

APLIKASI PEMERIKSAAN KEDALAMAN TIANG PANCANG DENGAN *PILE INTEGRITY TEST* PADA STRUKTUR BANGUNAN TURAP

THE APPLICATION OF PILES DEPTH EXAMINATION OF THE RETAINING WALL STRUCTURE BY PILE INTEGRITY TESTER

Tri Handayani^{a)}, Sudarmadi^{b)}

^{a),b)}Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur – BPPT
Kawasan PUSPIPTEK Gd.220 Serpong, Tangerang 15314
e-mail : tri_handayani77@yahoo.com

Tanggal masuk naskah : 28/02/2013 ; Tanggal revisi : 29/03/2013 ; Tanggal persetujuan cetak : 08/04/2013

Abstrak

Makalah ini menyajikan kasus aplikasi cara tidak merusak untuk pengukuran kedalaman tiang pancang beton pada suatu bangunan turap. Metode yang digunakan adalah ultrasonic impact echo (pile integrity tester). Pengukuran dilakukan terhadap komponen tiang pancang dan turap pada lokasi-lokasi yang bisa terjangkau mengingat medan yang sulit di lapangan. Jumlah komponen tiang pancang yang diukur adalah 20 sampel dan jumlah komponen turap yang diukur adalah 7 sampel. Setiap pengukuran dilakukan minimal lima kali. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa komponen tiang pancang kedalaman berkisar 4.4 – 13 m sedangkan komponen turap kedalaman berkisar 9.9 – 12.1 m. Hal ini berarti tidak ada sambungan baik pada komponen tiang pancang maupun turap akan tetapi terjadi retak.

Kata kunci : tiang pancang, turap, kedalaman, pile integrity tester, ultrasonic, retak

Abstract

This paper presents the case of non-destructive method application for the measurement of concrete pile depth on retaining wall structure. The method used is of ultrasonic impact echo (pile integrity tester). Measurement was conducted on piles and sheetpiles at points that can be reached due to difficult site in a poor site. Twenty 20 specimens were measured and 7 sheetpiles were measured. Measurements were performed not less than five times. Results of measurement were show that the length of pile ranges 4.4 – 13 m and the length of sheetpile ranges 9.9 – 12.1 m. This means that there is no joint at pile or sheetpile but crack occurs.

Keywords : pile, sheetpile, depth, pile integrity tester, ultrasonic, crack.

1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan yang sudah berdiri kadang-kadang memerlukan pemeriksaan. Hal ini bisa terjadi karena berbagai alasan, di antaranya adalah untuk verifikasi disain apakah struktur yang sudah berdiri tersebut sudah dibangun sesuai dengan disain yang direncanakan atau tidak. Selain itu, kadang-kadang suatu struktur bangunan memerlukan pemeriksaan karena bangunan tersebut mengalami kerusakan dan akan diperbaiki,

namun tidak ada data/informasi yang cukup dari bangunan tersebut.

Struktur bangunan yang masuk ke dalam tanah seperti struktur pondasi terutama untuk pondasi dalam, yang secara visual tidak dapat dilihat oleh mata, juga memerlukan pemeriksaan. Seperti contoh kasus pada makalah yang akan disampaikan di sini adalah struktur bangunan turap yang menggunakan pondasi tiang pancang. Bangunan turap tersebut mengalami kerusakan dan akan diperbaiki. Untuk dapat memperbaikinya

maka diperlukan informasi tentang bangunan yang sudah berdiri tersebut agar bisa diketahui kelayakan bangunannya dan penyebab kerusakannya, sehingga selanjutnya bisa ditentukan metode perbaikan yang tepat.

Pemeriksaan struktur bangunan turap yang diperlukan adalah pemeriksaan kekuatan beton serta tulangnya dan pemeriksaan dimensi. Namun dalam makalah ini hanya akan disampaikan pemeriksaan dimensi dan dalam hal ini adalah dimensi kedalaman tiang pancang (*pile*) dan *sheetpile*. Karena posisinya adalah di dalam tanah maka diperlukan suatu alat yang bisa mendeteksi kedalaman/kerusakan di dalam tanah, salah satu alat yang biasa digunakan adalah *Pile Integrity Tester (PIT)*.

