

# ANALISIS DEFLEKSI LATERAL TIANG TUNGGAL PADA TANAH KOHESIF

Nasrulloh<sup>1)</sup>, Yusep Muslih P<sup>2)</sup>, Niken Silmi Surjandari<sup>3)</sup>

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

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

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp.0271647069. Email : [nasrulloh.almasir@gmail.com](mailto:nasrulloh.almasir@gmail.com)

## Abstract

*Pile foundation is a type of deep foundation. Besides to withstand the axial load, pile foundation is also designed to withstand the lateral load. When the lateral load occurs on the pile, it will cause a deflection. The occurred deflection can be determined by using field test or also known as the lateral test. The amount of deflection can also be analyzed using Reese & Matlock method (1960) and p-y curve method. This study will observe the lateral deflection of a single pile in cohesive soils. The lateral test results indicated that the maximum lateral deflections are 55,74 mm. Analysis results show that the lateral deflection using p-y curve method is nearer to the lateral test results than using Reese & Matlock method (1960). It is because p-y curve method uses more detailed soil properties and pile specifications than Reese & Matlock method (1960) which uses correlation analysis.*

*Keywords: lateral test, lateral capacity, pile deflection, p-y curve, Reese and Matlock (1960)*

## Abstrak

Pondasi tiang pancang merupakan salah satu jenis dari pondasi dalam. Pondasi tiang pancang selain dirancang untuk menahan beban-beban aksial, juga dirancang untuk memperhitungkan beban lateral. Akibat adanya beban lateral yang bekerja pada tiang pancang mengakibatkan terjadinya defleksi atau pergeseran. Untuk mengetahui besarnya defleksi yang terjadi pada tiang dapat dilakukan dengan pengujian lapangan atau yang sering disebut dengan lateral test. Selain melakukan pengujian lateral test, besarnya defleksi juga dapat dianalisis menggunakan metode Reese & Matlock (1960) dan metode *p-y curve*. Penelitian ini akan mengamati defleksi lateral tiang tunggal pada tanah kohesif. Berdasarkan hasil uji lateral test didapatkan defleksi maksimum pada P.1 sebesar 55,74 mm. Setelah dilakukan analisis menggunakan metode *p-y curve*, metode Reese & Matlock (1960) didapatkan hasil bahwa nilai defleksi lateral tiang tunggal hasil analisis metode *p-y curve* lebih mendekati hasil uji lateral test dibandingkan dengan metode Reese & Matlock (1960), hal tersebut dikarenakan parameter tanah dan spesifikasi tiang lebih diperhatikan pada metode *p-y curve*, sedangkan Metode Reese & Matlock (1960) menggunakan korelasi dalam analisisnya.

Kata kunci : defleksi tiang, kapasitas lateral, lateral test, *p-y curve*, Reese & Matlock (1960)

## PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia saat ini semakin meningkat, antara lain jembatan, jalan, gedung, dan bendungan. Pembangunan tersebut harus di dukung oleh konstruksi yang baik, salah satunya adalah pondasi yang berfungsi menopang beban struktur di atasnya dan meneruskannya ke tanah. Pondasi terbagi menjadi Pondasi dangkal dan pondasi dalam, tiang pancang merupakan salah satu jenis pondasi dalam. Selain menopang beban struktur di atasnya atau disebut juga dengan beban aksial, pondasi juga harus dapat menahan beban horizontal atau beban lateral, beban lateral ini dapat berupa beban angin, gelombang air, maupun gempa bumi.

Akibat adanya beban lateral yang bekerja pada tiang tersebut akan timbul defleksi atau pergeseran tiang, untuk mengetahui besarnya defleksi dapat dilakukan menggunakan beberapa metode. Wartono (2004) melakukan uji laboratorium dengan pemodelan tiang ujung bebas yang menahan beban lateral, sedangkan Hidayat, E., (2010) menganalisa defleksi melalui uji beban lateral yang dibandingkan dengan hasil analisa metode Broms serta program Lpile plus. Selain uji lateral test, defleksi pada tiang juga dapat dianalisis menggunakan metode Reese & Matlock (1960) serta metode *p-y curve*, penelitian ini akan mengamati perbandingan nilai defleksi lateral tiang yang

dianalisis menggunakan metode Reese & Matlock (1960), metode *p-y curve*, serta hasil uji lateral test sebagai pembandingan utama

