

PENINGKATAN TEKANAN AIR PORI AKIBAT PEMANCANGAN PONDASI TIANG

Viviane Olivia¹, Christian Aditya², Sugie Prawono³, Gogot Setyo Budi⁴

ABSTRAK: Aktivitas pemancangan akan meningkatkan tekanan air pori dalam tanah di area sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemancangan dengan menggunakan *jack piling system* terhadap peningkatan air pori di area sekelilingnya. Pengumpulan data peningkatan tekanan air pori dilakukan dengan metode *standpipe* dan *piezometer*. Lokasi penelitian meliputi jalan Siwalankerto (U.K. Petra), jalan Jemursari (Hotel Yello) di Surabaya, serta jalan Kalimantan (Hotel Amaris) di Madiun. Dari hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa aktivitas pemancangan meningkatkan tekanan air pori dalam tanah di area sekitarnya. Peningkatan air pori pada proyek U.K. Petra mencapai 12 cm pada jarak 8 m untuk tiang tunggal. Pada proyek Hotel Yello, akumulasi peningkatan tekanan air pori mencapai 2,45 m pada 1-3 hari pemancangan tiang. Sedangkan pada proyek Hotel Amaris yang didominasi dengan lapisan tanah pasir, akumulasi peningkatan tekanan air pori pada 1 hari pemancangan tiang sekitar 1 m.

KATA KUNCI: peningkatan tekanan air pori, standpipe, piezometer, pondasi tiang

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung bertingkat tinggi atau yang biasa dikenal dengan sebutan *high rise building* semakin banyak dilakukan di beberapa kota besar seperti Jakarta dan Surabaya. Untuk mendirikan suatu bangunan bertingkat tinggi dibutuhkan perencanaan struktur yang tepat. Salah satu bagian yang penting dalam suatu struktur bangunan namun tak tampak adalah bagian pondasi. Salah satu jenis pondasi dalam yang banyak di gunakan untuk pembangunan gedung bertingkat tinggi adalah pondasi tiang. Pada umumnya metode yang digunakan untuk memasukkan tiang tersebut kedalam tanah adalah dengan *hammer*, tetapi penggunaan *hammer* menimbulkan getaran dan suara bising yang dapat mengganggu lingkungan sekitar yang padat penduduknya, sehingga metode *hammer* kurang cocok untuk digunakan di perkotaan. Saat ini metode yang paling sering digunakan untuk memasukkan tiang adalah dengan cara ditekan masuk ke dalam tanah dengan menggunakan sistem hidraulik. Meskipun memiliki banyak keunggulan, namun dalam proses pelaksanaannya masih sering ditemukan kendala dan permasalahan tergantung dari lokasi dan jenistanah tempat bangunan tersebut akan didirikan. Pada proses pemancangan ini dapat mengakibatkan kerusakan pada jalan maupun bangunan sekitar dari lahan yang dipancang. Kerusakan yang terjadi disebabkan oleh pergerakan tanah dan pengaruh peningkatan tekanan air pori. Untuk mengetahui besarnya peningkatan tekanan air pori akibat pemancangan, pada beberapa proyek yang menggunakan pondasi tiang yang dimasukkan dengan cara ditekan, dipasang alat *piezometer* atau *standpipe*. Proyek yang diamati dalam penelitian ini adalah proyek Gedung P1, P2 U.K Petra yang berlokasi di jalan Siwalankerto - Surabaya, Hotel Yello Jemursari di Surabaya, serta Hotel Amaris jalan Kalimantan – Madiun.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21409107@john.petra.ac.id.

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21410141@john.petra.ac.id.

