

## SURAT TUGAS

Nomor: 664-R/UNTAR/PENELITIAN/II/2024

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

1. **ANDY PRABOWO PHO, S.T., M.T., Ph.D.**
2. **MICHELLE KAREN JULIA IE**

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul : Validitas Pemodelan Abaqus Dari Eksperimen Balok Aluminium Berlubang Di Tengah Bentang  
Nama Media : Poster  
Penerbit : KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Volume/Tahun : 12 Januari 2024  
URL Repository : -

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

10 Februari 2024

**Rektor**



**Prof. Dr. Ir. AGUSTINUS PURNA IRAWAN**

Print Security : b12219e378da35d7de7d1d1dda31fcc8

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

### Lembaga

- Pembelajaran
- Kemahasiswaan dan Alumni
- Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat
- Penjaminan Mutu dan Sumber Daya
- Sistem Informasi dan Database

### Fakultas

- Ekonomi dan Bisnis
- Hukum
- Teknik
- Kedokteran
- Psikologi
- Teknologi Informasi
- Seni Rupa dan Desain
- Ilmu Komunikasi
- Program Pascasarjana

# SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202413360, 6 Februari 2024

## Pencipta

Nama : **Michelle Karen Julia Ie dan Andy Prabowo Pho**  
Alamat : Jl Karet Belakang II No 1, RT 008 / RW 004, Setia Budi, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12940  
Kewarganegaraan : Indonesia

## Pemegang Hak Cipta

Nama : **Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Tarumanagara**  
Alamat : Jl. Letjen. S. Parman No. 1 Grogol, Jakarta Barat, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Dki Jakarta 11440

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Poster**

Judul Ciptaan : **Validitas Pemodelan Abaqus Dari Eksperimen Balok Aluminium Berlubang Di Tengah Bentang**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 12 Januari 2024, di Jakarta Barat  
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000588731

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b

Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto  
NIP. 196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

## LATAR BELAKANG

Dalam dunia konstruksi, baja adalah salah satu material struktur yang umum digunakan selain beton dalam suatu konstruksi. Walaupun lebih mahal, material baja memiliki proses pelaksanaan dan pengerjaan yang lebih cepat dan praktis jika dibandingkan dengan material beton. Saat ini terdapat beberapa material baja yang dapat digunakan pada proyek konstruksi, seperti yang terbuat dari material karbon, campuran kromium dan nikel, serta aluminium.

Jika dibandingkan dengan baja karbon ataupun baja tahan karat, baja aluminium memiliki ketahanan terhadap korosi yang lebih baik dan kemampuan "ekstrusi" untuk menunjang proses fabrikasi penampang solid (pejal) maupun hollow (berongga).

Menurut Chen et al. (2022), adanya lubang tersebut pada badan balok baja mempermudah sistem mekanikal atau saluran pipa dipasang melewati lubang tersebut. Selain itu, pipa yang menembus balok dapat memberi keuntungan bagi arsitek karena dapat menambah *space* secara vertikal pada ruangan dan mengurangi berat sendiri dari komponen struktur.

Dari studi literatur yang telah dilakukan, penelitian mengenai balok baja aluminium berlubang masih belum mendapat perhatian. Oleh karena itu, penelitian ini membuat simulasi kegagalan lentur perilaku struktur balok baja aluminium berlubang dengan kekuatan material dan ukuran penampang yang berbeda. Simulasi kegagalan ini diperoleh dengan bantuan program berbasis metode elemen hingga, yaitu ABAQUS. Penelitian ini akan membandingkan hasil simulasi numerik dari ABAQUS dengan hasil eksperimen Feng et al. (2017).

## TUJUAN PENELITIAN

1. Bagaimana keakuratan dan konsistensi hasil dari dua metode pemodelan yang digunakan terhadap hasil eksperimen Feng et al. (2017) pada metode pembebanan *three-point bending*?
2. Bagaimana keakuratan dan konsistensi hasil dari dua metode pemodelan yang digunakan terhadap hasil eksperimen Feng et al. (2017) pada metode pembebanan *four-point bending*?

## MAKSUD DAN TUJUAN

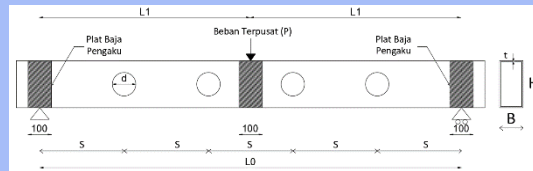
1. Meneliti keakuratan dan mengobservasi konsistensi hasil pendekatan yang digunakan pada pemodelan dengan program ABAQUS terhadap hasil eksperimen Feng et al. (2017) akibat pembebanan dari metode *three-point bending*.
2. Meneliti keakuratan dan mengobservasi konsistensi hasil pendekatan yang digunakan pada pemodelan dengan program ABAQUS terhadap hasil eksperimen Feng et al. (2017) akibat pembebanan dari metode *four-point bending*.
3. Mengetahui validitas kegagalan lentur balok baja aluminium penampang penuh dan penampang alternatif akibat pembebanan dari metode *three-point-bending* dan *four-point-bending* pada pemodelan dengan program ABAQUS terhadap hasil eksperimen Feng et al. (2017).

