) Melakukan eksperimen serta analisis secara teori mengenai evaluasi tabung sebagai penyerapan energi dengan menggunakan *quasi-static*. Sedangkan untuk eksperimen pada multisel dikembangkan oleh (Alavi Nia & Parsapour, 2014), lalu diformulasi oleh (Y. Zhang, Wang, Wang, Zeng, & Chen, 2018) dan dilakukan pengujian pada tabung multisel oleh (Zhang dkk., 2018). Tujuan akhir dari semua aktivitas tersebut adalah meminimumkan usaha atau memaksimalkan manfaat yang diinginkan. Karena usaha yang diperlukan atau manfaat yang diinginkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari variabel keputusan, akan dihasilkan proses untuk menemukan kondisi yang memberikan nilai minimum atau maksimum dari sebuah fungsi. sehingga pengembangan selanjutnya yang akan dilakukan adalah optimasi struktur multisel menggunakan metode Taguchi.

Menurut (Park S. H., 2014) metodologi ini digunakan karna memiliki kapabilitas untuk memperbaiki kualitas dan proses serta mendukung dalam biaya yang minimum, selain itu metode ini juga membentuk eksperimen berdasarkan *orthogonal array* dengan menyediakan jumlah eksperimen yang memberikan informasi lengkap tentang pengaruh faktor dan performa parameter. Pada multisel ini parameter yang penting adalah desain dari tabung tersebut dan ketebalan tabung. Menurut (Alavi Nia & Parsapour, 2014), eksperimen dilakukan untuk mengetahui gaya yang terminimalisir saat terjadi crashworthiness untuk mencegah deformasi. Penyerapan energi dibutuhkan saat deformasi untuk mencegah

kerusakan pada bagian-bagian penting dari suatu struktur. Tabung multisel yang terbuat dari aluminum dengan bentuk berupa hexagonal mengalami pembebanan kuasi-statis, Sehingga bisa didapatkan hasil eksperimen kemudian dibandingkan dengan simulasi yang dilakukan. Hasil penelitian dari (Zhang dkk., 2018) menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan energi bagian multisel lebih besar daripada *single structure*, dikarenakan bagian heksagonal dalam konfigurasi multi-sel menyerap jumlah energi terbesar per unit massa.



Gambar 2 Grafik Perbandingan simulasi dan eksperimen (Diadaptasi dari Zhang dkk 2018)

Pada gambar 2 eksperimen yang dilakukan pada karakteristik tabung multisel dengan sel berukuran sama, (Zhang dkk., 2018) Mereka dalam penelitiannya menemukan hasil yang signifikan antara simulasi dan hasil eksperimen. Mereka juga menemukan bahwa kapasitas penyerapan energi tabung multisel lebih besar daripada tabung biasa. Sehingga struktur multisel dapat disimpulkan memiliki kapabilitas penyerapan energi optimum dengan struktur hexagonal, dan kekuatan multisel ini terdapat pada struktur hexagonal yang menyerupai struktur jaring laba-laba.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana parameter pada desain struktur multi sel jaring laba-laba untuk menghasilkan simulasi dengan penyerapan energi yang lebih besar dengan menggunakan metode taguchi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui hasil simulasi pada *specific energy absorber* tabung dan melaksanakan eksperimen untuk membandingkan hasil dari desain yang digunakan.

## **1.4 Batasan Penelitian**

Studi ini memiliki beberapa batasan masalah sehingga diharapkan studi ini menjadi lebih fokus sesuai dengan tujuan. Adapun batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Parameter yang digunakan dibatasi sebanyak dua parameter.
2. Hanya melakukan perbandingan antara level desain dan ketebalan.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapatkan dari pelaksanaan studi ini adalah sebagai berikut :

Menghasilkan referensi parameter yang optimum pada struktur tabung multisel hexagonal yang terinspirasi dari jaring laba laba dalam rangka memastikan struktur yang dihasilkan aman dari deformasi.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penyusunan laporan studi ini terdiri atas beberapa bab yang masing-masing berisi uraian dan penjelasan segala aktivitas dan kegiatan yang dilakukan selama studi ini berlangsung. Hal tersebut dilakukan agar pembahasan masalah lebih sistematis dan spesifik sesuai dengan topik yang dikaji. Laporan ini terdiri dari 6 bab, yaitu:

### **BAB I**

#### **PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi uraian latar belakang mengenai penerapan biomimikri yang berupa jaring laba laba menjadi struktur multisel hexagonal yang berpeluang untuk memberikan penyerapan energi yang besar dalam kebutuhan rangka kendaraan dan metode yang digunakan untuk mengoptimasi struktur tabung multisel jaring laba-laba ini untuk meminimasi peluang terjadinya *deformasi*

akibat *crashworthiness*. Selain itu terdapat rumusan masalah, tujuan studi, batasan studi, manfaat studi dan sistematika studi.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisi literatur terkait dan dasar teori yang digunakan sebagai referensi studi. Tujuan dari bab ini adalah merancang pola pemikiran pada studi yang dilaksanakan dalam mengoptimasikan parameter struktur tabung multisel jaring laba-laba meminimasi peluang terjadinya *deformasi* menggunakan metode Taguchi. Beberapa metode dan teori pendukung yang terkait dengan pelaksanaan studi ini juga akan dicantumkan pada bab ini.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Dalam bab metode studi berisi penjelasan mengenai struktur masalah secara konseptual dan sistematika penyelesaiannya menggunakan metode yang digunakan, yaitu Metode Taguchi. Metode pemecahan masalah disusun berdasarkan parameter-parameter pendukung dan masalah yang akan diselesaikan.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini dilakukan pengolahan data berdasarkan data yang diperoleh mengenai parameter apa saja yang memengaruhi deformasi akibat *crashworthiness* pada kendaraan dan optimasi hasil simulasi dengan menggunakan Metode taguchi yang selanjutnya hasil pengolahan data akan dianalisis pada bab selanjutnya.

## **BAB V ANALISIS**

Dalam bab analisis dilakukan proses analisis mengenai parameter dengan hasil pengolahan data yang optimum dan memberikan usulan berdasarkan hasil optimum dari pengolahan data.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab kesimpulan dan saran dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil studi dan memberikan saran untuk studi selanjutnya yang akan membahas pada lingkup yang sama.