## TINJAUAN PUSTAKA

### Lateral Test

Lateral test merupakan salah satu instrumen *pile load test* atau pengujian beban pada tiang dengan jenis pembebanan lateral atau arah horizontal dari tiang yang disesuaikan dengan beban rencana yang bekerja pada tiang tersebut. Beban dapat berupa beam atau besi yang diletakkan pada platform, kemudian dihubungkan dengan *hydraulic jack cylinder* sebagai pendorong beban ke tiang serta terdapat dial gauge yang terpasang pada tiang untuk memantau pergeseran tiang. *Dial gauge* dapat diletakkan sesuai pada kedalaman yang diinginkan, tetapi pada umumnya dial gauge diletakkan di puncak tiang dengan asumsi pergeseran tiang terbesar berada di puncak tiang. Pembebanan pada lateral test dapat berlangsung *static* maupun *cyclic*. Hasil dari lateral test berupa *p-y curve*, yaitu hubungan antara beban lateral dengan defleksi yang terjadi pada tiang tersebut

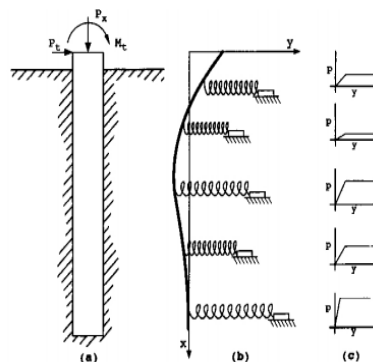
### Metode *p-y curve*

Metode *p-y curve* merupakan salah satu metode penyelesaian untuk menganalisis defleksi lateral pada tiang. Metode ini mendefinisikan hubungan beban lateral dan defleksi antara tanah dan tiang yang digambarkan dalam *p-y curve*. Sumbu-p adalah tahanan lateral tanah persatuan panjang tiang dan sumbu-y adalah defleksi lateral tiang. Rumus dasar dalam penyelesaian menggunakan metode *p-y curve* adalah sebagai berikut :

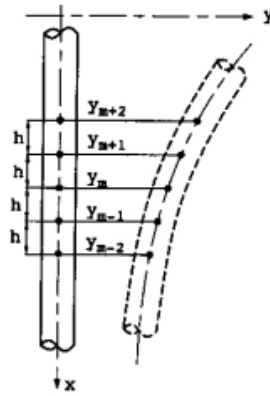
$$\frac{d^2}{dx^2} \left( E_p I_p \frac{d^2 y}{dx^2} \right) + P_x \left( \frac{d^2 y}{dx^2} \right) - p - W = 0 \quad (1)$$

Dengan,

- $P_x$  = beban aksial
- $y$  = defleksi lateral yang terjadi di kedalaman x pada panjang tiang L
- $p$  = soil resistance
- $W$  = beban lateral yang terdistribusi disepanjang tiang
- $E_p$  = modulus elastisitas tiang
- $I_p$  = momen inersia tiang



Gambar 1. Ilustrasi pembebanan lateral pada tiang (Prakash and Sharma, 1990)



Gambar 2. Defleksi yang terjadi pada tiang per kedalaman (Prakash and Sharma, 1990)

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa tiang akan mengalami defleksi akibat adanya tekanan atau beban lateral yang bekerja pada tiang serta adanya tekanan tanah yang mengakibatkan bentuk dari defleksi tiang tidak sama pada tiap kedalaman.

Penyelesaian metode *p-y curve* dapat juga diselesaikan secara numeric yaitu dengan bantuan program komputer *Lpile*. *Lpile* merupakan suatu program komputer untuk menganalisis kapasitas perpindahan lateral dari tiang pancang yang dikembangkan secara numeric oleh Ensoft, Inc. dibawah arahan Dr. Lymon C. Reese dan pertama kali didistribusikan secara komersial pada tahun 1987. *Lpile 2015* menggunakan dua langkah analisis yang saling berhubungan untuk memberikan informasi tentang perilaku tiang yang diberi pembebanan lateral. Hasil keluaran program *Lpile 2015* berupa *p-y curve* serta beberapa perilaku tiang yang digambarkan dalam grafik, seperti hubungan antara beban dengan defleksi yang terjadi pada setiap kedalaman, bending moment, serta shear force yang terjadi pada tiang tersebut.