PIT adalah salah satu alat dengan metode tidak merusak atau *non destructive test (NDT)* yang prinsip kerjanya menggunakan metode perambatan gelombang ultrasonik melalui suatu media. Gelombang ultrasonik merambat dengan kecepatan (*c*) dari permukaan atas *pile* menuju ke bawah sampai pada ujung *pile* kemudian dipantulkan kembali ke atas. Kecepatan perambatan gelombang ultrasonik melalui suatu media dirumuskan sebagai berikut [1] :

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

di mana, *E* adalah modulus elastisitas dan ρ adalah massa jenis dari material yang dilewati. Gaya yang bekerja *F* yang dihasilkan dari pukulan *hammer* dan kecepatan partikel *v* pada sembarang titik dirumuskan sebagai berikut [1] :

$$F = Zv \quad (2)$$

Dimana, *Z* adalah konstanta proporsional atau biasa disebut impedance, ini digunakan untuk menghitung tahanan *pile* yang mengalami perubahan kecepatan partikel. Penentuan impedance *pile* untuk berbagai jenis ukuran dinyatakan sebagai berikut [1] :

$$Z = EA/c \quad (3)$$

Perubahan impedance *pile* tergantung pada perubahan luasan *pile* atau perubahan kualitas materialnya. Panjang *pile* (*L*) ditentukan dari jarak (*df*) dari puncak resonan yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik ketika mencapai ujung bawah

pile atau ketika terjadi perubahan kecepatan gelombang [2]. Perubahan kecepatan ini terjadi apabila gelombang menjumpai retak, *void* atau material yang jelek.

$$L = c/2df \quad (4)$$

Komponen *PIT* terdiri dari *light hammer*, *motion sensor* dan *processor* dengan layar (*PC* atau *ploter*). Ukuran *hammer* bervariasi dari 1 – 10 *lb*, kadang *hammer* dilengkapi dengan sensor tekanan atau *strain gauge* untuk mengetahui besarnya gaya pukulnya. Sensor biasanya berupa *accelerometer*. *Processor* menyimpan dan menganalisis sinyal yang masuk.

2. BAHAN DAN METODA

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis berdasarkan lokasi pengujian yaitu di laboratorium dan di lapangan. Bahan pengujian di laboratorium berjumlah 6 sampel yang terdiri dari 2 buah tiang pancang bulat, 2 buah tiang pancang *square* dan 2 buah *corrugated sheetpile*. Bahan pengujian di lapangan berjumlah 27 sampel, yang terdiri dari 20 buah tiang pancang dan 7 buah *sheetpile*.

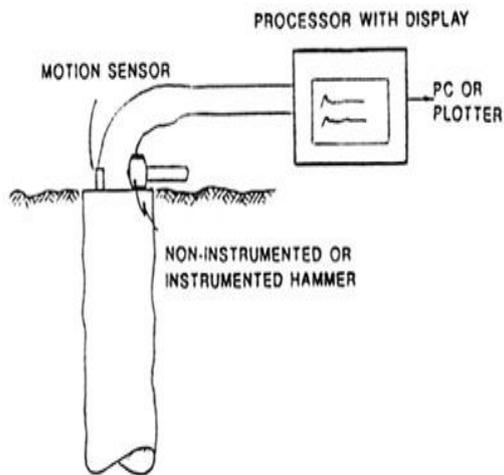
2.2. Metoda



Gambar 1 : Komponen *Pile Echo Tester*

Peralatan yang digunakan untuk metode *PIT* pada studi ini adalah *Pile Echo Tester (PET)*, dapat dilihat pada Gambar 1.

Cara kerjanya adalah sensor dipasang pada ujung *pile*, kemudian pada jarak pukul sekitar 5-10 cm *hammer* dipukulkan beberapa kali hingga mencapai konvergensi pada gelombang yang dihasilkan. Hasil pengujian berupa grafik yang berisi informasi kedalaman dan kondisi *pile* ditampilkan di layar *PC*. Cara kerja PIT mengacu pada ASTM D5882 (ASTM 2003).