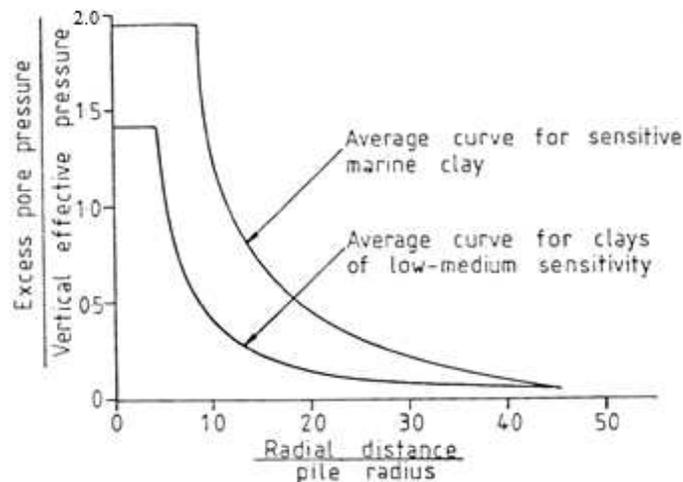
³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, supra@petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, gogot@petra.ac.id

2. LANDASAN TEORI

Pondasi merupakan hal salah satu elemen yang penting dalam struktur bangunan agar suatu bangunan dapat berdiri dengan kokoh. Meskipun telah banyak perhatian yang diberikan terhadap masalah konstruksi pondasi tiang selama ini, tetapi pengaruh tentang peningkatan air pori akibat dampak pemancangan masih belum banyak mendapat perhatian dari pelaku jasa konstruksi.

Fenomena peningkatan tekanan air pori akibat pemancangan tiang telah disadari sejak lama. Poulos dan Davis (1980) telah menyampaikan ringkasan pengukuran peningkatan tekanan air pori pada jenis tanah lempung sensitif dan lempung yang kadar sensitifnya rendah hingga sedang (**Gambar 1**).



Gambar 1. Pengaruh Peningkatan Tekanan Air Pori Akibat Pemancangan (After Poulos dan Davis , 1980)

Grafik tersebut menunjukkan bahwa untuk jenis lempung dengan sensitivitas rendah hingga sedang, pada jarak radial dibawah 4 jari – jari tiang peningkatan tekanan air porinya adalah konstan. Sedangkan pada lempung sensitif peningkatan tekanan air pori konstan dibawah 8 jari – jari tiang. Namun, setelah jarak radial dari 4 jari – jari tiang atau sekitar 8 jari – jari tiang, terjadi penurunan peningkatan tekanan air pori yang besar.

Penelitian lain mengenai peningkatan tekanan air pori juga pernah dilakukan pada tanah berjenis lempung kepasiran. Dari hasil pembacaan tes CPTU menyimpulkan bahwa semakin cepat proses pemancangan dilakukan maka peningkatan tekanan air pori semakin tinggi, namun jika proses pemancangan dilakukan dengan memberi jarak waktu pemancangan berikutnya, maka peningkatan air pori tidak terlalu besar akibat terjadidisipasi. (Jackson, 2008)

Pengamatan peningkatan tekanan air pori juga dilakukan dengan berdasar pada dasar teori milik Poulos dengan mengaplikasikan piezometer pada tanah berjenis lempung kepasiran. Hasil dari pengamatan di lapangan menyimpulkan bahwa peningkatan air pori berkaitan erat dengan prosedur pemancangan. Besar kecilnya peningkatan tekanan air pori juga ditentukan oleh jarak antara titik yang diamati dengan titik pancang. (Liu, Zhang, Yu, & Xie, 2012)

Tekanan air pori berkurang seiring meningkatnya jarak *piezometer* terhadap tiang dan berurangnya jumlah tiang yang dipancang. Peningkatan tekanan air pori yang dihasilkan selama pemancangan mengalami disipasi yang relatif cepat pada bulan pertama setelah pemancangan selesai. Penurunan tekanan air pori yang terjadi diperkirakan linier dengan fungsi waktu. (Bozozuk, Fellenius, & Samson, 1978)

