

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

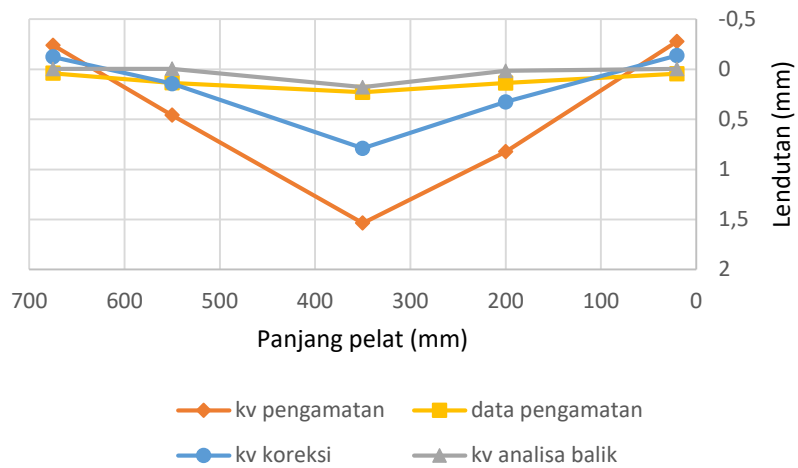
4.1. Modulus Elastisitas Pelat

Metode *conjugated beams* dipilih untuk mengetahui nilai modulus elastisitas pelat beton bertulang yang digunakan. Nilai modulus elastisitas diambil dari rata-rata modulus elastisitas beton (E_c) pada saat beton berada dalam kondisi elastis. Benda uji berukuran ($P \times B \times t$) 750 mm \times 100 mm \times 20 mm dengan penambahan beban sebesar 10 kg. Tulangan yang digunakan menambah nilai lentur beton sehingga beton tidak mudah patah. Hal ini ditunjukkan dari sifat beton yang tidak langsung patah meskipun menunjukkan kemampuannya dalam menahan gaya yang terjadi berkurang.

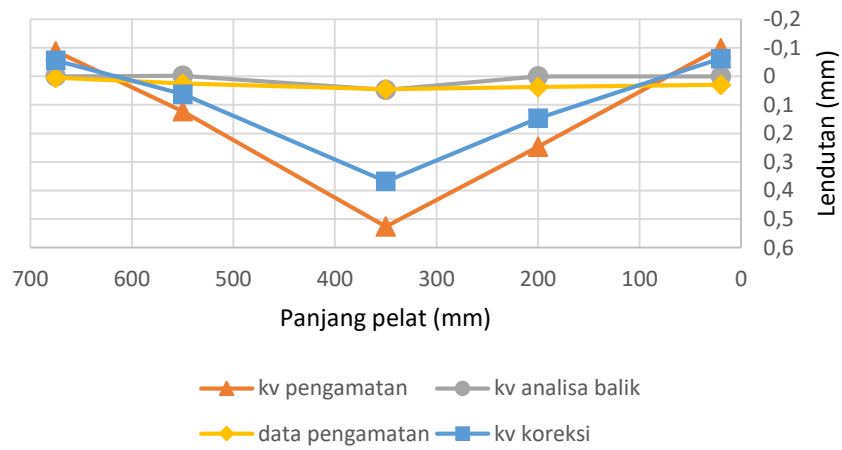
Hasil pengujian modulus elastisitas beton satu (E_{c1}) sebesar 57×10^6 kN/m², beton dua memiliki nilai modulus elastisitas (E_{c2}) sebesar 32×10^6 kN/m², dan modulus elastisitas tiga (E_{c3}) sebesar sebesar 14×10^6 kN/m². Modulus elastisitas maksimum sebesar 57×10^6 kN/m² atau 55809 MPa. Pelat satu mulai kehilangan elastisitasnya pada beban 0,922 kN, pelat dua kehilangan sifat elastis mulai beban 0,628 kN, dan pelat tiga mulai kehilangan sifat elastis pada beban 0,206 kN. Analisa dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.2. Lendutan Pelat Kondisi Tanah Kering

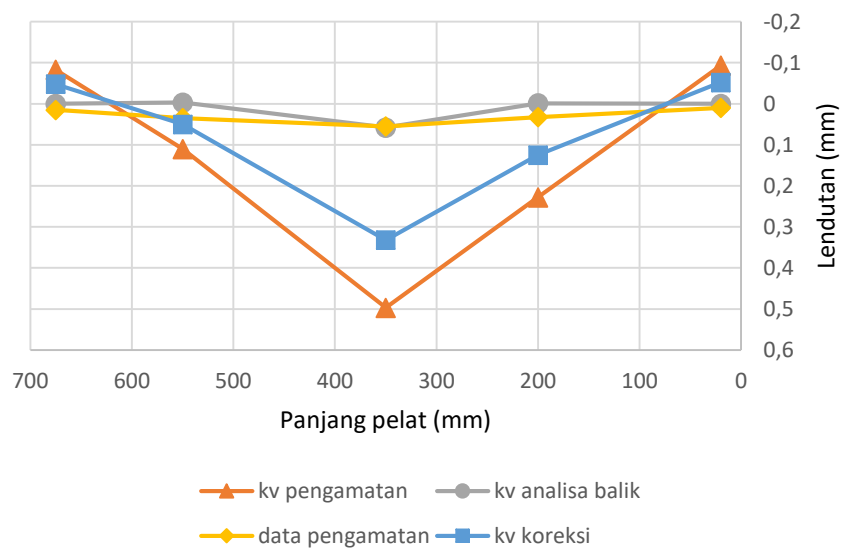
Lendutan dianalisa dengan tiga k_v yang berbeda, k_v koreksi, k_v pengamatan, dan k_v analisa balik. K_v koreksi merupakan k_v yang didasarkan pada k_v pelat dengan tiang tunggal yang dikonversi ke pelat dengan tiang berkelompok. K_v koreksi merupakan perbandingan sebanding dengan lebar pelat yang ditinjau. k_v pengamatan merupakan k_v hasil hitungan dari sistem pelat terpaku, sedangkan k_v analisa balik didapatkan dari k_v koreksi yang dikalikan dengan konstanta tertentu. Nilai modulus reaksi tanah dasar yang digunakan dalam pemodelan dapat dilihat pada Tabel 3.2. Nilai modulus elastisitas didapatkan dari Persamaan 2.45 dengan nilai 55809 MPa. Gambar 4.1 menunjukkan lendutan yang terjadi pada pelat tanpa tiang dengan beban 50 kg.



Gambar 4.1 Lendutan pelat tanpa tiang kondisi tanah kering



Gambar 4.2 Lendutan pelat tiang 10 cm kondisi tanah kering



Gambar 4.3 Lendutan pelat tiang 20 cm kondisi tanah kering

Hasil analisa lendutan dengan menggunakan modulus reaksi tanah dasar koreksi dan pengamatan memberikan hasil analisa lendutan yang jauh dari pengamatan di laboratorium, sehingga dalam analisa memerlukan nilai modulus reaksi tanah dasar koreksi untuk menghasilkan lendutan yang mendekati lendutan di laboratorium. Analisa dengan modulus reaksi tanah dasar analisa balik berdasarkan Gambar 4.1 pelat tanpa tiang yang ditunjukkan, pelat dengan tiang 10 cm yang ditunjukkan Gambar 4.2, dan pelat dengan tiang 20 cm yang ditunjukkan Gambar 4.3 menunjukkan hasil analisa yang mendekati pengamatan di laboratorium. Akan tetapi lendutan hasil analisa menunjukkan ada beberapa titik dimana pelat mengalami gaya tarik sehingga pelat tertekuk ke atas. Ketika lendutan ke bawah, tanah dan tiang memiliki tahanan dengan nilai positif dan ketika lendutan ke atas, maka tahanan tiang bernilai negatif. Hal ini masih relevan dengan teori *Beam on Elastic Foundation*, karena teori ini menganggap tanah mengikuti hukum Hooke sehingga dapat menahan gaya tekan dan gaya tarik.

Berdasarkan hasil analisa maupun pengamatan, lendutan terbesar terjadi di bawah bentang. Nilai k_v terbesar terjadi pada tiang dengan panjang 10 cm dan turun pada tiang dengan panjang 20 cm. penurunan nilai k_v juga menyebabkan lendutan yang terjadi semakin besar, hal ini dikarenakan k_v merupakan parameter daya dukung tanah, sehingga ketika k_v turun, maka lendutan akan naik.

Tabel 4.1 menunjukkan hubungan besar nilai lendutan dan k_v yang digunakan. Nilai k_v yang digunakan berupa k_v analisa balik dari k_v koreksi. Berdasarkan hasil analisa seperti ditunjukkan Tabel 4.1, lendutan memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan lendutan pengamatan Berdasarkan Tabel 4.1, lendutan hasil analisa dan pengamatan mendekati sama. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Beam on Elastic Foundation* dapat digunakan untuk validasi lendutan hasil pengamatan di laboratorium. Analisa lengkap nilai k_v dan lendutan maksimum dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4.1 Tabel nilai k_v dan lendutan kondisi tanah kering

