

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

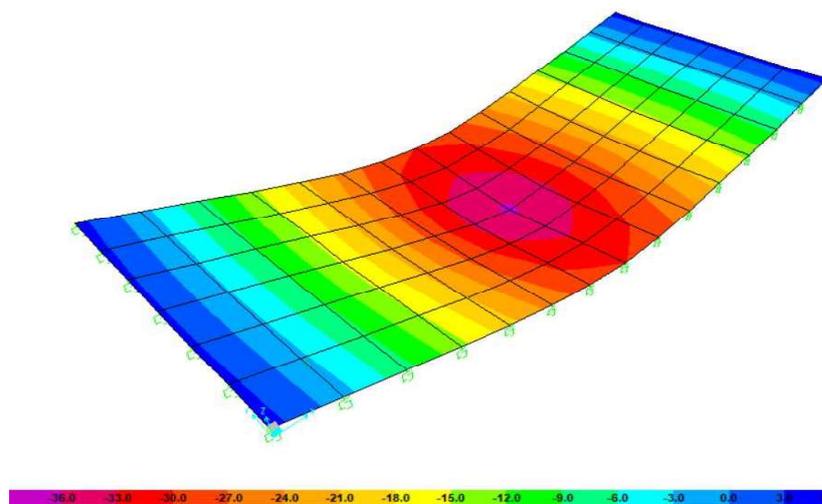
4.1. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 10 cm dalam Kondisi Kering.

Tabel 4.1 Data *properties* material tanah

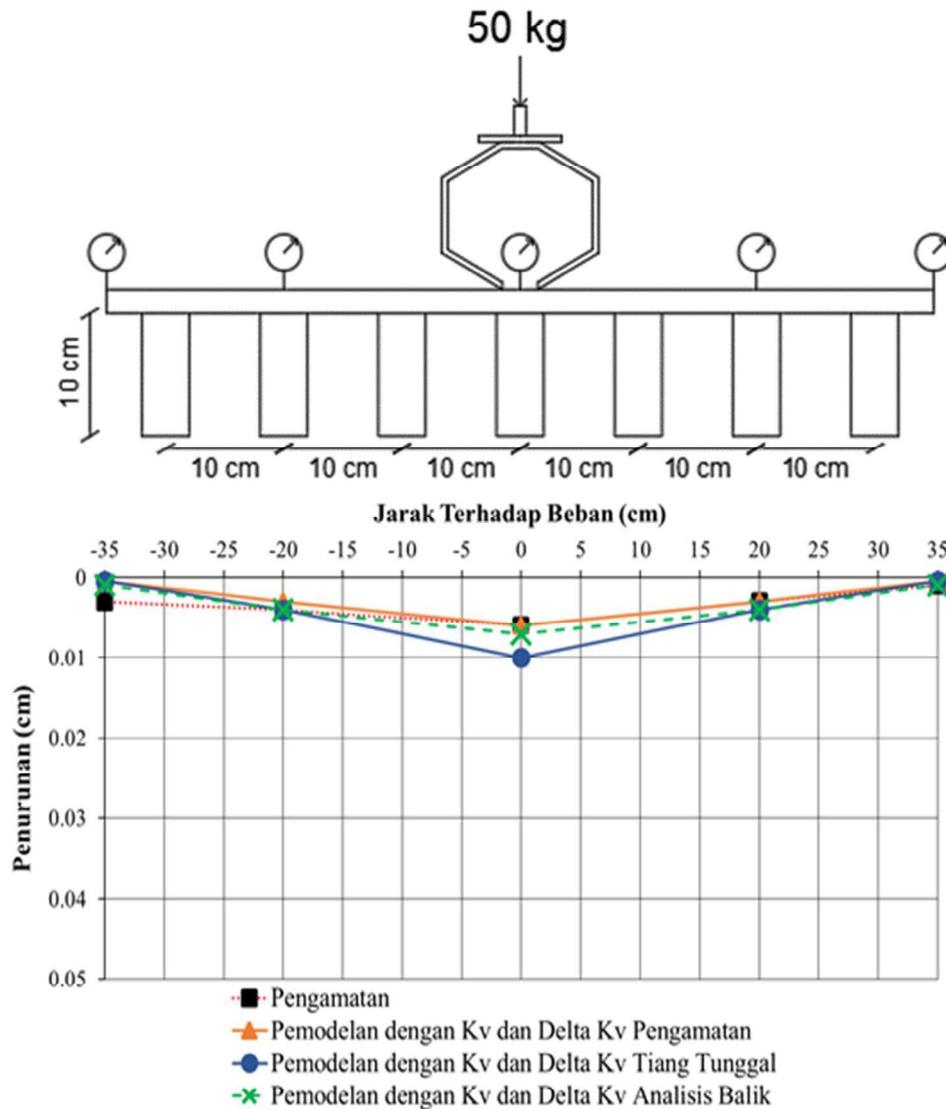
Data	Tanah		
	Parameter	Notasi	Nilai
Pengamatan	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	7,837
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	3,116
Tiang Tunggal	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	5,868
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	0,504
Analisis Balik	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	6,754
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	2,21

Tabel 4.2 Data *properties* material beton

Data	Tanah		
	Parameter	Notasi	Nilai
Elastis	<i>Modulus of Elasticity</i> (Kg/cm ²)	E	584746,9
	<i>Poisson's Ratio</i> (μ)	U	0,2



