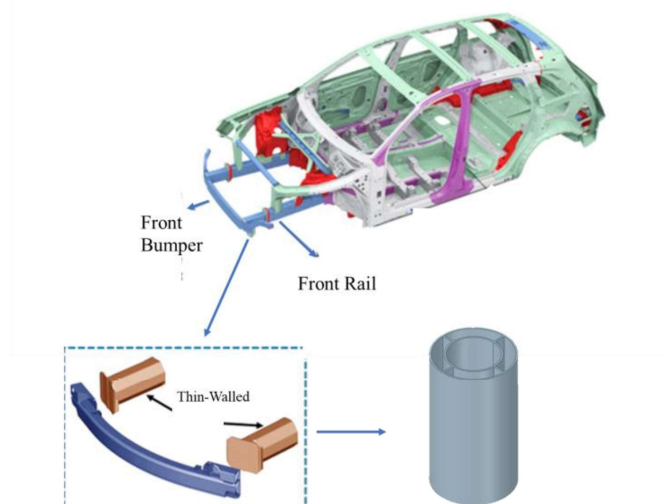


BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecelakaan lalu lintas menjadi perhatian khusus pada industri kendaraan otomotif, kecelakaan tidak hanya merugikan secara aspek ekonomi akan tetapi juga pada keselamatan penumpang. Menurut data yang dikeluarkan oleh (BPS.,2018) Selama kurun waktu 2014-2018, jumlah kecelakaan lalu lintas roda empat mengalami kenaikan rata-rata 3,30 persen per tahun. Hal ini menyebabkan perlunya struktur kendaraan yang mampu mengurangi resiko saat kecelakaan berlangsung, *Crashworthiness* adalah kemampuan struktur untuk melindungi penggunanya selama terjadi kecelakaan serta *crashworthiness* bertujuan untuk mengurangi resiko kecelakaan yang mengakibatkan cedera besar maupun kematian pada penumpang (Verma & Senal, 2019). Terdapat beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan struktur *crashworthiness* yaitu aspek penyerapan energi serta aspek berat dari struktur *crashworthiness* (Hu dkk., 2019).

Struktur *Thin-Walled* merupakan struktur yang umum digunakan pada kendaraan, *Thin-Walled* digunakan dalam struktur *crashworthiness* guna untuk penyerapan energi yang baik serta memiliki material yang ringan (Hu dkk., 2019). Penerapan struktur *Thin-Walled* pada kendaraan terletak dibelakang bumper depan yang terhubung dengan *front rail* pada kerangka kendaraan seperti pada Gambar 1.

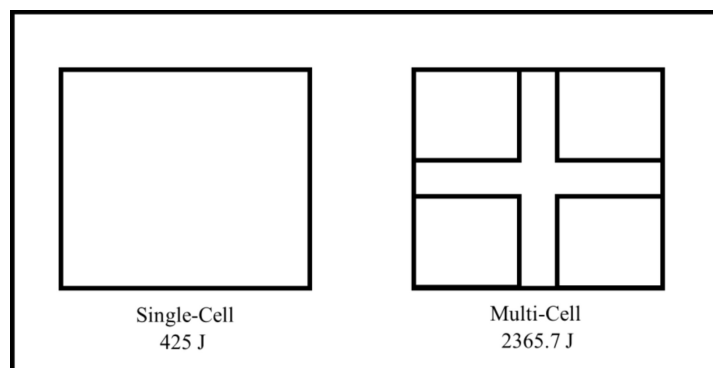


Gambar 1 Penerapan struktur *Thin-Walled* pada sasis kendaraan roda empat

Sumber : Diadaptasi dari (“On the crashworthiness performance of thin-walled energy absorbers: Recent advances and future developments Baroutaji dkk., 2017)