Gambar 2 : Skema Kerja *Pile Echo Tester*

Pada studi ini, sebelum digunakan di lapangan, peralatan dicoba di laboratorium, yaitu dicoba pada *pile* beton yang belum dipancang. Pertama-tama panjang *pile* diukur dan dicatat. Setelah itu, sensor dipasang pada salah satu ujung *pile* dan dilakukan pemukulan. Pada uji coba ini digunakan baik *pile* tanpa sambungan maupun yang menggunakan sambungan. Pelaksanaan uji coba *PET* di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada studi di lapangan, struktur bangunan turap yang diperiksa terdiri dari tiga komponen yaitu dek, tiang pancang (*pile*) dan *sheetpile*, namun untuk komponen dek tidak tercakup dalam makalah ini. Faktor kesulitan di lapangan adalah sulitnya menjangkau lokasi pemeriksaan sehingga jumlah pemeriksaan terbatas. Pemeriksaan terhadap *pile*

dilakukan sebanyak 20 buah dan pemeriksaan terhadap *sheetpile* sebanyak 7 buah. Tiap satu lokasi dilakukan pemeriksaan minimal 5 kali. Pelaksanaan pemeriksaan di lapangan ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 3 : Pelaksanaan Uji Coba *PET* di Laboratorium



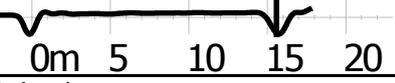
Gambar 4 : Pelaksanaan *PET* pada *sheetpile* di Lapangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

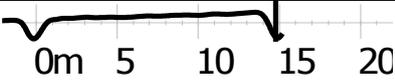
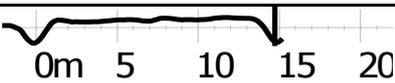
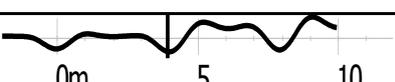
3.1. Uji Coba di Laboratorium

Hasil uji coba di laboratorium disajikan pada Tabel 1[3].

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tiang Pancang dengan PET di Laboratorium

No.	Depth (m)	Details	Pile	Reflectogram	Remarks
1	12.2m	16/4/2009 Amp:1.1	Corrugated 12, L= 12m		v= 4000 m/det
2	15.9m	16/4/2009 Amp:1.1	Corrugated 16, L= 16m		v= 4000 m/det

Tabel 1. Lanjutan

No.	Depth (m)	Details	Pile	Reflectogram	Remarks
3	15.1m	17/12/200 9 Amp:1.1	A2-3, bulat, L= 15m		v= 3900 m/det
4	15.0m	17/12/200 9 Amp:0.9	C1-2, bulat, sambungan, L= 15m		v= 3900 m/det
5	7.9m	29/6/2010 Amp:1.5	Square pile 40x40, L= 7,98m		v= 3800 m/det
6	4.0m	29/6/2010 Amp:2.8	Square pile 40x40, sambungan, L= 7,96m		v= 3800 m/det

Keterangan untuk Tabel 1:

- Kolom "Depth" : panjang tiang pancang total atau panjang sampai sambungan terdeteksi oleh alat PET (otomatis dan di-interpretasikan)
- Kolom "Details" : tanggal pengujian dan angka "Amplification" yang digunakan (angka diatur)
- Kolom "Pile" : deskripsi tiang pancang yang diuji (isi diatur)
- Kolom "Reflectogram" : grafik rambatan gelombang pada tiang pancang, berisi informasi kedalaman dan kondisi tiang pancang (otomatis)
- Kolom "Remarks" : keterangan (isi diatur)

Dari Tabel 1 dapat diketahui hal-hal sebagai berikut:

- Panjang tiang pancang beton hasil pemeriksaan dengan PET baik pada tiang *corrugated*, bulat, maupun bujur sangkar yang tidak ada sambungan, memberikan hasil yang sangat mendekati dengan panjang tiang pancang hasil pengukuran. Atas dasar

hal tersebut, maka PET dapat digunakan untuk menentukan panjang total tiang pancang berbagai bentuk tanpa sambungan.

- Pada tiang pancang sambungan, penggunaan PET untuk menentukan panjang total tiang pancang beton, tidak selalu dapat dilakukan, tergantung pada kondisi sambungan. Boleh jadi yang terdeteksi adalah panjang tiang pancang beton secara keseluruhan atau hanya sampai sambungan saja.

3.2. Hasil Pemeriksaan di Lapangan

Hasil pemeriksaan kedalaman *pile* dan *sheetpile* disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Sebaran titik-titik yang berbentuk jajaran genjang adalah data hasil pemeriksaan sedangkan sebaran titik-titik berbentuk kotak adalah data dari disain.