## Penelitian Balok Baja dengan Lubang (*Perforated Beam*)

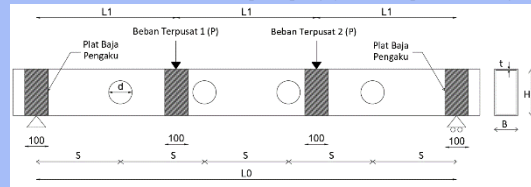
Salah satu penelitian oleh Feng et al. (2020) yang menguji tabung aluminium berpenampang CHS (*Circular Hollow Section*) menyimpulkan bahwa hasil percobaan pada aluminium berkekuatan normal, kapasitas lentur berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah dan diameter lubang. Bertambahnya jumlah lubang akan mengurangi kapasitas lentur yang lebih besar dibandingkan dengan bertambahnya diameter lubang.

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, digunakan studi literatur dan studi numerik berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Feng et al. (2017). Data-data tersebut diambil dari literatur Feng et al. (2017). Tahapan penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan momen ultimit yang dihitung menggunakan nilai reaksi perletakan dan kurvatur dari hasil analisis ABAQUS. Dalam penelitian ini, akan dilakukan 26 simulasi numerik dengan detail tampak samping pada Gambar 1 dan Gambar 2, serta ukuran penampang seperti Tabel 1.



Gambar 1. Detail Tampak Samping dan Definisi Simbol dari Penampang Aluminium SHS dan RHS pada pengujian *three-point bending*



Gambar 2. Detail Tampak Samping dan Definisi Simbol dari Penampang Aluminium SHS dan RHS pada pengujian *four-point bending*

Tabel 1. Ukuran dari Penampang Aluminium SHS dan RHS

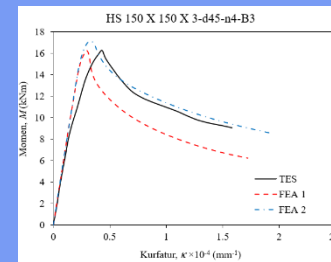
Benda Uji	Parameter Geometrik									
	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Tebal (mm)	Panjang Total (mm)	Diameter Lubang (mm)	Interval Lubang (mm)	$h/b$	$b/t$	$h/t$	$d/h$
HS 150 × 150 × 3-B3	150,2	150,18	3,06	2000,4	-	-	1	49,08	49,08	-
HS 150 × 150 × 3-B4	150,09	149,97	3,04	2000,3	-	-	1	49,37	49,33	-
HS 150 × 150 × 3-d45-n4-B3	149,98	150,37	3,05	1999,4	45,34	360,1	1	49,17	49,3	0,3
HS 150 × 150 × 3-d45-n4-B3-R	150,12	150,25	3,01	1999,8	45,41	359,8	1	49,87	49,92	0,3
HS 150 × 150 × 3-d45-n4-B4	150,15	150,04	3,03	2000,3	45,61	360,2	1	49,55	49,52	0,3
HS 150 × 150 × 3-d90-n4-B3	150,3	150,35	3,05	1999,4	90,66	360	1	49,28	49,3	0,6
HS 150 × 150 × 3-d90-n4-B4	150	149,96	3,07	1999,8	90,41	359,7	1	48,86	48,85	0,6
NR 50 × 200 × 2,5-B3	49,27	199,7	2,39	2750,5	-	-	4,05	20,62	83,56	-
NR 50 × 200 × 2,5-B4	49,38	199,8	2,42	2749,7	-	-	4,05	20,4	82,56	-
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n4-B3	49,08	199,5	2,38	2750,2	89,54	490,3	4,06	20,62	83,82	0,45
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n4-B4	49,6	199,8	2,37	2750,8	89,77	490,5	4,03	20,93	84,3	0,45
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n6-B3	49,34	199,8	2,4	2750,8	89,92	350,8	4,05	20,56	83,25	0,45
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n6-B4	49,22	200,1	2,4	2751,5	89,87	350,5	4,07	20,51	83,38	0,45

## DASAR TEORI

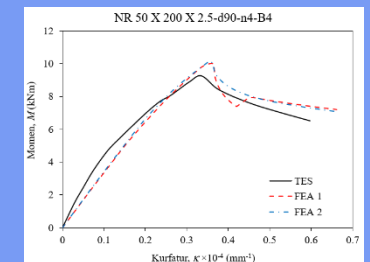
### Uji Lentur (*Bending Test*)

Uji lentur digunakan untuk menentukan sifat mekanik baja. Konfigurasi uji lentur 3 titik dan 4 titik dipakai untuk mendapatkan kuat lentur dan modulus lentur. Putaran dari penampang melintang dalam proses deformasi mengarah kepada zona kontak antara benda uji dan perletakan silinder berubah menjadi uji lentur 3 titik (Mujika, 2006). Uji lentur dapat dilakukan dengan dua pembebanan yaitu dengan *three-point bending* dan *four-point bending*.

