

Submission 30

# Pengaruh Dimensi *Depth Draw* Dan *Flange* Terhadap Defleksi Pada Komponen *Bracket Joint*

Estu Prayogi, Lourentinus Noto Budyo  
Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

**Abstrak.** *Bracket Joint* adalah salah satu komponen pada rangka jok kendaraan roda empat yang berfungsi menghubungkan konstruksi rangka punggung dan rangka dudukan. *Bracket joint* dibuat dengan proses *stamping* dengan fitur *depth draw* dan *flange*. Fitur *depth draw* dan *flange* berfungsi sebagai penguat pada struktur *bracket joint*. Analisa pada komponen ini bertujuan untuk mendapatkan nilai defleksi struktur *Bracket Joint* akibat gaya yang diberikan sebesar 1325 N. Sebelumnya dibuat varian dimensi *depth draw* dan *flange* dengan perbandingan linier pada dimensi *Depth draw* dengan interval 1 mm menurun. Dimensi *depth draw* dan *flange* pada produk awal adalah 10 – 7 mm, sedangkan dari penentuan varian didapatkan dimensi 9 - 6,3 mm; 8 - 5,6 mm; 7 - 4,9 mm; 6 - 4,2 mm. Dengan menggunakan simulasi CAE didapat nilai defleksi berturut-turut 0,530 mm; 0,534 mm; 0,540 mm; 0,542 mm; 0,554 mm. Berdasarkan perhitungan analitik didapatkan nilai defleksi berturut-turut 0,452 mm; 0,487 mm; 0,531 mm; 0,565 mm; 0,638 mm. Rata-rata kenaikan defleksi dari hasil simulasi adalah 0,06 mm per 1 mm penurunan dimensi *depth draw*. Sedangkan dari hasil perhitungan analitik, kenaikan nilai defleksi rata-rata adalah 0,44 mm per 1 mm penurunan dimensi *depth draw*.

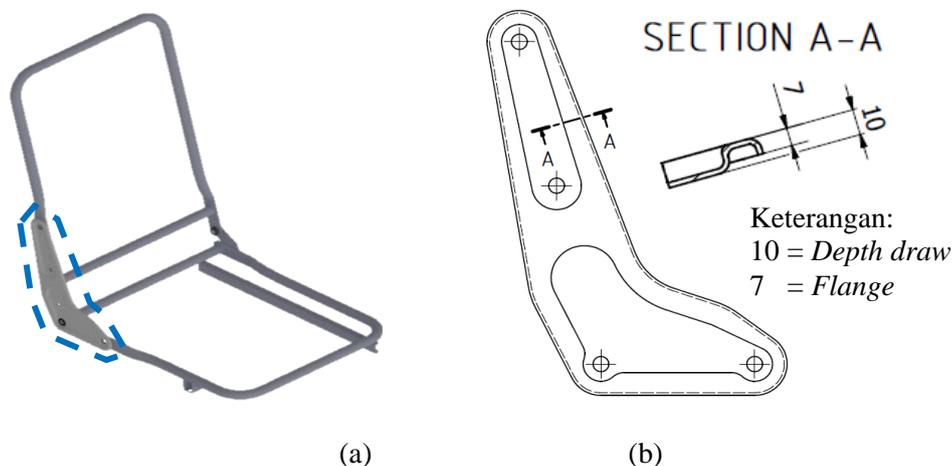
**Kata Kunci :** *Bracket Joint*, defleksi, rangka jok

## 1. PENDAHULUAN

### a. Latar belakang

Salah satu kriteria dalam perancangan struktur rangka jok adalah defleksi yang terjadi pada struktur akibat pembebanan yang diterima. Sejumlah gaya akan dibebankan pada struktur untuk melihat defleksi yang terjadi. Berdasarkan pengujian *Seat Back Strength* pada standar ECE no.17, jok diberikan torsi sebesar 530 Nm dengan memperhatikan *H-point* [1].