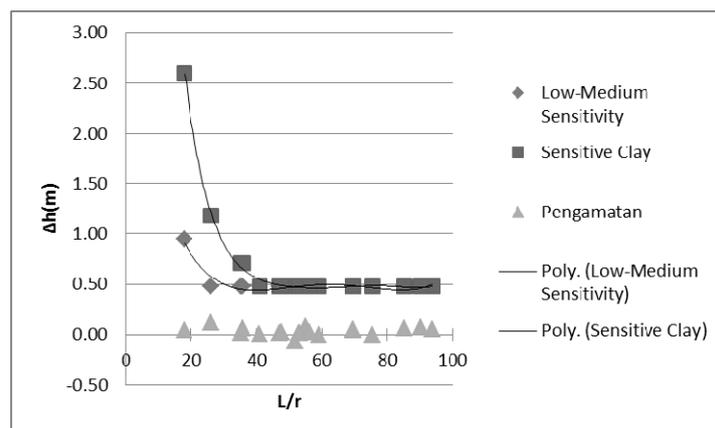
3. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan pada tiga proyek yang melakukan proses pemancangan dengan metode *jack piling system* yaitu : Proyek Gedung P1, P2 U.K Petra, Hotel Yello, dan Hotel Amaris. Pada Proyek Gedung P1, P2 U.K Petra pengamatan peningkatan tekanan pori air di lapangan dilakukan dengan menggunakan metode *standpipe*, sedangkan pada proyek Hotel Yello dan Hotel Amaris menggunakan *piezometer*. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisa peningkatan tekanan air pori yang terjadi.

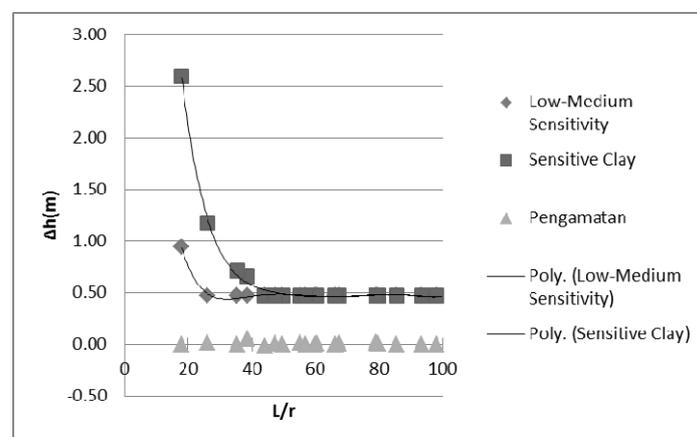
4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Petra

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah didapatkan berat volume total (ρ_{sat}) sebesar $1.65t/m^3$. ρ_{tanah} urug diasumsikan sebesar $1.7t/m^3$ dan ρ_{tanah} di atas permukaan tanah $1.5t/m^3$. Data tersebut digunakan untuk menghitung besarnya tekanan air pori dari teori Poulos ($\Delta h/po'$). Kedalaman pipa *standpipe* yang ditanam pada proyek ini adalah 5m, dimana ketinggian muka air tanah berada pada kedalaman 1,5 m dari permukaan tanah. Terdapat lapisan tanah urug sedalam 1m dari permukaan tanah. Jari – jari tiang pancang yang digunakan pada proyek gedung P1, P2 U.K Petra adalah 0,3m. Pembacaan peningkatan tekanan air pori pada proyek ini dilakukan setiap selesai pemancangan 1 tiang. Dari data yang diperoleh pada proyek U.K Petra kemudian diolah dalam bentuk grafik (**Gambar 2 dan Gambar 4**).



Gambar2. Grafik Peningkatan Tekanan Air Pori di UK Petra (Pipa 2)

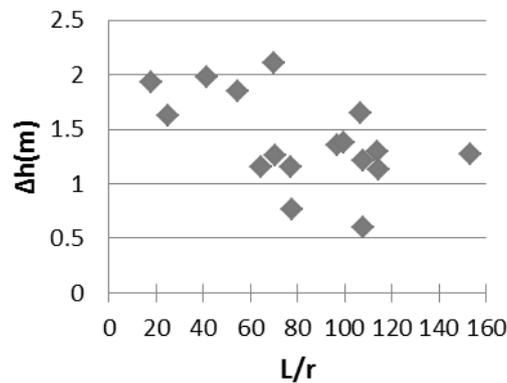


Gambar3. Grafik Peningkatan Tekanan Air Pori di UK Petra (Pipa 4)

