

# **SOIL CEMENT MIXING COLUMN SEBAGAI PERKUATAN PADA TANAH DASAR LUNAK**

**Abdulloh Umar I.K.<sup>1)</sup>, Bambang Setiawan<sup>2)</sup>, R. Harya Dananjaya H.I<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup><sup>3)</sup>Pengajar Program studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp.0271647069. Email : abdullohumar93@gmail.com

## **Abstrak**

Permasalahan *subgrade* akan muncul jika *subgrade* merupakan tanah lunak. Perlu dilakukan perkuatan atau perbaikan tanah agar tanah dapat digunakan untuk pembangunan. Salah satu metode yang menarik yaitu metode untuk memperbaiki tanah lunak kohesif dengan cara membuat kolom semen-tanah seperti *soil mixing column* dengan pencampuran *insitu*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perilaku penambahan *soil mixing column* terhadap lendutan pada tanah dasar (*subgrade*) lunak, dan membandingkan lendutan antara pengamatan dengan pendekatan menggunakan rumus Hetenyi (1974). Metode penelitian yang digunakan yaitu pemodelan skala laboratorium. Sampel tanah dibedakan menjadi 4 macam Variasi, yaitu: tanah lunak tanpa perkuatan (variasi A), dengan perkuatan *soil mixing column* (Variasi B), dengan penambahan *subbase* di atas perkuatan (Variasi C), dan dengan penambahan *base course* di atas *subbase* (Variasi D). Pengujian lendutan dilakukan dengan meletakkan pelat besi di atas setiap Variasi kemudian dibebani dengan beban berulang baik pada posisi sentris pelat maupun posisi eksentris pelat. *Dial gauge* sebanyak 5 buah diletakkan di atas pelat untuk membaca lendutan yang terjadi saat uji pembebanan. Hasil penelitian ini menunjukkan perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) mampu mereduksi lendutan yang terjadi sebesar 59,77% (untuk beban sentris) dan 59,85% (untuk beban eksentris) terhadap lendutan pelat diatas tanah tanpa perkuatan (Variasi A). Perbandingan lendutan antara pengamatan dengan metode pendekatan rumus Hetenyi (1974) secara menunjukkan grafik lendutan yang hampir sama dan nilai lendutan lebih besar bila dibandingkan dengan pendekatan Hetenyi.

**Kata kunci** : tanah lunak, *subgrade*, *subbase*, *base course*, *soil mixing column*, lendutan.

## **Abstract**

*Problems will arise if the subgrade is soft soil subgrade. Need to do retrofitting or repair of the soil to be used for development. One interesting method is a method to improve cohesive soft soil by creating a column of cement-soil like soil mixing column by mix the soil and cement in situ. The study was conducted to know the behavior of soil-mixing column additions to the deflection on the subgrade (subgrade) software, and compare the deflection between the observations with the approach of using formula Hetenyi (1974). The method used is a laboratory scale modeling. Soil samples can be divided into four kinds of variation, namely: the soft soil without reinforcement (variasi A), with the strengthening of soil mixing column (Variation B), with the addition of subbase above reinforcement (Variation C), and with the addition of base course over the subbase (Variation D). Deflection testing done by putting a metal plate on top of each variation then burdened with repeated load well on the plate centric position and the position of the eccentric plate. Dial gauge 5 pieces placed on the plate to read deflection occurs when the loading test. These results indicate the strengthening of soil mixing column (Variation B) is able to reduce deflection occurred at 59.77% (for centric load) and 59.85% (for load eksentris) against deflection plate on the ground without reinforcement (Variation A). Comparison of deflection between observation methods Hetenyi (1974) formulas is showing a graph similar deflection and deflection value is greater than the Hetenyi approach.*

*Keywords: soft soil, subgrade, subbase, base course, soil mixing column, deflection*

## **PENDAHULUAN**

Masalah yang sering dihadapi pada perencanaan perkerasan kaku adalah kondisi *subgrade* yang merupakan tanah lunak. Berbagai upaya telah dilakukan oleh para *engineer* untuk mengatasi permasalahan *subgrade* tanah lunak. Beberapa upaya yang diaplikasikan tersebut hanya berpengaruh pada permukaan saja. Selain itu, proses pelaksanaan pemasangan stabilisasi tanah juga cukup rumit, sehingga perlu dilakukan perkuatan tanah lunak yang mencapai tanah dalam seperti *soil mixing column*. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait dengan *soil mixing column*. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui perubahan lendutan yang terjadi pada pelat di atas tanah tanpa perkuatan dan dengan perkuatan *soil mixing column* dan mengetahui hubungan lendutan antara pengamatan dan dengan menggunakan pendekatan Hetenyi (1974).