### Metode Reese & Matlock (1960)

Momen dan perpindahan dari suatu pondasi tiang yang tertanam di tanah kohesif berdasarkan beban lateral dan momen yang terjadi di permukaan tanah ditentukan oleh metode umum oleh seperti I yang disajikan pada persamaan (2) berikut

$$y = A_y \frac{H.T^3}{EI} + B_y \frac{M_t T^2}{EI} \quad (2)$$

dengan:

- $y$  = defleksi lateral
- $H$  = beban lateral
- $T$  = faktor kekakuan
- $E$  = Modulus Elastisitas tiang
- $I$  = Momen Inersia tiang
- $M_t$  = beban momen, dimana  $M_t = Hxe$
- $A_y, B_y$  = koefisien defleksi untuk kepala tiang bebas

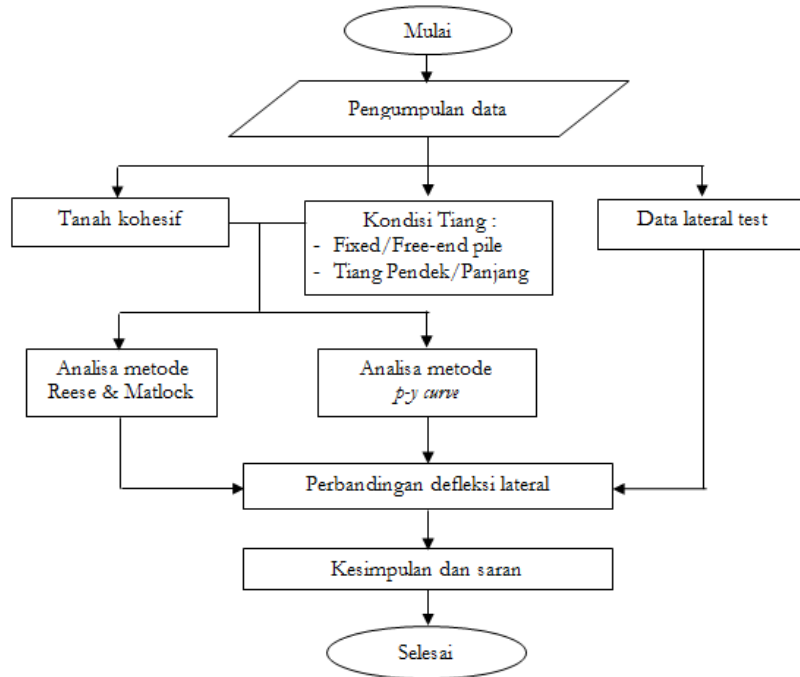
## METODE PENELITIAN

### Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini antara lain pengumpulan data sekunder berupa data tanah, spesifikasi pile, serta hasil uji lateral test pada proyek pembangunan jembatan yang terletak di Kepulauan Riau