*Bracket joint* adalah salah satu komponen pada struktur rangka jok kendaraan roda empat. Komponen ini berfungsi sebagai penghubung rangka dudukan dan rangka punggung. Komponen ini dibuat dengan proses *depth draw* untuk membentuk *flange* yang berfungsi sebagai penguat struktur (*reinforcement*). Ilustrasi dimensi *depth draw* dan *flange* dapat dilihat pada gambar 1-b. Semakin besar dimensi *depth draw* dan *flange* yang dibentuk, maka proses pembuatannya juga semakin rumit dan membutuhkan kapasitas mesin yang tinggi pula. Maka penurunan dimensi *depth draw* dan *flange* bisa dijadikan salah satu optimasi desain produk.

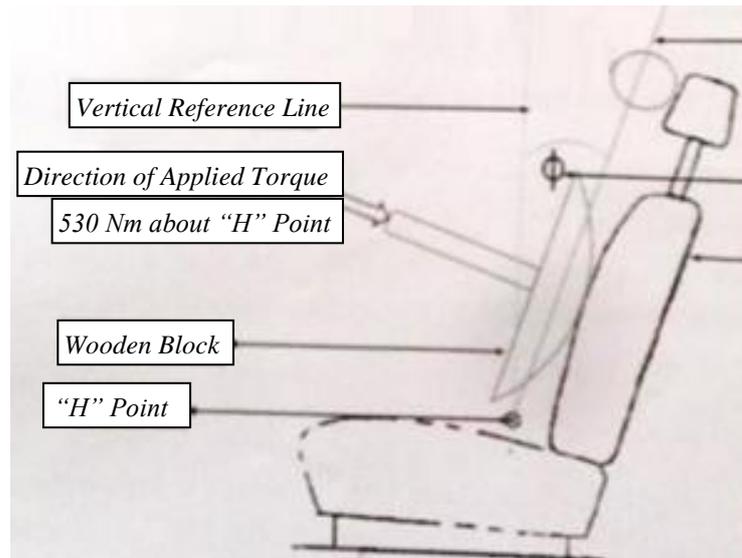


Gambar 1. Komponen *Bracket Joint* (a) Posisi *bracket joint* pada rangka (b) Dimensi *depth draw* dan *flange*

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai defleksi dari variasi dimensi *depth draw* dan *flange* pada komponen *bracket joint* melalui simulasi dan perhitungan analitik sesuai beban yang diterima oleh komponen ini.

### b. Pengujian Seat Back Strength (SBS Test)

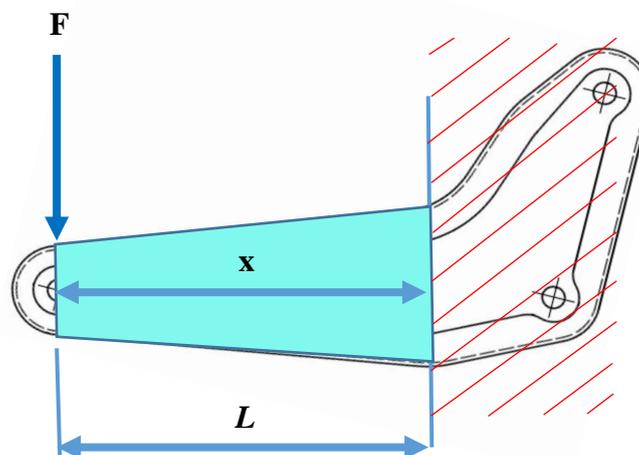
Tujuan dari tes ini adalah untuk menunjukkan bahwa punggung jok punggung dapat menahan gaya yang dihasilkan oleh penumpang sebagai akibat dari tumbukan depan dan belakang kendaraan. Torsi yang digunakan untuk tes ini adalah 530 Nm dengan penerapan H-point. Kriteria yang diterima untuk pengujian *Seat Back Strength* adalah jok punggung dapat menahan momen yang diperlukan tanpa kegagalan rangka jok, sambungan jangkar jok, mekanisme pengatur dan mekanisme penguncian selama atau setelah tes dilakukan.