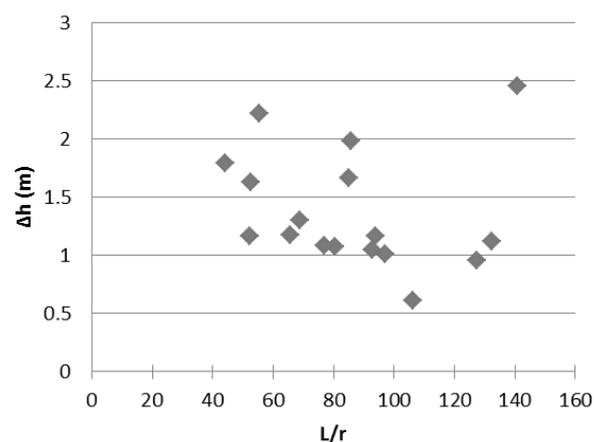
Gambar 2 dan **Gambar 3** menunjukkan bahwa peningkatan tekanan air pori di proyek U.K. Petra tidak signifikan, dengan nilai terbesar 12 cm. Peningkatan tekanan air pori akibat pemancangan pada tiang yang dekat dengan *standpipe* (pipa 2) lebih besar dari peningkatan tekanan air yang lebih jauh dari *standpipe* (pipa 4). Pada jarak 8 m, tekanan air pori pada *standpipe* meningkat 12 cm. Pada jarak 17 m terjadi peningkatan air pori sebesar 8 cm dan 3 cm. Hal ini disebabkan oleh *sequence* pemancangan yang tidak konstan, serta waktu pemancangan antar tiang pancang yang berbeda. Dari grafik yang ditampilkan pada **Gambar 2** dan **Gambar 3** dapat terlihat bahwa pada proyek gedung P1, P2 U.K. Petra tidak mengalami peningkatan tekanan air pori yang cukup berarti.

4.2 Hotel Yello

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah, dapat disimpulkan bahwa jenis tanah pada Hotel Yello di Jemursari merupakan tanah lempung lunak. Kedalaman *piezometer* yang ditanam pada proyek ini adalah 9 m untuk *piezometer* 1 dan 10 m untuk *piezometer* 2, dimana ketinggian muka air tanah berada pada kedalaman 2 m dari permukaan tanah. Terdapat lapisan tanah urug sedalam 1 m dari permukaan tanah. Jari – jari tiang pancang yang digunakan pada proyek Hotel Yello adalah 0,25 m. Pembacaan *piezometer* pada proyek ini dilakukan setiap 1-3 hari. Dari data yang diperoleh pada proyek Hotel Yello kemudian diolah dalam bentuk grafik (**Gambar 4** dan **Gambar 5**).



Gambar 4. Grafik Peningkatan Tekanan Air Pori Hotel Yello (Piezometer 1)

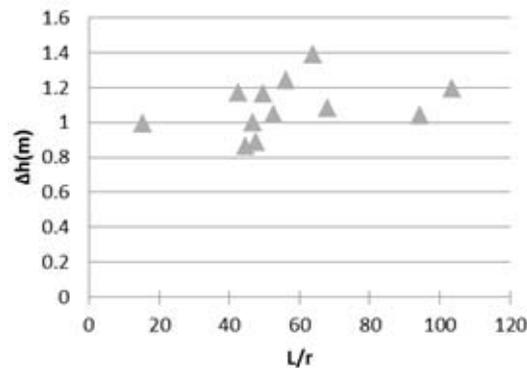


Gambar 5. Grafik Peningkatan Tekanan Air Pori Hotel Yello (Piezometer 2)

Berdasarkan **Gambar 4** dan **Gambar 5** disimpulkan bahwa semakin jauh jarak *piezometer* dengan titik berat titik pancang, maka peningkatan tekanan air pori yang terjadi semakin kecil.

