

PERENCANAAN SHOULDER PILE PENAHAN LONGSORAN DI LOKASI A1-P1 JEMBATAN PENGGARON (STUDI KASUS PROYEK PEMELIHARAAN JEMBATAN PENGGARON TAHUN 2019-2020)

Idham Kholik¹⁾, Idhayana Darmawan Y²⁾

Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS)

E-mail: idamkholik123@gmail.com¹⁾, yana.darmawan84@gmail.com²⁾

ABSTRACT

A bridge is one of the constructions that functions to connect two parts of the road that were cut off due to obstacles such as deep valleys, rivers, railroads, roads that cross not a level and others. So in the construction of a bridge, calculations and attention to other aspects such as nature and the surrounding environment are needed which can affect the stability of the bridge itself. One of the things that can disturb the balance of the bridge is landslides. Handling of landslide hazards is also carried out at the Penggaron bridge which is located on the Trans Jawa jalur Semarang - Solo toll road Km 427 + 400 - 427 + 800 with a length of 400, one of which is by making a Shoulder Pile to withstand landslides as well as analyzing the environmental impacts (natural consequences) that occur by looking at and analyzing data from the bore log.

Keywords: Bridge, Toll Road, Shoulder Pile, Landslide

ABSTRAK

Jembatan merupakan salah satu konstruksi yang berfungsi menghubungkan dua bagian jalan yang terputus karena adanya rintangan – rintangan seperti lembah yang dalam, sungai, rel kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Maka dalam pembangunan jembatan dibutuhkan perhitungan serta perhatian kepada aspek – aspek lain seperti alam dan lingkungan sekitar yang dapat mempengaruhi stabilitas jembatan itu sendiri. Salah satu hal yang dapat mengganggu keseimbangan jembatan ialah longsor. Penanganan terhadap bahaya longsor tanah juga dilakukan pada jembatan Penggaron yang berada di ruas jalan tol Trans Jawa jalur Semarang – Solo Km 427 + 400 – 427 + 800 dengan panjang 400m salah satunya dengan membuat Shoulder Pile guna menahan longsor tanah serta menganalisis dampak lingkungan (akibat alam) yang terjadi dengan melihat dan menganalisis data hasil bore log.

Kata Kunci : Jembatan, Jalan Tol, Shoulder Pile, Longsor

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan konstruksi yang berfungsi menghubungkan dua bagian jalan yang terputus karena adanya rintangan – rintangan. Jembatan memiliki peranan penting dimana medan yang awalnya sulit menjadi mudah untuk dilewati. Dengan makin berkembangnya aktivitas mobilisasi masyarakat maka tuntutan untuk memenuhi sarana dan prasarana yang baik juga semakin meningkat. Sesuai dengan program

pemerintah sejak beberapa tahun lalu, sekarang, dan yang akan datang salah satunya yaitu merencanakan pengadaan pembangunan Jalan Tol Trans Jawa yang meliputi sektor drainase, pembangunan transportasi jembatan dan badan jalan / main road, overpass jembatan, dll.

Dalam pembangunan jembatan dibutuhkan perhitungan serta perhatian terhadap aspek – aspek lain seperti alam dan lingkungan sekitar yang dapat

mempengaruhi stabilitas jembatan itu sendiri. Melaksanakan pemeriksaan yang terjadwal bertujuan untuk mengetahui hal – hal apa saja yang dapat mengganggu jembatan dalam menjalankan tugasnya sehingga mendapatkan perawatan secara berkala dan tindakan yang tepat untuk mengatasinya.

Salah satu hal yang dapat mengganggu keseimbangan jembatan ialah longsor. Karena bersinggungan langsung dengan tanah maka terjadinya longsor akibat adanya pergerakan tanah adalah sangat mungkin, sehingga perlu antisipasi untuk memperkecil resiko tersebut. Terjadinya longsor tentu sangat merugikan dan apabila pergerakan tanah ini mengenai struktur jembatan maka dapat mengakibatkan penurunan elevasi, struktur patah dan bahkan dapat menyebabkan ambruknya jembatan.