Penerapan *Thin-Walled* pada Gambar 1 berguna untuk penyerap energi saat terjadinya tumbukan agar mengurangi cedera. Keuntungan dari penggunaan struktur *Thin-Walled* adalah memiliki berat massa yang ringan, biaya produksi rendah, dan mudah diproduksi (Baykasoğlu dkk., 2020). Penelitian struktur *Thin-Walled* terus berlanjut, hal ini dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nia & Hamedani, 2010) membandingkan struktur *cylindrical*, *Hexagonal*, dan *Square tube* dengan pengujian *tekanan quasi-static* yang menghasilkan bahwa struktur *Cylindrical tube* memiliki nilai penyerapan energi tertinggi dengan nilai 1168 Nm, dibandingkan dengan struktur *Hexagonal* yang memiliki nilai penyerapan energi 1090.6 Nm. Akan tetapi desain yang dikembangkan ini memiliki kekurangan yaitu memiliki penyerapan energi yang kurang optimal, hal ini disebabkan oleh struktur *single cell* yang memiliki *high initial peak force*. Untuk mengatasi masalah ini dikembangkan konfigurasi struktur baru dari *Thin-Walled* yaitu struktur *multi-cell*.

Struktur *Thin-Walled* dengan konfigurasi *multi-cell* dapat meningkatkan nilai penyerapan energi, hal ini dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh (X. Zhang & Zhang, 2013) membandingkan struktur *multi-cell* dengan *Single-cell*, menurut (X. Zhang & Zhang, 2013) pada *single cell* geometri hanya memiliki satu *layer* berbentuk *rectangular* sedangkan pada *multi cell* geometri memiliki beberapa *layer rectangular* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Struktur Single cell dan Multi cell

Sumber : Diadaptasi dari (“Energy absorption of multi-cell stub columns under tekanan compression X. Zhang & Zhang, 2013)

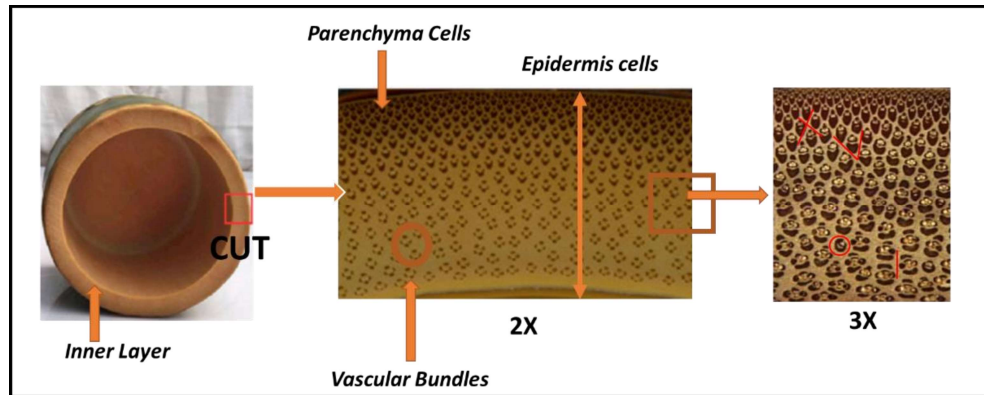
Hasil dari pengujian yang dilakukan oleh (X. Zhang & Zhang, 2013) pada Gambar 2 menunjukkan struktur *multi-cell* lebih baik dalam penyerapan energi dengan nilai 2365.7 J dibandingkan dengan struktur *single cell* yang memiliki nilai penyerapan energi sebesar 452 J. Nilai penyerapan energi dari struktur *multi-cell* ini lebih besar 120% dan 220% dibandingkan dengan *single cell*.