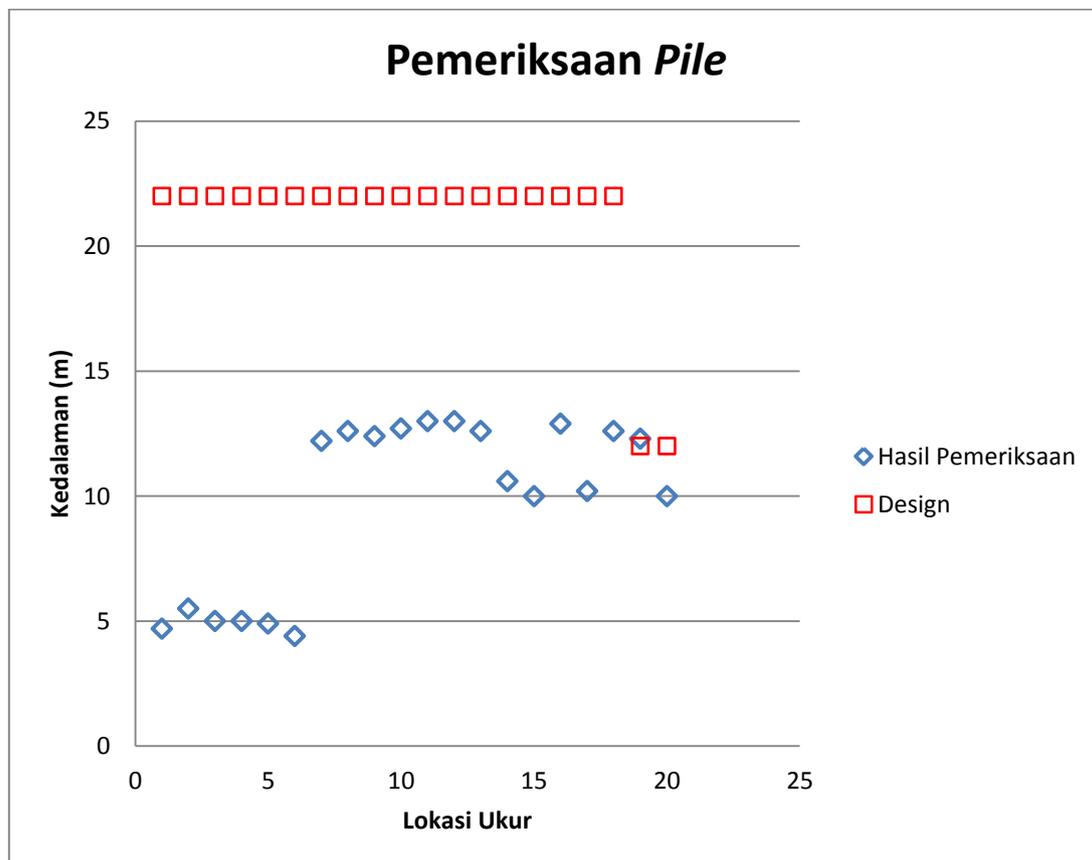
Berdasarkan data pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa hasil pemeriksaan kedalaman *pile* berkisar antara 4,4 –13,0 m. Hal ini berarti bahwa hasil pengukuran

lebih pendek dari data pada disain awal yaitu sebesar 22 m. Hal ini bisa terjadi karena beberapa kemungkinan yaitu *pile* yang terpasang memang lebih pendek dari disain yang seharusnya atau bisa juga karena ditemukan adanya gangguan yang menyebabkan gelombang ultrasonic dipantulkan kembali ke atas. Gangguan ini dapat disebabkan beberapa hal, diantaranya karena terdapat retak/patah serta adanya *void* pada *pile*. Retak/patah bisa terjadi pada saat proses pemancangan yang kurang baik. Gangguan ini juga bisa disebabkan dari penyambungan *pile* yang tidak sempurna, artinya masih ada celah pada sambungan antar *pile*.