1) Gambar 2. Ilustrasi pengujian Seat Back Strength

### c. Ilustrasi Pembebanan

Jarak perpindahan Y didefinisikan sebagai defleksi balok. Hal yang mempengaruhi defleksi adalah kekakuan batang dan gaya yang bekerja pada batang. Semakin kaku, maka lendutan batang yang terjadi pada batang semakin kecil. Besar kecilnya gaya yang diterima oleh batang juga mempengaruhi besar kecilnya defleksi, atau dengan kata lain semakin besar beban yang diterima batang maka defleksi akan semakin besar.



Gambar 3. Ilustrasi pembebanan pada *bracket joint*

Pada kasus *bracket joint*, beban yang diterima struktur rangka adalah 530 Nm terhadap H-point, apabila distribusi gaya diuraikan, maka beban yang diterima oleh komponen ini adalah 1325 N. Posisi beban terletak pada area lubang di ujung bebas dan merupakan posisi terjauh dari ujung tetap sehingga nilai  $x$  sama dengan  $L$ .

Menurut teori batang kantilever, bila sebuah balok mempunyai dimensi penampang yang berubah secara tiba-tiba, maka pada titik dimana perubahan itu terdapat akan terjadi konsentrasi tegangan lokal. Namun tegangan lokal ini tidak mempunyai pengaruh berarti terhadap perhitungan lendutan atau defleksi. Dimensi  $x$  adalah posisi ujung bebas *bracket joint* terhadap lokasi konsentrasi tegangan lokal [2][3].

Dengan luas penampang yang variabel terhadap nilai  $x$ , dapat digunakan persamaan berikut untuk menentukan nilai defleksi dalam arah  $y$  [4].

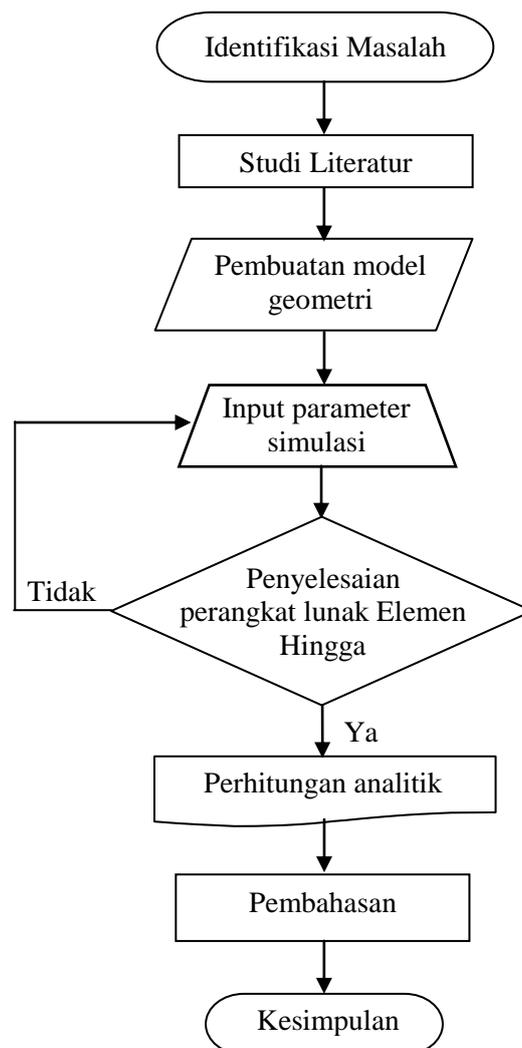
$$v = \frac{Fx^2}{6EI} (3L - x) \quad (1)$$

Karena  $x = L$ , maka didapatkan defleksi maksimal berikut:

$$\delta_b = \frac{FL^3}{3EI} \quad (2)$$

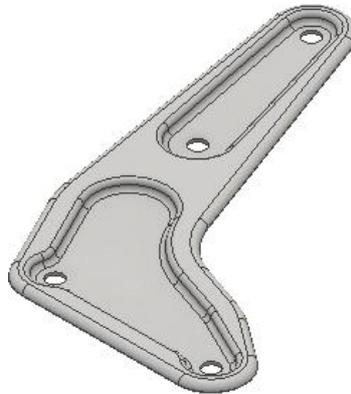
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### a. Alur penelitian



### b. Pembuatan Model Geometri dan Varian

Untuk memulai proses simulasi, diperlukan pemodelan geometri produk *bracket joint* yang mewakili model riilnya. Pembuatan model geometri menggunakan *software Autodesk Inventor 2016*. Fitur yang digunakan dalam pembentukan geometri 3 dimensi adalah fitur dasar yaitu *Extrude* dan *Fillet* (pembentuk profil radius).