### Tahap Penelitian

Berikut ini tahapan penelitian yang disajikan pada Gambar 3 berikut

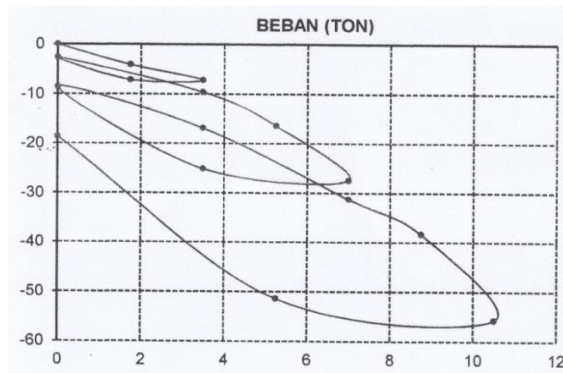


## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Lateral Test

Gambar 3. Diagram alir tahapan penelitian

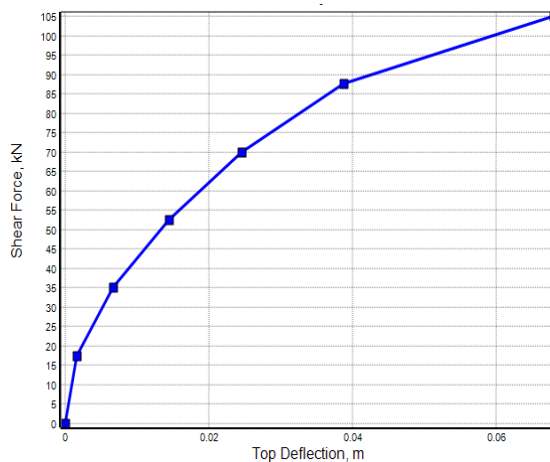
Uji *lateral test* dilakukan dengan metode pembebanan *curve* atau beruang dengan kondisi tiang P.1 adalah *free-end pile* (kepala tiang bebas). Berikut ini hasil uji lateral test yang disajikan pada Gambar 4 untuk tiang P.1 dan Gambar 5 untuk tiang P.2



Gambar 4. Hasil uji lateral test

### Metode *p-y curve*

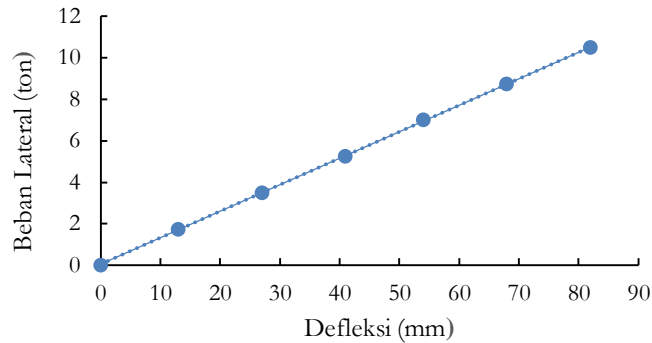
Analisis menggunakan metode *p-y curve* menghasilkan grafik hubungan antara beban lateral dengan defleksi yang terjadi pada tiang. Berikut ini analisis metode *p-y curve* yang disajikan pada Gambar 5 untuk tiang P.1



Gambar 5. Hasil analisis metode *p-y curve*

**Metode Reese & Matlock (1960)**

Momen dan perpindahan dari suatu pondasi tiang yang tertanam di tanah kohesif berdasarkan beban lateral dan momen yang terjadi di permukaan tanah ditentukan oleh metode umum oleh Reese & Matlock (1960).



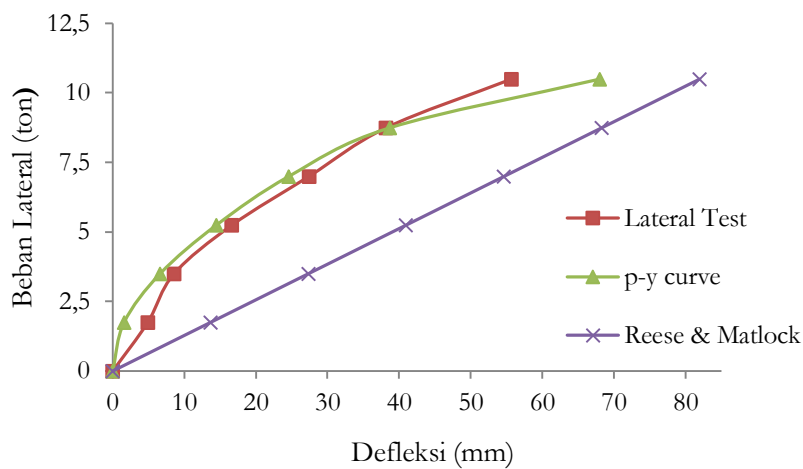
Gambar 6. Hasil analisis metode Reese & Matlock (1960)

**Perbandingan Defleksi**

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode Reese & Matlock (1960), metode *p-y curve*, serta hasil uji *lateral test* maka didapatkan perbandingan nilai defleksi lateral. Berikut ini disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 7 perbandingan defleksi lateral yang terjadi pada tiang P.1

Tabel 1 Perbandingan nilai defleksi lateral pada tiang P.1

Beban lateral (ton)	Defleksi (mm)		
	Reese & Matlock	<i>p-y curve</i>	<i>Lateral test</i>
0	0,00	0,00	0,00
1,75	13,67	1,59	4,89
3,5	27,34	6,61	8,57
5,25	41,01	14,49	16,67
7	54,68	24,59	27,43
8,75	68,35	38,74	38,23
10,5	82,01	68,06	55,74