4.3 Hotel Amaris

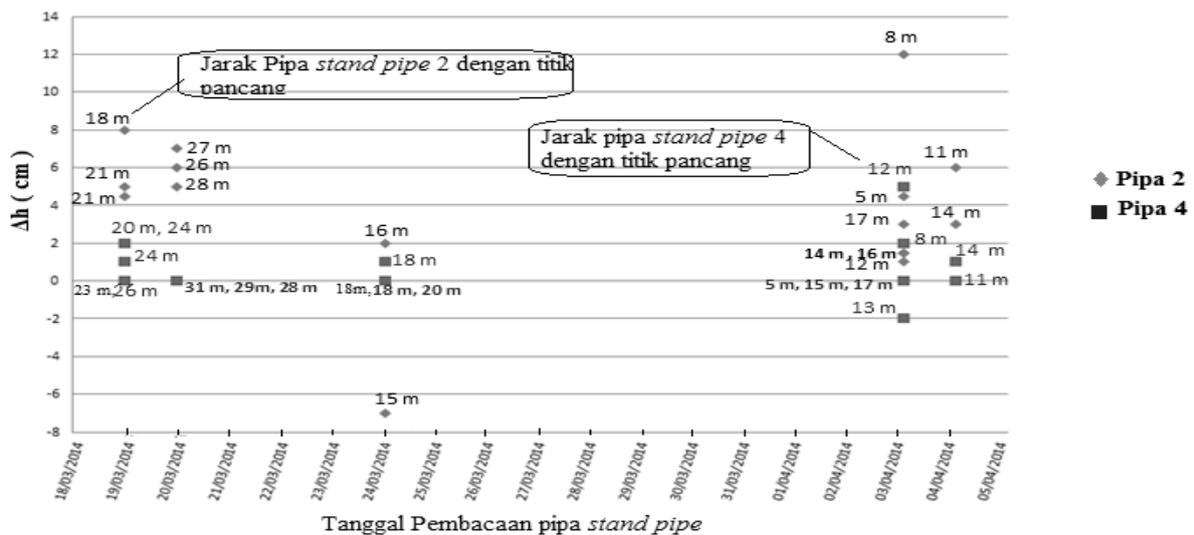
Berdasarkan hasil penyelidikan tanah dapat disimpulkan bahwa jenis tanah pada proyek Hotel Amaris merupakan tanah kepasiran. Kedalaman *piezometer* yang ditanam pada proyek ini adalah 7.5 m dimana ketinggian muka air tanah berada pada kedalaman 3.5 m dari permukaan tanah. Jari – jari tiang pancang yang digunakan pada proyek Hotel Amaris adalah 0,2 m. Pembacaan *piezometer* pada proyek ini dilakukan setiap hari kecuali pada pembacaan terakhir. Dari data yang diperoleh pada proyek Hotel Amaris kemudian diolah dalam bentuk grafik (**Gambar 6**).



Gambar 6. Grafik Peningkatan Tekanan Air Pori *Piezometer* Hotel Amaris

Dari **Gambar 6** terlihat bahwa terjadi peningkatan tekanan air pori yang kecil pada proyek Hotel Amaris yang besarnya hanya sekitar 1 m. Peningkatan tekanan air pori terlihat tidak ada korelasi dengan jarak. Tekanan air pori pada jarak L/r 15 m hampir sama dengan tekanan air pori pada jarak L/r 104 m yaitu 0,993 m dan 1,192 m. Hal tersebut disebabkan oleh karena lokasi Hotel Amaris terdiri dari tanah pasir sehingga terjadi disipasi dengan cepat.

Data pengamatan peningkatan tekanan air pori pada masing – masing proyek dapat dilihat pada **Gambar 7**, **Gambar 8**, **Gambar 9**, dan **Gambar 10**.

