

**ANALISIS KINERJA JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DENGAN
MENARA BAJA DAN MENARA KOMPOSIT MELALUI ANALISIS
NUMERIK BERBASIS PERANGKAT LUNAK*****Performance Analysis Of Pedestrian Suspension Bridges With Steel Towers
And Composite Towers Through Software-Based Numerical Analysis*****Juni Indriani¹, Nurkhasanah Rina Puspita², Indi Rezki Uli Simanjuntak³,
Ricky Bakara⁴, Agnes Br Manurung⁵****^{1,2,3,4,5}Politeknik Negeri Medan****¹Email: juniindriani@polmed.ac.id****²Email: nurkhasanahrina@polmed.ac.id****³Email: indirezki@polmed.ac.id****⁴Email: rickybakara@polmed.ac.id****⁵Email: agnesbrmanurung@polmed.ac.id****Abstract**

This study evaluates the structural performance of a Class I pedestrian suspension bridge using two pylon configurations steel and steel–concrete composite through numerical analysis with SAP2000. The design follows SE Menteri PU No.02/SE/M/2010, SNI 2833:2013, SNI 2833:2013, and SNI 1725:2016. The conceptual model is located at the Kampar River with a 100 m main span, 15 m side spans, and a 1.8 m width. Load cases include dead load, symmetric and asymmetric live loads, seismic loads for zone 4, and wind loads with a design speed of 35 m/s. Results show both models have similar structural responses, although the composite pylon provides higher stiffness. Results indicate that the structural responses of both models are very close, although the composite pylon exhibits higher stiffness. Differences in maximum deformation are minimal: 0.000034 m due to seismic loading, 0.000001 m due to wind, and 0.000003 m for girder deflection. Cable stresses also differ slightly, with values of 0.15 kN/m² for the main cables and 125.81 kN/m² for the backstays. Overall, the composite pylon is considered an efficient alternative for increasing stiffness without significantly altering the structural behavior.

Keywords: deformation, deflection, cable tension

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi kinerja jembatan gantung pejalan kaki kelas I dengan dua tipe menara baja dan komposit baja–beton melalui analisis numerik menggunakan SAP2000. Perencanaan mengacu pada SE Menteri PU No.02/SE/M/2010, SNI 2833:2013, dan SNI 1725:2016. Model jembatan dirancang secara konseptual di Sungai Kampar dengan bentang utama 100 m, bentang samping 15 m, dan lebar 1,8 m. Analisis mencakup beban mati, beban hidup simetris–asimetris, beban gempa zona 4, serta beban angin dengan kecepatan rencana 35 m/detik. Hasil menunjukkan respons struktural kedua model sangat berdekatan, namun menara komposit memiliki kekakuan lebih tinggi. Perbedaan deformasi maksimum sangat kecil: 0,000034 m akibat gempa, 0,000001 m akibat angin, dan 0,000003 m pada lendutan gelagar. Tegangan kabel juga berbeda tipis, yaitu 0,15 kN/m² pada kabel utama dan 125,81 kN/m² pada backstays. Menara komposit dinilai sebagai alternatif efisien untuk meningkatkan kekakuan tanpa mengubah perilaku struktur secara signifikan.

Kata Kunci: deformasi, lendutan, tegangan kabel

PENDAHULUAN

Jembatan adalah struktur yang dirancang untuk menyediakan lintasan melintasi suatu hambatan sehingga jarak tempuh dapat dipersingkat tanpa menutup atau mengganggu hambatan tersebut. Lintasan yang difasilitasi oleh jembatan dapat berupa jalan raya, jalur kereta api, jalur pejalan kaki, atau kanal dan pipa penyaluran, sedangkan hambatan yang dilalui dapat berupa sungai, jalan raya, maupun lembah.

Jembatan gantung pertama kali dikenal sejak zaman kuno, ketika akar-akar pohon yang menjuntai membentuk jalur alami yang digunakan oleh manusia dan hewan untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya dengan memanfaatkan pohon besar yang tumbuh di tepi sungai. Seiring perkembangan teknologi, material jembatan gantung mengalami peningkatan signifikan, ditandai dengan penggunaan kabel baja yang menggantikan kabel besi untuk pertama kalinya pada tahun 1867 pada Jembatan Gantung Brooklyn di New York (Bambang et al., 2007). Hingga saat ini, konsep jembatan gantung terus berkembang dan tidak hanya berfungsi sebagai infrastruktur penghubung, tetapi juga mengandung nilai estetika yang tinggi, termasuk pada jembatan gantung yang dikhususkan untuk pejalan kaki.

Perkembangan riset mengenai jembatan gantung pejalan kaki menunjukkan bahwa fokus penelitian tidak hanya terbatas pada aspek kekuatan struktur, tetapi juga memperhatikan deformasi, dinamik, kenyamanan, dan umur layanan. Selain itu, keamanan dalam merancang struktur jembatan pejalan kaki juga menjadi faktor utama yang harus diperhatikan. Beban vertikal, beban samping dan beban hidup yang direncanakan harus diperhitungkan dalam perancangan jembatan agar memiliki kestabilan dan ketahanan dalam menopang beban-beban tersebut (SE Menteri Pekerjaan Umum No.02/SE/M/2010). Begitu pula, material yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan. Keselamatan dan keamanan pengguna jembatan menjadi prioritas utama.

Perkembangan riset mengenai jembatan gantung pejalan kaki menunjukkan bahwa fokus penelitian tidak hanya terbatas pada aspek kekuatan struktur, tetapi juga memperhatikan deformasi, dinamik, kenyamanan, dan umur layanan. Penelitian yang dilakukan (Ali et al., 2020) menjadi salah satu tonggak penting yang mempertegas bahwa inovasi material, khususnya penggunaan dek komposit berbahan GFRP dan kaca laminasi, mampu meningkatkan rasio kekuatan sekaligus mempertahankan nilai estetika jembatan gantung. Temuan ini membuka ruang baru bahwa desain jembatan pejalan kaki tidak lagi sekadar kuat, tetapi juga ringan, nyaman, dan sesuai kebutuhan arsitektural masa kini.

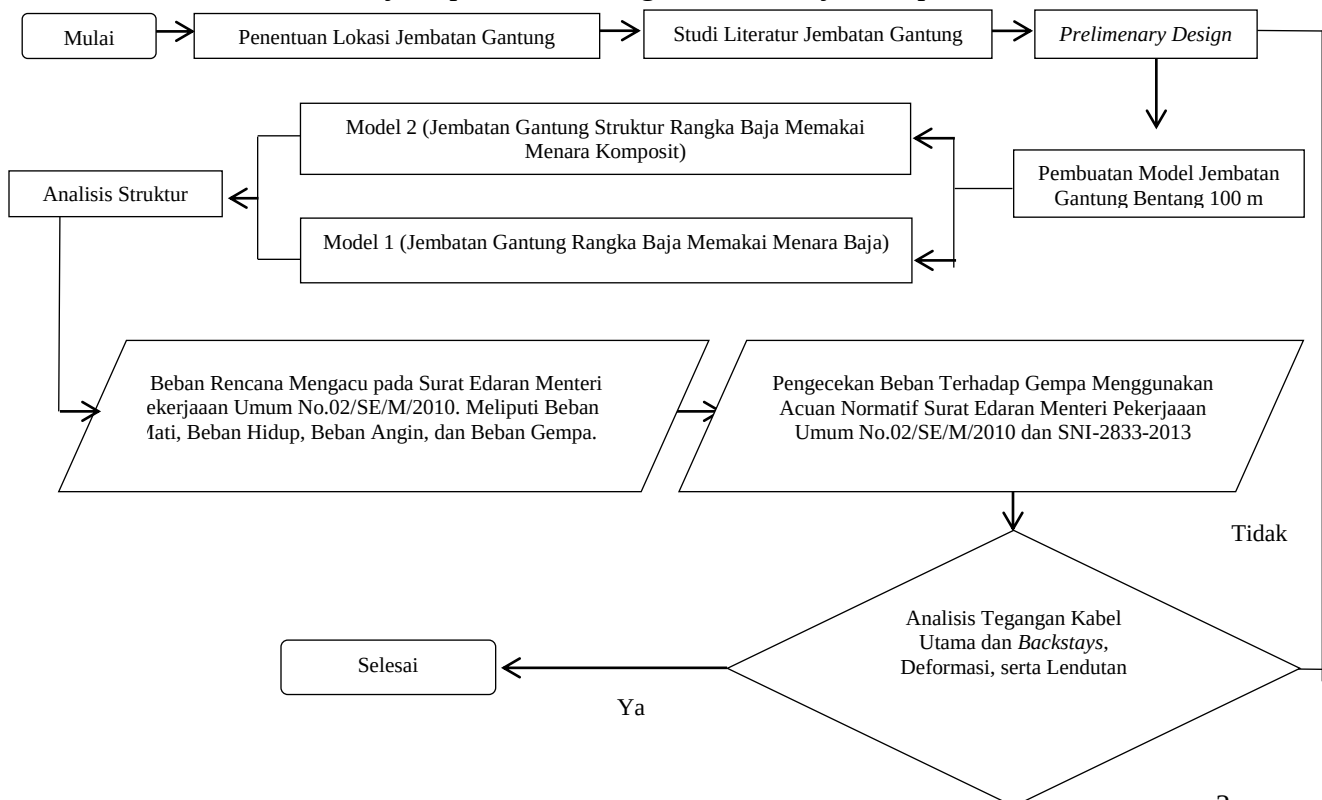
Gagasan tersebut sejalan dengan penelitian (Jaison et al., 2025) yang melakukan desain jembatan gantung pejalan kaki sepanjang 42 meter menggunakan AutoCAD dan STAAD.Pro untuk menganalisis perilaku struktur dan menentukan ukuran elemen seperti dek, kabel utama, kabel penggantung, balok, menara, dan blok angkur. Hasil analisisnya menunjukkan bahwa seluruh komponen memenuhi syarat kekuatan dan stabilitas, sehingga desain yang dihasilkan dinilai aman dan layak untuk diterapkan. Pada penelitian ini terlihat bahwa pendekatan teknologi digital dan pemodelan numerik menjadi bagian penting dalam memastikan keberhasilan desain jembatan gantung.

Selain itu, diperkuat juga dengan penelitian yang dilakukan oleh (Samadi et al., 2019) yang memperluas cakupan ke ranah dinamik untuk menegaskan bahwa jembatan gantung tidak hanya harus kuat dari sisi statis, tetapi juga mampu memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna. Penelitian ini mengevaluasi metode pembebanan sederhana yang direkomendasikan oleh standar EUR 23984 EN dan membandingkannya dengan pembebanan manusia aktual. Hasil analisis menunjukkan bahwa respons jembatan sangat dipengaruhi oleh jenis dan kecepatan pergerakan pejalan kaki. Pada kondisi beban kerumunan yang sama, pembebanan manusia aktual menghasilkan percepatan vertikal yang lebih besar dibandingkan metode pembebanan sederhana menurut standar, sehingga aspek dinamik tidak dapat diabaikan.

Berdasarkan dari kondisi tersebut, diperlukan penelitian yang dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai perbandingan kinerja struktur jembatan gantung pejalan kaki dengan menara rangka baja dan menara komposit. Analisis numerik berbasis *Finite Element Method (FEM)* dengan bantuan perangkat lunak SAP2000 menjadi pendekatan yang tepat untuk menganalisis fenomena ini secara terukur, terutama dalam menganalisis kebutuhan dimensi, tegangan, deformasi, lendutan pada struktur yang terjadi akibat beban yang bekerja.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui analisis numerik berbantuan perangkat lunak SAP2000, berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010, SNI 2833:2013, dan SNI 1725:2016. Parameter analisis meliputi deformasi akibat beban gempa dan angin, lendutan pada gelagar, serta tegangan pada kabel. Struktur jembatan gantung (*suspension bridge*) khusus pejalan kaki yang ditinjau direncanakan sebagai Jembatan Gantung Tipe I, dengan tahapan perencanaan berurutan untuk memperoleh hasil analisis sesuai tujuan penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



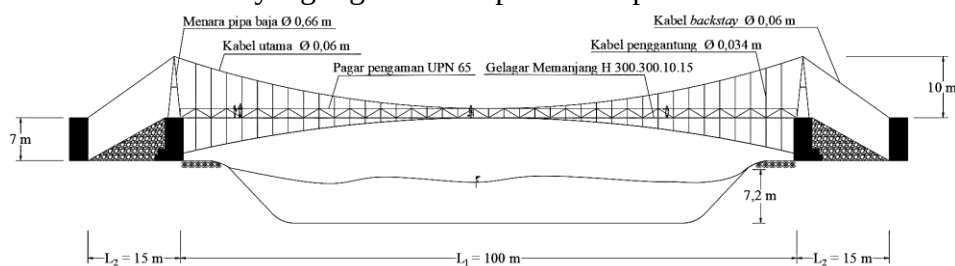
Gambar 1 Bagan alir perencanaan jembatan gantung (*suspension bridge*)

Struktur jembatan gantung direncanakan di Sungai Kampar yang berlokasi di Desa Kuok, Kecamatan Kuok, Kabupaten Kampar, Riau yang menghubungkan antara Desa Pulau Belimbing dengan Desa Pulau Jambu seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Titik perencanaan jembatan gantung (*suspension bridge*)

Bentang jembatan gantung yang direncanakan sebesar 100 m antar menara dan jarak menara ke kabel *backstays* adalah sebesar 15 m yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan dimensi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.



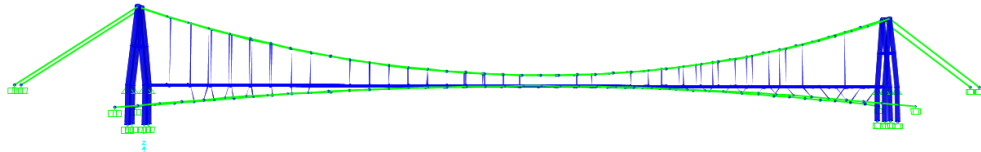
Gambar 3 Dimensi dan spesifikasi perencanaan jembatan gantung (*suspension bridge*)

Tabel 1 Rekapitulasi penampang yang digunakan dalam perencanaan jembatan gantung

Elemen	Model 1	Model 2
Menara	Ø 660 mm	Ø 660 mm (komposit baja-beton)
Gelagar memanjang	H 300.300.10.15	H 300.300.10.15
Gelagar melintang	UPN 400	UPN 400
Kabel utama	6 x Fi (29) IWRC Ø 60 mm	6 x Fi (29) IWRC Ø 60 mm
Batang penggantung	Ø 34 mm	Ø 34 mm
Sistem lantai	tanpa pengaku	tanpa pengaku
Ketebalan plat lantai baja	5 mm	5 mm

*Source: SNI 0076:2008

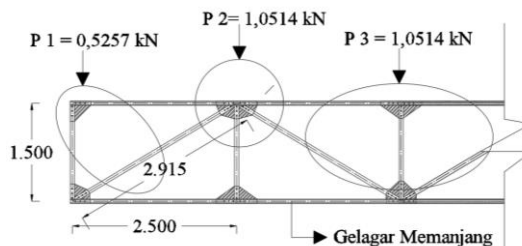
Pemodelan struktur jembatan gantung pada analisis SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pemodelan jembatan gantung menggunakan perangkat lunak SAP2000

Data material struktur bangunan atas pada jembatan ini menggunakan mutu baja BJ-55 dan mutu beton f_c' 25 MPa. Beban yang bekerja meliputi beban hidup simetris sebesar 5 kPa, beban hidup asimetris sebesar 2,5 kPa, beban mati akibat berat sendiri struktur sebesar 913,553 kN, serta beban mati tambahan akibat sandaran sebesar 0,5257 kN dan 1,051 kN seperti terlihat pada Gambar 5.

Selain itu, faktor lain yang sangat mempengaruhi stabilitas struktur jembatan gantung adalah beban angin. Jembatan gantung sangat rentan terhadap pengaruh angin sehingga diperlukan perhitungan beban angin secara cermat. Berdasarkan SNI 1725:2016 kecepatan dasar angin (V_B) adalah sebesar 90–126 km/jam (25–35 m/detik). Sementara itu, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.02/SE/M/2010 menyatakan bahwa kecepatan dasar angin (V_B) adalah sebesar 35 m/detik. Dengan elevasi lantai jembatan 7 m di atas permukaan tanah atau air, kecepatan angin rencana yang digunakan adalah 35 m/detik. Oleh karena itu, beban angin maksimum yang bekerja pada menara diperoleh sebesar 1,584 kN/m untuk arah-x dan y, sedangkan pada gelagar sebesar 0,792 kN/m untuk arah-x dan y.



Gambar 5 Definisi beban sandaran di setiap titik

Secara geografis lokasi perencanaan berada pada zona 4 wilayah pedesaan, hingga termasuk ke dalam kategori zona gempa ringan. Perhitungan beban gempa dilakukan berdasarkan dua sumber, yaitu Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 dan SNI 2833:2013, kemudian nilai terbesar dari kedua perhitungan tersebut digunakan sebagai acuan penentu. Berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.02/SE/M/2010, beban gempa dilimpahkan ke puncak menara sebesar 15% hingga maksimum 20% dari beban mati pada puncak menara. Jika dianalisis, gaya kabel pada puncak menara akibat beban mati adalah sebesar 1.094,46 kN, sehingga besarnya beban gempa menjadi 164,169 kN apabila diambil 15%. Nilai beban gempa yang diperoleh tersebut memiliki selisih yang sangat kecil dibandingkan dengan hasil perhitungan beban gempa berdasarkan SNI 2833:2013, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data perhitungan gempa berdasarkan SNI 2833:2013

	Model 1	Model 2
PGA (g)	0,15	0,15
S _s (g)	0,3	0,3
S ₁ (g)	0,25	0,25
S _{DS} (g)	0,702	0,702

S_{D1} (g)	0,75	0,75
A_s (g)	0,315	0,315
T_0 (detik)	0,214	0,214
T_s (detik)	1,0684	1,0684
F_a	2,34	2,34
F_v	3	3
W_t (kN)	1.109,6133	1109,6133
K (kN/m)	585.291,6216	588.973,650
T_m (detik)	0,0873	0,0846
C_{sm}	0,4682	0,4682
R (jembatan penting)	3,5	3,5
E_Q (kN)	148,859	148,859

*Source: Puskim 2021 & SNI 2833:2013

Berdasarkan 2 perbandingan tersebut, maka beban gempa (E_Q) yang menentukan adalah sebesar 164,1690 kN

HASIL

Tegangan Kabel Utama dan Kabel *Backstays*

Evaluasi tegangan (σ) yang terjadi pada kabel utama dan kabel *backstays* maksimum terjadi akibat kombinasi dari beban mati dan beban hidup terletak pada kombinasi 3 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

$$\begin{aligned}\sigma_{ult} &= \sigma \text{ leleh minimum} \\ &= 1500 \text{ MPa} \\ &= 1500000 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Pada jembatan pejalan kaki dapat di ambil faktor keamanan lebih kecil dari 3 yang umum digunakan, yaitu sebesar 2.

$$\begin{aligned}\sigma_{ijin} &= \frac{\text{Tegangan ultimit}}{\text{faktor keamanan yang diijinkan}} \\ &= \frac{1500000}{2} \\ &= 750000 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Tabel 3 Evaluasi tegangan (σ) yang terjadi pada kabel utama dan kabel *backstays* akibat kombinasi pembebanan

Case Type	σ_{maks} (kN/m ²)				σ_{ijin} (kN/m ²)	Kontrol	
	Kabel utama		Kabel <i>backstays</i>			$\sigma_{maks} < \sigma_{ijin}$	
	Model 1	Model 2	Model 1	Model 2		750000	ok e
kombinasi 1	287.510,28	287.510,34	228.025,44	227.970,15	750000	ok e	ok e
kombinasi 2	347.741,84	347.741,92	274.504,65	274.437,76	750000	ok e	ok e
kombinasi 3	653.939,52	653.939,67	518.393,20	518.267,39	750000	ok e	ok e
kombinasi 4	309.756,96	309.752,74	244.859,30	244.799,72	750000	ok e	ok e
kombinasi 5	501.126,22	501.126,33	397.289,64	397.193,24	750000	ok e	ok e

Lendutan pada Gelagar

Hasil analisis nilai lendutan (Δ) maksimum pada 1/4 bentang gelagar jembatan gantung akibat kombinasi beban mati dan beban hidup dapat dilihat pada Tabel 4.

$$\text{Syarat lendutan ijin: } \Delta_{\text{ijin}} = \frac{1}{200} L = 0,5 \text{ m}$$

Tabel 4 Evaluasi lendutan pada 1/4 bentang gelagar jembatan gantung akibat kombinasi pembebanan

Output Case	Lendutan maksimum (Δ_{maks}) (m)		Lendutan ijin (Δ_{ijin}) (m)	Kontrol $\sigma_{\text{maks}} < \sigma_{\text{ijin}}$	
	Model 1	Model 2			
Kombinasi 1	0,030865	0,030863	0,5	oke	oke
Kombinasi 2	0,436767	0,436764	0,5	oke	oke
Kombinasi 3	0,069785	0,069781	0,5	oke	oke
Kombinasi 4	0,282901	0,282898	0,5	oke	oke
Kombinasi 5	0,053537	0,053533	0,5	oke	oke

Deformasi Akibat Beban Gempa

Hasil analisis nilai deformasi maksimum pada menara arah-x dan y harus memenuhi syarat lendutan ijin (δ_{ijin}) sebesar 0,01 h_s , yaitu 0,1 m, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil analisis nilai deformasi maksimum pada menara akibat gempa pada arah-x dan y

Case Type	Deformasi (δ)				$\delta_{ijin}(\text{m})$	Kontrol	
	Arah-x (δ_x)		Arah-y (δ_y)			$\delta < \delta_{ijin}$	
	Model 1	Model 2	Model 1	Model 2			
kombinasi 12	0,002881	0,00288	0,001627	0,001617	0,1	oke	oke
kombinasi 13	0,004535	0,004534	0,001627	0,001617	0,1	oke	oke
kombinasi 14	0,002563	0,002562	0,001627	0,001617	0,1	oke	oke
kombinasi 15	0,004217	0,004216	0,001627	0,001617	0,1	oke	oke
kombinasi 16	0,001795	0,001794	0,005423	0,005390	0,1	oke	oke
kombinasi 17	0,001477	0,001476	0,005423	0,005390	0,1	oke	oke

Deformasi Akibat Beban Angin

Hasil analisis nilai deformasi maksimum arah-x dan y akibat beban angin dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil analisis nilai deformasi maksimum arah-x dan y akibat beban angin

Case Type	Deformasi (δ)				$\delta_{ijin}(\text{m})$	Kontrol $\delta < \delta_{ijin}$	
	Arah-x (δ_x)		Arah-y (δ_y)			oke	oke
	Model 1	Model 2	Model 1	Model 2			
kombinasi	0.002517		0.002516		0.1	oke	oke

9					
kombinasi			0,1	oke	oke
10	0,000390	0,000387			

PEMBAHASAN

Evaluasi tegangan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum (σ_{maks}) untuk seluruh kombinasi pembebanan masih berada jauh di bawah tegangan ijin (σ_{ijin}) sebesar 750.000 kN/m². Kombinasi pembebanan paling kritis terjadi pada kombinasi 3, dengan σ_{maks} sebesar 653.939,52 kN/m² pada kabel utama dan 518.393,20 kN/m² pada kabel *backstays*. Meskipun demikian, kedua nilai tersebut tetap lebih kecil dari tegangan ijin sehingga kabel bekerja dalam kondisi aman. Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas kabel terhadap beban aksi masih memiliki cadangan kekuatan yang memadai, baik pada model dengan menara baja maupun komposit.

Selanjutnya, hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa lendutan maksimum pada 1/4 bentang gelagar akibat kombinasi beban mati dan beban hidup menunjukkan nilai terbesar 0,436767 m (kombinasi 2), tetap lebih kecil daripada batas lendutan ijin (Δ_{ijin}) sebesar 0,5 m. Selisih lendutan antar model sangat kecil, menandakan bahwa perubahan jenis material menara tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap deformasi vertikal gelagar. Secara umum, lendutan berada dalam batas layanan yang dipersyaratkan.

Pada Tabel 5, deformasi pada menara arah-x dan y akibat beban gempa menunjukkan nilai maksimum 0,004535 m pada model 1, jauh di bawah batas ijin (δ_{ijin}) sebesar 0,1 m. Hal ini menandakan bahwa kedua tipe menara memiliki kekakuan lateral yang cukup untuk menahan gaya gempa. Menara komposit menunjukkan deformasi sedikit lebih kecil, mengonfirmasi kontribusi kekakuan dari inti beton dalam memperkuat elemen struktur.

Tabel 6 menunjukkan bahwa deformasi akibat beban angin juga sangat kecil, dengan nilai maksimum 0,002517 m, jauh di bawah tegangan yang diijinkan. Respons kedua model hampir identik, menunjukkan bahwa pengaruh angin terhadap deformasi lateral relatif rendah pada struktur jembatan gantung ini. Kekakuan global sistem kabel–menara tetap terjaga baik pada model baja maupun komposit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis numerik menggunakan SAP2000 terhadap dua konfigurasi menara, yaitu menara baja dan menara komposit baja–beton, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen struktur jembatan gantung pejalan kaki memenuhi persyaratan kekuatan dan batasan ijin sesuai ketentuan Kementerian dan SNI. Nilai tegangan maksimum pada kabel utama dan kabel *backstays* untuk seluruh kombinasi pembebanan berada jauh di bawah tegangan ijin, sehingga kabel bekerja dalam kondisi aman dengan kapasitas yang memadai. Pada kabel utama, tegangan maksimum tercatat sebesar 653.939,52 kN/m² untuk model 1 dan 653.939,67 kN/m² untuk model 2, dengan selisih hanya 0,15 kN/m². Sedangkan pada kabel *backstays* diperoleh 518.393,20 kN/m² untuk model 1 dan 518.267,39 kN/m² untuk model 2, dengan selisih 125,81 kN/m².

Lendutan maksimum pada gelagar tetap berada dalam batas layanan yang dipersyaratkan, di mana lendutan pada model 1 sebesar 0,436767 m dan pada

model 2 sebesar 0,436764 m, menunjukkan selisih sangat kecil yaitu 0,000003 m. Hal ini menegaskan bahwa variasi material menara tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap perilaku vertikal gelagar. Deformasi akibat beban gempa dan angin juga berada jauh di bawah batas deformasi ijin, sehingga stabilitas lateral jembatan terjamin. Deformasi maksimum akibat gempa adalah sebesar 0,005423 m pada model 1 dan 0,005389 m pada model 2 (selisih 0,000034 m), sedangkan deformasi akibat angin hanya 0,002517 m pada model 1 dan 0,002516 m pada model 2 (selisih 0,000001 m).

Secara keseluruhan, kedua model menunjukkan respons struktur yang hampir identik. Namun, menara komposit memberikan kecenderungan deformasi yang lebih kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan beton sebagai komposit pada menara mampu meningkatkan kekakuan struktur tanpa menyebabkan perubahan signifikan pada perilaku deformasi, lendutan, maupun tegangan kabel. Dengan demikian, desain jembatan gantung pejalan kaki dinyatakan aman, stabil, dan layak, serta menara komposit dapat dipertimbangkan sebagai alternatif desain yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Thambiratnam D. P., & Liu, X. (2020). Numerical study of pedestrian suspension bridge with innovative composite deck. *Heliyon*. 6(8), 1–12.
- Bambang, S. & Agus S. (2007). *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2016). *SNI 1725:2016 tentang Pembebanan pada Jembatan*. Jakarta: BSN.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2013). *SNI 2833:2013 tentang Perancangan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Jakarta: BSN.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). (2008). *SNI 0076:2008 tentang Tali Kawat Baja*. Jakarta: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2010). *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.02/SE/M/2010 tentang Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki*. Bandung: Menteri Pekerjaan Umum,
- Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR. (2021). *Desain Spektra Indonesia*, <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id>, diakses tanggal 18 Juni 2025.
- Jaison, A. & Edayadiyil J. (2025). Pedestrian Suspension Bridge, *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 5(3), 310–313.
- Samadi, B. & Zamani, G. (2019). Dynamic Analysis of Suspension Footbridges Using an Actual Pedestrian Load Model Compared with EUR23984 EN Requirements. *International Journal of Engineering*, 32(10), 1379–1387.