Gambar 7. Perbandingan defleksi tiang P.1

Berdasarkan tabel dan grafik perbandingan di atas, nilai defleksi yang terjadi pada saat pembebanan maksimum (10,5 ton) adalah sebesar 82,01 mm menurut metode Reese & Matlock (1960); 68,06 mm menurut metode *p-y curve*; serta 55,74 mm menurut hasil uji *lateral test*. Pola defleksi dari tiap pembebanan menggunakan metode Reese & Matlock (1960) menunjukkan besarnya defleksi sebanding dengan kelipatan setiap pembebanan, hal tersebut dikarenakan faktor kekakuan tanah pada metode Reese & Matlock (1960) dianggap konstan. Pada pola defleksi menggunakan metode *p-y curve* menunjukkan besarnya defleksi tidak sebanding dengan kelipatan dari pembebanan, faktor kekakuan tanah berbeda dalam setiap pembebanan, pertambahan defleksi akan semakin kecil pada tiap pertambahan pembebanan, hal tersebut mengakibatkan kurva akan berbentuk parabola. Sedangkan pola defleksi pada hasil uji *lateral test* hampir seperti metode *p-y curve* hanya saja bentuk dari kurva tidak parabola sempurna, hal tersebut dikarenakan jenis pembebanan berupa pembebanan *cyclic* pada uji *lateral test* tersebut

Pembebanan yang sama dari 0 ton sampai 10,5 ton membentuk kurva hubungan antara beban lateral dengan defleksi yang terjadi dimana hasil dari metode *p-y curve* mendekati *lateral test*, sedangkan Reese & Matlock (1960) terpaut cukup jauh. Hal ini dikarenakan pada analisis menggunakan metode Reese & Matlock (1960) tidak memperhitungkan *soil layer* serta menggunakan korelasi dalam analisisnya, sedangkan pada saat analisis menggunakan metode *p-y curve* parameter yang di input lebih banyak serta memperhatikan spesifikasi tanah termasuk *soil layer* serta spesifikasi tiang sehingga hasil dari kurvanya mendekati hasil uji *lateral test*

## SIMPULAN

1. Nilai defleksi yang terjadi pembebanan maksimum (10,5 ton) adalah sebesar 82,01 mm menurut metode Reese & Matlock (1960); 68,06 mm menurut metode *p-y curve*; serta 55,74 mm menurut hasil uji *lateral test*
2. Pola defleksi menurut metode Reese & Matlock berbanding lurus dengan kelipatan pembebanan, sedangkan pola defleksi menurut metode *p-y curve* dan *lateral test* menunjukkan hasil yang tidak berbanding lurus dengan kelipatan pembebanan
3. Perbandingan nilai defleksi pada tiang P.1 menunjukkan hasil dari analisis metode *p-y curve* lebih mendekati nilai defleksi dari *lateral test* dibandingkan dengan hasil analisis metode Reese & Matlock (1960)

## REFERENSI

- Prakash, and Sharma, 1990. *Pile Foundation in Engineering Practice*. California: John Wiley & Sons, Inc.
- Tomlinson, M.J., 1980. *Pile Design and Construction Practice*. New York: E & FN SPON
- Reese, L.C. and Matlock, H. Non-dimensional solutions for laterally-loaded piles with soil modulus assumed proportional to depth. Proceedings of the 8th Texas Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Austin, Texas, 1956, pp. 1–41.
- Matlock, H. Correlations for design of laterally loaded piles in soft clay, Proceedings of the Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 1970, Paper OTC 1204
- Matlock, H. and Reese, L. C., "Generalized Solutions for Laterally Loaded Piles," Transactions of the American Society of Civil Engineers, Vol. 127, 1962, part 1,
- Prakash, S. and Saran D., "Behavior of Laterally Loaded Piles in Cohesive Soils," Proceedings 3rd Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Haifa (Israel), 1967, pp. 235-238.
- Wartono, 2004. Studi Pembebanan Lateral Model Tiang Pancang Tunggal Ujung Bebas (Free-End Pile) dengan Variasi Panjang dan Diameter pada Tanah Non Kohesif. *Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret*
- Hidayat, E., 2011. Uji Beban Lateral pada Tiang Spunpile pada Pembangunan PLTU II Tanjung Gundul. *Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura*