

ANALISIS DAMPAK VARIASI KEDALAMAN PEMANCANGAN TIANG PANCANG PADA STRUKTUR BANGUNAN SEKITAR

Muhammad Hasan Suwondo¹ dan Dr. Ir. Hendriyawan, M.T²

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha 10 Bandung 40132

¹hasan.suwondo@gmail.com dan ²hendriyawan_nln@yahoo.com

Kata Kunci : Tiang Pancang, Getaran Tanah, *Peak Particle Velocity*, Pemodelan Metode Elemen Hingga, Parameter Dinamik Tanah, Koefisien *Rayleigh*.

PENDAHULUAN

Tiang pancang merupakan salah satu jenis dari pondasi dalam yang efektif dan paling banyak digunakan pada banyak kondisi tanah yang berbeda. Tidak hanya untuk bangunan darat, pondasi jenis ini pun banyak digunakan untuk bangunan pantai dan bangunan lepas pantai. Pada saat memancang, palu yang dijatuhkan tidak hanya memberikan energi untuk mendorong tiang namun juga menghasilkan getaran yang ditransmisikan ke tanah. Energi getaran ini dapat berefek negatif pada lingkungan sekitar seperti menyebabkan getaran yang berpotensi menimbulkan kerusakan pada bangunan atau fasilitas-fasilitas lainnya di sekitar lokasi pemancangan. Ukuran dari potensi kerusakan yang diakibatkan getaran ini biasa disebut *peak particle velocity* (PPV). Untuk menghindari terjadinya efek negatif dari pemancangan ini, perlu dilakukan evaluasi awal untuk mengetahui besar PPV yang akan dihasilkan sebelum dilaksanakannya pemancangan. Pada studi ini, akan dilakukan analisis menggunakan model elemen hingga untuk mengetahui pengaruh variasi kedalaman penetrasi tiang pancang terhadap perambatan pada tanah yang akan terjadi pada struktur bangunan sekitar.

METODOLOGI

Secara umum, studi ini dikerjakan melalui tahapan sebagai berikut : (1) Melakukan studi literatur. (2) Mencari koefisien redaman α dan β *Rayleigh* menggunakan pemodelan Metode Elemen Hingga (MEH). (3) Melakukan pemodelan MEH, dengan berdasarkan parameter dinamik tanah yang telah didapatkan pada poin (2) untuk mendapatkan nilai PPV akibat variasi penetrasi kedalaman tiang

pancang. (4) Memberikan kesimpulan dan saran. Untuk mencari koefisien redaman α dan β *Rayleigh*, digunakan nilai koefisien *Rayleigh* yang didapatkan pada studi yang dilakukan Hendra K.W., S.T. pada tugas akhirnya untuk digunakan sebagai acuan, yaitu $\alpha_R = 0.146$ dan $\beta_R = 0.0003$. Perbandingan nilai PPV hasil empiris, data pengukuran, dan pemodelan MEH pada studi sebelumnya ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Hasil PPV pada Studi Sebelumnya

Titik	Jarak (m)	PPV (mm/s)					Data Pengukuran
		Jedele (2005)	Attewell & Farmer (1979)	Output PLAXIS BH-1	Output PLAXIS BH-4	Output PLAXIS BH-7	
A	5.5	16.08	11.50	9.340	11.76	9,013	9.185
B	10	7.76	6.49	3.690	4.90	3.871	5.58
C	15	4.68	4.35	2.179	2.32	2.035	4.35
D	20	3.25	3.27	1.424	0.85	1.174	4.04
E	25	2.45	2.62	0.824	0.75	0.791	2.8
Error		30.74%	13.41%	44.16%	47.87%	45.68%	

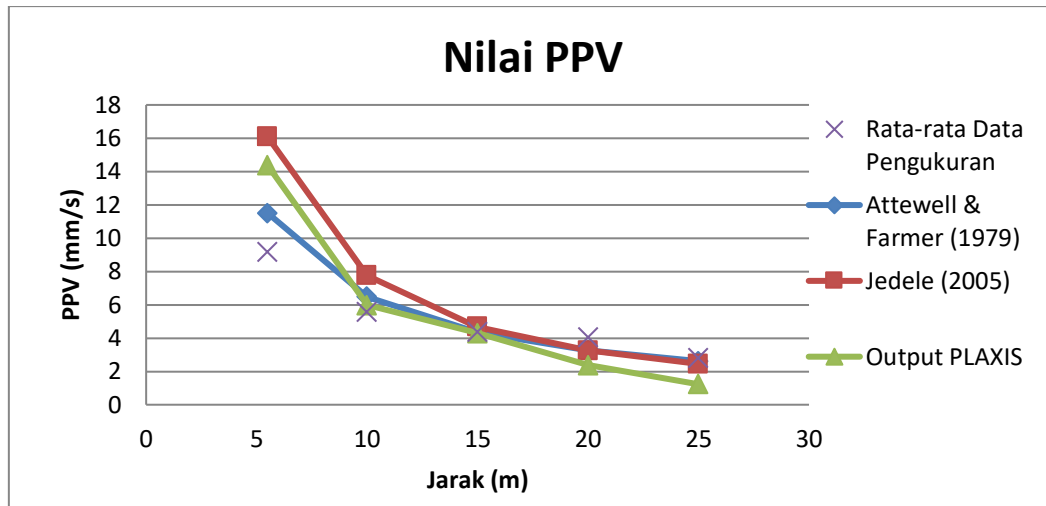
Hasil PPV pada tabel 1 selanjutnya dijadikan acuan untuk mendapatkan nilai koefisien redaman α dan β *Rayleigh* yang sesuai sehingga didapatkan nilai PPV hasil pemodelan MEH yang mendekati PPV hasil pengukuran di lapangan.

HASIL DAN ANALISIS

Sebelum melakukan pemodelan dengan variasi kedalaman penetrasi tiang pancang yang diaplikasikan, terlebih dahulu dilakukan pemodelan untuk mendapatkan nilai koefisien redaman α dan β *Rayleigh*. Berdasarkan hasil pemodelan MEH menggunakan *software* PLAXIS, didapatkan nilai koefisien redaman α dan β *Rayleigh* yang menghasilkan nilai PPV yang mendekati hasil pengukuran lapangan adalah $\alpha_R = 0.149$ dan $\beta_R = 0.00006$. Adapun perbandingan antara PPV hasil pemodelan, persamaan empiris, dan data pengukuran diperlihatkan pada tabel 2 dan gambar 1.

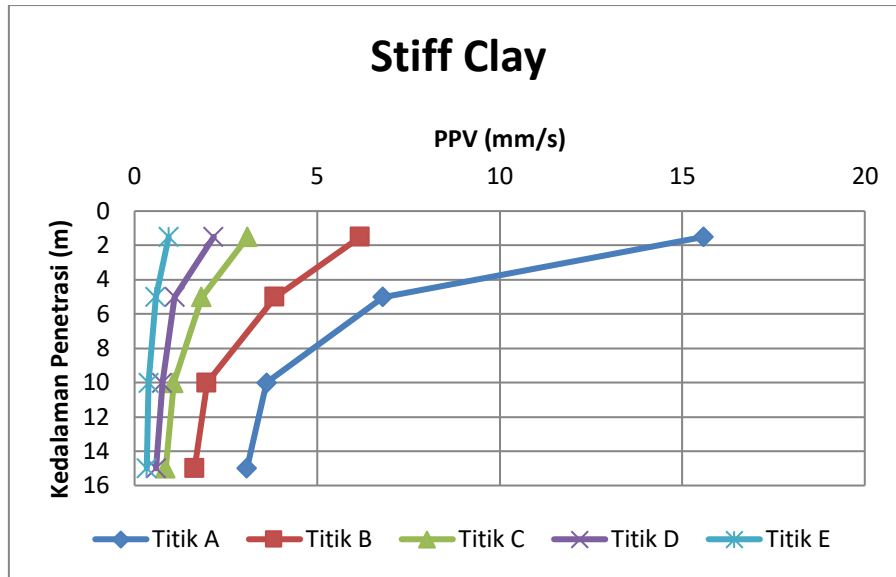
Tabel 2 Perbandingan Nilai PPV dengan Rumus Empiris

Hidraulik Hammer 5 ton depth 1.5 m							
Wo = 59000 Joule				K = 0.27			
Titik	Penetrasi Pile (m)	Jarak (m)	r (m)	PPV (mm/s)			
				Attewell & Farmer (1979)	Jedele (2005)	Plaxis	Data Pengukuran
A	1.5	5.5	5.70	11.50	16.08	14.368	9.185
B	1.5	10	10.11	6.49	7.76	5.985	5.58
C	1.5	15	15.07	4.35	4.68	4.286	4.35
D	1.5	20	20.06	3.27	3.25	2.370	4.04
E	1.5	25	25.04	2.62	2.45	1.226	2.8
			Error	13.41%	30.69%	32.54%	



