

Studi Perilaku *Floordeck* Komposit Baja Akibat Beban Lentur dengan Metode Elemen Hingga

Axel Ricardo Santoso^{1*}, Budi Suswanto¹, Ahmad Basshofi Habieb¹

Departemen Teknik Sipil, Insitut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya¹

Koresponden*, Email: axelricard13@gmail.com

Info Artikel		Abstract
Diajukan	17 Juni 2022	<p><i>This research will carry out the finite element method related to floordeck to obtain moment, shear strength, and structural failure of floor slab. The results of validation modeling are compared with the modified results with maximum load and deflection values obtained of 115.54 kN and 26 mm in validation model 1, while the modified model 1 obtained of 77.76 kN and 28 mm. The big influence lies in shear connector, experiences maximum load increase by 33% and deflection increases by 7%. Modified model with 4 length variations, M1 model gets maximum load of 77.76 kN at deflection of 28.82 mm, deflection at the end of load is 65.66 kN. The maximum load of M2 modeling with a span of 2.5 m is 53.54 kN at deflection of 30 mm. From the explanation above, it proves that the length of the floordeck span greatly affects the maximum moment, and the shear force that occurs. While the failure of the slab structure occurs due to the bending mechanism where the maximum stress that occurs is in the middle of the span.</i></p>
Diperbaiki	25 Juli 2022	
Disetujui	25 Juli 2022	

Keywords: floordeck, moment, shear force, and structural failure of the floor slab.

Abstrak
Penelitian ini adalah analisis dengan metode elemen hingga terkait *floordeck*, untuk mendapatkan momen, kuat geser, dan kegagalan sturktur pada pelat lantai. Hasil pemodelan validasi dibandingkan dengan hasil modifikasi dengan beban maksimum dan defleksi sebesar 115,54 kN dan 26 mm pada model validasi 1, sedangkan model modifikasi 1 sebesar 77,76 kN dan 28 mm. Pengaruh besarnya adalah *shear connector*, terjadi kenaikan beban maksimum sebesar 33% serta kenaikan defleksi sebesar 7%. Model modifikasi dengan 4 variasi panjang, pada model M1 mendapatkan beban maksimum 77,76 kN pada defleksi sebesar 28,82 mm, sedangkan defleksi ujung beban sebesar 65,66 kN. Pada permodelan M2 dengan bentang 2,5m mendapatkan beban maksimum 53,54 kN pada defleksi sebesar 30 mm. Dari penjelasan diatas membuktikan bahwa panjang bentang *floordeck* sangat mempengaruhi Momen maksimum, dan gaya geser yang terjadi. Sedangkan kegagalan sturktur pelat terjadi akibat mekanisme lentur dimana tegangan maksimum yang terjadi berada di tengah bentang.

Kata kunci: *floordeck*, momen, gaya geser, dan kegagalan sturktur pada pelat lantai.

1. Pendahuluan

Floordeck merupakan bahan bangunan yang mempermudah pekerjaan terutama pada pekerjaan pelat lantai. Pada elemen balok menggunakan balok komposit baja, maka elemen balok tersebut tidak lagi membutuhkan bekisting untuk menahan beban yang berkerja pada balok sebelum beton mengeras, karena profil baja akan menggantikan bekisting untuk menahan beban yang bekerja selama konstruksi sebelum beton mengeras [1]. Bekisting yang umumnya dari kayu dirubah menjadi baja profil sehingga biaya menjadi lebih efisien [2].

Floordeck juga dapat mengurangi volume cor beton 15% sampai 25% dan mereduksi jumlah diameter besi tulangan cor beton karena sebagian luas tulangan tarik perlu akan dikonversi dengan pemakaian pelat *floordeck* [3]. Dalam pemakaian pada perancah, *floordeck* juga sangat efisien di banding dengan pelat konvensional dimana biaya perancah

dapat dikurangi hingga 1/3 dari keperluan pemakaian pada pelat konvensional [4]. Dimana pada hasil penelitiannya membuktikan bahwa pemakaian pada *floordeck* dapat menghemat biaya sampai 30% [5]. Kelebihan pada tekuk (gelombang pelat *floordeck*) di desain dapat membantu kekuatan struktur beton cor pelat lantai menjadi lebih kaku [6].

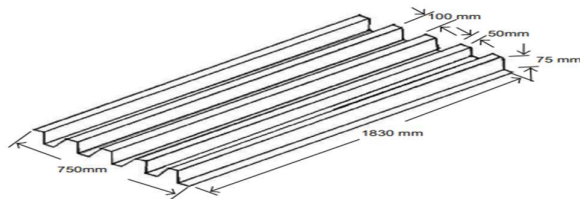
Pengujian pelat lantai komposit satu arah terhadap mekanisme kegagalan ikatan geser yang ditentukan. Namun pengujian tersebut sangat banyak memakan waktu serta biaya [7]. Seleim dan Schuster, menyimpulkan bahwa baik rasio tulangan maupun kuat tekan beton memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan geser-ikatan, tetapi ketebalan pelat *floordeck* merupakan parameter yang menentukan [8]. Penelitian ini diperkuat dengan penelitian dari Calixto [9], dimana melakukan pengujian pada pelat komposit bentang

tunggal satu arah dengan *floordeck* dengan variasi ketebalan pelat baja, tinggi dan panjang pelat *floordeck* [10].

Chen menguji pelat komposit bentang tunggal perletakan sederhana dan dua pelat komposit menerus menggunakan tahanan ujung yang berbeda. Pelat dengan jangkar ujung dengan tiang baja memberikan beban lebih besar karena kekuatan ikatan geser yang lebih besar [11].

Lakshmikandhan dkk, meneliti *floordeck* dan menyimpulkan bahwa beban-lendutan pelat *decking* tanpa *shear connector* yang terjadi yaitu beban 66,5 kN dengan lendutan sebesar 31,35 mm dan pelat *decking* dengan *shear connector* menunjukkan trend yang lebih baik untuk beban dan lendutan [12]. Fauzan, menyatakan bahwa beban lentur maksimum yang dapat ditahan oleh *floordeck* lebih rendah 60,88% dibanding pelat normal. Akan tetapi angka-angka tersebut didapatkan dari penelitian secara eksperimen [13].

Maka dari itu diperlukan penelitian secara analitis serta memvalidasi penelitian Lakshmikandhan dkk [12] dengan pendekatan menggunakan metode elemen hingga, dengan bantuan aplikasi ABAQUS untuk mengetahui perhitungan struktur *floordeck* untuk memudahkan para perencana dalam merencanakan sebuah pelat lantai yang menggunakan *floordeck* dengan menggunakan permodelan pada jurnal Lakshmikandhan dkk [12] yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Contoh *floordeck* Super Holorib [12]

Permodelan *floordeck* mengacu pada penelitian Lakshmikandhan dkk [12]. Sebelumnya akan dilakukan validasi pada penelitian Lakshmikandhan dkk [12], dengan menggunakan permodelan *floordeck* yang sama tetapi dimodifikasi pada panjang *floordeck* yang bervariasi untuk mengetahui perbedaan momen nominal, kuat geser, dan kegagalan struktur pelat.

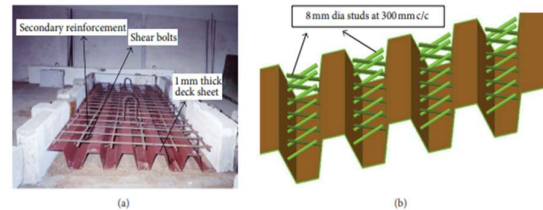
2. Metode

a. Validasi Model Numerik *Floordeck*

Model yang dirancang mengacu pada spesimen yang diuji oleh Lakshmikandhan dkk [12] dengan konfigurasi *floordeck* yang dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Permodelan *floordeck* yang mengacu pada penelitian Lakshmikandhan dkk [12] perlu dilakukan agar dapat mengetahui apakah *input* permodelan seperti material yang

digunakan, *boundary condition*, dan interaksi pada pelat dengan beton menggunakan *rigid body* sedangkan pada konektor gesernya memakai interaksi *tie*, dimana dipilih sesuai dengan hasil penelitian sehingga mampu menunjukkan hasil yang mendekati dengan eksperimental.



Gambar 2. (a) *floordeck* dengan konektor geser mekanis model 2 dan (b) tampilan skema dek logam dengan konektor geser model 2 [12].

Untuk permodelan *floordeck*, tahapan-tahapannya meliputi:

1. Permodelan geometri

Konfigurasi profil, mutu baja, dan sambungan dibuat geometrinya pada program ABAQUS sehingga terbentuk hasil yang mendekati spesimen validasi.

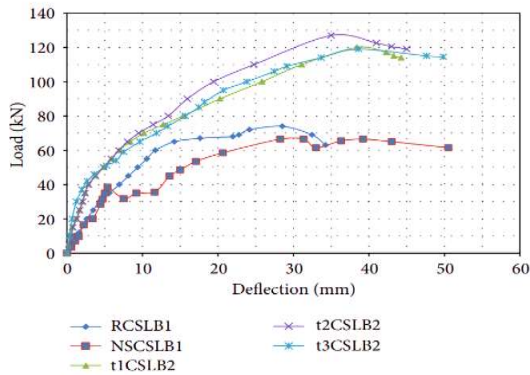
2. Profil dan Spesifikasi yang Digunakan

Profil yang digunakan oleh Lakshmikandhan dkk [12] dalam pengujian eksperimental digunakan spesifikasi sebagai berikut:

<i>Floordeck</i>	: <i>super holorib</i>
h	: 75 mm
b	: 750 mm
L	: 1830 mm
Tebal <i>floordeck</i>	: 0,75 mm
Tebal pelat	: 120 mm
Berat sendiri	: 10,1 kg/m ²
f'_c	: 25 MPa
f_y	: 550 MPa

Pada spesifikasi yang didapat seperti f_y dan f'_c akan dilakukan model kurva *stress-strain*, dimana kurva *stress-strain* pada beton menggunakan model mander dan kurva *stress-strain* pada baja menggunakan model Ramberg – Osgood.

Prosedur pembebanan menggunakan beban mati dan beban hidup, dengan beton bertulang 2400 kg/m³. Permodelan dapat dikatakan akurat apabila hasil grafik permodelan menunjukkan kemiripan dengan hasil eksperimental pada **Gambar 3**. Setelah permodelan menunjukkan hasil yang cukup mirip dengan pengujian eksperimental Lakshmikandhan dkk [12], maka akan dilakukan permodelan pengujian *floordeck* dengan modifikasi variasi panjang dan tulangan yang berbeda.

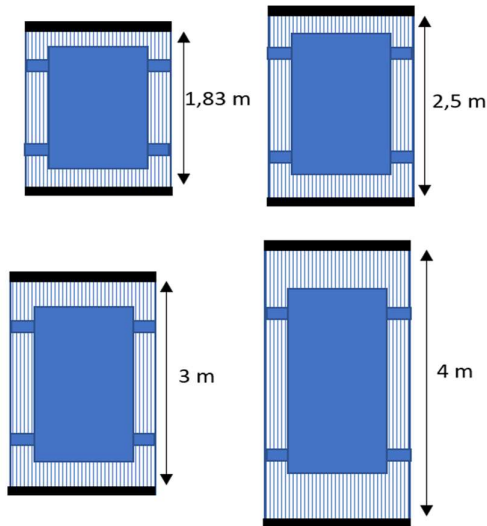


Gambar 3. Plot defleksi beban hasil eksperimental [12]

b. Permodelan floordeck modifikasi

Permodelan untuk *floordeck* yang pernah diuji oleh Lakshmikanthandhan dkk [12], dimodifikasi variasi panjang, serta dengan tulangan yang berbeda. Model dibuat dengan modifikasi profil yang ditunjukkan pada Gambar 4.

- Floordeck* : *super holorib*
- h* : 75 mm
- b* : 750 mm
- Tebal : 0,75 mm
- Tebal pelat : 120 mm
- Berat sendiri : 10,1 kg/m²
- f'_c* : 25 MPa
- f_y* : 550 MPa
- L* : 1830, 2500, 3000, 4000 mm



Gambar 4. Permodelan *floordeck*

Sehingga spesifikasi modifikasi didetailkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Macam- macam model

Nama Model	Parameter	
	Panjang <i>Floordeck</i> (m)	Tulangan
M1-L1830	1,83	
M2-L2500	2,5	
M3-L3000	3	Tunggal
M4-L4000	4	

Model-model yang telah dibuat akan dievaluasi dan dibandingkan antar spesimen tersebut. Evaluasi yang akan dianalisis adalah nilai momen, gaya geser, dan kegagalan struktur pelat.

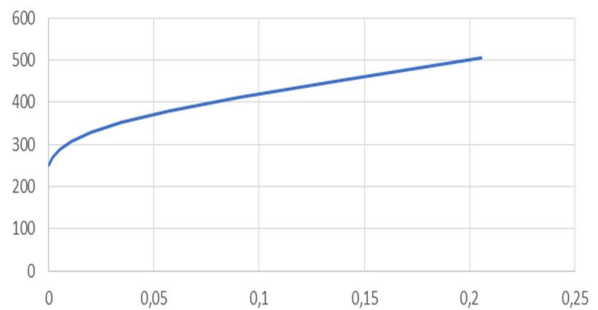
3. Hasil dan Pembahasan

a. Pemodelan 3D Validasi

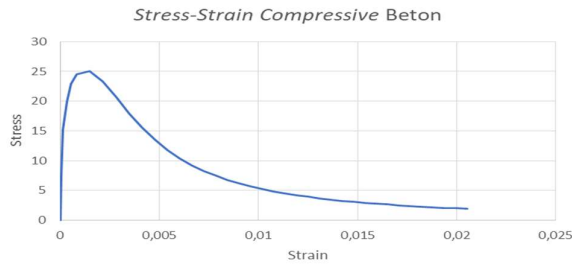
Persiapan yang perlu dilakukan adalah dengan membuat permodelan dengan memodelkan *part floordeck*, *concrete*, dan tulangan pada ABAQUS. *Part floordeck* menggunakan jenis *shell* untuk memudahkan *running*, *concrete* menggunakan jenis *solid part*, dan tulangan dengan menggunakan jenis *wire*.

Setelah *part-part* yang dimodelkan lalu dimasukkan properti materialnya pada setiap *part* yang dimodelkan sendiri-sendiri dimana terdapat properti material baja, tulangan, dan beton yang dapat dilihat pada Gambar 5 untuk material baja, Gambar 6 dan Gambar 7 untuk material beton baik secara *compression* maupun *tension*. *Stress-strain* yang dimasukkan untuk baja menggunakan model Ramberg-Osgood, sedangkan model *stress-strain* yang digunakan untuk beton menggunakan model dari Mander [14].

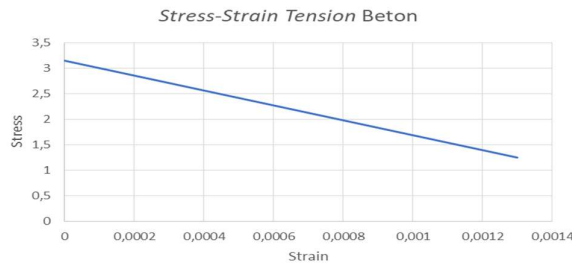
Stress Strain Steel



Gambar 5. Grafik *stress-strain steel* (Ramberg-Osgood)



Gambar 6. Grafik stress-strain beton (Compression)



Gambar 7. Grafik stress-strain beton (Tension)

Pada menu *plasticity*, dimasukkan konstanta pada ABAQUS yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Plasticity material

	Dilation Angle	Eccentricity	f_b/f_c	K	Viscosity Parameter
1	30	0,1	1,16	0,667	0,001

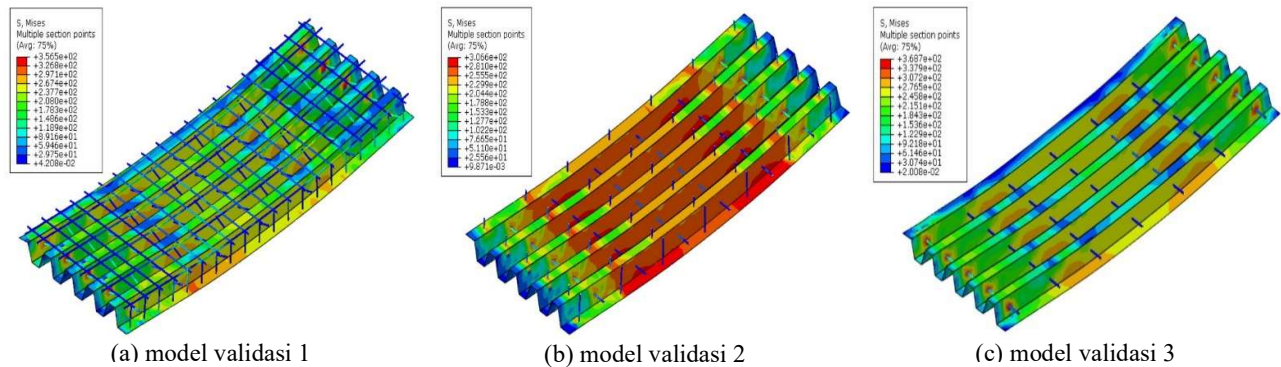
b. Hasil pemodelan 3D dengan program bantu ABAQUS

Hasil pemodelan 3D dengan program bantu ABAQUS ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.

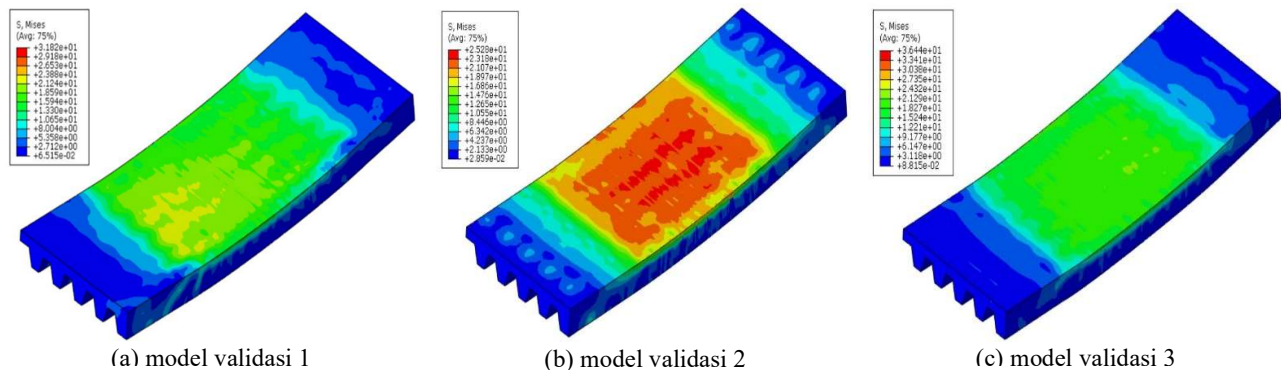
c. Verifikasi hasil eksperimental dengan pemodelan validasi 3D

Verifikasi hasil pemodelan dilakukan untuk menguji keakuratan parameter-parameter yang dimasukkan ke dalam program bantu ABAQUS. Hal hal yang dibandingkan dalam verifikasi ini ialah perbandingan kurva histerisis *load-deflection* hasil pemodelan dan kurva histerisis *load deflection* hasil uji eksperimen. Grafik kurva histerisis gabungan dari eksperimental oleh Lakshmikandhan dkk [12] dan pemodelan dapat dilihat pada Gambar 10.

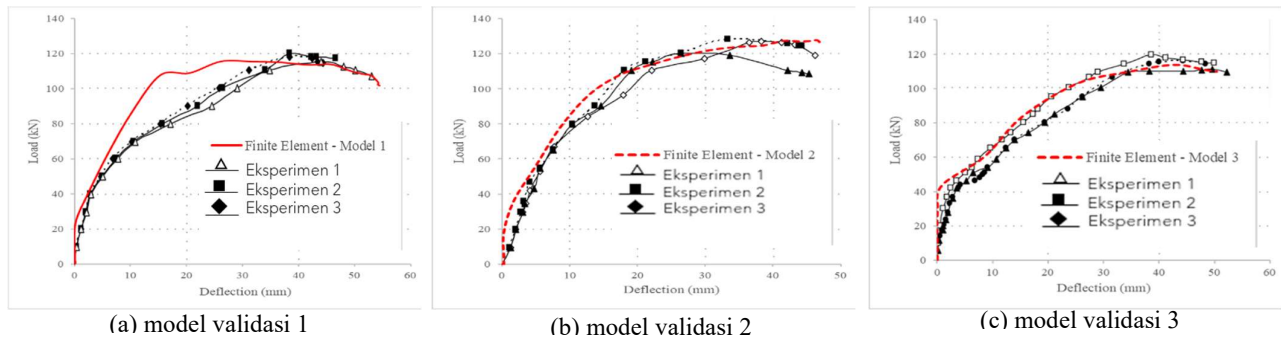
Dari Gambar 10 (a) dapat dilihat bahwa beban maksimum yang dapat dicapai pada defleksi pada pemodelan



Gambar 8. Tegangan von mises tulangan dan pelat floordeck



Gambar 9. Tegangan von mises pelat beton



Gambar 10. Tegangan von mises pelat komposit

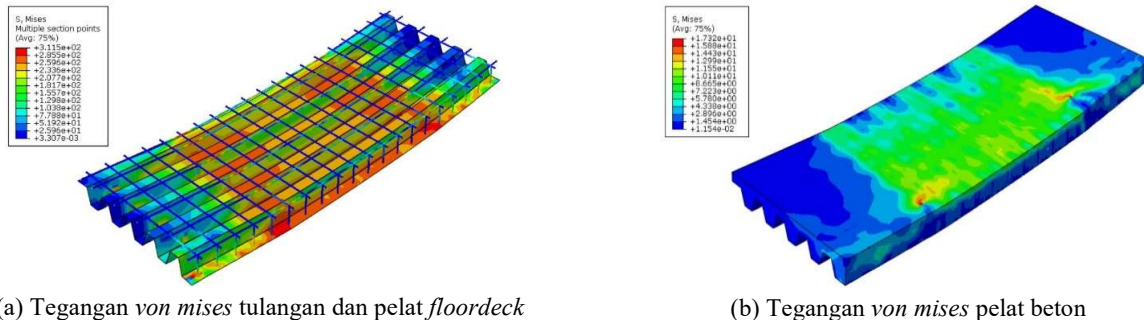
adalah sebesar 115,53 kN pada defleksi sebesar 26,09 mm sedangkan pada defleksi ujung didapatkan sebesar 101,75 kN. Sedangkan pada hasil eksperimental didapatkan beban maksimal sebesar 120 kN pada defleksi sebesar 38,4 mm dan pada defleksi ujung didapatkan sebesar 114 kN. Pada Gambar 10 (b) dapat dilihat bahwa beban maksimum yang dapat dicapai pada defleksi pada pemodelan adalah sebesar 127,92 kN pada defleksi sebesar 46,36 mm sedangkan pada defleksi ujung didapatkan sebesar 126,24 kN.

Sedangkan pada hasil eksperimental didapatkan beban maksimal sebesar 127 kN pada defleksi sebesar 35 mm dan pada defleksi ujung didapatkan sebesar 119 kN. Sementara pada Gambar 10 (c) dapat dilihat bahwa beban maksimum yang dapat dicapai pada defleksi pada pemodelan adalah sebesar 113,82 kN pada defleksi sebesar 42,69 mm,

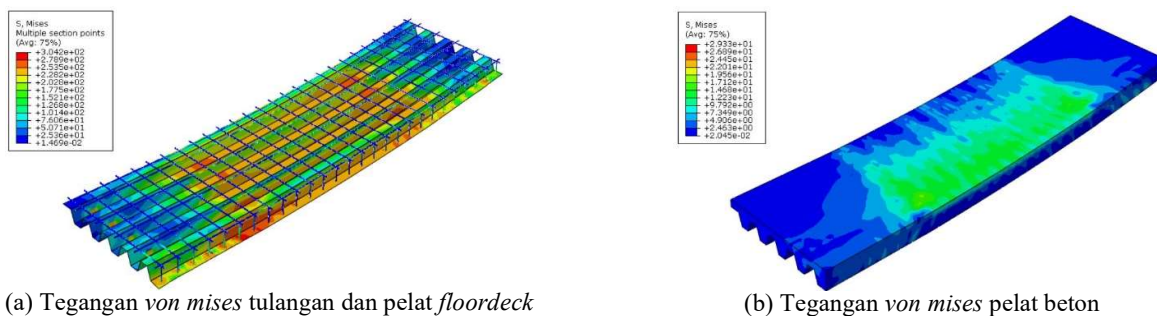
sedangkan pada defleksi ujung didapatkan sebesar 109,88 kN. Sedangkan pada hasil eksperimental didapatkan beban maksimal sebesar 119 kN pada defleksi sebesar 38,65 mm dan pada defleksi ujung didapatkan sebesar 114,5 kN. Sehingga dari ketiga perbandingan di atas dapat disimpulkan bahwa validasi sudah sesuai dan dapat dilanjutkan ke pemodelan modifikasi.

d. Hasil Permodelan Modifikasi 3D dengan Program Bantu ABAQUS

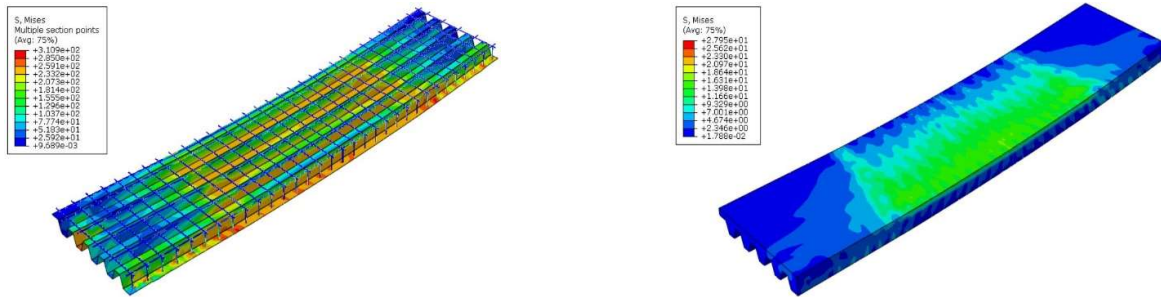
Hasil permodelan 3D yang telah dilakukan step by step-nya yang sama dengan permodelan validasi dimana yang menjadi pembedanya hanya variasi panjang dan tulangnya yang dapat dilihat pada Tabel 3, dimana hasil permodelan 3D dapat dilihat pada Gambar 11 sampai dengan Gambar 14.



Gambar 11. Model modifikasi M1-L1830



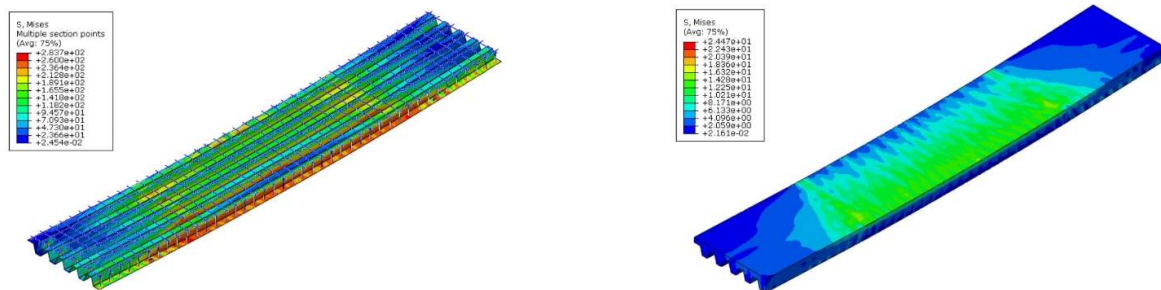
Gambar 12. Model modifikasi M2-L2500



(a) Tegangan *von mises* tulangan dan pelat *floordeck*

(b) Tegangan *von mises* pelat beton

Gambar 13. Model modifikasi M3-L3000



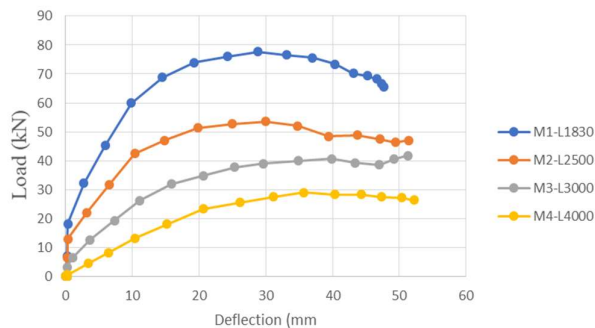
(a) Tegangan *von mises* tulangan dan pelat *floordeck*

(b) Tegangan *von mises* pelat beton

Gambar 14. Model modifikasi M4-L4000

e. Hasil dan Pembahasan Permodelan Modifikasi

Keempat permodelan modifikasi pelat komposit yang telah dilakukan *running* pada program ABAQUS dimana bentang setiap pelat yang memiliki variasi panjang yang berbeda yang di lakukan pembebanan secara *four-point bending* didapat hasil grafik pada **Gambar 15**.



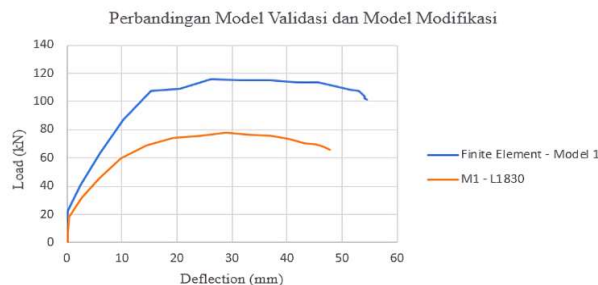
Gambar 15. Grafik tegangan *von mises* pelat komposit pada 4 permodelan

Dari **Gambar 15** dimana tren pada model M1 ke M4 mengalami penurunan secara bertahap pada setiap model dikarenakan pada setiap model memiliki bentang yang bervariasi, dimana pada variasi setiap bentang dari M1 dengan panjang bentang 1,83 m memiliki bentang terkecil

dimana tren yang memiliki bentang terkecil dengan tumpuan sederhana sendi-rol pada setiap ujung tumpuan maka hasil *load* yang didapatkan lebih besar dibandingkan dengan bentang yang panjang seperti M4 dengan panjang bentang 4 m yang menggunakan yang sama yaitu tumpuan sederhana sendi-rol pada setiap ujung tumpuan hasil *load* yang ditekan pada permodelan M4 mendapatkan hasil *load* yang kecil dikarenakan memiliki bentang yang panjang. Hasil M1 dimana mendapatkan beban maksimum sebesar 77,76 kN pada defleksi sebesar 28,82 mm sedangkan pada defleksi ujung beban didapatkan sebesar 65,66 kN. Pada permodelan M2 dengan bentang 2,5 m mendapatkan beban maksimum sebesar 53,54 kN pada defleksi sebesar 30 mm.

Sedangkan pada defleksi ujung beban didapatkan sebesar 47,04 kN. Selanjutnya pada permodelan M3 dengan bentang 3 m mendapatkan beban maksimum sebesar 40,57 kN pada defleksi sebesar 39,83 mm sedangkan pada defleksi ujung beban didapatkan sebesar 41,69 kN. Lalu permodelan M4 dengan bentang 4 m mendapatkan beban maksimum sebesar 29 kN pada defleksi sebesar 35,74 mm sedangkan pada defleksi ujung beban didapatkan sebesar 26,33 kN. Jika dibandingkan hasil permodelan pada validasi dibandingkan dengan hasil modifikasi dengan besaran beban maksimum dan defleksi yang didapat sebesar 115,54 kN dan 26 mm pada

model validasi 1 sedangkan model modifikasi 1 didapat sebesar 77,76 kN dan 28 mm. Pengaruh besar yang terjadi pada model validasi 1 dengan model modifikasi 1 terletak pada *shear connector*, dimana saat model validasi 1 yang dipasang *shear connector* mengalami kenaikan beban maksimum sebesar 33% serta defleksi mengalami kenaikan sebesar 7%. Walaupun untuk defleksi tidak mengalami kenaikan yang besar tapi dapat dilihat dimana model validasi 1 dengan beban maksimum yang didapat sebesar 115,54 kN didapat defleksi sebesar 26 mm yang begitu kecil dibanding dengan model modifikasi dengan beban maksimum yang didapat sebesar 77,76 kN tetapi defleksi yang terjadi sebesar 28 mm dimana grafik dapat dilihat pada **Gambar 16** dan Semua hasil modifikasi dan gaya geser dapat dilihat pada **Tabel 3**.



Gambar 16. Grafik perbandingan tegangan *von mises* pada model validasi 1 dengan M1 – L1830

Dari hasil **Tabel 3** dapat dilihat bahwa setiap model M1 ke M4 selalu mengalami penurunan yang signifikan, dimana bila diambil data M1 dengan beban maksimum yang dapat ditanggung sebesar 77,76 kN dengan lendutan sebesar 28,82 mm bila dibandingkan dengan M2 maka perbedaan beban maksimum didapat sebesar 31,5%, dimana setiap tren dari M1-M4 mengalami Defleksi setelah didapat maka dilakukan perhitungan secara teoritis untuk mencari momen maksimum yang dihitung untuk mendukung dalam

pembahasan ini yang telah direkapitulasi pada **Tabel 4**. Dilihat pada tabel tersebut dimana M1 memiliki momen maksimum yang besar dibandingkan dengan setiap model tersebut. Setelah dilakukan perhitungan secara teoritis pada momen maksimum lalu dilakukan lagi perhitungan.

Tabel 3. Hasil rekapitulasi gaya geser

Model	Bentang (mm)	Geser V Maksimum (kN)	Prosentase Geser V (%)
M1-L1830	1830	77,76	100,00
M2-L2500	2500	53,54	68,85
M3-L3000	3000	41,69	53,61
M4-L4000	4000	29,00	37,29

Tabel 4. Hasil rekapitulasi momen maksimum

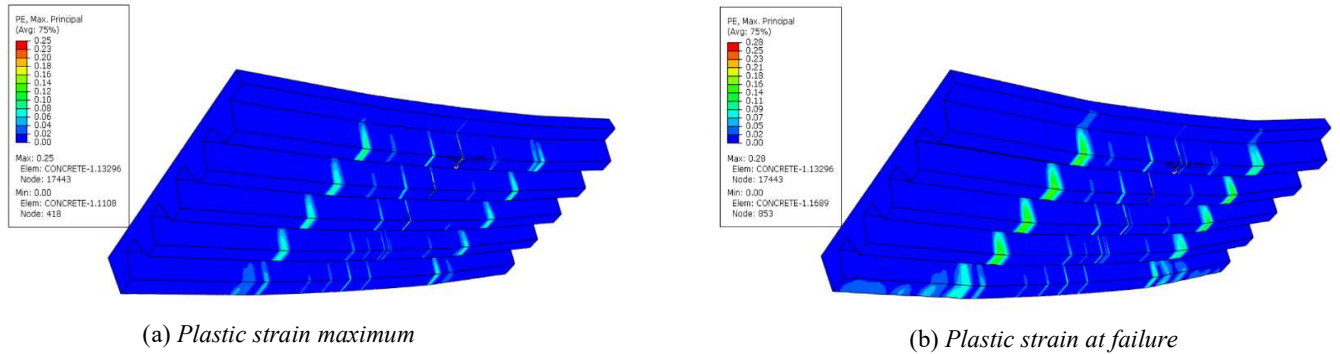
Model	Bentang (mm)	Momen M Maksimum (kN.m)	Prosentase Momen M (%)
M1-L1830	1830	65,660	100,00
M2-L2500	2500	41,695	63,50
M3-L3000	3000	47,039	71,64
M4-L4000	4000	26,327	40,10

Setelah momen dan gaya geser didapat lalu dicari kegagalan struktur pada pelat yang diambil dari hasil *running* pada ABAQUS yang dapat dilihat pada **Gambar 17** sampai dengan **Gambar 20**.