Penelitian struktur *Thin-Walled* dengan konfigurasi *multi-cell* berlanjut pada metode implementasi struktur *Bio-Inspired* pada alam. *Bio-Inspired* adalah penerapan *biological* sistem dengan tujuan meningkatkan kemampuan produk (M. Versos & A., 2011), hal ini didasari karena struktur alam memiliki properti yang sangat unik untuk beradaptasi dalam kondisi ekstrim setelah miliaran tahun evolusi, kemampuan dari desain alam tersebut terbukti memiliki kekakuan yang baik dan dapat mengkombinasikan dengan berat struktur yang ringan (Chen dkk., 2018). Banyak tanaman yang mampu menjadi referensi struktur *Thin-Walled*, jenis tanaman seperti bambu, *cattail* dan *horse tail* mampu menahan beban lingkungan ketika berada di alam. Pada penelitian (Zou dkk., 2018) menguatkan bahwa alam memiliki struktur properti yang unik, dilakukan pengujian *dynamic tensile tests* pada batang bambu (*Phyllostachys pubescen*), umur bambu yang diuji adalah 1, 3 dan 5 tahun, menurut (Zou dkk., 2018) jarak umur bambu ini dipilih karena untuk mengetahui nilai *specific strength* antar umur, dengan hasil batang bambu berumur lebih muda memiliki *specific strength* yang tertinggi. Nilai *strength* pada bambu berumur 1 tahun memiliki nilai 864.6 J sedangkan *aluminium alloy* (2A12) memiliki nilai 737.12 J.

Penerapan *bionic* bambu pada struktur *Thin-Walled* dapat meningkatkan nilai penyerapan energi. Penelitian yang dilakukan (Liu dkk., 2017) menunjukkan nilai penerapan struktur *multi-cell* dengan desain dari *cellular* bambu memiliki nilai penyerapan energi yang lebih unggul dibandingkan dengan struktur *single-cell tube*, nilai pada struktur *multi-cell* adalah 66.31 J/g, sedangkan nilai struktur *single-cell* adalah 56.67 J/g. Hal ini menjadi tantangan bagi penerapan struktur *bionic*

bambu, struktur bambu memiliki potensi yang cukup kuat untuk menjadi struktur penyerap energi dalam rekayasa kendaraan.

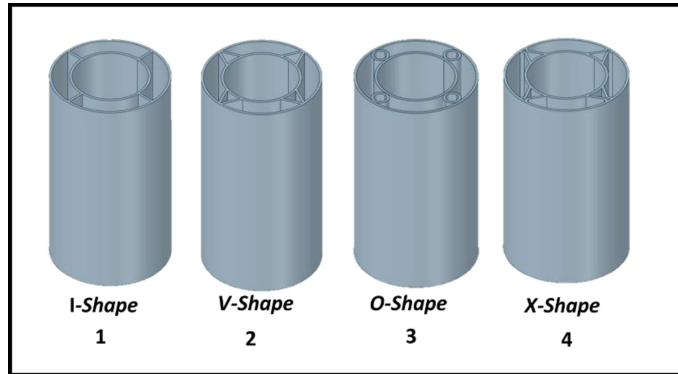
Penerapan pada konfigurasi *rib* pada bambu yang menjadi duplikasi pada *Thin-Walled multi-cell* dapat dilihat pada Gambar 3. terdapat bentuk sel yang berbentuk bulat dan elips.



Gambar 3 Struktur *Parenchyma Cells Bionic* Bambu

Sumber :Diadaptasi dari (“*Design of bionic-bamboo Thin-Walled structures for energy absorption*” (Jie Fu, 2019))

Pada Gambar 3 diketahui bambu dikelilingi oleh sel epidermis dalam dan luar, jaringan ini bertujuan untuk memperkuat bambu dari cuaca dan beban lingkungan. Dinding epidermis luar dan *pith ring* pada bambu menjadi inspirasi dalam penerapan struktur *Thin-Walled multi-cell*, terdapat beberapa bentuk pola *Rib* pada *parenchyma cells* bambu, hal ini diperkuat dengan penelitian dari (Liu dkk., 2017) yang menegaskan bahwa pada struktur sel epidermis ini memiliki kemampuan yang luar biasa saat digunakan pada struktur *crashworthiness*. Analisa pengembangan formula dari tabung multi-cell menggunakan *feasibility of theoretical mode* yang telah divalidasi dengan pengembangan formula dan evaluasi efek geometri pada parameter dalam sistem penyerapan energi (Mahmoodi dkk., 2016).



Gambar 4 Struktur *Bionic Bamboo Tube*

Sumber: (Implementasi desain *rib* bambu (Jie Fu, 2019))

Pada Gambar 4 konfigurasi dari struktur bambu pada bagian *vascular bundles* akan menjadi referensi utama dalam penerapan desain, ada 4 konfigurasi *rib* pada desain multi-cell ini. Penerapan desain yang diimplementasi adalah struktur berbentuk *I-Shape* dengan bentuk I pada *rib*, *V-Shape* dengan bentuk V pada *rib*, *O-Shape* dengan bentuk O pada *rib* dan *X-Shape* dengan bentuk X pada *rib*.

Simulasi dalam studi ini menggunakan *Software* CAE yang mampu melakukan simulasi analisa dengan menggunakan Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) yang memungkinkan dapat menjawab berapa *specific energy absorption* yang diterima oleh struktur yang akan diuji. *Software* yang akan digunakan adalah ABAQUS yang merupakan perangkat lunak yang dapat mencari solusi simulasi multi-fisika dan dapat menunjukkan masalah rekayasa yang lebih kompleks dengan kinerja komputasi yang tinggi (Balocco, 2011).

Diharapkan dengan mengaplikasikan metode *Taguchi* dan analisis metode elemen hingga (*Finite Element Method*) pada *Software* ABAQUS dengan *input* faktor dan *boundary condition* yang sesuai dengan referensi yang didapatkan dari hasil struktur kerangka yang sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditentukan.

1.2 Perumusan Masalah

Apa parameter yang signifikan dari rib pattern dan ketebalan untuk mengoptimalkan nilai *Specific Energy Absorption* pada *Bionic Bamboo Tube* dengan metode taguchi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk memilih desain faktor struktur *Bionic Bamboo Tube* yang menghasilkan nilai *Specific Energy Absorption* optimal dengan menggunakan metode taguchi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah diharapkan hasil studi ini dapat dijadikan referensi bagi perancangan desain struktur *Thin-Walled* untuk meningkatkan nilai *specific energy absorption*.

1.5 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. Proses eksperimen dilakukan hanya sebatas simulasi *finite element* untuk mengetahui *specific energy absorption* tanpa memerhatikan pengujian lain.
2. Studi ini hanya fokus pada analisa optimasi pada desain faktor.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian latar belakang mengenai penerapan metode *Thin-Walled structure* pada desain kerangka industri otomotif yang berpeluang menandingi kekuatan *crashworthiness* yang sudah ada, dengan mengamati *specific energy absorption* untuk mengoptimalkan parameter desain dan ketebalan dari *Bionic Bamboo Tube*

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi literatur yang relevan mengenai dasar teori penunjang studi ini dalam pengoptimalan. Tujuan dari bab ini adalah untuk membentuk pola pikir dan landasan teori yang akan digunakan pada studi.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai struktur masalah secara konseptual dan sistematika penyelesaian masalah menggunakan metode yang terpilih terkait dengan subyek studi ini.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi kumpulan data-data pendukung studi ini yang selanjutnya diolah dan divalidasi menggunakan uji statistika untuk mendapatkan rekomendasi faktor yang optimum.

BAB 5 ANALISIS

Bab ini berisi analisis mengenai faktor dengan hasil pengolahan data yang optimum. Tujuan dari bab ini untuk mengetahui kombinasi dari *level* faktor dari masing-masing faktor yang telah ditentukan untuk menghasilkan suatu *setting* desain struktur yang optimal untuk menghasilkan nilai *specific energy absorption* yang optimal.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini diberikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, beserta saran yang diberikan untuk penelitian terkait di masa yang akan datang.