2) Gambar 4. Model Geometri Bracket Joint

Penentuan variasi dimensi *depth draw* dan *flange* berdasarkan perbandingan keduanya dengan penurunan 1mm dimensi *depth draw* disetiap varian. Varian yang diperoleh mempertimbangkan kemampuan mampu bentuk pada proses pembuatannya. (Varian dapat dilihat pada tabel 1)

3) Tabel 1. Tabel Varian Dimensi Depth Draw dan Flange

No.	Varian	Dimensi <i>Depth Draw</i>	Dimensi <i>Flange</i>
1	Desain awal	10 mm	7 mm
2	A	9 mm	6,3 mm
3	B	8 mm	5,6 mm
4	C	7 mm	4,9 mm
5	D	6 mm	4,2 mm

### c. Karakteristik Material

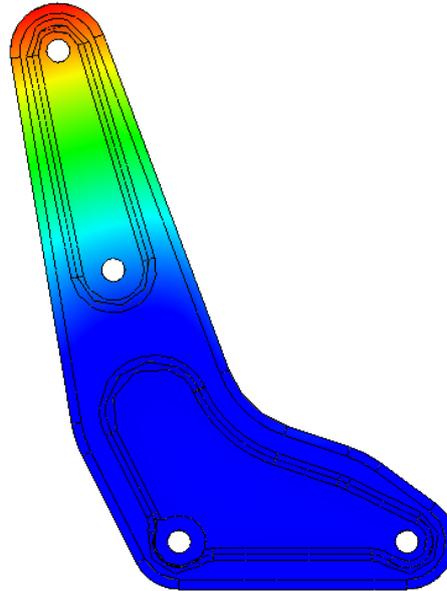
Material yang digunakan *Bracket Joint* adalah SAPH440. Material ini merupakan jenis baja *Hot Rolled* dalam bentuk pelat, lembaran & setrip untuk digunakan pada aplikasi struktural kendaraan. SAPH440 adalah kelas material dan penyebutannya didefinisikan dalam standar JIS G 3113. Sifat mekanis material SAPH 440 dapat dilihat pada tabel 2.

4) Tabel 2. Tabel Karakteristik Material SAPH 440

<i>Tensile Strength</i>	440 (N/mm <sup>2</sup> )
<i>Yield Strength</i>	302 (N/mm <sup>2</sup> )
<i>Young's Modulus</i>	201 (GPa)
<i>Poisson Ratio</i>	0.306
<i>Elongation</i> (dari arah pengerolan)	≤ 30 %
<i>Elongation to break</i>	44 %

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika *bracket joint* dikenai gaya, maka akan terjadi deformasi plastis. Hasil simulasi yang terlihat pada gambar 7 menunjukkan defleksi maksimal terjadi pada ujung *bracket joint*. Menurut teori batang kantilever oleh Timoshenko, bila sebuah balok mempunyai dimensi penampang yang berubah secara tiba-tiba, maka pada titik letak perubahan itu akan terjadi konsentrasi tegangan lokal. Namun tegangan lokal ini tidak mempunyai pengaruh berarti terhadap perhitungan lendutan atau defleksi.



Gambar 7. Hasil simulasi defleksi pada CAE

Terlihat pada gambar 7 skala defleksi tertinggi terdapat pada ujung bebas *bracket joint*. hal ini sesuai dengan teori Timoshenco bahwa batang kantilever dikenai gaya pada ujung bebasnya, maka nilai defleksi terbesar terletak pada ujung bebas, sedangkan pada area ujung tetap memiliki nilai defleksi yang kecil. Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi defleksi pada bracket joint dengan variasi dimensi *depth draw* dan *flange*.