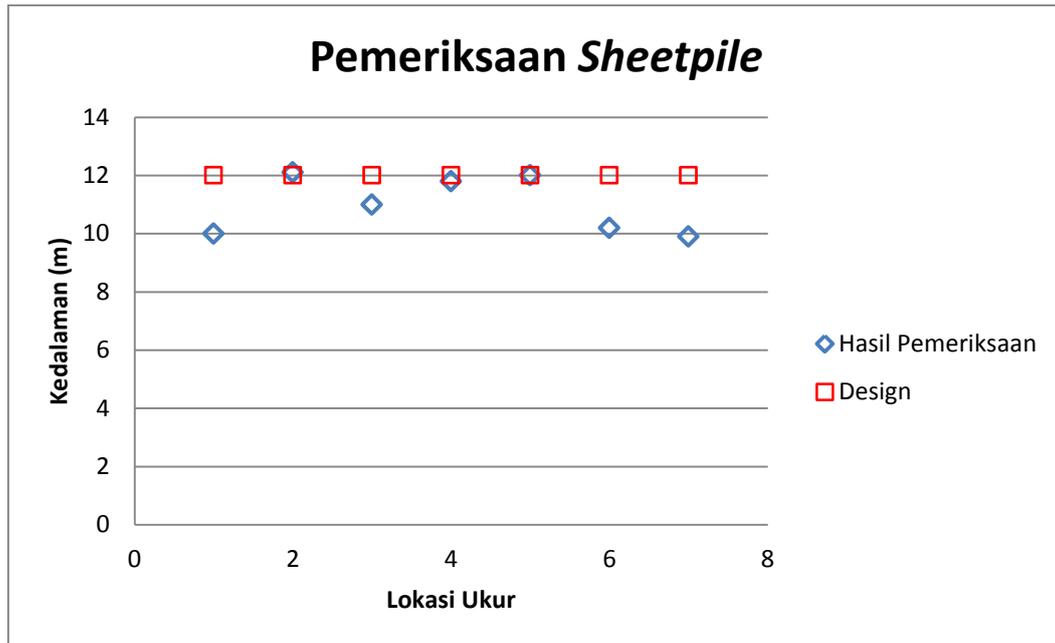
Dari Gambar 5 tampak bahwa hasil pemeriksaan kedalaman *sheetpile* berkisar

antara 9,9 – 12,1 m. Hal ini berarti ada beberapa *sheetpile* yang kedalamannya berada di bawah data disain awal, yaitu 12,0 m.

Hasil pemeriksaan *sheetpile* menunjukkan hasil yang cukup mendekati dari disain awalnya jika dibandingkan dengan hasil pemeriksaan pada *pile* yang cukup jauh dari disain awalnya. Dari sini bisa disimpulkan bahwa pemeriksaan ulang suatu struktur yang sudah berdiri memang diperlukan karena data yang ada belum tentu bisa diandalkan untuk memenuhi kebutuhan informasi yang diperlukan.



Gambar 4 : Perbandingan Hasil Pemeriksaan dengan Data *Design* Kedalaman *Pile* [3]



Gambar 5 : Hasil Pemeriksaan Kedalaman Sheetpile [3]

4. KESIMPULAN

Terbatas pada hasil pemeriksaan yang telah dijabarkan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa Kedalaman *pile* dari hasil pemeriksaan berkisar antara 4,4 – 13,0 m yang mengindikasikan adanya retak/patah atau adanya sambungan *pile*.

Kedalaman *sheetpile* dari hasil pemeriksaan berkisar antara 9,9 – 12,1 m.

Pemeriksaan struktur pondasi tiang dengan *NDT* menggunakan *PIT* memang diperlukan terutama untuk bangunan yang diragukan kualitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Massoudi. N, Teferra W : *Non Destructive Testing of Piles Using The Low Strain Integrity Method*. New York. Proceedings of the Fifth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering : 13-17 (9.03). April, 2009.
2. Liang,L & Beim,J : *Effect of Soil Resistance on The Low Strain Mobility Response of Piles Using Impuls Transient Response Method*. Lisbon, portugal. The 8th International Conference on The Application of Stress Wave Theory to Piles :435-441. 2009.
3. Handayani,T, Sudarmadi dan Amir. R : *Evaluasi Kelayakan Struktur Bangunan Turap*. Banten. Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur. 2010.
4. Camp.W and Hussein.M : *Pile Integrity Testing to Determine Storm Induced Damage*. Orlando, USA. Transportation Research Record 1331. 2011.
5. Hardiyatmo, H.C. : *Teknik Fondasi 2*. Yogyakarta. Beta Offset, 2006.
6. Rausche,F, Likins.G.E, Hussein.M : *Pile Integrity by Low and High Strain Impacts*. Cleveland, USA. Goble Rausche Likins & Associates Inc. 2010.
7. Rausche,F, Likins,G, Kung. S.R : *Pile Integrity Testing and Analysis*. Rotterdam. ISBN 90 5410 0826. 2010.
8. Rausche.F : *Non Destructive Evaluation of Deep Foundations*. New York. Proceeding : Fifth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering. April 13-17, 2010.

9. NN : Laporan Akhir Analisis Kestabilan Lereng. Banten. PT. Sama Sama. 2009
10. NN : Laporan Akhir Penyelidikan Tanah. Banten. PT. Sama Sama. 2009