## TINJAUAN PUSTAKA

Bowles (1996) menyatakan, lendutan memiliki hubungan konseptual antara tekanan tanah dengan modulus reaksi *subgrade*. Koefisien reaksi tanah dasar arah vertikal ( $k$ ) dapat digunakan dalam hitungan lendutan. Koefisien ini ditentukan sebagai tekanan fondasi ( $q$ ) yang dibagi dengan penurunan yang bersesuaian ( $d$ ) dari tanah di bawahnya. reaksi tanah dasar tidak lain adalah distribusi reaksi tanah ( $q$ ) di bawah struktur fondasi guna melawan beban fondasi.

Penelitian dengan perkuatan kolom tanah kapur tunggal berdiameter 50 mm dengan panjang 200 mm dan diletakkan di dalam kotak baja berukuran  $1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan kadar kapur, kuat dukung tanah meningkat dari 0,23 kN menjadi 5,2 kN setelah diperkuat dengan kolom-kapur. Pemasangan kolom-kapur meningkatkan kekuatan tanah disekitarnya hingga mencapai  $3 \times D$  dari pusat kolom-kapur (Muntohar, 2009).

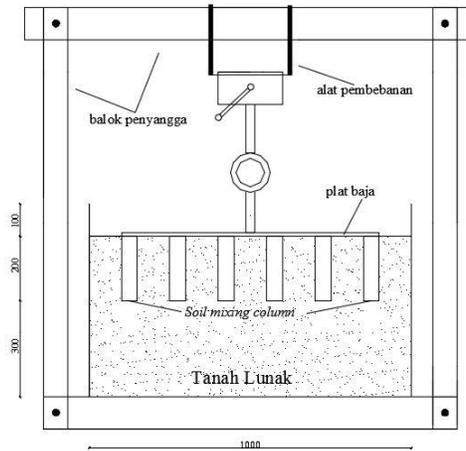
Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, penulis bermaksud melakukan percobaan untuk mengetahui pencampuran tanah menggunakan *cement slurry* dengan metode *deep soil mixing* sehingga didapatkan *soil mixing column*. *Soil mixing column* diaplikasikan pada *box* berukuran  $1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$  kemudian dilakukan pengujian pembebanan untuk mendapatkan perubahan nilai modulus reaksi dan lendutan yang terjadi.

Hardiyatmo (2000) mengusulkan untuk perhitungan nilai  $k_r$  pelat yang fleksibel, menggunakan menggunakan lendutan rerata pelat. Lendutan rerata pelat didapat dengan menggunakan rata-rata dari nilai lendutan pelat pada titik-titik peninjauan dengan jarak titik tertentu sepanjang pelat. Nilai  $k_r$  selanjutnya dapat ditentukan dengan membagikan tekanan per luasan pelat dengan lendutan rerata pelat.

Hetenyi (1974) menyatakan pendekatan lendutan pelat di atas pondasi elastis. Nilai lendutan pelat yang berada di atas tanah sebagai fondasi elastis dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Hetenyi (1974). Faktor-faktor yang berpengaruh dalam persamaan ini antara lain: modulus elastisitas balok, momen inersia balok, fleksibilitas balok di atas tanah, dan modulus reaksi tanah dasar. Lendutan pelat pada posisi pembebanan sentris dan posisi pembebanan eksentris dapat ditentukan dengan pendekatan ini dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut.

