

BAB III METODE

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi komputer menggunakan *software ANSYS 14.5* yang berbasis metode elemen hingga. Metode ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dapat digunakan sebagai acuan maupun perkiraan dalam melaksanakan eksperimen secara nyata. Informasi tambahan yang diperlukan dalam penelitian ini didapatkan melalui studi literatur dari buku pustaka, jurnal penelitian dan internet.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada bulan Maret – Mei 2016.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum dilakukan penelitian dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah rasio panjang dan tebal *crash box*.

Tabel 3.1 Variasi Rasio Panjang dan Tebal *Crash Box*

No.	<i>Crash Box</i>	Panjang (L)	Tebal (t)	Rasio (L/t)
1	Model 1	115	1,6	71,875
2	Model 2	115	2,0	57,5
3	Model 3	115	2,5	46
4	Model 4	132,5	1,6	82,8125
5	Model 5	132,5	2,0	66,25
6	Model 6	132,5	2,5	53
7	Model 7	150	1,6	93,75
8	Model 8	150	2,0	75
9	Model 9	150	2,5	60

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung pada variabel bebas yang telah ditentukan dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah pola deformasi dan energi penyerapan yang terjadi pada *crash box* akibat uji tabrak arah frontal secara simulasi.

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga konstan selama pengujian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini yaitu :

- Crash box* berpenampang lingkaran dengan diameter 97,34 mm.
- Kecepatan *impactor* sebesar 7,67 m/s.
- Material *crash box* yang digunakan adalah *mild steel*.
- Sudut *initial fold* pada *crash box* sebesar 90^0 dengan rasio panjang *initial fold* *crash box* 1:1.

3.4 Pemodelan Material

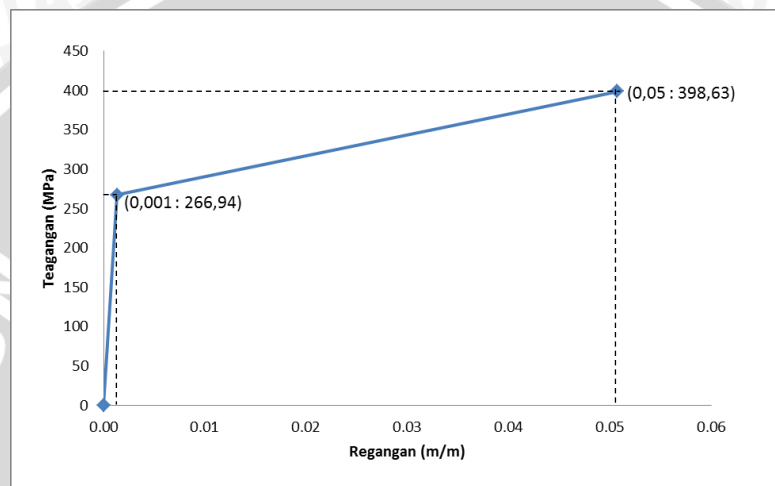
Material *crash box* yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada penelitian sebelumnya (Velmurugan, 2009) yaitu *mild steel* dengan material *properties* seperti pada Tabel 3.2. Spesimen diberi perlakuan *Annealing* dengan pendinginan lambat yang menyebabkan terbentuknya daerah *ferrite-pearlite*. *Mild steel* termasuk ke dalam jenis baja karbon rendah yakni baja dengan kandungan karbon sebesar 0,05 – 0,25%.

Tabel 3.2 *Material Properties Crash Box*

Material Properties Crash Box	
<i>Density</i> (kg/m ³)	8,077 x 10 ³
<i>Modulus Young</i> (MPa)	2,05 x 10 ⁵
<i>Poisson's Ratio</i>	2,9 x 10 ⁻¹
<i>Yield Strength</i> (MPa)	2,6694 x 10 ²
<i>Tangent Modulus</i> (MPa)	2,6667 x 10 ³
<i>Ultimate Strength</i> (MPa)	3,9863 x 10 ²

Pemodelan *crash box* dengan penambahan *initial fold* menggunakan material *structural steel* untuk *impactor* dengan massa 103 kg. *Impactor* bergerak sejauh 97,71 mm searah sumbu -y yang membentuk sudut 90^0 terhadap sumbu -x.