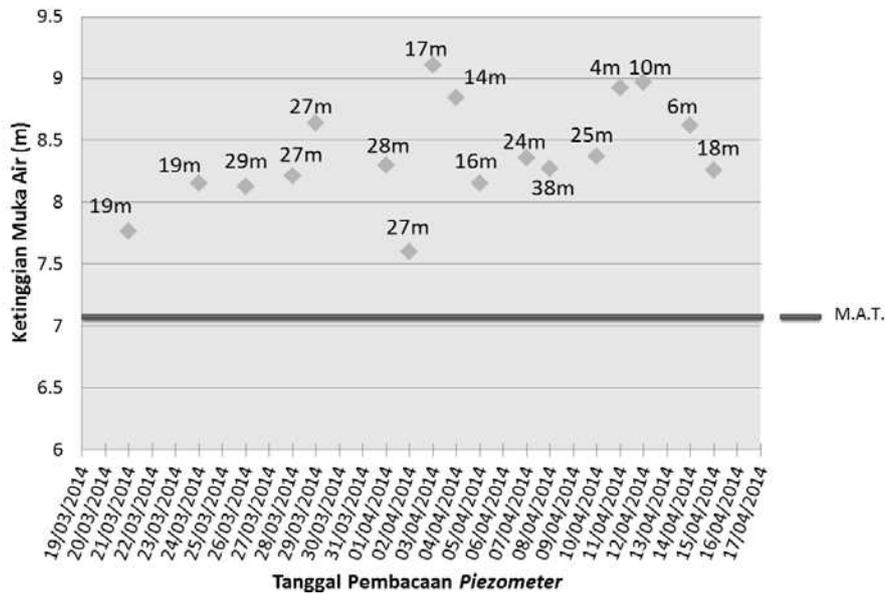


Gambar 7. Peningkatan Tekanan Air Pori Proyek Petra Berdasarkan Waktu Pembacaan *Standpipe* (Pipa 2 dan Pipa 4)

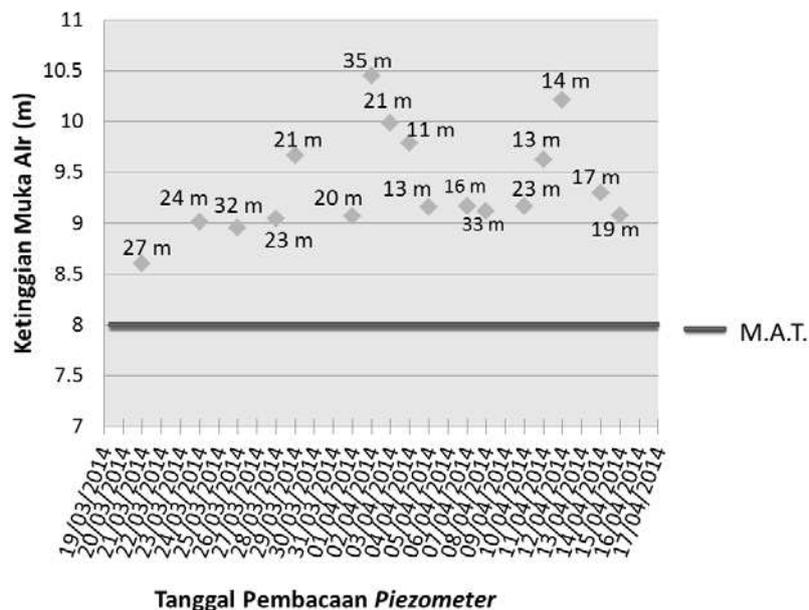
Gambar 7 merupakan grafik peningkatan tekanan air pori dengan waktu pembacaan pada proyek Gedung P1, P2 U.K Petra. Berdasarkan **Gambar 7** bisa dilihat bahwa peningkatan air pori yang terjadi

pada pipa 2 lebih besar dibandingkan dengan pipa 4. Hal ini diperkirakan karena letak pipa 2 yang lebih dekat dengan titik pemancangan.

Gambar 8 merupakan grafik peningkatan tekanan air pori dengan waktu pembacaan.



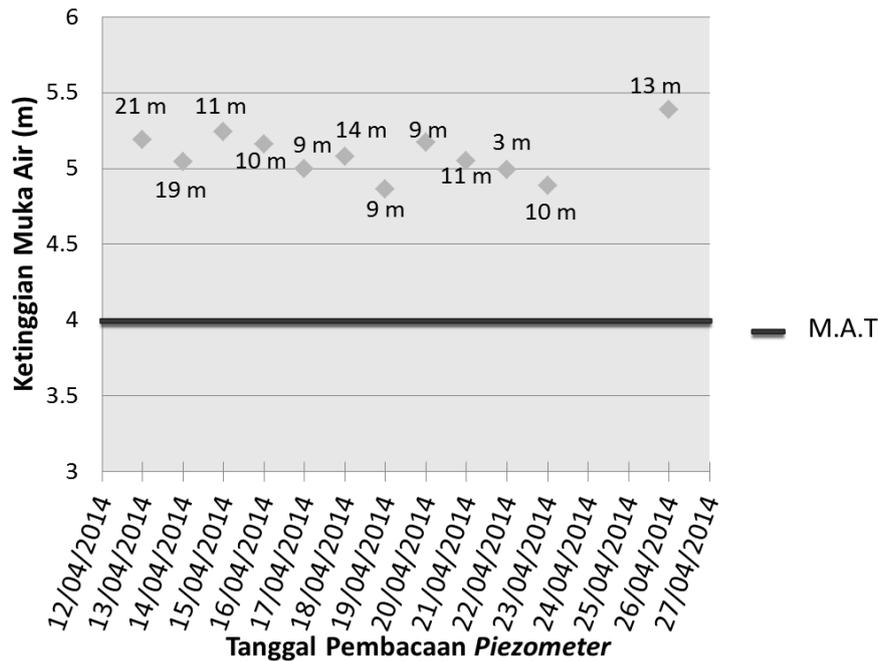
Gambar 8. Peningkatan Tekanan Air Pori Proyek Hotel Yello - Jemursari Berdasarkan Waktu Pembacaan Piezometer 1