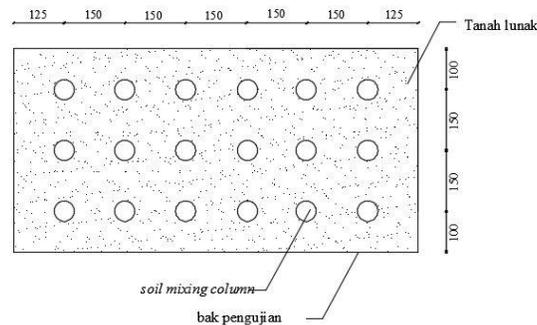
## CARA PENELITIAN

Tahap persiapan pengujian diperlukan guna mempersiapkan segala yang dibutuhkan dalam pengujian yang akan dilaksanakan di Laboratorium. Tahap persiapan pengujian tersebut berupa tahap persiapan benda uji, persiapan media tanah dan persiapan alat pembebanan. Tahapan lain yang juga perlu untuk dilakukan yaitu tahap penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui parameter-parameter tanah yang digunakan sebagai sampel, seperti kadar air, *bulk density*, *grain size*, *proctor test*, *atterberg limits*, dan nilai CBR. Pemasangan alat pembebanan ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tampak samping pemasangan alat penguji

Perkuatan *soil mixing column* dibuat dengan mencampurkan semen dengan kadar air 1:1 pada alat *soil mixing* sederhana. Perkuatan *soil mixing column* yang terbentuk kemudian didiamkan selama seminggu hingga mengeras dan siap untuk dilakukan pengujian pembebanan. Konfigurasi pemasangan perkuatan *soil mixing column* ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Konfigurasi titik pemasangan perkuatan *soil mixing column*

Penelitian utama dilakukan untuk melihat hasil dari setiap perlakuan yang diberikan. Alat pengujian pembebanan diatur sehingga stabil (kaku). Tuas alat pembebanan diputar sehingga torak memberi tekanan pada pelat tumpuan sampai *dial gauge* menunjukkan pergerakan sedikit. Hal ini untuk memastikan bahwa torak benar-benar menyentuh pelat secara keseluruhan. Pengujian dilakukan setelah *dial gauge* diatur pada angka nol. Setelah itu pembebanan dilakukan dengan memberikan beban 20 kg, kemudian dikembalikan ke 0, diberi beban lagi 20 kg, sampe berulang 3 kali, seterusnya beban bertambah menjadi 40 kg, 60 kg dan maksimal 80 kg. Pengujian lendutan di bedakan menjadi 4 variasi yang di sajikan dalam **Tabel 1** di bawah ini

**Tabel 1.** Variasi pembebanan.

No	Variasi	Keterangan	Titik Pembebanan		Beban (kg)			
			Sentris	Eksentris	20	40	60	80
1	Variasi A	Tanpa Perkuatan	Sentris		20	40	60	80
			Eksentris					
2	Variasi B	Perkuatan <i>soil mixing column</i>	Sentris		20	40	60	80
			Eksentris					
3	Variasi C	Variasi B + Penambahan <i>sub base</i> berupa hamparan kerikil setinggi 3 cm	Sentris		20	40	60	80
			Eksentris					
4	Variasi D	Variasi C + Penambahan <i>base course</i>	Sentris		20	40	60	80

berupa hamparan pasir setinggi 3 cm Eksentris

## ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa nilai lendutan yang terbaca pada kelima *dial gauge* yang dipasang di atas pelat. Nilai lendutan pada beban sentris 80 kg untuk setiap variasi ditunjukkan pada Tabel 2 dan nilai lendutan pada beban eksentris 80 kg untuk setiap variasi ditunjukkan pada Tabel 3.

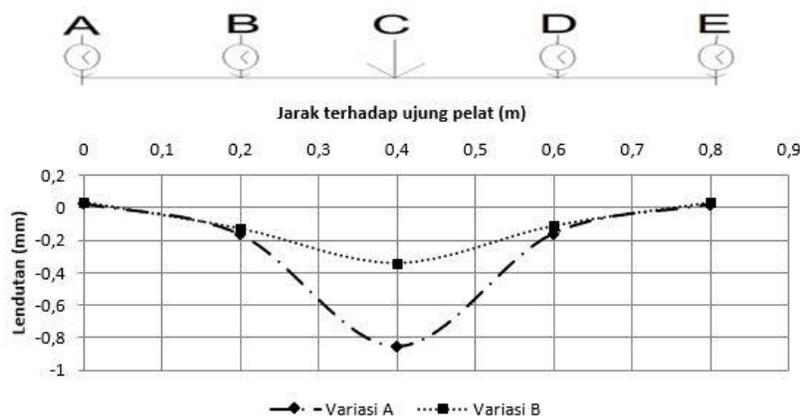
**Tabel 2.** Nilai lendutan pengamatan pada beban sentris 80 kg untuk setiap variasi