Penanganan terhadap bahaya longsor tanah juga dilakukan pada jembatan Penggaron yang berada di ruas jalan tol Semarang – Solo Km 427 + 400 – 427 + 800. Memiliki panjang 400 m serta terdapat 4 lajur masing – masing 2 di sebelah kiri dan 2 di sebelah kanan dengan median barrier beton. Jembatan ini merupakan salah satu jembatan dalam proyek pembangunan jalan tol Semarang – Solo Tahap I Seksi 3 (Penggaron – Beji) Paket 1.3. Kontur daerah Penggaron yang

naik turun dan berbukit serta terdapat lembah dan aliran sungai ditambah lagi tanah Hutan Penggaron yang cenderung labil menimbulkan terjadinya pergerakan tanah yang tidak terduga, sehingga perlu adanya penanganan untuk mengatasi hal ini.



Gambar 1. Jembatan Penggaron Tol Semarang – Ungaran

LANDASAN TEORI

Hasil Belajar

Struktur tanah terbentuk melalui agregasi berbagai partikel tanah yang menghasilkan bentuk atau susunan tertentu pada tanah. Struktur tanah juga menentukan ukuran dan jumlah rongga antar partikel tanah yang mempengaruhi gerakan air, udara, akar tumbuhan, dan organisme tanah. Beberapa jenis struktur tanah adalah rumah, butir (granular), lempeng, balok, prisma, dan tiang. Macam atau jenis-jenis tanah terdiri dari :

- a. Tanah Humus/ Tanah Organosol
- b. Tanah Pasir
- c. Tanah Alluvial / Tanah Endapan
- d. Tanah Litosol (tanah berbatu-batu)
- e. Tanah Podzolit
- f. Tanah Vulkanik / Tanah Gunung Berapi
- g. Tanah Laterit
- h. Tanah Mergel
- i. Tanah Renzina / Tanah Kapur (Terarosa)

- j. Tanah Mediteran / Tanah Kapur (Terarosa)
- k. Tanah Gambut / Tanah Organosol
- l. Tanah Clay Shale

Tanah Entisols

Tanah Clayshale

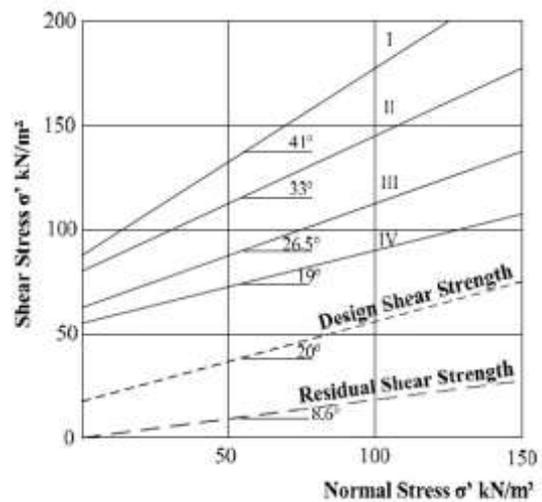
Tanah clay shale sangat rentan terhadap perubahan iklim dan cuaca. Hal ini mengakibatkan terjadinya fissures dan pelapukan tanah (soil weathering) pada daerah-daerah yang terekspos secara langsung dengan udara. Proses ini secara otomatis mengakibatkan turunnya kuat geser tanah. Kuat geser yang menurun (strength degradation) yang berlangsung secara terus menerus akan menimbulkan potensi kelongsoran lereng. Kelongsoran lereng bisa dipicu pula oleh masuknya air permukaan ke dalam timbunan lereng yang akan menambah penurunan kuat geser.

Gartung Erwin (1986) membagi clay shale menjadi empat zona berdasarkan pelapukan (weathering) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Pada zona 1 tanah clay shale yang belum mengalami pelapukan (unweathered) sampai dengan zona 4 saat clay shale mengalami proses akhir pelapukan

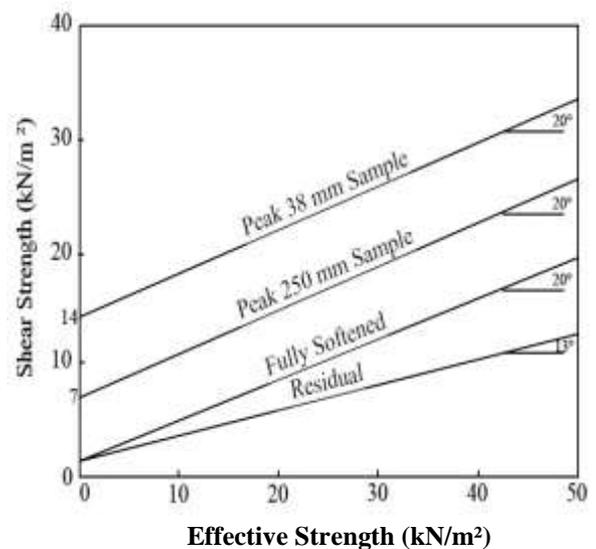
Skempton (1977) melakukan penelitian kuat geser residual tanah clay shale pada lereng yang sudah digali, dengan menggunakan sampel berdiameter 38 mm dengan pengujian triaksial. Menghasilkan

nilai parameter kekuatan puncak dari clay shale sebesar $c = 14 \text{ kN/m}^2$ dan $\phi = 20^\circ$.

Sandroni (1977) juga melakukan penelitian kuat geser pada tanah clay shale dengan ukuran sampel yang lebih besar yaitu 250 mm dengan pengujian triaksial. Menghasilkan nilai kohesi lebih kecil yaitu sebesar $c = 7 \text{ kN/m}^2$ dan $\phi = 20^\circ$ seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Zona Kuat Geser Tanah Clay Shale Berdasarkan (**Gartung Erwin, 1986**)



Gambar 3. Kuat Geser Tanah Clay Shale (**Skempton, 1977**)

Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya. Klasifikasi pondasi dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Pondasi Dangkal

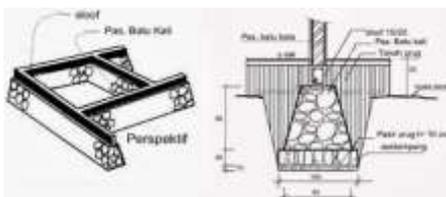
Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung seperti :

- Pondasi Telapak (pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom)



Gambar 4. Pondasi Telapak

- Pondasi Memanjang (pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lainnya)



Gambar 5. Pondasi Memanjang

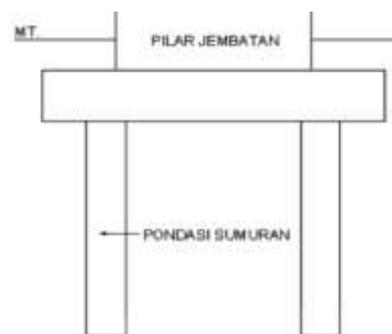
- Pondasi Rakit / Raft Foundation (pondasi yang digunakan untuk

mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat di semua arahnya, sehingga bila dipakai pondasi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya)

b. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan, seperti :

- Pondasi Sumuran / Pier Foundation (digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam, dimana pondasi sumuran mempunyai nilai kedalaman (D_f) dibagi lebarnya (B) lebih besar 4 sedangkan pondasi dangkal $D_f/B \leq 1$)



Gambar 7. Pondasi Sumuran

- Pondasi Tiang / Pile Foundation (digunakan apabila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih

panjang dibanding dengan pondasi sumuran (Bowles, 1991).



Gambar 8. Pondasi Tiang

Pondasi Bore Pile

Bore pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi/dimasukkan tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasanya dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menahan tahanan dukung ujung tiang.

Ada 4 (empat) jenis pondasi bore pile, yaitu:

1. Bore pile lurus untuk tanah keras
2. Bore pile yang ujungnya diperbesar berbentuk bel
3. Bore pile yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium
4. Bore pile lurus untuk tanah berbatu-batuan

Alasan yang digunakannya pondasi bore pile dalam konstruksi:

1. Bore pile tunggal dapat digunakan pada tiang kelompok atau pile cap
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan
3. Bore pile dapat didirikan sebelum penyelesaian tahapan selanjutnya
4. Mencegah kerusakan bangunan sekitar akibat getaran tanah pada proses pemancangan
5. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak ke samping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi bore pile
6. Tidak menimbulkan suara yang bising
7. Memperbesar dasar pondasi agar memberikan ketahanan yang besar untuk gaya ke atas
8. Permukaan di atas dimana dasar bore pile didirikan dapat diperiksa secara langsung
9. Mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral

Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor Dari Hasil SPT

Standard Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan split spoon ke dalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kepadatan relatif (relative density), sudut geser tanah

(Φ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N). Perkiraan kapasitas daya dukung pondasi bore pile pada tanah pasir dan silt didasarkan pada data uji lapangan SPT, ditentukan dengan perumusan sebagai berikut :

Daya dukung ujung pondasi bore pile (end bearing), Mayerhoff.

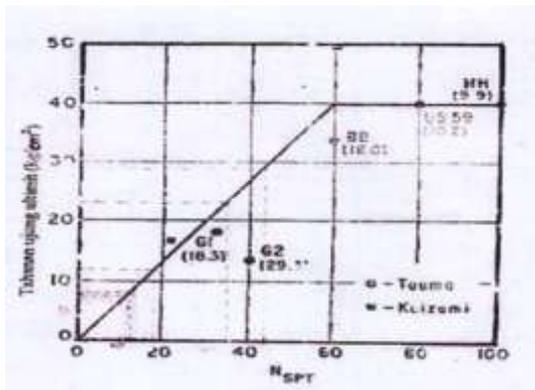
$$Q_p = 40 \times N_b \times A_p$$

dimana :

A_p = Luas penampang bore pile (m^2)

N_b = Nilai N – SPT pada elevasi dasar tiang

Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)



Gambar 9. Daya Dukung Ujung Batas Bore Pile Pada Tanah Pasiran

Untuk $N \leq 60$ maka $q_p = 7 N$ (t/m^2) < 400 (t/m^2)

Untuk $N \geq 60$ maka $q_p = 400$ (t/m^2)

dimana : N = nilai rata-rata SPT

Daya dukung selimut bore pile (skin friction).

$$Q_s = 0.2 N \times A_s$$

dimana :

A_s = Luas selimut tiang (m^2)

Q_s = Daya dukung selimut tiang (ton)

N = Harga N – SPT rata-rata.

Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor Dari Data Parameter Kuat Geser Tanah

Berdasarkan hasil pemeriksaan tanah melalui beberapa percobaan akan didapatkan nilai berat isi tanah (γ), nilai kohesif tanah (c) serta nilai sudut geser tanah (ϕ). Perkiraan kapasitas daya dukung pondasi bore pile pada tanah pasir dan slit didasarkan pada data parameter kuat geser tanah, ditentukan dengan perumusan sebagai berikut :

Daya dukung ujung pondasi bore pile (end bearing).

Untuk tanah kohesif :

$$Q_p = A_p \times C_u \times N_c^*$$

dimana :

Q_p = Tahanan ujung persatuan luas (ton).

A_p = Luas penampang bore pile (m^2)

C_u = Undrained cohesion (t/m^2)

N_c^* = Faktor daya dukung tanah, untuk pondasi bore pile nilai $N_c^* = 9$

Untuk mencari nilai C_u , dapat digunakan persamaan di bawah ini :

$$a^* = 0.21 + 0.25 (P_u/C_u) \leq 1$$

dimana :

a^* = Faktor Adhesi = 0.4

Untuk tanah kohesif :

$$Q_p = A_p \times q' (N_q^* - 1)$$

dimana :

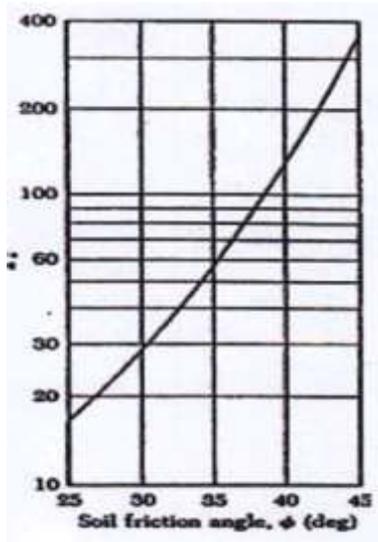
Q_p = Tahanan ujung persatuan luas (ton).

A_p = Luas penampang bore pile (m^2)

q' = Tekanan vertikal efektif (t/m^2)

N_q^* = Faktor daya dukung tanah.

Korelasi antara ϕ dan Nq^* seperti terlihat pada Gambar 2-10 berikut ini:



Gambar 10. Faktor Nq^*

Daya dukung selimut bore pile (skin friction).

$$Q_s = f_i \cdot L_i \cdot p$$

dimana :

f_i = Tahanan satuan skin friction (t/m^2)

L_i = Panjang lapisan tanah (m)

p = Keliling tiang (m)

Q_s = Daya dukung selimut tiang (ton)

Pada tanah kohesif :

$$f_i = a_i \cdot c_u$$

dimana :

a_i = Faktor adhesi (0.55)

c_u = Undrained cohesion (t/m^2)

Pada tanah non-kohesif :

$$f_i = K_0 \cdot \sigma'_v \cdot \tan \delta$$

dimana :

K_0 = Koefisien tekanan tanah = $1 - \sin \phi$

σ'_v = Tegangan vertikal efektif tanah (t/m^2)

$$\sigma'_v = \gamma \cdot L'$$

$$L' = 15D$$

D = Diameter

$$\delta = 0.8 \times \phi$$

METODOLOGI PENELITIAN



ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Data Visual



Gambar 11. Gambar Tampak Atas Jembatan Penggaron

Seperti yang terlihat pada gambar terlihat bahwa P1 berada pada ujung utara jembatan yang mana di sebelah barat

berbatasan langsung dengan Perumahan Graha Ariabima Susukan. Memasuki lingkungan perumahan ditemukan retakan yang cukup panjang dimulai dari jalan perumahan kemudian menuju timur ke beberapa rumah warga hingga ke arah bawah jembatan pada lokasi A1 – P1.



Gambar 12. Alur Retakan

Data Hasil Penyelidikan Tanah

Dalam penyelidikan di lapangan pekerjaan yang dilakukan meliputi :

1. Pekerjaan Bor Mesin, metode yang digunakan adalah AASHTO T 225-74, ASTM D 2113-70, dan SNI 03-2436-1991. Pada pekerjaan ini digunakan alat bor mesin (drillingbore) berdiameter 3 inci dengan tambahan peralatan lain
2. Pengambilan Contoh Tanah, metode yang digunakan adalah AASHTO T 207-74, ASTM D 1587-67, dan SNI 03-4148-1996.
3. Pengujian SPT, metode yang digunakan adalah AASHTO T 206-70 dan ASTM D 1586-67.

Hasil dari pekerjaan laboratorium dimaksudkan untuk mengetahui konsistensi

dan deskripsi lapisan tanah guna mendapatkan kesimpulan.

Titik uji bor dalam perencanaan pembuatan shoulder pile pada A1 – P1 Jembatan Penggaron ini berjumlah 3 titik yakni BH – 01, BH – 03 dan BH – 04. Kedalaman pengeboran yang dilakukan mencapai -50.00 meter dari permukaan tanah setempat.

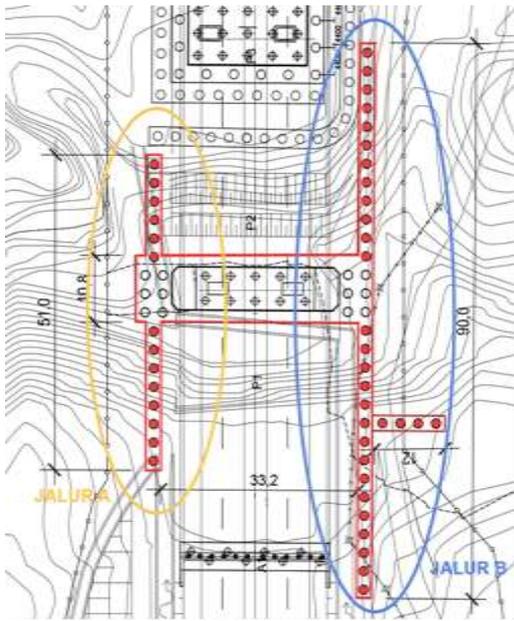


Gambar 13. Lokasi Titik Uji Bor

Tabel Hasil Penyelidikan Tanah Borelog Lokasi A1 – P1

No.	Lokasi	Elevasi Lapangan Borelog	Kedalaman Lapisan Clayshale (m)
1.	BH – 01	+312,370	37.50 m – 50.00 m
2.	BH – 03	+302,075	33.00 m – 50.00 m
3.	BH – 04	+296,628	31.50 m – 50.00 m

Perencanaan Shoulder Pile



Gambar 14. Rencana Shoulder Pile Lokasi Jalur A dan Jalur B

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada setiap bab pada Tugas Akhir ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tugas Akhir ini merupakan studi perencanaan shoulder pile pada Jembatan Penggaron untuk mengatasi adanya potensi longsoran tanah pada lokasi A1 – P1 Jembatan Pengaron
2. Perencanaan shoulder pile didasarkan pada data visual dengan pengamatan dan data dari hasil penyelidikan tanah dengan titik uji bor berjumlah 3 titik
3. Perencanaan shoulder pile dibagi dalam 2 lokasi yaitu lokasi pada Jalur A yang terdiri terdiri dari 19 bored pile dan lokasi pada Jalur B dengan jumlah bored pile sebanyak 37 buah

4. Bored pile yang digunakan memiliki diameter 1,5 m dan panjang 50 m dengan mutu beton K – 350 dan mutu tulangan U – 40
5. Bored pile menggunakan tulangan utama berdiameter 32 mm sebanyak 62 tulangan pada lokasi Jalur A dan 44 tulangan pada lokasi Jalur B. Tulangan spiral yang digunakan memiliki diameter 16 mm dengan jarak antar tulangan spiral 154 mm

Saran

1. Pergerakan tanah di sekitar lokasi Jembatan Penggaron merupakan longsoran aktif dan meskipun sudah ada penanganan perkuatan shoulder pile maka pergerakan tanah tersebut akan berdampak terhadap kondisi Jembatan Penggaron. Oleh karena itu pergerakan tanah di lokasi Jembatan Penggaron perlu dimonitor dengan alat inclinometer
2. Disamping itu, pergerakan pier Jembatan Penggaron juga perlu dimonitor dengan instrument tilt logger
3. Secara visual kondisi retakan yang terjadi di pier juga perlu dimonitor pergerakan retaknya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Aditya Pratama Hendri. 2019, *Jurnal Analisis dan Perencanaan Pondasi Tiang Bore Pile Pada*

*Jembatan Jalur Ganda Kereta Api Way
Pangubuan Lampung Tengah :
Lampung.*

- [2] Jusi, Ulfa. 2015, *Analisa Kuat Dukung Podasi Bore Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone dan N-Standard Penetration Test) : Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.*
- [3] 2015, *Pedoman Perancangan Pilar Langsing Beton Bertulang Untuk Jembatan : Kementrian PUPR.*
- [4] 2006, *Modul SIB-02 : Membaca Data Geoteknik : Departemen Pekerjaan Umum.*
- [5] Nurul Fadillah, Uilly, 2018. *Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile Berdasarkan Data N-SPT Menurut Rumus REESE & WRIGHT dan Penurunan.* Universitas Persada Indonesia.
- [6] Hekmatyar, Izzet, 2017. *Analisa Perilaku Daya Dukung Tiang Tunggal Dengan Rumus Statik Dan Model Fisik Pada Tanah Pasir.* Universitas Diponegoro.
- [7] Muhrozi, Eric Hermawan, 2017. *Penanganan Longsoran Benda Dengan Bore Pile.* Universitas Diponegoro.