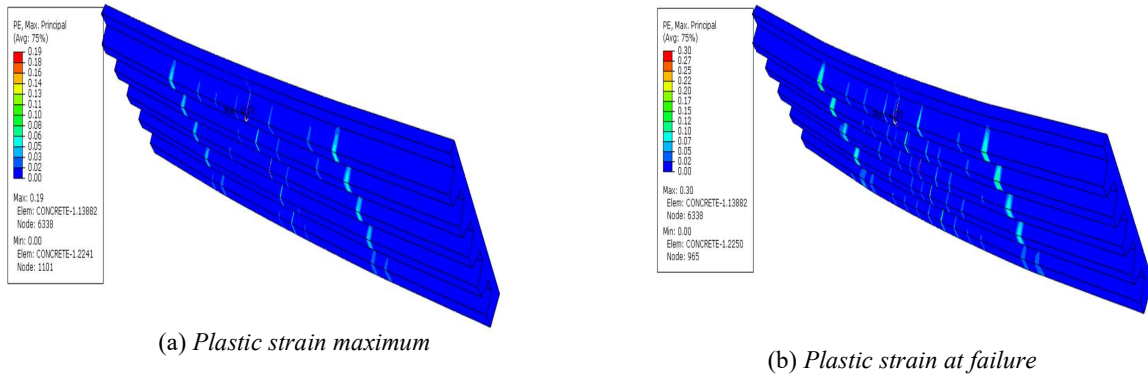
Akan tetapi yang menjadi penyebab pada kegagalan struktur pada pelat adalah lentur itu sendiri yang selalu terjadi pada tengah bentang. Hasil terjadi kegagalan struktur dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil rekapitulasi tegangan dan regangan plastis

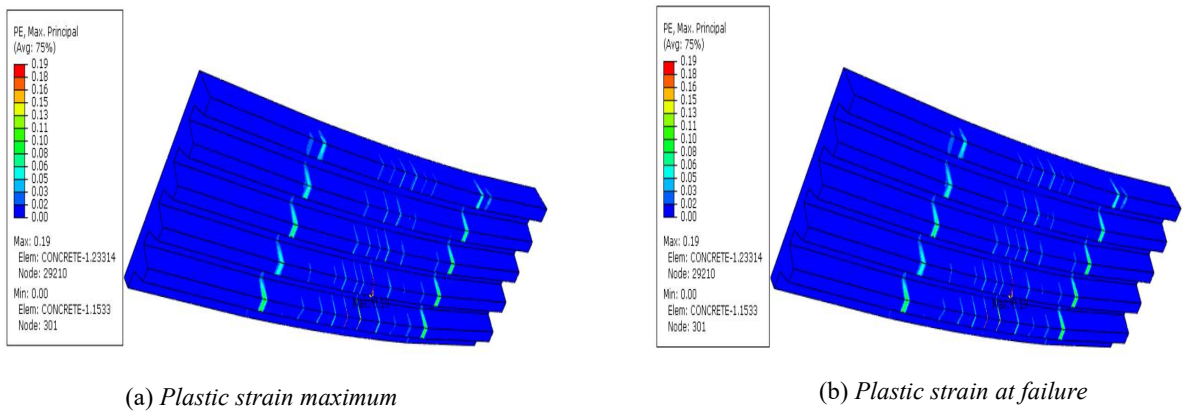
Model	Element	Tegangan		Regangan Plastis	
		Maksimum	Kegagalan	Maksimum	Kegagalan
1- L1830	Concrete	25,32	17,32	0,25	0,28
	Steel	318,54	311,49	-	-
2- L2500	Concrete	28,42	29,3	0,19	0,3
	Steel	286,7	304,2	-	-
3- L3000	Concrete	27,2	27,5	0,18	0,19
	Steel	305,97	310,94	-	-
4- L4000	Concrete	22,18	24,7	0,12	0,14
	Steel	291,7	283,66	-	-



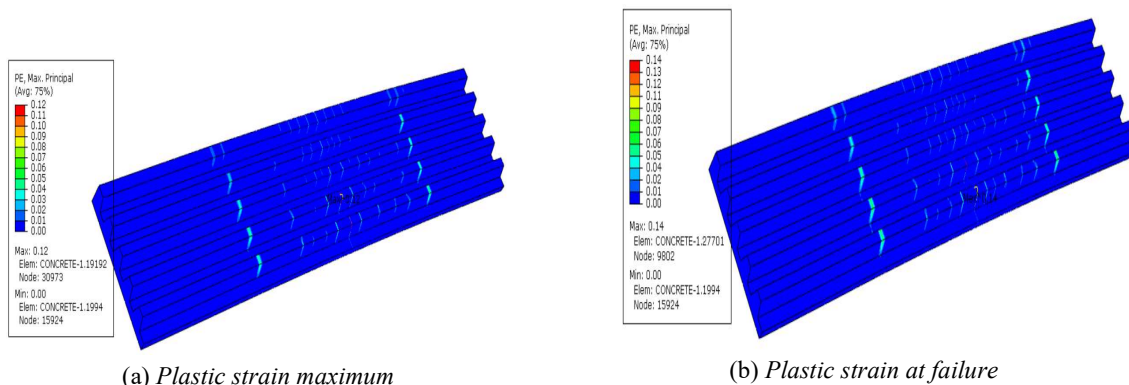
Gambar 17. Model modifikasi M1-L1830



Gambar 18. Model modifikasi M2-L2500



Gambar 19. Model modifikasi M3-L3000



Gambar 20. Model modifikasi M4-L4000

4. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan membuat permodelan yang divalidasi pada jurnal yang telah di verifikasi lalu membuat model dengan modifikasi pada variasi bentang panjangnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Dari 3 jenis permodelan tersebut didapatkan hasil permodelan yang memiliki kecenderungan yang baik dalam kemampuan momen lentur ialah jenis permodelan kedua dengan kemampuan momen lentur sebesar 113,828 kN. jika di bandingkan hasil eksperimental model dengan hasil validasi model 2 pada Abaqus memiliki trend yang sama dalam kemampuan momen lentur sekitar 1%, sedangkan model 1 dan 3 sekitar 4%.
- Hasil permodelan pada validasi dibandingkan dengan hasil modifikasi dengan besaran beban maksimum dan defleksi yang didapat sebesar 115,54 kN dan 26 mm pada model validasi 1 sedangkan model modifikasi 1 didapat besaran sebesar 77,76 kN dan 28 mm. Pengaruh besar yang terjadi pada model validasi 1 dengan model modifikasi 1 terletak pada shear connector, dimana saat model validasi 1 yang dipasang shear connector mengalami kenaikan beban maksimum sebesar 30% serta defleksi mengalami kenaikan sebesar 7%. Akan tetapi dalam kenaikan pembebanan saat dipasang shear connector tidak signifikan mengalami kenaikanya, sehingga dalam pemilihan pemasangan shear connector bisa dipertimbangkan dalam keefisienannya.
- Model modifikasi yang terdapat 4 variasi panjang, pada model M2 dengan panjang bentang 2500 mm jika di bandingkan dengan M1 dengan betang 1830 mm mengalami penurunan kemampuan momen lentur sebesar 31% sedangkan model M3 di bandingkan dengan M1 mengalami penurunan kemampuan momen 64 lentur sebesar 48% dan pada permodelan M4 jika

dibandingkan dengan M1 mengalami penurunan kemampuan momen lentur sebesar 63%. Dari penjelasan diatas membuktikan bahwa panjang bentang floordeck sangat mempengaruhi Momen maksimum, dan gaya geser yang terjadi. Sedangkan kegagalan sturktur pelat terjadi akibat mekanisme lentur dimana tegangan maksimum yang terjadi berada di tengah bentang.

Daftar Pustaka

- [1] S. C. X. Sidara, M. D. J. Sumajouw, R. E. Pandleke, "Evaluasi Kekuatan Balok Beton Bertulang dengan Balok Komposit Baja Menggunakan *Floordeck*". *Jurnal Sipil Statik*, vol.5, no.9, pp. 579-588. 2017.
- [2] I. B. A. Wijaya, L. Djakfar, S. P. Budio, "Studi Perbandingan Biaya Bekisting Semi Modern Dengan Bekisting Konvensional Pada Bangunan Gedung". *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 6, no. 3, pp. 237-243. 2012
- [3] F. Naray , "Analisa Perencanaan dan Pelaksanaan Pelat Bondek Sebagai Pengganti Tulangan Tarik Konstruksi Pelat Lantai Proyek Gedung Kuliah Terpadu". *Jurnal Teknik*, Politeknik Negeri Manado.
- [4] H. Afriyono. "Efisiensi Pelat Beton dengan Bekisting dan Tulangan Konvensional menjadi Floordeck dan Tulangan Wiremesh". *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 2, no. 1, pp. 36-40. 2019.
- [5] I.G.S. Wibawa, I. P. R. S. Wiguna, I. M. Tapayasa, I. M. A. Santiana, "Perbandingan Kebutuhan Biaya Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai Metode Konvensional Dengan Metode *Floordeck* Studi Kasus Pada Pembangunan Proyek The Hattens Wines Bali". *Jurnal Logic*, vol. 17, no. 1, pp. 60-66. 2017.
- [6] R. Abdullah and W. S. Easterling, "Determination of Composite Slab Strength Using a New Elemental Test Method". *Journal of Structural Engineering*, vol. 133, no. 9, pp. 1268-1277 DOI: 10.1061/ (ASCE)0733-

9445. 2007
- [7] M. L. Porter, C. E. Ekberg Jr. , L. F. Greimann, and H. A. Elleby, "Shear Bond Analysis of Steel Deck Reinforced Slabs," *ASCE Journal of the Structural Division*, vol. 102, no. 12, pp. 2255–2268, 1976.
- [8] S. S. Seleim and R. M. Schuster, "Shear-Bond Resistance of Composite Deck-Slabs," *Canadian Journal of Civil Engineering*, vol. 12, no. 2, pp. 316–324, 1985.
- [9] J. M. Calixto, A. C. Lavall, C. B. Melo, R. J. Pimenta, and R. C. Monteiro, "Behaviour and Strength of Composite Slabs with Ribbed Decking," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 46, no. 1–3, pp. 211–212, 1998.
- [10] A. I. Tenhovuori and M. V. Leskela, "Longitudinal Shear Resistance of Composite Slabs," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 46, no. 1–3, p. 228, 1998.
- [11] S. Chen, "Load Carrying Capacity of Composite Slabs with Various End Constraints," *Journal of Constructional Steel Research*, vol. 59, no. 3, pp. 385–403, 2003.
- [12] K. N. Lakshmikandhan, P. Sivakumar, R. Ravichandran, and S. A. Jayachandran. "Investigations on Efficiently Interfaced Steel Concrete Composite Deck Slabs". *Journal of Structures*, vol. 2013, Article ID 628759, pp. 1 – 10. 2013.
- [13] F. Fauzan, "Perilaku Lentur *Floordeck* Tipe ISD Akibat Beban Statis". Gowa. 2018
- [14] Mander, J.B., Priestley, M.J.N., dan Park, R., "Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete" *ASCE – Journal of Structural Engineering*, Vol. 114, No. 8, August, 1988.