No	Perlakuan	Beban (Kg)	Lendutan (mm)				
			A	B	C	D	E
1	Tanpa perkuatan (Variasi A)	80	-0,0233	0,1667	0,8533	0,16	-0,02
2	Perkuatan <i>soil mixing column</i> (Variasi B)	80	-0,0333	0,13	0,3433	0,1133	-0,03
3	Variasi B + <i>subbase</i> berupa hamparan kerikil setinggi 3 cm (Variasi C)	80	-0,0167	0,08	24,33	0,07	-0,0133
4	Variasi C + Penambahan <i>base course</i> berupa hamparan pasir setinggi 3 cm (Variasi D)	80	0,02	0,06	0,1933	0,0667	0,0167

**Tabel 3.** Nilai lendutan pengamatan pada beban eksentris 80 kg untuk setiap variasi

No	Perlakuan	Beban (Kg)	Lendutan (mm)				
			A	B	C	D	E
1	Tanpa perkuatan (Variasi A)	80	-0,03	0,0767	0,21	0,9133	0,1033
2	Perkuatan <i>soil mixing column</i> (Variasi B)	80	-2,33	0,02	0,1867	0,3667	0,0367
3	Variasi B + <i>subbase</i> berupa hamparan kerikil setinggi 3 cm (Variasi C)	80	-0,0167	0,0133	0,10	0,26	0,0133
4	Variasi C + Penambahan <i>base course</i> berupa hamparan pasir setinggi 3 cm (Variasi D)	80	-0,0167	0	0,0833	0,2067	0,0167

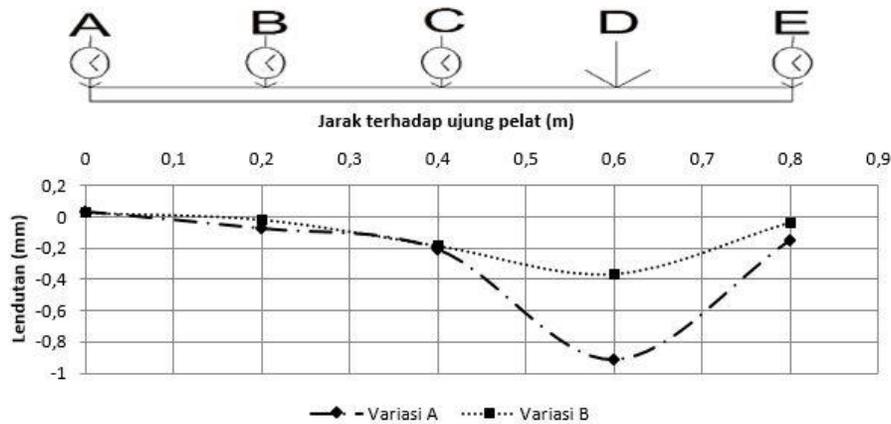
Berdasarkan data yang diperoleh setelah melakukan uji pembebanan, didapatkan grafik untuk mengetahui perubahan nilai lendutan yang terjadi dari setiap variasi untuk beban 80 kg.



**Gambar 3.** Perbandingan lendutan pelat di atas tanah tanpa perkuatan (Variasi A) dan di atas perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) beban sentris

Gambar 3 menunjukkan perbandingan lendutan pelat di atas tanah tanpa perkuatan (Variasi A) dan di atas perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) beban sentris. Data tersebut menunjukkan bahwa setelah diberi perkuatan *soil mixing*

column (varisi B), selisih lendutan maksimum yang terjadi sebesar 0,51 mm. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, didapatkan bahwa perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) mampu mereduksi lendutan yang terjadi pada tanah lempung lunak sebesar 59,77% jika dibandingkan dengan tanah lempung lunak tanpa perkuatan (Variasi A) yang dibebani secara sentris.



**Gambar 4.** Perbandingan lendutan pelat di atas tanah tanpa perkuatan (Variasi A) dan di atas perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) beban eksentris

Gambar 4 menunjukkan perbandingan lendutan pelat di atas tanah tanpa perkuatan (Variasi A) dan di atas perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) beban eksentris. Data tersebut menunjukkan bahwa setelah diberi perkuatan *soil mixing column* (varisi B), selisih lendutan maksimum yang terjadi sebesar 0,5466 mm. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, didapatkan bahwa perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) mampu mereduksi lendutan yang terjadi pada tanah lempung lunak sebesar 59,85% jika dibandingkan dengan tanah lempung lunak tanpa perkuatan (Variasi A) yang dibebani secara eksentris.

Nilai lendutan yang didapat dari hasil pengamatan selanjutnya digunakan untuk mencari nilai lendutan dengan pendekatan Hetenyi (1974). Lendutan rerata didapatkan dengan menggunakan Persamaan 2. Selanjutnya nilai lendutan pengamatan didapatkan dengan menggunakan Persamaan 3 untuk beban sentris dan Persamaan 4 untuk beban eksentris. Tabel 4 menunjukkan nilai lendutan pelat hasil perhitungan untuk beban sentris dan perhitungan untuk beban eksentris ditunjukkan pada Tabel 5.

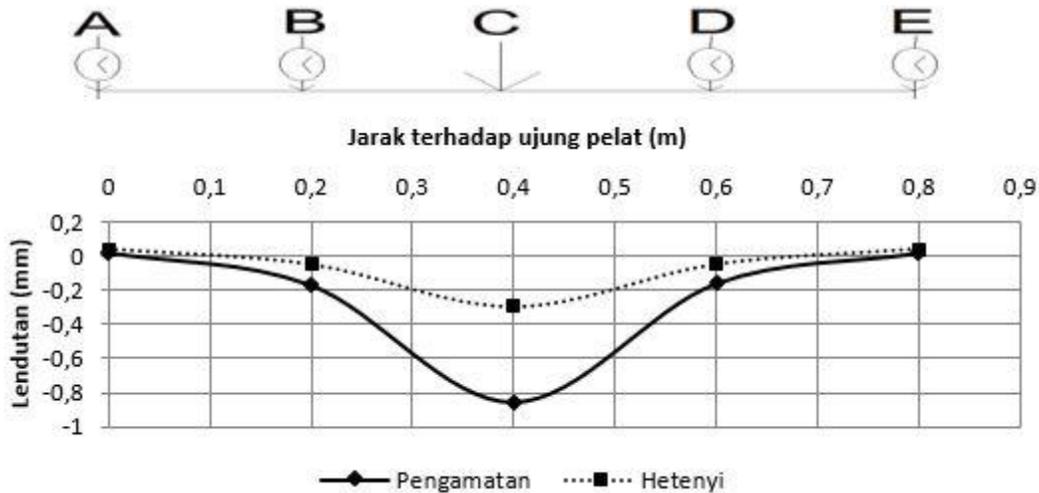
**Tabel 4.** Nilai lendutan pelat hasil perhitungan dengan pendekatan Hetenyi (1974) untuk beban sentris

	Lendutan (mm)				
	A	B	C	D	E
Variasi A	0,04373	-0,04612	-0,29467	-0,04612	0,04373
Variasi B	0,01180	-0,01013	-0,16879	-0,01013	0,01180
Variasi C	0,00429	-0,00242	-0,12659	-0,00242	0,00429
Variasi D	0,00187	0,00006	-0,10682	0,00006	0,00187