Prinsip dari *hardening* adalah berubahnya *yield surface* karena adanya regangan yang terjadi secara terus menerus. Pemodelan *isotropic hardening* adalah perubahan ukuran *yield surface*, tetapi sumbu pusat dan bentuk umum dari *yield surface* tidak ada perubahan. Pada model *yield surface* material membentangi beraturan ke segala arah dengan *plastic flow*. *Compressive* dan *tensile yield strength* meningkat secara bersamaan dengan nilai yang sama (Louie : 2012). Pemodelan material dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

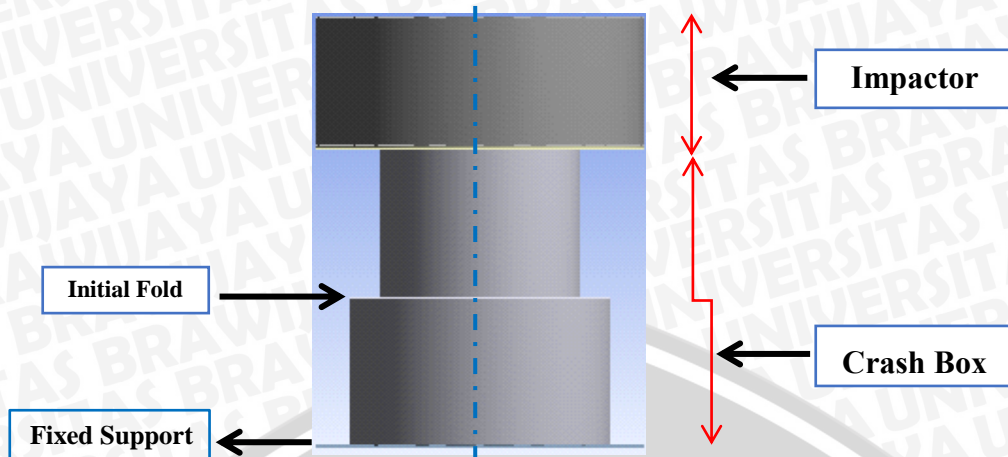


Gambar 3.1 Pemodelan Material Mild Steel *Bilinear Isotropic Hardening*

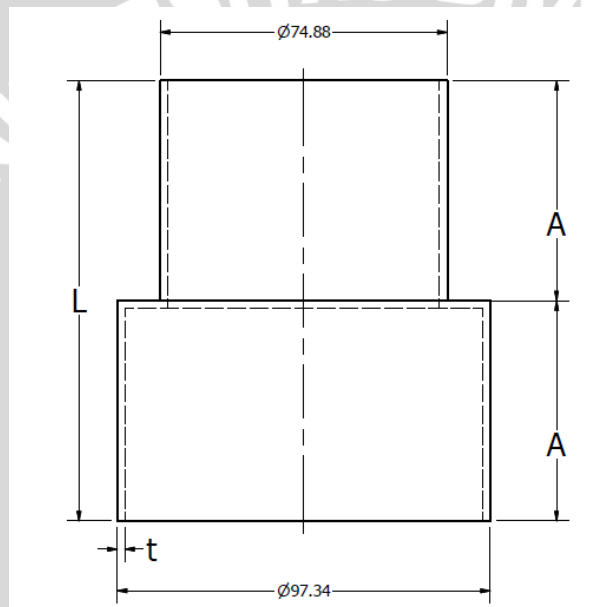
Tabel 3.3 *Material Properties Impactor*

<i>Material Properties Impactor</i>	
<i>Density</i> (kg/m ³)	1,8214 x 10 ⁵
<i>Modulus Young</i> (MPa)	2 x 10 ⁶
<i>Poisson's Ratio</i>	3 x 10 ⁻¹

Pemodelan dalam penelitian ini merupakan satu komponen yang tidak terpisah antara lain *impactor*, *fixed support* dan *crash box*. *Initial fold* merupakan lipatan awal yang didesain pada geometri *crash box* untuk mempermudah terjadinya deformasi ketika menyerap energi *impact*. Pemodelan ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan dimensi model uji pada Gambar 3.3 (dalam satuan mm).



Gambar 3.2 Komponen Pemodelan *Crash Box*



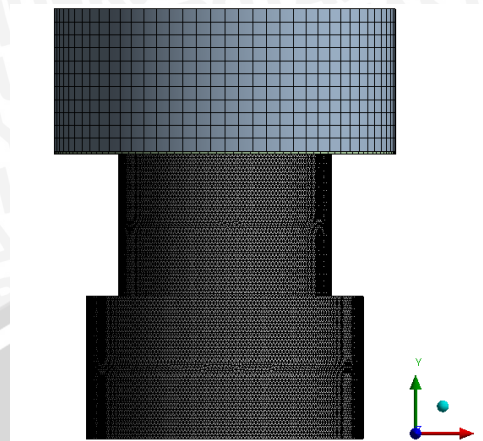
Gambar 3.3 Dimensi *Crash Box*

3.5 Meshing

Meshing merupakan proses pembagian elemen tak berhingga menjadi elemen dengan jumlah yang berhingga (terhitung). Setiap elemen tersusun atas simpul-simpul (*node*). Proses perhitungan numerik dilakukan pada setiap *node*. Semakin banyak pembagian elemen maka akan semakin banyak *node* yang terbentuk sehingga diperoleh hasil analisis yang semakin akurat namun kinerja komputer semakin berat karena lebih banyak persamaan matematis yang harus diselesaikan.

Pada penelitian ini, dilakukan proses *meshing* secara otomatis dan secara manual. Ukuran *mesh* untuk *crash box* sebesar 1,0 mm sedangkan *mesh* untuk *impactor* dan *cell*

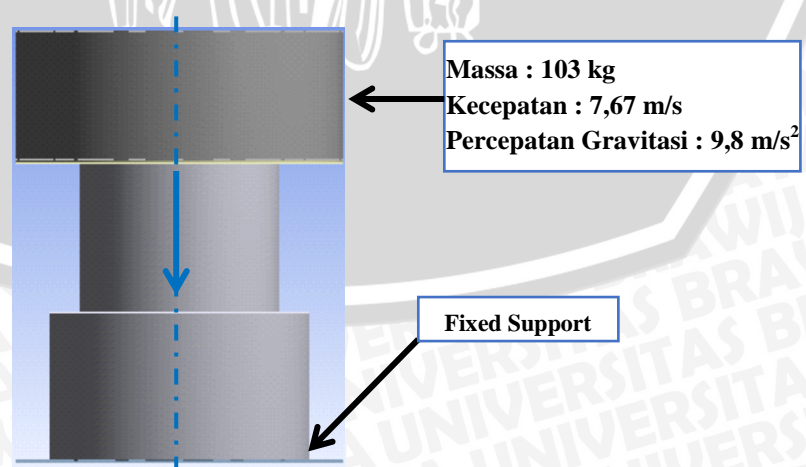
dilakukan otomatis oleh *software*. Hasil *meshing* pada *software ANSYS* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Meshing* Pada Model

3.6 Pemodelan Pembebanan

Pemodelan pembebanan ditunjukkan oleh Gambar 3.5. Pembebanan pada *crash box* dilakukan selama 0,012 detik. Pemodelan pembebanan menggunakan metode *frontal crash test*. *Crash box* dimodelkan sebagai *flexible body* yaitu objek yang mengalami deformasi, sedangkan *impactor* dan *fixed support* dimodelkan sebagai *rigid body* atau objek yang tidak mengalami deformasi. Jenis koneksi pada masing-masing komponen pada simulasi ini yang digunakan adalah *bonded* dan *frictionless*. Koneksi *bonded* digunakan untuk menyambungkan antara *fixed support* dan *crash box*. Sedangkan antara *Impactor* dan *crash box* dimodelkan *frictionless* yaitu koneksi antar objek yang tidak tersambung.