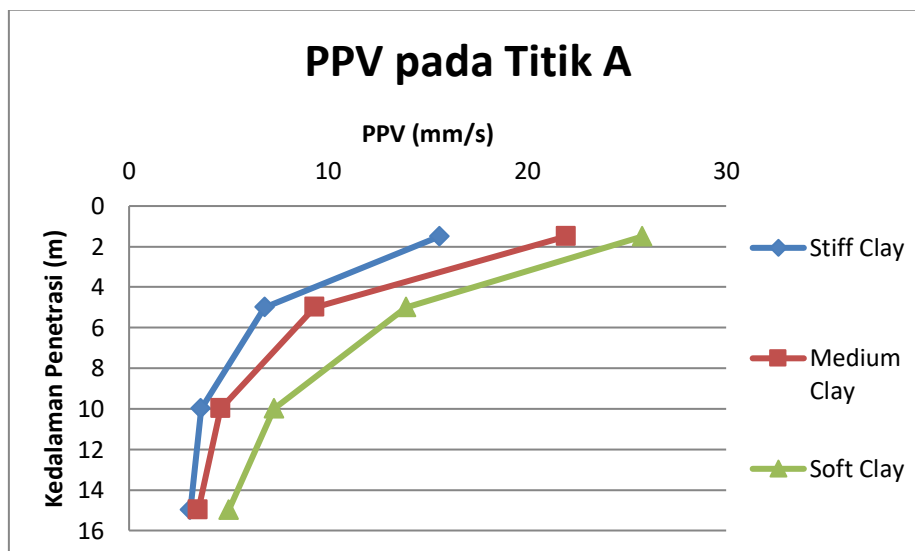
Gambar 1 Perbandingan Nilai PPV

Dari tabel 2 terlihat bahwa nilai PPV hasil pemodelan memiliki *error* sebesar 32.54%, nilai ini sudah lebih baik dari nilai *error* terkecil pada studi sebelumnya sebesar 44.16%. Selanjutnya, koefisien redaman α dan β *Rayleigh* yang telah didapatkan digunakan untuk input dalam pemodelan selanjutnya dengan mengaplikasikan pengaruh kedalaman penetrasi tiang pancang. Pada pemodelan ini digunakan tanah lempung dengan konsistensi yang kaku (*stiff clay*), sedang (*medium clay*), dan lunak (*soft clay*). Pemodelan dilakukan dengan variasi penetrasi kedalaman 1.5 meter, 5 meter, 10 meter, dan 15 meter. Dilihat pula pengaruh perubahan jenis tanah terhadap nilai PPV. Pada gambar 2 ditunjukkan grafik nilai PPV pada tanah *stiff clay* untuk melihat pengaruh perubahan penetrasi kedalaman tiang pancang terhadap nilai PPV.



Gambar 2 Nilai PPV *Stiff Clay* pada Setiap Titik Tinjau

Berdasarkan hasil yang terlihat pada gambar 2, didapatkan bahwa dengan diaplikasikannya penetrasi kedalaman tiang pancang yang semakin dalam, nilai PPV pada satu titik tinjau yang sama tercatat semakin kecil seiring dengan makin dalamnya penetrasi tiang pancang. Hal ini terjadi karena adanya redaman geometris, yaitu makin jauhnya sumber energi getaran akan menyebabkan pengurangan energi yang makin besar sehingga PPV yang dihasilkan akan makin kecil. Pada gambar 3 ditunjukkan grafik nilai PPV untuk melihat pengaruh perubahan jenis tanah terhadap nilai PPV yang dihasilkan.



Gambar 3 Nilai PPV pada Titik A (5.5 meter)

Gambar 3 merupakan grafik perbandingan nilai PPV pada satu titik tinjau pada jarak 5.5 m dari titik pemancangan dengan nilai PPV dari ketiga jenis tanah disajikan dalam satu grafik. Berdasarkan hasil yang terlihat pada gambar 3, terlihat bahwa nilai PPV yang tercatat semakin besar pada tanah yang makin lunak. Dapat dilihat dari nilai PPV pada tanah *soft clay* memiliki nilai yang paling besar dibandingkan nilai PPV pada titik yang sama dengan tanah *medium clay* dan tanah *stiff clay*. Hal ini terjadi karena dalam studi ini nilai koefisien *Rayleigh* tidak dirubah pada setiap jenis tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil studi yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut : (1) Parameter dinamik tanah yang berupa koefisien *Rayleigh* adalah $\alpha_R = 0.149$ dan $\beta_R = 0.00006$ dengan rata-rata nilai *error* terhadap data pengukuran sebesar 32.54%. (2) Adanya redaman geometris menyebabkan nilai PPV pada titik yang sama akan semakin kecil seiring dengan penetrasi tiang pancang yang semakin dalam. (3) Tanpa merubah redaman *Rayleigh*, nilai PPV akan semakin besar pada tanah yang semakin lunak.

Untuk memperoleh nilai koefisien redaman yang akurat diperlukan data pengukuran yang lebih banyak. Studi lebih lanjut juga dapat dilakukan untuk melihat efek galian terhadap perambatan gelombang akibat pemancangan.

REFERENSI

Attewell, P.B., and I.W. Farmer. 1973. *Attenuation of Ground Vibrations from Pile Driving*. Ground Engineering, Vol. 3, No. 7.

Das, Braja M. 2006. *Principles of Geotechnical Engineering Fifth Ed.* California : Thomson.

Jedele, L.P. 2005. *Energy – Attenuation Relationships From Vibrations Revisited*. GSP 134 Soil Dynamics Symposium in Honor of Professor Richard D. Woods. Michigan.

PLAXIS Version 8 User Manual. 2002. Netherland : A.A Balkema Publisher.

Wardana, Hendra Kusuma. 2013. *Studi Dampak Pemancangan Tiang Pancang Pada Struktur Bangunan Sekitar*. Bandung : ITB.

Woods, R.D. 1997. *Dynamic Effects of Pile Installations on Adjacent Structures*. Washington, D.C : National Academy Press.