**Tabel 5.** Nilai lendutan pelat hasil perhitungan dengan pendekatan Hetenyi (1974) untuk beban eksentris

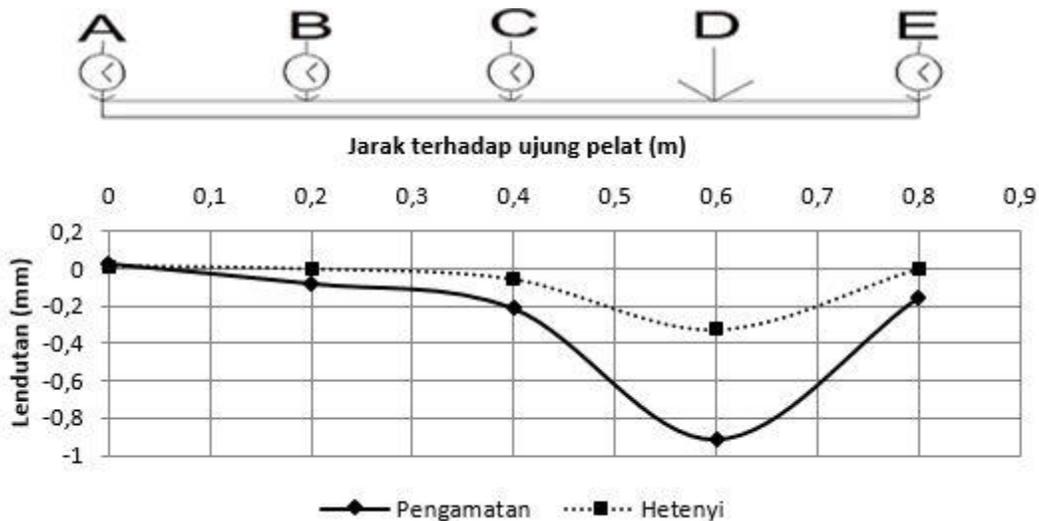
	Lendutan (mm)				
	A	B	C	D	E
Variasi A	0,01435	-0,00219	-0,05718	-0,32588	-0,00219
Variasi B	0,004748	-0,0017	-0,01161	-0,18112	-0,0017
Variasi C	0,001758	-0,00055	-0,00205	-0,12877	-0,00055
Variasi D	0,000843	0,000501	-0,00021	-0,10639	0,000501

Nilai lendutan dari hasil pengamatan kemudian dibandingkan dengan nilai lendutan hasil perhitungan. Gambar 5 menunjukkan perbandingan nilai lendutan plat hasil pengamatan dengan pendekatan Hetenyi (1974) pada kondisi tanah tanpa perkuatan yang dibebani secara sentris



**Gambar 5.** Perbandingan nilai lendutan pelat hasil pengamatan dengan pendekatan Hetenyi (1974) pada Variasi A yang dibebani secara sentris

Perbandingan nilai lendutan plat hasil pengamatan dengan pendekatan Hetenyi (1974) pada tanah tanpa perkuatan (Variasi A) yang dibebani secara eksentris ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Perbandingan nilai lendutan pelat hasil pengamatan dengan pendekatan Hetenyi (1974) pada Variasi A yang dibebani secara eksentris

Berdasarkan data pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan selisih lendutan antara pengamatan dan perhitungan yaitu sebesar 0,5586 mm untuk beban sentris dan 0,5874 mm untuk beban eksentris. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi tanah tanpa perkuatan (Variasi A), besarnya selisih lendutan antara pengamatan dan perhitungan yaitu 65,463 % untuk beban sentris dan 64,316% untuk beban eksentris.

## KESIMPULAN

1. Perkuatan *soil mixing column* (Variasi B) mampu mereduksi lendutan yang terjadi sebesar 59,77% (untuk beban sentris) dan 59,85% (untuk beban eksentris) terhadap lendutan pelat di atas tanah tanpa perkuatan (Variasi A).
2. Lendutan secara pengamatan memberikan nilai lendutan yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai lendutan menggunakan pendekatan rumus Hetenyi (1974) yaitu berkisar antara 44,75% hingga 64,463%
3. Nilai lendutan dari hasil pengamatan lebih besar jika dibandingkan dengan nilai lendutan menggunakan pendekatan rumus Hetenyi (1974) yaitu berkisar antara 44,75% hingga 65,46%.

## REFERENSI

- Bowles, J.E., 1996, *Foundation Analysis and Design (fifth edition)*, New York: McGraw-Hill International Editions.
- Hardiyatmo, H.C., *Metoda Hitungan Lendutan Pelat dengan Menggunakan Modulus Reaksi Tanah Dasar Ekuivalen untuk Struktur Pelat Fleksibel*, dinamika TEKNIK SIPIL – Vol. 9 (2009), 149-154, no. 2.
- Hardiyatmo, H.C., 2010. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hetenyi, M., 1974, *Beams on Elastic Foundation: Theory with applications in the fields of civil and mechanical engineering*, The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Moseley, M.P., 2000, *Ground Improvement*, Florida : CRC Press, Inc
- Muntohar, A.S., 2009, *A Laboratory Test On The Strength And Load-Settlement Characteristic of Improved Soft Soil Using LimeColumn*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.