Gambar 4.1 Hasil deformasi pelat beton



Gambar 4.2 Perbandingan hasil lendutan pengujian dan pemodelan

Tabel 4.3 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah kering

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
50	Pengamatan		0,003	0,004	0,006	0,003	0,001
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,0004	0,003	0,006	0,003	0,0004
	(k_v Pengamatan)	%	-86,67	-25	0	0	-60,00
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,0004	0,004	0,01	0,004	0,0004
	(k_v Tiang Tunggal)	%	-86,67	0	66,67	33,33	-60,00
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,001	0,004	0,006	0,004	0,001
100	(k_v Analisis Balik)	%	-66,67	0,00	16,67	33,33	0,00
	Pengamatan		0,006	0,01	0,014	0,008	0,001
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,0003	0,006	0,015	0,006	0,002
	(k_v Pengamatan)	%	-95,00	-40,00	-15,49	-25,00	-70,00

Tabel 4.4 Lanjutan

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
100	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,002	0,008	0,019	0,008	0,002
	(k_v Tiang Tunggal)	%	-66,67	-20,00	33,80	0,00	100
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,001	0,007	0,017	0,007	0,001
	(k_v Analisis Balik)	%	-83,33	-30,00	-8,45	-12,50	0
	Pengamatan		0,012	0,023	0,035	0,019	0,004
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,004	0,011	0,029	0,011	0,004
190	(k_v Pengamatan)	%	-66,67	-52,17	-17,14	-42,11	0
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,004	0,015	0,035	0,015	0,004
	(k_v Tiang Tunggal)	%	-66,67	-34,78	0,00	-21,05	0,00
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,004	0,012	0,031	0,012	0,004
	(k_v Analisis Balik)	%	-66,67	-47,83	-11,43	-36,84	0

Pemodelan ini menyederhanakan model tiang sebagai *joint spring* dan tanah ekspansif sebagai *area spring*. Pada pengamatan model fisik didapatkan lendutan yang tidak teratur, namun dari analisis menggunakan *software* SAP2000 didapat nilai lendutan yang lebih teratur, hal ini dikarenakan analisis SAP2000 menggunakan analisis elastis. Hasil dari pemodelan numeris, didapat nilai defleksi sebesar 0,008 cm pada beban 50 kg. Nilai ini telah mendekati dengan hasil pengujian laboratorium pada beban dan tiang yang sama yaitu 0,006 cm. Untuk memperoleh nilai lendutan yang sesuai atau mendekati dengan hasil pengamatan laboratorium, maka dilakukan analisis balik (*back analysis*) nilai k_v sebesar 1,15 k_v tiang tunggal dan 0,86 k_v pengamatan. Hasil ini menunjukkan bahwa model elemen hingga dapat menjadi alternatif dalam analisis perkerasan kaku (Elnaga, 2014). Data *properties* material disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.3. Deformasi pelat dari hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.1, dan grafik perbandingan lendutan untuk hasil pengamatan laboratorium dan pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.2, serta nilai lendutan dari hasil pengujian dan pemodelan ditunjukkan pada Tabel 4. 4.

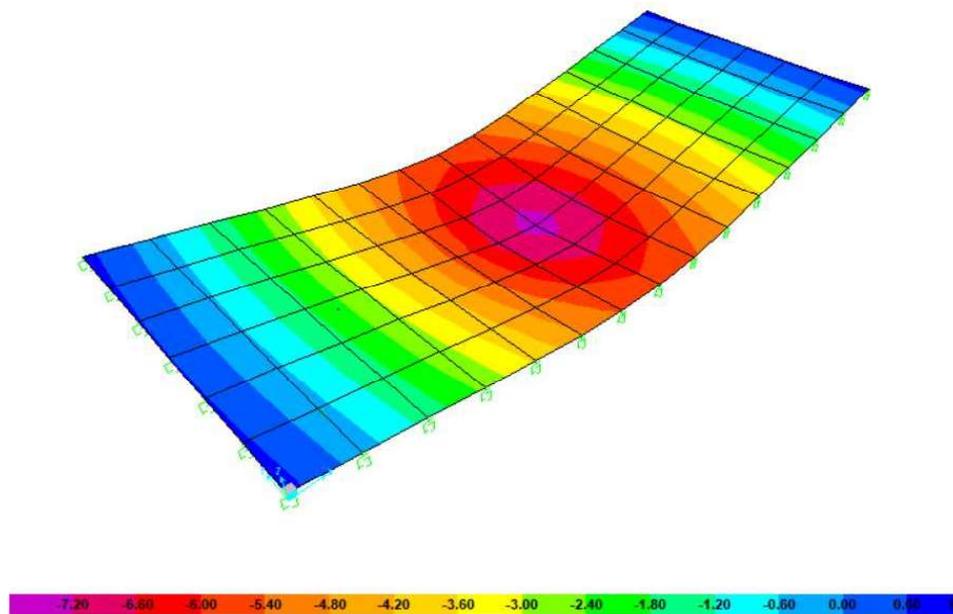
4.2. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 20 cm dalam Kondisi Kering

Tabel 4.5 Data *properties* material tanah

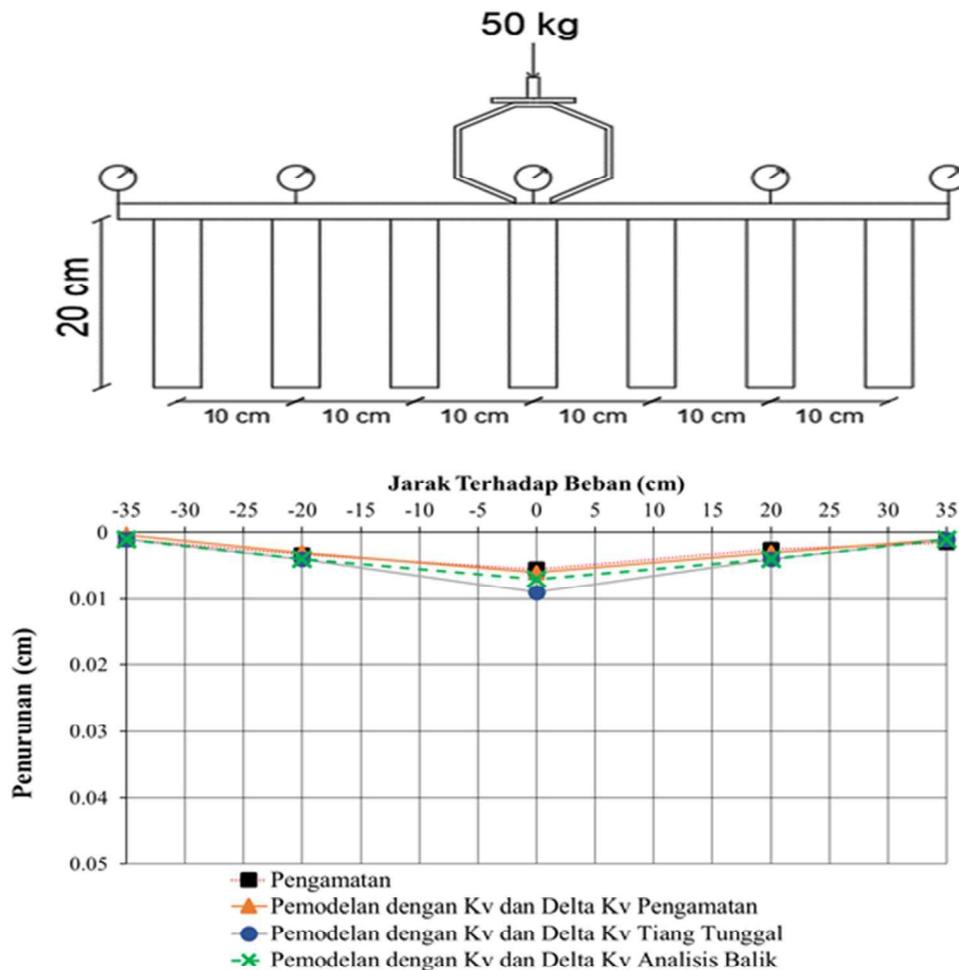
Data	Tanah		
	Parameter	Notasi	Nilai
Pengamatan	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	7,981
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	3,237
Tiang	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	6,75
Tunggal	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	1,385
Analisis Balik	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	7,985
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	3,884

Tabel 4.6 Data *properties* material beton

Data	Beton		
	Parameter	Notasi	Nilai
Elastis	<i>Modulus of Elasticity</i> (Kg/cm ²)	E	584746,9
	<i>Poisson's Ratio</i> (μ)	U	0,2



Gambar 4.3 Hasil deformasi pelat beton



Gambar 4. 4 Perbandingan hasil lendutan pengujian dan pemodelan

Tabel 4.7 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah kering

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
50	Pengamatan		0,001	0,003	0,006	0,003	0,002
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,0004	0,003	0,008	0,003	0,001
	(k_v Pengamatan)	%	-60,00	-9,09	9,09	20,00	-33,33
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,001	0,004	0,009	0,004	0,001
	(k_v Tiang Tunggal)	%	0	21,21	63,64	60,00	-33,33
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,001	0,004	0,008	0,003	0,001
100	(k_v Analisis Balik)	%	0	21,21	27,27	60,00	-33,33
	Pengamatan		0,002	0,008	0,014	0,008	0,002
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,002	0,006	0,012	0,006	0,002
	(k_v Pengamatan)	%	-90,00	-24,05	-14,29	-20,00	-90,00

Tabel 4.7 Lanjutan

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
190	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,002	0,007	0,017	0,007	0,002
	(k_v Tiang Tunggal)	%	0	-11,39	21,43	-6,67	0
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,001	0,007	0,013	0,007	0,001
	(k_v Analisis Balik)	%	-50,00	-11,39	-7,14	-6,67	-50,00
	Pengamatan		0,006	0,019	0,031	0,017	0,003
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,004	0,01	0,028	0,01	0,004
	(k_v Pengamatan)	%	-33,33	-45,95	-9,67	-41,18	33,33
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,004	0,013	0,032	0,013	0,004
	(k_v Tiang Tunggal)	%	-33,33	-29,73	3,23	-25,53	33,33
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,004	0,012	0,031	0,012	0,004
(k_v Analisis Balik)	%	-33,33	-45,95	-9,68	-41,18	33,33	

Berdasarkan analisis numeris terhadap tanah dengan perkuatan tiang dengan panjang 20 cm pada beban 50 kg di tengah pelat didapat nilai lendutan yang sesuai dengan hasil uji laboratorium. Pada pengamatan model fisik didapatkan lendutan yang tidak teratur, namun dari analisis menggunakan *software* SAP2000 didapat nilai lendutan yang lebih teratur, hal ini dikarenakan analisis SAP2000 menggunakan analisis elastis. Nilai lendutan dari hasil pengujian dan pemodelan ditunjukkan pada Tabel 4.8. Hasil dari pemodelan numeris, didapat nilai defleksi sebesar 0,008 cm. Nilai ini telah mendekati dengan hasil pengamatan laboratorium pada beban yang sama yaitu 0.006 cm. Untuk memperoleh nilai lendutan yang sesuai atau mendekati dengan hasil pengamatan laboratorium, maka dilakukan analisis balik (*back analysis*) nilai k_v sebesar 1,02 k_v tiang tunggal dan 0,86 k_v pengamatan. Hasil ini menunjukkan bahwa model elemen hingga dapat menjadi alternatif dalam analisis perkerasan kaku (Elnaga, 2014). Data *properties* material disajikan pada Tabel 4.6 dan 4.7. Dari hasil pengujian didapat grafik lendutan pelat terhadap jarak beban. Deformasi pelat yang terjadi pada pelat beton dapat dilihat pada Gambar 4.3, dan grafik perbandingan lendutan untuk hasil pemodelan SAP2000 dan pengamatan laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.4.

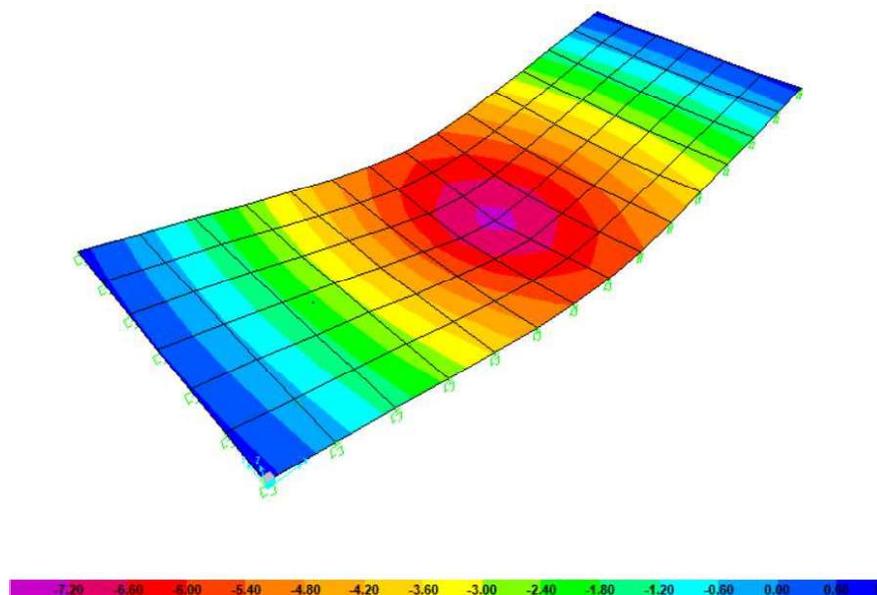
4.3. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 10 cm dalam Kondisi Basah

Tabel 4.8 Data *properties* material tanah

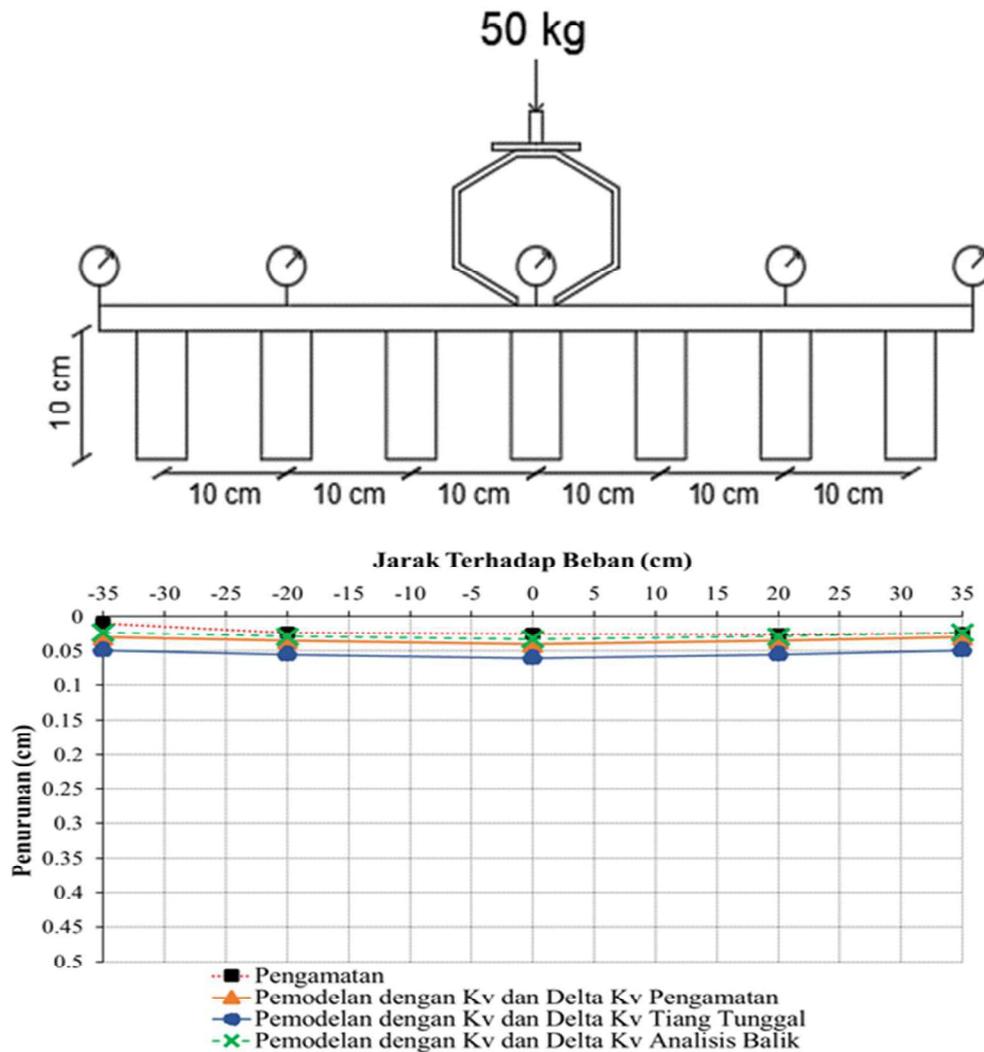
Data	Tanah		
	Parameter	Notasi	Nilai
Pengamatan	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	0,796
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	0,54
Tiang	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	0,518
Tunggal	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	0,018
Analisis	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	0,907
Balik	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	0,549

Tabel 4.9 Data *properties* material beton

Data	Beton		
	Parameter	Notasi	Nilai
Elastis	<i>Modulus of Elasticity</i> (Kg/cm ²)	E	584746,9
	<i>Poisson's Ratio</i> (μ)	U	0,2



Gambar 4.5 Deformasi pada pelat terpaku



Gambar 4. 6 Perbandingan hasil uji laboratorium dan pemodelan

Tabel 4.10 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah basah

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
50	Pengamatan		0,01	0,023	0,025	0,026	0,24
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,03	0,031	0,04	0,031	0,02
	(k_v Pengamatan)	%	200	52,17	60,00	34,62	25
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,049	0,055	0,06	0,055	0,049
	(k_v Tiang Tunggal)	%	390	139,1	140	111,5	104,2
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,023	0,028	0,037	0,029	0,023
100	(k_v Analisis Balik)	%	130	26,09	32	11,54	-4,17
	Pengamatan		0,032	0,06	0,07	0,062	0,033
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,034	0,056	0,076	0,056	0,034
	(k_v Pengamatan)	%	6,25	-6,67	8,57	-9,68	3,03

Tabel 4.10 Lanjutan

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
100	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,108	0,133	0,154	0,133	0,108
	(k_v Tiang Tunggal)	%	237,5	121,7	120	114,5	227,3
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,03	0,051	0,07	0,051	0,03
	(k_v Analisis Balik)	%	-6,25	-15,00	0	-17,7	-9,09
	Pengamatan		0,069	0,19	0,256	0,19	0,069
190	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,06	0,102	0,139	0,102	0,06
	(k_v Pengamatan)	%	-13,04	-46,32	-45,7	-46,3	-13
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,194	0,242	0,282	0,242	0,194
	(k_v Tiang Tunggal)	%	181,2	27,37	10,16	27,37	181,2
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,052	0,093	0,129	0,093	0,052
(k_v Analisis Balik)	%	-24,6	-51,1	-49,6	-51,1	-24,6	

Pemodelan numeris pelat terpaku yang diperkuat tiang mini (*minipile*) dengan panjang 10 cm pada kondisi basah menghasilkan lendutan yang sesuai dengan hasil uji laboratorium. Hasil dari pemodelan numeris, menghasilkan lendutan sebesar 0,037 cm. Hasil ini sedikit mendekati dengan pengujian laboratorium pada beban yang sama sebesar 0,025 cm. Untuk memperoleh nilai lendutan yang sesuai atau mendekati dengan hasil pengamatan laboratorium, maka dilakukan analisis balik (*back analysis*) nilai k_v sebesar 1,75 k_v tiang tunggal dan 1,14 k_v pengamatan. Grafik lendutan dari hasil pemodelan numeris dan uji laboratorium disajikan pada Gambar 4.6. Data *properties* material disajikan pada Tabel 4. 9 dan 4. 10. Dari pemodelan ini menunjukkan bahwa tiang dapat mengurangi lendutan pada pelat dalam kondisi lunak akibat meningkatnya kadar air. Nilai lendutan hasil uji laboratorium dan pemodelan numeris dapat dilihat pada Tabel 4.11. Sedangkan deformasi yang terjadi pada pelat dapat dilihat pada Gambar 4.5.

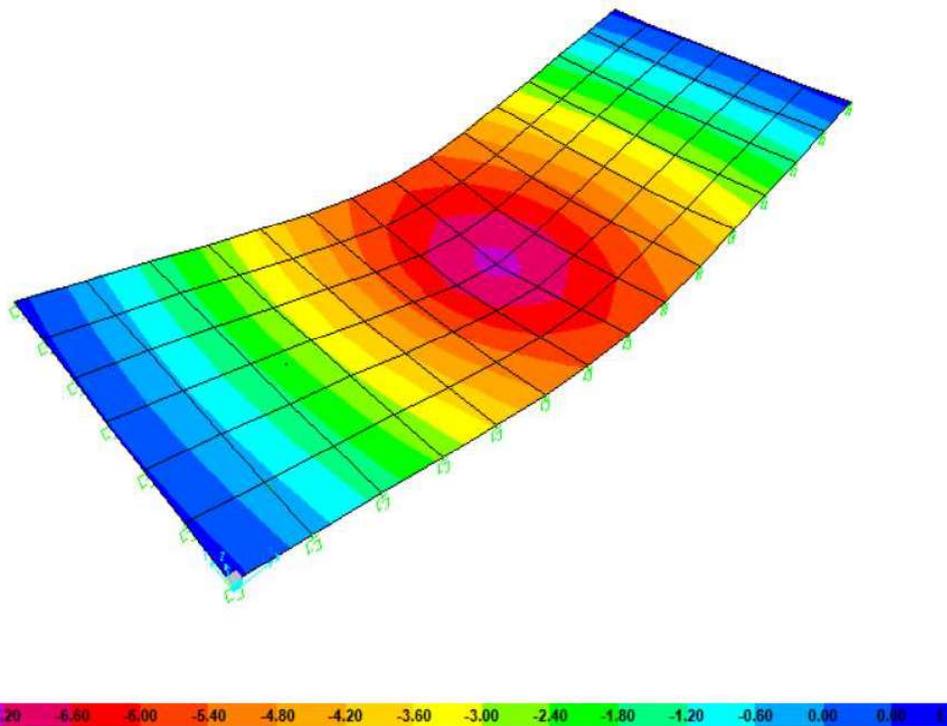
4.4. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem Pelat Terpaku Skala Laboratorium dengan Analisis Pemodelan akibat Penambahan Tiang L= 20 cm dalam Kondisi Basah

Tabel 4.11 Data *properties* material tanah

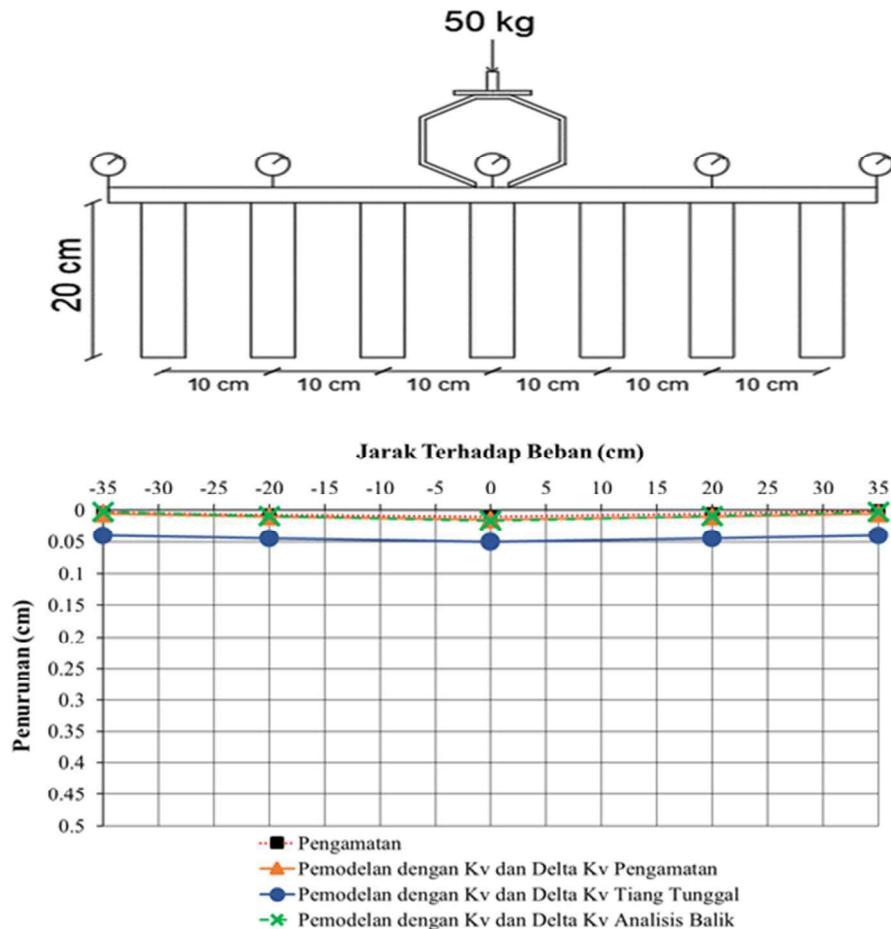
Data	Tanah		
	Parameter	Notasi	Nilai
Pengamatan	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	2,774
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	2,518
Tiang	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	0,626
Tunggal	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	0,126
Analisis Balik	Modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	k_v	3,051
	Kenaikan modulus reaksi <i>subgrade</i> (Kg/cm ³)	Δk_v	2,77

Tabel 4.12 Data *properties* material beton

Data	Beton		
	Parameter	Notasi	Nilai
Elastis	<i>Modulus of Elasticity</i> (Kg/cm ²)	E	584746,9
	<i>Poisson's Ratio</i> (μ)	U	0,2



Gambar 4.7 Deformasi pada pelat terpaku



Gambar 4. 8 Perbandingan hasil uji pengamatan dan pemodelan pada beban 50 kg

Tabel 4.13 Perbandingan nilai lendutan pengamatan dan pemodelan pada pelat dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah basah

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
50	Pengamatan		0,003	0,007	0,01	0,005	0,001
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,002	0,010	0,017	0,010	0,002
	(k_v Pengamatan)	%	-33,33	42,86	70	100	100
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,048	0,060	0,070	0,060	0,048
	(k_v Tiang Tunggal)	%	1500	757,1	600	1100	4700
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,002	0,009	0,016	0,009	0,002
100	(k_v Analisis Balik)	%	-33,33	28,57	60	80	100
	Pengamatan		0,009	0,021	0,028	0,015	0,005
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,003	0,018	0,032	0,018	0,003
	(k_v Pengamatan)	%	-66,67	-14,29	14,29	20	-40
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,085	0,11	0,131	0,11	0,085
	(k_v Tiang Tunggal)	%	844,4	423,8	367,9	633,3	1600

Tabel 4.13 Lanjutan

Beban (kg)	Data	Notasi	Lendutan (cm)				
			Jarak Terhadap Beban (cm)				
			-35	-20	0	20	35
190	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,002	0,016	0,030	0,016	0,002
	(k_v Analisis Balik)	%	-77,8	-23,8	7,14	6,67	-60
	Pengamatan		0,023	0,074	0,095	0,05	0,009
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,003	0,032	0,059	0,032	0,003
	(k_v Pengamatan)	%	-86,96	-56,76	-37,9	-36	-66,7
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,152	0,199	0,239	0,199	0,152
	(k_v Tiang Tunggal)	%	560,9	168,9	151,6	298	1589
	Pemodelan	$k_v, \Delta k_v$	0,002	0,029	0,055	0,029	0,002
(k_v Analisis Balik)	%	-91,3	-60,8	-42,1	-42	-77,8	

Pemodelan pelat terpakai yang diperkuat *minipile* dengan panjang 20 cm pada kondisi basah menghasilkan nilai lendutan yang mendekati dengan hasil uji laboratorium. Hasil dari pemodelan didapatkan lendutan sebesar 0,017 cm. Hasil ini sedikit mendekati dengan lendutan yang terjadi pada pengamatan laboratorium dengan beban yang sama sebesar 0,01 cm. Untuk memperoleh nilai lendutan yang sesuai atau mendekati dengan hasil pengamatan laboratorium, maka dilakukan analisis balik (*back analysis*) nilai k_v sebesar 4,6 k_v tiang tunggal dan 1,04 k_v pengamatan. Nilai lendutan ini berkurang ketika dibandingkan dengan pelat yang diperkuat *minipile* dengan panjang 10 cm. Dari hasil pemodelan menunjukkan bahwa lendutan yang terjadi akan semakin berkurang apabila panjang tiang mengalami penambahan. Penambahan panjang maupun pengurangan jarak antar tiang dapat meningkatkan daya dukung pada pelat dan mengurangi lendutan yang terjadi (Puri, 2015). Data *properties* material disajikan pada Tabel 4.12 dan 4.13. Dari pemodelan ini menunjukkan bahwa tiang dapat mengurangi lendutan pada pelat dalam kondisi lunak akibat meningkatnya kadar air. Nilai lendutan hasil uji laboratorium dan pemodelan numeris dapat dilihat pada Tabel 4.14. Sedangkan deformasi yang terjadi pada pelat dapat dilihat pada Gambar 4.5.

4.5. Pengaruh Penambahan Tiang terhadap Nilai Modulus Reaksi *Subgrade* Pada Pemodelan Sistem Pelat Terpaku

Metode elemen hingga adalah salah satu metode numerik yang digunakan untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan nilai dilapangan pada suatu masalah yang sulit dianalisis (Fattah dkk., 2015). Simulasi pemodelan numerik menggunakan SAP2000 menunjukkan bahwa *spring* pada pelat beton mampu mengurangi lendutan pelat. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *spring* sebagai pengganti tiang pada pelat terpaku dapat diaplikasikan dalam pemodelan sistem pelat dengan perkuatan tiang. Puri dkk (2019), menjelaskan bahwa penambahan panjang tiang akan meningkatkan kinerja sistem pelat dimana lendutan semakin berkurang. Kondisi ini menyebabkan nilai modulus reaksi *subgrade* mengalami kenaikan akibat kontribusi tiang dalam menahan perpindahan vertikal pelat (Hardiyatmo, 2017a). Kenaikan modulus ini didefinisikan sebagai Δk_v .

Dalam penelitian ini, nilai modulus reaksi *subgrade* yang digunakan untuk pelat dalam pemodelan SAP2000 berbeda antara yang diperkuat *minipile* dengan panjang 10 cm dan 20 cm. Nilai modulus reaksi *subgrade* diperoleh dari hasil pengujian pelat terpaku dengan *minipile* tunggal dan kelompok tiang. Dari hasil pengamatan kelompok tiang didapatkan nilai k_v dan Δk_v yang sesuai. Sehingga, nilai k_v dan Δk_v dari hasil pengamatan kelompok tiang menghasilkan lendutan yang mendekati dengan lendutan pada pengujian laboratorium. Nilai modulus reaksi *subgrade* (k_v) dan kenaikan modulus reaksi *subgrade* (Δk_v) pada kondisi kering maupun basah dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4. 14 Nilai modulus reaksi *subgrade* pada *minipile* dengan panjang 10 cm dan 20 cm pada kondisi kering

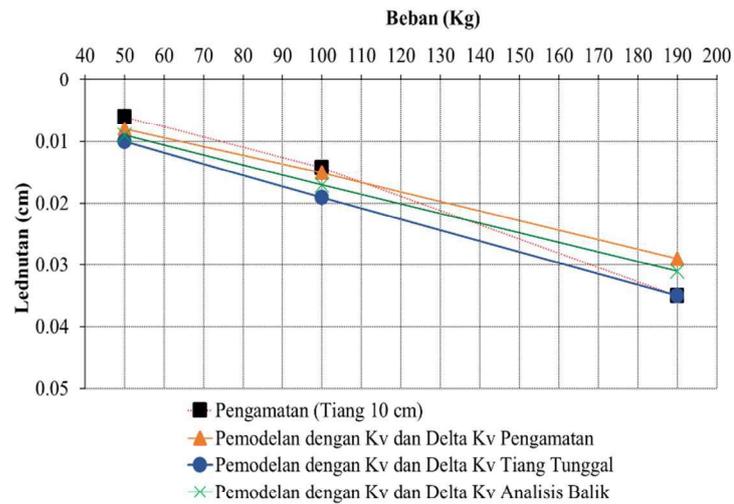
Panjang (cm)	Pengamatan		Tiang Tunggal		Analisis Balik	
	k_v (kg/cm ³)	Δk_v (kg/cm ³)	k_v (kg/cm ³)	Δk_v (kg/cm ³)	k_v (kg/cm ³)	Δk_v (kg/cm ³)
10	7,837	3,116	5,868	0,504	6,754	2,21
20	7,981	3,237	6,75	1,385	6,885	2,493

Tabel 4. 15 Nilai modulus reaksi *subgrade* pada *minipile* dengan panjang 10 cm dan 20 cm pada kondisi basah

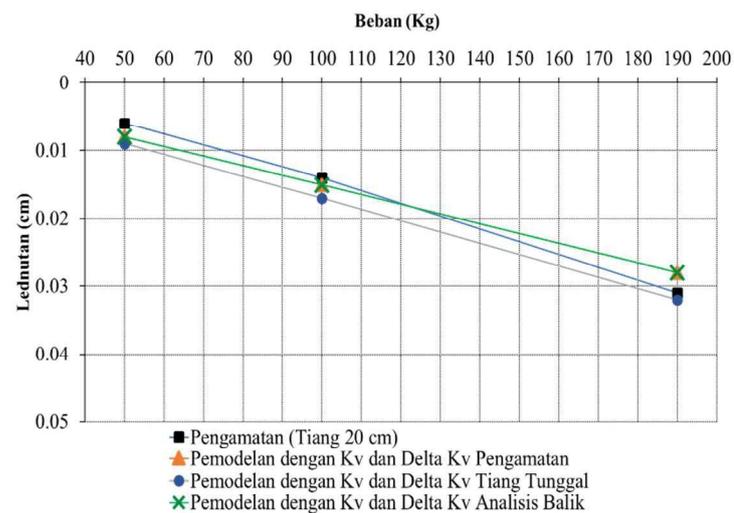
Panjang (cm)	Pengamatan		Tiang Tunggal		Analisis Balik	
	k_v (kg/cm ³)	Δk_v (kg/cm ³)	k_v (kg/cm ³)	Δk_v (kg/cm ³)	k_v (kg/cm ³)	Δk_v (kg/cm ³)
10	0,796	0,54	0,518	0,018	0,907	0,549
20	2,774	2,518	0,626	0,126	3,051	2,77

4.6. Pemodelan Sistem Pelat Terpaku dengan Perkuatan Tiang

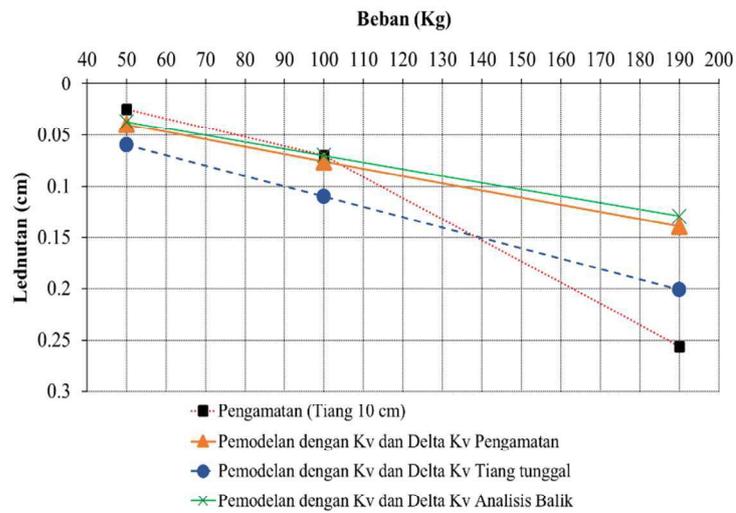
Berdasarkan pemodelan numeris, lendutan pada pelat yang diperkuat *minipile* dengan panjang 20 cm lebih kecil dari 10 cm, nilai lendutan yang terjadi pada pelat dalam kondisi tanah kering ditunjukkan pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10. Untuk nilai lendutan pada pelat dalam kondisi basah dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan 4.12. Peningkatan reduksi lendutan pada pelat terjadi dengan tiang $L = 20$ cm dibandingkan dengan tiang $L = 10$ cm (Hartono, 2013). Hasil ini menunjukkan bahwa lendutan pada pelat terpaku akibat variasi penambahan panjang tiang menjadi berkurang. Penggunaan tiang pada pelat terpaku berfungsi sebagai peredam beban dan mampu mengurangi penurunan pada arah vertikal (Diana dkk., 2016). Besarnya mutu beton juga berpengaruh terhadap besar maupun kecil nilai lendutan pada pelat (Utomo dkk., 2017). Pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 pengamatan laboratorium menghasilkan grafik lendutan yang tidak begitu linier, lendutan cenderung semakin besar dan tidak mengalami penurunan yang teratur. Sedangkan pada hasil analisis pemodelan diperoleh grafik dengan pola pertambahan lendutan yang linier, hal ini disebabkan analisis SAP2000 menggunakan analisis linier elastis. Dari grafik dibawah ini dapat disimpulkan bahwa pemodelan dengan SAP2000 masih relevan untuk menganalisis pelat terpaku dengan beban kecil maupun beban sedang.



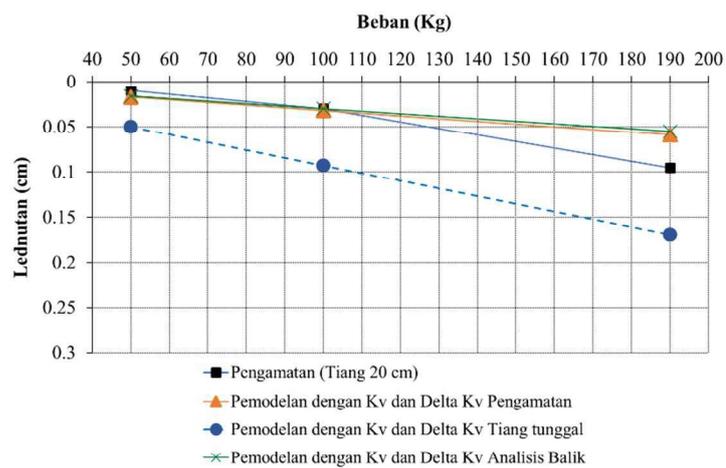
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah kering



Gambar 4. 10 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah kering



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 10 cm dalam kondisi tanah basah



Gambar 4. 12 Grafik perbandingan lendutan pelat hasil pengamatan dan pemodelan dengan tiang 20 cm dalam kondisi tanah basah