Parameter	K_v (kN/m ³)	Δk (kN/m ³)	Lendutan analisa (mm)	Lendutan pengamatan (mm)	Selisih lendutan (%)
Pelat tanpa tiang	823529,412		0,09	0,09	0
Pelat tiang 10 cm	1929824,561	1106295,15	0,047	0,045	4,44

Pelat tiang 20 cm	1468428,781	644899,37	0,058	0,055	6
-------------------	-------------	-----------	-------	-------	---

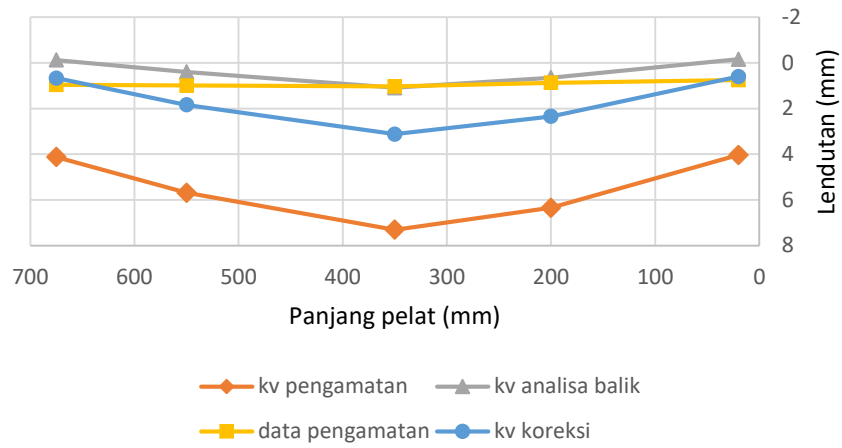
Nilai modulus reaksi tanah dasar analisa balik berasal dari pengalihan nilai modulus reaksi tanah dasar koreksi dan modulus reaksi tanah dasar pengamatan. Nilai pengali dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Angka pengali modulus reaksi tanah dasar

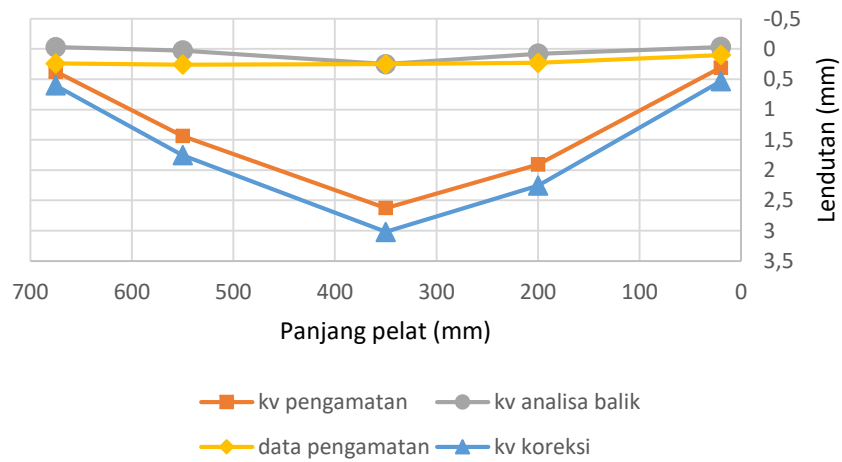
kv koreksi	
Parameter	kv kering
pelat tanpa tiang	1
pelat tiang 10 cm	15,000
pelat tiang 20 cm	7,5
kv pengamatan	
Parameter	kv kering
pelat tanpa tiang	2,31
pelat tiang 10 cm	23,56
pelat tiang 20 cm	12,5

4.3. Lendutan Pelat Kondisi Tanah Basah

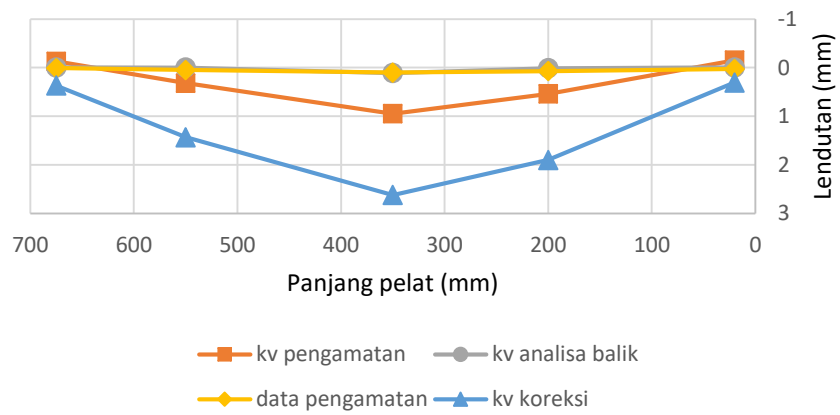
Lendutan pelat yang terjadi di atas tanah basah memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan lendutan pelat di atas tanah kering. Lendutan yang terjadi pada pelat tanpa tiang hasil analisa menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan lendutan hasil pengamatan. Hal ini ditunjukkan dengan garis antara lendutan yang satu dengan lendutan yang lain yang saling berhimpit. Akan tetapi, lendutan yang terjadi di ujung pelat menunjukkan perbedaan yang cukup besar. Hasil analisa lendutan dengan menggunakan modulus reaksi tanah dasar koreksi dan pengamatan memberikan hasil analisa lendutan yang jauh dari pengamatan di laboratorium, sehingga dalam analisa memerlukan nilai modulus reaksi tanah dasar koreksi untuk menghasilkan lendutan yang mendekati lendutan di laboratorium.