5) Tabel 3. Tabel hasil simulasi CAE

Varian	Defleksi (mm)
Produk Awal	0,530
A	0,534
B	0,547
C	0,542
D	0,554

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan analitik defleksi yang terjadi pada *bracket joint* dengan variasi dimensi *depth draw* dan *flange*.

6) Tabel 4. Tabel hasil perhitungan analitik

Varian	$I_x$ (mm <sup>4</sup> )	F (N)	E (Mpa)	L (mm)	x (mm)	$\delta_b$ (mm)
Produk Awal	28.377	1.325	201.000	180	180	0,452
A	26.320					0,487
B	24.136					0,531
C	22.693					0,565
D	20.412					0,638

Persen galat dari hasil simulasi dan hasil perhitungan analitik dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Selisih} = \frac{\text{defleksi (analitik)} - \text{defleksi (simulasi)}}{\text{defleksi (simulasi)}}$$

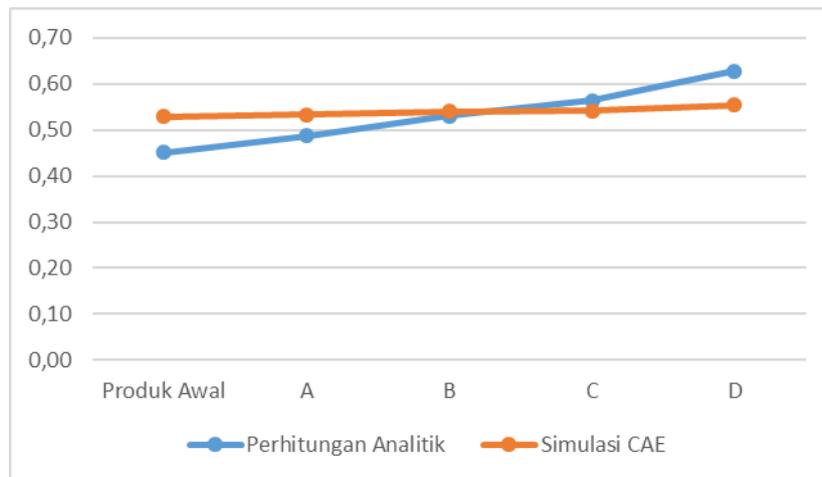
(3)

Perbandingan hasil perhitungan analitik dan hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 5 dan grafik 1 berikut:

7) Tabel 5. Perbandingan hasil perhitungan analitik dan hasil simulasi

Varian	Defleksi analitik (mm)	Defleksi simulasi (mm)	Persen selisih (%)
Produk Awal	0,452	0,530	15%
A	0,487	0,534	9%
B	0,531	0,547	3%
C	0,565	0,542	4%
D	0,638	0,554	13%

8) Grafik 1. Perbandingan hasil perhitungan analitik dan hasil simulasi



#### 4. KESIMPULAN

Pada grafik terlihat ada perpotongan garis hasil perhitungan analitik dan hasil simulasi CAE. Garis grafik hasil simulasi lebih landai dibandingkan dengan garis grafik hasil perhitungan analitik. Rata-rata kenaikan defleksi dari hasil simulasi adalah 0,06 mm per 1 mm penurunan dimensi *depth draw*. Sedangkan dari hasil perhitungan analitik, kenaikan nilai defleksi rata-rata adalah 0,44 mm per 1 mm penurunan dimensi *depth draw*.

#### Daftar Pustaka

1. Rupali Shahade, S R Sandanshiv, A. R Jain, Review of Seat Testing and Evaluation Regulation, *IJESC*, **Volume 6** Issue No. 3 (2016)
2. James M. Gere, Stephen P. Timoshenko, *Mekanika Bahan* (Penerbit Erlangga, Jakarta, 1996)
3. Ach. Muhib Zainuri, *Kekuatan Bahan* (Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008)
4. Miha Brojan, Matjaz Cebren, Franc Kosel, Large deflections of non-prismatic nonlinearly elastic cantilever beams subjected to non-uniform continuous load and a concentrated load at the free end, *Acta Mech. Sin.*, **28(3)**:863–869 (2012)