

# Analisis Numerik *Side Impact Beam* Pada Struktur Kendaraan Roda Empat

Endah Yuniarti\*, Sahril Afandi Sitompul, Adnan

Program Studi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan,  
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma  
Komplek Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta 13610, Indonesia  
\*Corresponding Author : [endahyuniarti@universitassuryadarma.ac.id](mailto:endahyuniarti@universitassuryadarma.ac.id)

**Abstrak** - Kasus tabrak samping merupakan jenis kecelakaan tertinggi kedua setelah jenis kecelakaan dari arah depan, mencapai 25%. *Side impact beam* menjadi komponen penting pada sebuah kendaraan mobil sebagai penyerap energi ketika terjadi tabrakan pada arah samping. Komponen tersebut berfungsi menyerap energi tumbukan akibat tabrakan melalui proses deformasi (*bending*). *Side impact beam* secara umum strukturnya berupa pelat tipis dengan model yang beragam. Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis tumbukan dinamik dilakukan dengan simulasi numerik menggunakan perangkat lunak metode elemen hingga, *Abaqus Explicit 3D*. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan model *side impact beam* menjadi 8 model yaitu, *C square beam*, *S beam*, *circular beam*, *M beam*, *V beam*, *W beam*, *D beam*, dan *rectangular beam*. Hasil *output* berupa nilai *displacement*, dan nilai *energy absorption* setiap model. Nilai *displacement* terendah yaitu pada model *D beam* dengan nilai 0.16492 m, dan yang tertinggi pada model *W beam* 0.17345 m. Nilai *energy absorption* terendah pada model *W beam* 1551.189 J, dan yang tertinggi pada model *D beam* 5405.089 J.

**Kata kunci** : *Side impact beam*, *bending*, *displacement*, *energy absorption*, deformasi.

**Abstract** - *Side impact collision accident are the second leading cause of death and injury in the traffic accidents after frontal crashes, reaching 25%. Side impact beam be an important component in a car as absorbing energy when the side impact collision. The component work by absorbing the impact energy collision through deformation process. In this research, a dynamic analysis will be conducted by numerical simulation were performed by finite element method software, Abaqus Explicit 3D. The experiment done by varying 8 model side impact beam, C square beam, S beam, circular beam, M beam, V beam, W beam, D beam, and rectangular beam. The output results shown the displacement, and energy absorption every models. The displacement the lowest that model of D beam with a value of 0.16492 m, and highest that model of W beam with a value of 0.17345 m. The energy absorption the lowest that model of W beam 1551.189 J, and the highest energy absorption that model of D beam 5405.089 J.*

**Keywords** : *Side impact beam*, *bending*, *displacement*, *energy absorption*, deformation.

## I. PENDAHULUAN

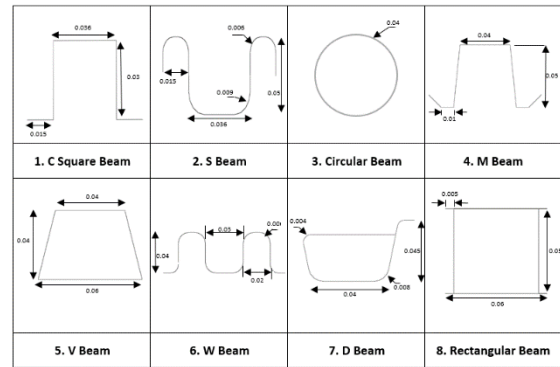
Kasus tabrak samping merupakan jenis kecelakaan tertinggi kedua setelah jenis kecelakaan dari arah depan, yaitu mencapai hingga 25%. Jenis tabrakan ini terjadi akibat tabrakan dengan mobil lain maupun tabrakan dengan benda-benda lain.<sup>[1]</sup>

*Side impact beam* merupakan salah satu komponen yang penting pada sebuah kendaraan beroda empat mengingat tingginya tingkat kecelakaan yang dapat terjadi. Tidak dapat disangkal bahwa keselamatan penumpang adalah hal yang paling utama. *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), mengeluarkan peraturan bahwa penggunaan *side impact beam* pada pintu mobil adalah wajib dan sangat penting bagi keselamatan penumpang yang berada di dalam mobil mengingat angka kecelakaan fatal yang tinggi dan jumlah kendaraan bermotor yang semakin banyak.<sup>[2]</sup>

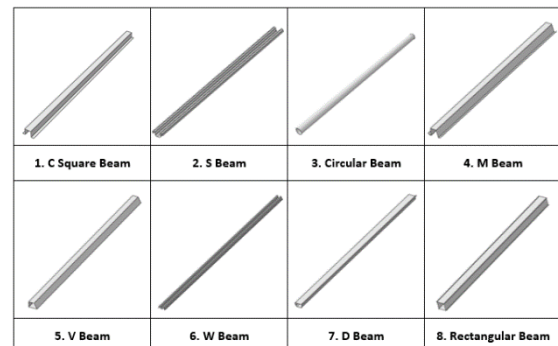
*Side impact beam* merupakan salah satu kunci utama pada suatu struktur mobil, dimana *side impact beam* memiliki peran penting untuk mengurangi dampak tabrakan mobil. Sistem ini bekerja melalui menyerap energi akibat tabrakan dengan cara berdeformasi.

## II. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur untuk memahami permasalahan yang akan dihadapi. Dari studi literatur akan didapatkan data-data masukan untuk penelitian. Setelah data-data penelitian didapatkan selanjutnya melakukan simulasi pemodelan struktur *side impact beam* pada *software* numeric berbasis metode elemen hingga. Simulasi dilakukan dengan membuat 8 model *side impact beam* dengan ukuran panjang 1.05 m, ketebalan 0.002 m.



Gambar 2.1 Tipe model struktur *side impact beam*



Gambar 2.2 Model *side impact beam*

Tabel 2.1 Geometri *side impact beam*

No.	Model <i>Side Impact Beam</i>	Ketebalan, t (m)	Panjang, L (m)
1.	C Square Beam	0.002	1.05
2.	S Beam		
3.	Circular Beam		
4.	V Beam		
5.	M Beam		
6.	W Beam		
7.	D Beam		
8.	Rectangular Beam		

Pengujian *side impact beam* menggunakan sebuah *impactor* berbentuk silinder, yang mengacu pada regulasi pengujian *side pole impact test* yang dikeluarkan oleh *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA).

Tabel 2.2 Geometri *impactor*<sup>[3]</sup>

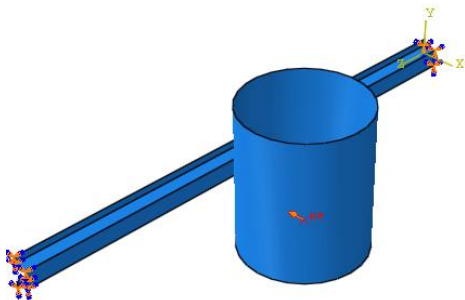
Diameter, d (m)	Panjang, L (m)	Kecepatan Tumbukan, V (m/s)	Massa Tumbukan, B <sub>i</sub> (kg)
0.254	0.3	8.3	1200

Material yang digunakan pada proses simulasi kali ini adalah material *steel* AISI 1080 untuk model *side impact beam*.

**Tabel 2.3** Properti material AISI 1080<sup>[4]</sup>

AISI 1080	
Young's modulus, $E$ (GPa)	211
Yield stress, $\sigma_u$ (MPa)	247
Poisson's ratio, $\nu$	0.28
Density, $\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )	7860

Kondisi batas *fix* diberikan pada elemen kedua sisi paling ujung *side impact beam* yang mewakili fungsi penyangga. Untuk memodelkan tumbukan yang terjadi, kondisi kontak didefinisikan antara *impactor* dengan *side impact beam*. Untuk interaksi antara *impactor* dengan *side impact beam* digunakan jenis kontak *general contact (explicit)*.



**Gambar 2.3** pemodelan pada simulasi

Hasil analisis metode elemen hingga berupa informasi gaya tumbuk yang terjadi pada *side impact beam* (grafik *instantaneous force-displacement*). Dengan membandingkan kurva – kurva tersebut dengan model *side impact beam* lainnya.

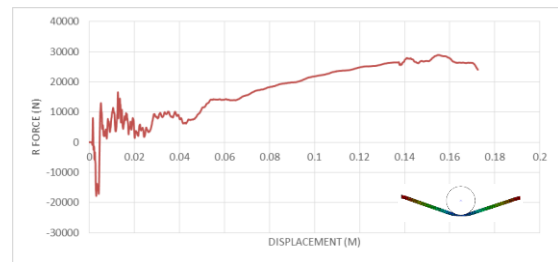
### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Force and Displacement

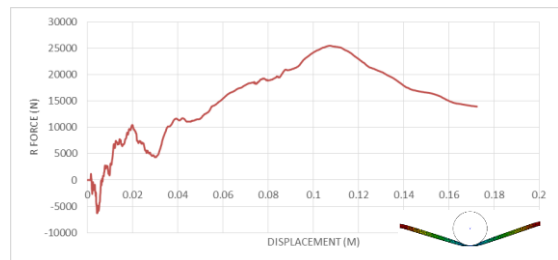
Analisis dinamik pada *side impact beam* dengan menggunakan 8 model *side impact beam* bertujuan untuk perbandingan nilai *displacement*, dan *energy absorption* yang dihasilkan oleh setiap *side impact beam*.

Simulasi tumbukan yang terjadi menggunakan 8 variasi model *side impact beam* yaitu *C square beam*, *S*

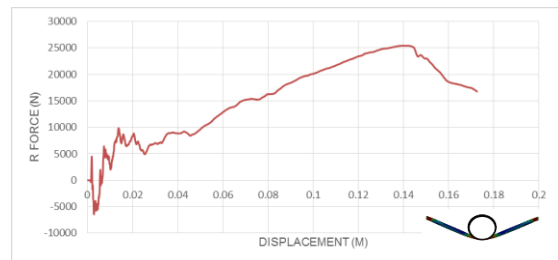
*beam*, *Circular beam*, *M beam*, *V beam*, *W beam*, *D beam*, *Rectangular beam*. Hasil simulasi berupa diagram data *force vs displacement*.



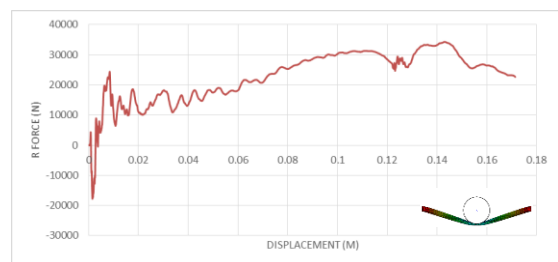
**Gambar 3.1** Grafik *force – displacement* C square beam



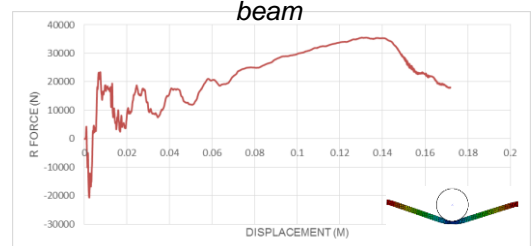
**Gambar 3.2** Grafik *force – displacement* S beam



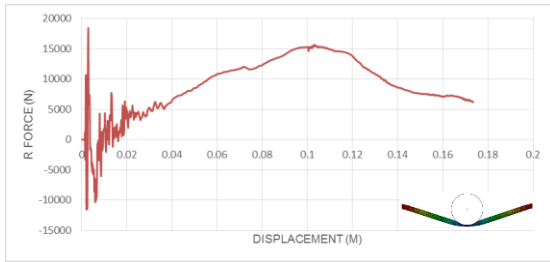
**Gambar 3.3** Grafik *force – displacement* Circular beam



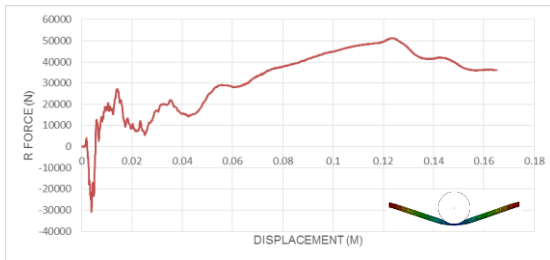
**Gambar 3.4** Grafik *force – displacement* M beam



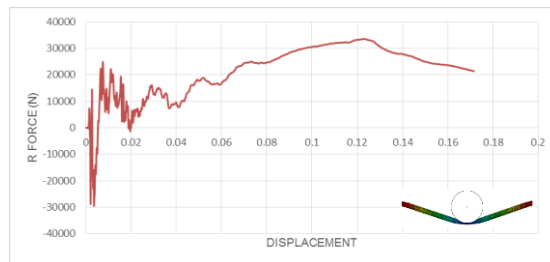
**Gambar 3.5** Grafik *force – displacement* V beam



**Gambar 3.6** Grafik force – displacement *W beam*



**Gambar 3.7** Grafik force – displacement *D beam*



**Gambar 3.8** Grafik force – displacement *rectangular beam*

Dari gambar 3.1 hingga gambar 3.8 grafik *force – displacement*, menunjukkan deformasi (*displacement*) yang terjadi tidaklah sama tiap *side impact beam*.

**Tabel 3.1** Nilai total *displacement*

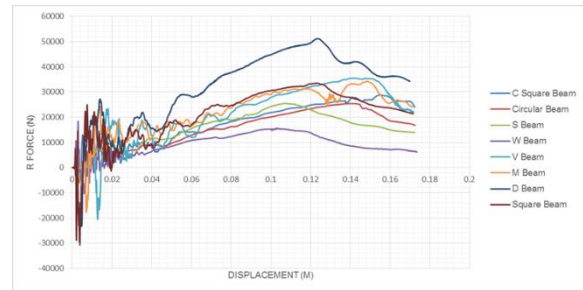
No.	Tipe <i>side impact beam</i>	Nilai total <i>displacement</i> (m)
1.	<i>C square beam</i>	0,17245
2.	<i>S beam</i>	0,17240
3.	<i>Circular beam</i>	0,17257
4.	<i>M beam</i>	0,17141
5.	<i>V beam</i>	0,17185
6.	<i>W beam</i>	0,17345
7.	<i>D beam</i>	0,16492
8.	<i>Rectangular beam</i>	0,17154

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada setiap model *side impact*

*beam*, yang mengalami deformasi paling besar adalah model *W beam* dengan total *displacement* 0,17345 m, dan yang paling rendah adalah model *D beam* dengan total *displacement* 0,16492 m. Model *D beam* memiliki luas permukaan yang lebih lebar dibandingkan model *W beam*, maka pada *D beam* tekanan yang diterima rendah dibandingkan dengan model *W beam*.