Gambar 3.5 Pemodelan Pembebanan

3.7 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, prosedur penelitian yang dilakukan mempunyai urutan sebagai berikut :

- a. Sistem analisis yang digunakan pada *software* berbasis metode elemen hingga adalah *explicit dynamics*. Pendefinisian material *crash box* dan *impactor* sesuai dengan Tabel 3.2 dan 3.3. Langkah yang pertama adalah membuat geometri pada *design modeler*. Selanjutnya pengaturan *mesh* dilanjutkan dengan pengaturan *boundary condition* sesuai Gambar 3.4. Setelah selesai menentukan kondisi batas yang dibutuhkan untuk proses simulasi, maka dilakukan proses *solution* serta pembacaan hasil pada *result*.
- b. Dilakukan verifikasi penelitian yakni komparasi hasil besar energi penyerapan serta perpindahan dengan penelitian sebelumnya oleh Fauza (2015). Apabila besar energi penyerapan dan perpindahan memiliki *trendline* data yang sama, maka dilanjutkan dengan pengujian pada model selanjutnya.
- c. Data hasil simulasi berupa besar gaya reaksi serta deformasi oleh *crash box* diolah menggunakan *Microsoft Excel 2010* untuk selanjutnya mendapatkan grafik hubungan antara gaya reaksi dan deformasi. Perhitungan besar energi penyerapan oleh *crash box* didapatkan dari perhitungan luas area di bawah kurva pada grafik hubungan antara gaya reaksi dan deformasi atau dari data internal energi hasil simulasi. Sedangkan pola deformasi dari *crash box* dapat diamati secara visual baik dalam kondisi model utuh maupun potongan.
- d. Analisis dan pembahasan hasil pengujian pada masing-masing model dilakukan berdasarkan perhitungan besar energi penyerapan serta analisa pola deformasi.
- e. Hasil analisis dan pembahasan merupakan dasar penarikan kesimpulan atas penelitian yang dilakukan.

3.8 Langkah Simulasi pada *Software* ANSYS 14.5

Proses simulasi dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yakni:

1. *Pre-processing* (Proses Awal)
 - a. Pendefinisian Masalah dengan menentukan tipe analisis dalam penelitian ini menggunakan *Explicit Dynamics*.
 - b. Memasukkan data material untuk komponen *crash box*, *impactor*, dan *cell*.
 - c. Pembuatan geomteri pada *Design Modeler*.
 - d. Melakukan *meshing* pada masing-masing komponen model.

e. Menentukan *boundary condition*.

2. *Solution* (Proses Solusi)

Pada proses *solution* menentukan data perhitungan yang ingin ditampilkan pada hasil setelah dilakukan proses simulasi. Pada penelitian ini hasil yang ingin dihitung oleh komputer adalah *force reaction*, *directional deformation*, dan *internal energy*. Pada tahap ini juga diberikan informasi mengenai estimasi waktu pada proses perhitungan (*running*).

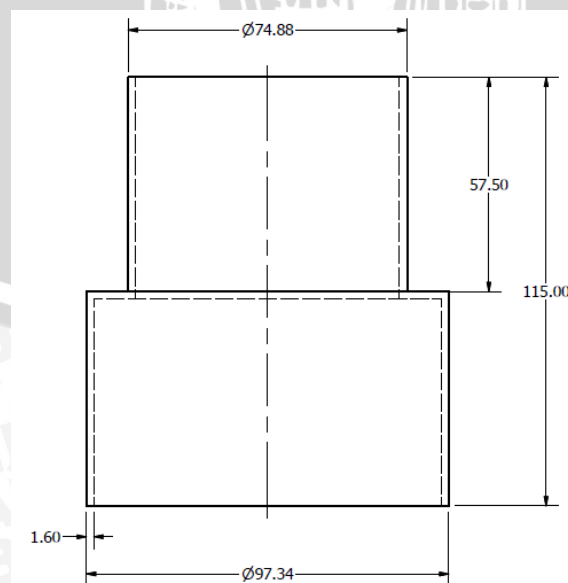
3. *Post-processing*

Merupakan tahap pembacaan hasil berupa visualisasi hasil perhitungan berupa *contour plot*, grafik, dan tabel. Pada penelitian ini didapatkan data *force reaction*, *directional deformation*, dan *internal energy* untuk selanjutnya diolah menggunakan *Microsoft Excel 2010*. Selain itu juga didapatkan visualisasi pola deformasi dari hasil simulasi.

3.9 Verifikasi Penelitian

Verifikasi penelitian dilakukan dengan penelitian Fauza (2015) dengan *initial fold crash box* yang memiliki dimensi sebagai berikut:

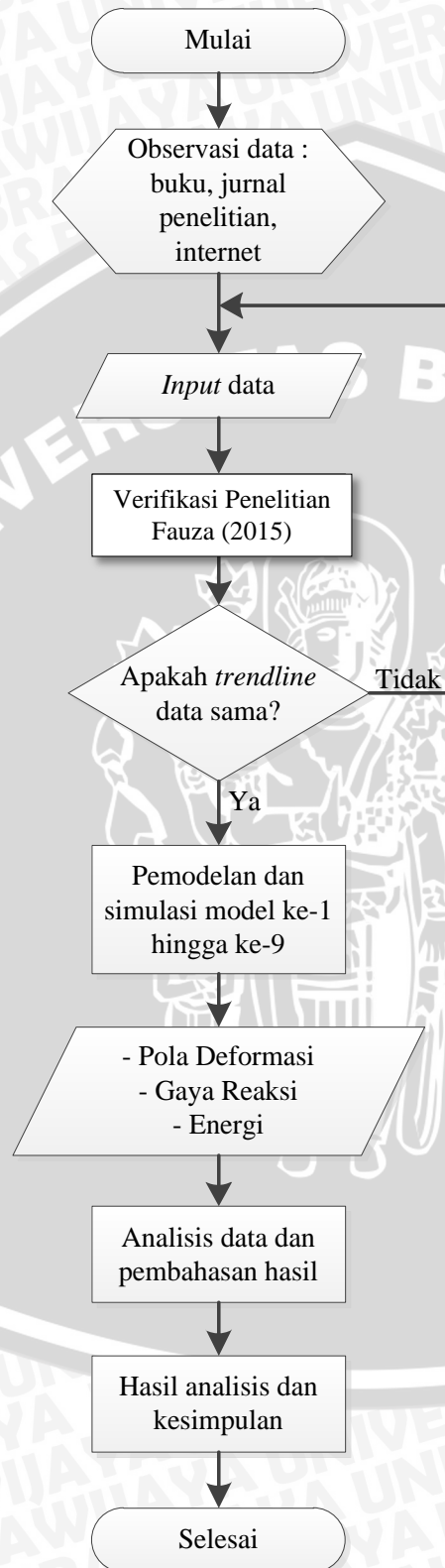
Panjang	: 115 mm	Rasio Peletakan initial fold	: 1 : 1
Diameter	: 97,34 mm	Massa	: 0,447 Kg
Ketebalan	: 1,6 mm	Massa	: 0,447 Kg
Sudut <i>initial fold</i>	: 90^0	<i>Displacement</i>	: 37,7 mm



Gambar 3.6 *Crash Box* Verifikasi Fauza (satuan dalam mm)

3.10 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram alir penelitian