## ANALISIS



Gambar 3. Salah Satu Kurva Perbandingan Momen dengan Kurvatur pada pengujian *three-point bending*



Gambar 4. Salah Satu Kurva Perbandingan Momen dengan Kurvatur pada pengujian *four-point bending*

Tabel 2. Perbandingan Hasil Eksperimen dengan FEA 1 dan FEA 2 pada Simulasi *Three-point Bending*

Specimen	HASIL EKSPERIMEN		HASIL NUMERIK FEA 1				HASIL NUMERIK FEA 2			
	$M_{EXP}$ (kNm)	$K_{EXP} \times 10^4$ (mm <sup>-2</sup> )	$M_{FEA1}$ (kNm)	$M_{FEA2}$ (kNm)	$K_{FEA1} \times 10^4$ (mm <sup>-2</sup> )	$K_{FEA2}$ (mm <sup>-2</sup> )	$M_{FEA1}$ (kNm)	$M_{FEA2}$ (kNm)	$K_{FEA1} \times 10^4$ (mm <sup>-2</sup> )	$K_{FEA2}$ (mm <sup>-2</sup> )
HS 150 × 150 × 3-B3	16,70	0,38	17,51	0,95	0,35	1,10	17,10	0,98	0,30	1,28
HS 150 × 150 × 3-d45-n4-B3	16,86	0,43	17,28	1,01	0,26	1,40	17,02	0,96	0,31	1,40
HS 150 × 150 × 3-d45-n4-B3-R	16,43	0,47	16,95	0,97	0,34	1,39	16,51	1,00	0,30	1,39
HS 150 × 150 × 3-d90-n4-B3	14,54	0,39	15,15	0,96	0,22	1,21	15,10	0,96	0,30	1,32
NR 50 × 200 × 2,5-B3	12,34	0,34	12,24	1,03	0,37	1,31	12,12	1,02	0,37	1,36
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n4-B3	13,47	0,32	12,25	0,94	0,30	1,08	12,14	0,94	0,29	1,31
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n6-B3	10,89	0,30	11,59	0,94	0,27	1,10	12,05	0,90	0,29	1,04
			MEAN	0,971	MEAN	1,23	MEAN	0,966	MEAN	1,28
			COV	0,036	COV	0,121	COV	0,031	COV	0,142

Tabel 3. Perbandingan Hasil Eksperimen dengan FEA 1 dan FEA 2 pada Simulasi *Four-point Bending*

Specimen	HASIL EKSPERIMEN		HASIL NUMERIK FEA 1				HASIL NUMERIK FEA 2			
	$M_{EXP}$ (kNm)	$K_{EXP} \times 10^4$ (mm <sup>-2</sup> )	$M_{FEA1}$ (kNm)	$M_{FEA2}$ (kNm)	$K_{FEA1} \times 10^4$ (mm <sup>-2</sup> )	$K_{FEA2}$ (mm <sup>-2</sup> )	$M_{FEA1}$ (kNm)	$M_{FEA2}$ (kNm)	$K_{FEA1} \times 10^4$ (mm <sup>-2</sup> )	$K_{FEA2}$ (mm <sup>-2</sup> )
HS 150 × 150 × 3-B4	16,52	0,36	14,65	1,13	0,52	0,65	14,84	1,11	0,51	0,70
HS 150 × 150 × 3-d45-n4-B4	16,23	0,30	13,70	1,10	0,40	0,63	14,80	1,10	0,47	0,64
HS 150 × 150 × 3-d90-n4-B4	13,37	0,21	14,13	0,95	0,44	0,47	14,07	0,95	0,45	0,47
NR 50 × 200 × 2,5-B4	9,47	0,33	11,47	0,83	0,44	0,75	11,48	0,82	0,45	0,74
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n4-B4	8,28	0,33	11,31	0,93	0,41	0,93	10,16	0,91	0,36	0,93
NR 50 × 200 × 2,5-d90-n6-B4	8,95	0,29	10,33	0,87	0,36	0,87	10,80	0,83	0,40	0,73
			MEAN	0,965	MEAN	0,965	MEAN	0,953	MEAN	0,701
			COV	0,127	COV	0,127	COV	0,132	COV	0,213

## KESIMPULAN

1. Walaupun pemodelan sederhana membutuhkan waktu yang lebih sedikit untuk melakukan analisis, tetapi analisis tersebut membuahkan hasil kurang *reliable* jika dibandingkan dengan hasil analisis pemodelan penuh. Hal ini dibuktikan dengan  $mean \frac{K_{EXP}}{K_{FEA2}}$  yang bernilai jauh dari 1 serta nilai  $COV \frac{K_{EXP}}{K_{FEA2}}$  yang relatif besar pada pengujian *three-point bending* dan *four-point bending*.
2. Selain bersifat kurang akurat, kurvatur yang dihasilkan dari kedua pendekatan *three-point bending* dan *four-point bending* juga memiliki konsistensi serta tingkat homogenitas yang tidak baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai  $mean \frac{K_{EXP}}{K_{FEA1}}$  yang jauh dari nilai 1 dan nilai  $COV \frac{K_{EXP}}{K_{FEA1}}$  yang tinggi ( $>0,1$ ).