### 3.2 Energy Absorption

Nilai total *energy absorption* yang dialami oleh setiap model *side impact beam*, yaitu dengan cara menghitung area yang ada pada bagian bawah kurva *force* dan *displacement*.



**Gambar 3.9** Grafik *instantaneous force - displacement*

**Tabel 3.2** Total *Energy Absorption*

No.	Tipe <i>side impact beam</i>	Nilai total <i>energy absorption</i> (J)
1.	<i>C square beam</i>	3009,270
2.	<i>S beam</i>	2660,902
3.	<i>Circular beam</i>	2682,695
4.	<i>M beam</i>	3799,748
5.	<i>V beam</i>	3649,715
6.	<i>W beam</i>	1551,189
7.	<i>D beam</i>	5405,089
8.	<i>Rectangular beam</i>	3656,723

## IV. Kesimpulan

Berdasarkan simulasi elemen hingga untuk kasus tumbukan pada 8 model *side impact beam*, maka didapatkan hasil yang dapat disimpulkan nilai *displacement*, dan nilai *energy absorption*. Pada model *D beam* mengalami deformasi paling rendah yaitu 0.16492 m. Sedangkan deformasi paling tinggi dialami oleh model *W beam* 0.17345 m.

Nilai *energy absorption* yang dialami tiap model *side impact beam* berbeda – beda. Nilai *energy absorption* terendah yaitu pada model *W beam* 1551.189 J. Sedangkan nilai *energy absorption* terbesar pada model *D beam* yaitu 5405.089 J.

Model *D beam* yang paling efektif sebagai *side impact protection standard*. Karena memiliki nilai *energy absorption* yang baik dibandingkan dengan model *side impact* yang lain dan *displacement* yang rendah.

## V. Daftar Pustaka

- [1] S. H. M. Avinash P. Pawar, 2008 “Crashworthiness Evaluation of Low Weight Recyclable Intrusion Beam for Side Impact”, *International Engineering Research Journal*, pp. 1894 – 1898.
- [2] National Highway Traffic Safety Administrations. 1982. “An Evaluation of Side Structure Improvements in Response to Federal Motor Vehicle Safety Standard 214” *Vehicle Safety Standart*.
- [3] 2004. “Crashworthiness Evaluation Side Impact Crash Test Protocol (Version III)”, *Insurance Institute for Highway Safety, Side Impact Test Protocol*, pp. 1-20.
- [4] Mohammad, V.H., 2010, Evaluation of New Steel and Composite Beam Designs for Side Impact Protection of a Sedan as Per FMVSS 214, IIHS and Side Pole Tests Requirements, *Thesis*, Mechanical Engineering, Osmania University, India.
- [5] Tarigopula, V., Langseth, M., Hopperstad, O.S. dan Clausen, A.H. 2006, “Axial Crushing of Thin-Walled High Strength Steel Sections”, *Int. Journal of Impact Engineering* 32, pp. 847-882.
- [6] Marciniak. Z., J.L. Duncan, S. J. Hu. 2002. *Mechanics of Sheet Metal Forming* Laser Word Private Limited. Chennai. India.
- [7] Singer, F.L dan Andrew Pytel. 1995. *Ilmu Kekuatan Bahan (Teori Kokoh – Strength of Material)*, (alih bahasa Darwin Sebayang) Edisi II. Erlangga. Jakarta.
- [8] Navyaviation, 2014 “ Specific Action of Stresses” <http://navyaviation.tpub.com/14014/css/Specific-Action-Of-Stresses-74.htm> (diakses pada tanggal 28 Oktober 2018).
- [9] T.L.Teng dan C.L.Wu., 2011. “Numerical Simulation Side Impact Crashes”, *Int. Journal of Impact Engineering* 32, pp. 847-882
- [10] Abdurahman, A., 2012, Aturan Trapezoida (Trapezoida Rule), <https://aimprof08.wordpress.com/2012/09/03/aturan-metode-trapezoida/>, (diakses tanggal 22 November 2018).
- [11] Weber, H., dan Dreistern., 2001, *Advance Concept for Side Impact Beams Protection*, Germany.