Gambar9. Peningkatan Tekanan Air Pori Proyek Hotel Yello – Jemursari Berdasarkan Waktu Pembacaan Piezometer 2

Berdasarkan hasil pengamatan *piezometer 1* dan *piezometer 2* yang tersaji pada **Gambar 8** dan **Gambar 9** dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh pada pengamatan peningkatan tekanan air pada *piezometer 1* dan *piezometer 2* proyek Hotel Yello mencapai 2 – 2,5 m. Hal ini disebabkan oleh

pemancangan yang berlangsung terus sehingga peningkatan air pori terakumulasi saat pembacaan *piezometer* dilakukan.



Gambar 10. Peningkatan Tekanan Air Pori Proyek Hotel Amaris - Madiun Berdasarkan Waktu Pembacaan *Piezometer*

Gambar 10 merupakan grafik peningkatan tekanan air pori dengan waktu pemancangan pada proyek Hotel Amaris di Madiun. Dari **Gambar 10** terlihat bahwa ketinggian muka air pada proyek Hotel Amaris Madiun ini relatif lebih stabil dibanding proyek Gedung P1, P2 U.K Petra dan Hotel Yello yang berlokasi di Surabaya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Aktivitas pemancangan pondasi tiang dengan cara ditekan dapat meningkatkan tekanan air pori dalam tanah.
2. Peningkatan tekanan air pori pada proyek Gedung P1, P2 U.K Petra dengan pemancangan tiang tunggal, dengan metode *standpipe* mengalami peningkatan sebesar 12 cm pada jarak 8m.
3. Peningkatan tekanan air pori pada proyek Hotel Yello kumulatif 1-3 hari sebesar $0.6t/m^2$ hingga $2.5t/m^2$ (0.6m sampai 2.5m).
4. Peningkatan tekanan air pori pada proyek Hotel Amaris terlihat tidak berpengaruh pada jarak. Tekanan air pori pada jarak L/r 15 m hampir sama dengan tekanan air pori pada jarak L/r 104 m, yaitu 0,993 m dan 1,192 m. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh karena lokasi Hotel Amaris terdiri dari tanah pasir sehingga terjadi disipasi dengan cepat.

5.2 Saran

Untuk mengetahui efek dari pemancangan tiap – tiap tiang terhadap jarak, harus dilakukan pembacaan secara konsisten setelah pemancangan dilakukan agar dampak negatif dari pemancangan yang kemungkinan timbul dapat diantisipasi .

6. DAFTAR REFERENSI

- Bozozuk, M., Fellenius, B. H. and Samson, L. (1978). "Soil Disturbance from Pile Driving in Sensitive Clay." *Canadian Geotechnical Journal*. Vol. 15, No. 3, 346 – 361.
- Jackson, A. M. (2007). Pile Jacking in Sand and Silt. *Winner of the ICE's national Graduates and Students Paper Competition 2008, Feb 2008*.
- Liu, Zhang, Yu, & Xie(2012). "Case History of Installing Instrumented Jacked Open-Ended Piles." *ASCE*. Vol. 138, No. 7, 810 – 820.
- Poulos, H.G. and Davis, E.H. (1980). *Pile Foundation Analysis and Design*, John Wiley and Sons. New York.