Gambar 4.4 Lendutan pelat tanpa tiang kondisi tanah basah



Gambar 4.5 Lendutan pelat tiang 10 cm kondisi tanah basah



Gambar 4.6 Lendutan pelat tiang 20 cm kondisi tanah basah

Gambar 4.5 menunjukkan lendutan hasil analisa memiliki sifat linear, asumsi ini menghasilkan nilai lendutan yang semakin kecil ketika titik tinjauan semakin jauh dari beban yang bekerja. Gambar 4.5. menunjukkan lendutan di tengah bentang berhimpit, hal ini menunjukkan jika lendutan hasil analisa memiliki nilai yang sama dengan lendutan hasil pengamatan.

Pelat dengan tiang panjang 20 cm seperti ditunjukkan Gambar 4.6 memiliki sifat yang berbeda dengan pelat tanpa tiang dan pelat dengan tiang 10 cm. pada pelat dengan tiang 20 cm, lendutan pada tepi pelat bernilai negatif. Lendutan hasil analisa juga menunjukkan nilai yang tidak terlalu mendekati hasil pengamatan. Hasil analisa menunjukkan sifat yang tidak benar-benar linear elastis.

Tabel 4.3 Tabel nilai k_v dan lendutan kondisi tanah basah

Parameter	K_v (kN/m ³)	Δk (kN/m ³)	Lendutan (mm)	Lendutan pengamatan (mm)	Selisih lendutan (%)
Pelat tanpa tiang	32525,36		1,09	1,3	5,83
Pelat tiang 10 cm	212202,381	179677,021	0,25	0,25	0
Pelat tiang 20 cm	665902,141	633376,78	0,11	0,1	10

Nilai modulus reaksi tanah dasar analisa balik berasal dari pengalihan nilai modulus reaksi tanah dasar koreksi dan modulus reaksi tanah dasar pengamatan. Nilai pengali dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Angka pengali modulus reaksi tanah dasar

kv koreksi	
parameter	kv basah
pelat tanpa tiang	4
pelat tiang 10 cm	25
pelat tiang 20 cm	65
kv pengamatan	
parameter	kv basah
pelat tanpa tiang	11,77
pelat tiang 10 cm	20,77
pelat tiang 20 cm	17,11

Pada kondisi tanah basah, nilai k_v lebih kecil, hal ini dikarenakan tanah mulai kehilangan daya dukungnya. Hasil analisa menunjukkan nilai k_v bertambah secara signifikan ketika pelat di atas tanah basah diberi tiang dengan panjang 20

cm. penambahan nilai modulus rekasi tanah dasar hasil analisa balik menyebabkan lendutan yang terjadi mengalami reduksi yang cukup signifikan.

Ketiga lendutan hasil analisa dengan k_v analisa balik menunjukkan lendutan sisi pelat memiliki perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil analisa maupun pengamatan, lendutan terbesar terjadi di bawah bentang dan semakin kecil seiring dengan bertambah panjang tiang yang digunakan. Penambahan nilai k_v menyebabkan lendutan yang terjadi semakin kecil, hal ini dikarenakan k_v merupakan parameter daya dukung tanah, sehingga ketika k_v naik, maka lendutan akan turun. Tabel 4.2 menunjukkan hubungan besar nilai lendutan dan k_v yang digunakan. Nilai k_v yang digunakan berupa k_v analisa balik dari k_v koreksi. Berdasarkan Tabel 4.2, lendutan hasil analisa dan pengamatan mendekati sama. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Beam on Elastic Foundation* dapat digunakan untuk validasi lendutan hasil pengamatan di laboratorium. Analisa lengkap nilai k_v dan lendutan maksimum dapat dilihat pada Lampiran 4.