



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**EVALUASI *GROUTING* PADA *SECTION RETAINING WALL* –
B (*DOWNSTREAM*) DI KALI SEMARANG, KELURAHAN
PANGGUNG LOR, KOTA SEMARANG, JAWA TENGAH**

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

**KHALAKSITA AMIKANI ASBELLA
NIM. L2L 009 062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
SEMARANG
2014**

**EVALUASI GROUTING PADA SECTION RETAINING WALL – B
(DOWNSTREAM) DI KALI SEMARANG, KELURAHAN PANGGUNG
LOR, KOTA SEMARANG, JAWA TENGAH**

Oleh:

Khalaksita Amikani Asbella, Dwiyanto JS*, Fahrudin*, Citraningtyas**
(Corresponding email: amikaniasbella@live.com)*

** Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang*

*** Geologist PT. Selimut Bumi Adhi Cipta, Semarang*

ABSTRACT

Kali Semarang is one of the watering pattern that was in Semarang, Central Java, which runs from Pandanaran heading north toward the Java Sea. At the time of Semarang and surrounding areas have a condition that there are no rocks exposed at the surface because it is an area of older alluvium and river stage consisting of loose material such as clay, so this area has soft soil conditions until very soft. Lowering occurs in the area of construction of the embankment caused by the soft soil in the area around the construction of the embankment. Judging from the condition of the soil is soft and very soft, so we must be careful in determining the appropriate and correct methods for prevention of ground movement. Based on the soil conditions in the area of Kali Semarang, a study was undertaken using data SPT (Standard Penetration Test) to see the condition of the soil strength, and then to increase the strength of the soil used a method which is the method of grouting.

From the results of drilling conducted at the Gate House point E1 +10 m, known at depth 0-2 m of sand sized loose gravel gray. At a depth of 2-20 m in the form of clay sized soft to very soft with gray. From SPT test data at Gate House point E1 +10 m, obtained N - SPT values <2 (very soft) at a depth of 2.8 to 5.8 m and a depth of 10.4 to 11.7 m. 2-3 N - SPT values (soft) is at a depth of 7.8 to 8.8 m and a depth of 13.4 to 19.3 m. SPT N - values (very dust) contained in an area close to the surface that is at a depth of 1.4 m.

Once implemented method of grouting on Retaining Wall section B point 13 +1 m, +2 m point C10, and C18 +2 m point, a change in the value of the SPT test that the higher the value of N-SPT 4 (very dust) its value changed to 10 -15 (rather dense). N-SPT value of 0-1 (very soft), and the N-SPT values 2-3 (soft) turned into a N-SPT values 3-4 (soft), the value of N-SPT 5-7 (firm,) and N-SPT values 8-13 (stiff). To pile foundation bearing capacity changes from 16.57 tons to 35,98 tons to 53,03 tons. From the results of this investigation obtained good results for the purpose of grouting method successfully to increase the carrying capacity of the soil at the study site.

Judging from its success with the implementation of the construction of grouting method can be resumed because the carrying capacity of the land has allowed it to withstand the load of the building to be erected.

Keywords: *Lowering, Soft Soil, Grouting Method, Test SPT, Land Capability*

I. PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah dan merupakan sebuah kota di pantai utara pulau Jawa, Indonesia. Kota Semarang dibagian selatan terdiri dari perbukitan struktural denudasional dan perbukitan vulkanik, sedangkan dataran alluvial terletak di bagian utara. Pada dataran alluvial tanahnya terus mengalami penurunan (*lowering*). Dataran alluvial yang berada di bagian utara Semarang memiliki kondisi tanah yang sangat lunak yaitu terdiri dari tanah lempung lunak yang memiliki mineral-mineral lempung dan memiliki kadar air yang sangat tinggi. Pada lokasi *retaining wall - B* yang mengalami permasalahan gerakan tanah setempat (lokal). Terjadi amblesan di area pembangunan tanggul yang disebabkan oleh tanah lunak di area sekitar pembangunan. Litologi yang terdapat pada lokasi terdiri dari lempung, lanau, serta pasir. Hal ini mengakibatkan pada lokasi ini rawan akan terjadinya amblesan dan memiliki nilai daya dukung tanah yang kecil. Untuk memperkecil terjadinya kerusakan yang ditimbulkan dipilih metode pondasi tiang, akan tetapi tiang pancang yang didirikan berada di atas tanah yang sangat lunak sehingga masih menimbulkan gerakan tanah. Untuk itu dilaksanakan metode *grouting* untuk meningkatkan kekuatan tanahnya.

II. LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kali Semarang, Panggung Lor, Semarang. Tepatnya pada lokasi Kali Semarang (Gambar 1.) yang dijadikan daerah

penelitian berada di *section Retaining wall-B* bagian hilir sungai. Jarak tempuh dari lokasi penelitian ditempuh ± 45 menit dari kampus UNDIP.

III. GEOLOGI REGIONAL

Wilayah Kota Semarang, Propinsi Jawa Tengah, secara geografis terletak pada koordinat $110^{\circ}16'20''$ - $110^{\circ}30'29''$ Bujur Timur dan $6^{\circ}55'34''$ - $7^{\circ}07'04''$ Lintang Selatan, dengan luas daerah sekitar $391,2 \text{ Km}^2$.

Stratigrafi regional lokasi penelitian termasuk dalam wilayah kota Semarang, berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Magelang dan Semarang, Jawa, yang disusun oleh Thaden, (1996), formasi lokasi penelitian termasuk dalam Formasi aluvium (Qa), merupakan endapan aluvium pantai, sungai dan danau. Endapan pantai litologinya terdiri dari lempung, lanau serta pasir dengan ketebalan 50 m atau lebih. Endapan sungai dan danau terdiri dari kerikil, pasir dan lanau dengan tebal 1 – 3 m. Bongkah tersusun dari andesit, batulempung, dan sedikit pasir.

IV. TINJAUAN PUSTAKA

4.1. Tanah

Tanah di alam menurut Christady (2006), terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik.

Konsistensi tanah berbutir halus dan kepadatan semu tanah berbutir kasar, dapat diperkirakan dari jumlah pukulan (nilai N) yang diperoleh dari uji penetrasi standar (*ASTM D 1586* dalam Pedoman Penyelidikan Geoteknik untuk

Fondasi Bangunan Air). Konsistensi lempung dan lanau bervariasi dari lunak sampai teguh, kaku, dan keras. Kepadatan semu tanah berbutir kasar berkisar dari sangat lepas sampai teguh, padat dan sangat padat.

4.2. *Grouting* (Sementasi)

Menurut Dwiyanto (2005), *grouting* adalah penyuntikan bahan semi kental (*slurry material*) ke dalam tanah atau batuan melalui lubang bor dengan tujuan menutup diskonstruksi terbuka, rongga-rongga dan lubang pada lapisan yang dituju untuk meningkatkan kekuatan tanah.

Menurut Pramana (2010), *grouting* merupakan pekerjaan masukan bahan yang masih dalam keadaan cair ke dalam tanah dengan cara tekanan sehingga bahan tersebut akan mengisi retak-retak atau lubang-lubang kemudian setelah beberapa saat bahan itu mengeras dan menjadi satu kesatuan dengan tanah yang ada.

Jenis *grouting* yang digunakan dalam penelitian berdasarkan tujuannya adalah sementasi pemadatan (*compaction grouting*) yaitu dilakukan dengan cara menginjeksi material *grouting* sangat kaku (*stiff*) pada tekanan tinggi ke dalam tanah yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah serta mampu meningkatkan beban tanah untuk mengompakkan atau memadatkannya.

Jenis *grouting* yang digunakan dalam penelitian berdasarkan pelaksanaannya adalah Metode *Grouting Up Stage* yaitu Dalam pelaksanaan metode ini, lubang *grouting* dibor hingga mencapai kedalaman yang diinginkan.

4.3. *Standard Penetration Test* (SPT)

Uji penetrasi standar menurut Wesley (1997) merupakan suatu uji in-situ paling populer dalam memperoleh informasi bawah permukaan. Uji penetrasi standar (SPT) adalah suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan.

V. METODOLOGI

Metode yang dilakukan dalam penelitian terdiri dalam 2 metode, yaitu metode penelitian serta metode analisis. Metode penelitian terdiri dari 4 garis besar yaitu pembangunan dinding penahan (*retaining wall*) di Kali Semarang, pengambilan data sebelum dilaksanakan *grouting*, melakukan penelitian setelah dilaksanakan *grouting*, serta yang terakhir perhitungan daya dukung tanah.

Sedangkan metode analisis terdiri dari 4 tahapan, yaitu tahapan pendahuluan merupakan tahap awal dari penelitian dengan mencari studi pustaka serta informasi. Selanjutnya tahap pengumpulan data yang terdiri dari dua bagian yaitu data pemboran dan data SPT serta data *grouting*. Tahap yang ketiga adalah tahapan pengolahan data yaitu dilakukannya perhitungan daya dukung tiang pancang terhadap beban. Kemudian tahapan yang terakhir adalah tahapan penyajian data merupakan tahapan akhir dari penelitian dengan memberikan hasil dan pembahasan hingga kesimpulan.

VI. PEMBAHASAN

6.1. Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Geomorfologi Daerah Penelitian

Geomorfologi yang terdapat pada lokasi penelitian terbentuk oleh proses eksogenik yaitu proses pelapukan dan sedimentasi. Pelapukan yang ada berlangsung secara rendah sampai sedang. Litologi yang terdapat pada daerah penelitian lempung, lanau, dan batupasir.

Stratigrafi Regional Kota Semarang

Stratigrafi daerah penelitian masuk ke dalam kedalaman aluvial yang berumur holosen. Alluvium merupakan hasil endapan dataran pantai, sungai dan danau yang menghasilkan litologi alluvial yang terdiri dari batupasir, lanau dan lempung.

6.2. Hasil Penelitian

Hasil Penelitian Sebelum dan Setelah Grouting

Pelaksanaan pengujian SPT pada lokasi penelitian hanya dilaksanakan pada satu titik saja yang berada pada *Gate House* di titik E1+10 m. Kemudian pelaksanaan pengujian SPT pada lokasi penelitian dilaksanakan sebanyak 3 titik pada *Retaining Wall B* dengan lokasi pemboran yang agak berjauhan. Pada lokasi penelitian ketiga titik tersebut yaitu titik E13+1 m, titik C10+2 m, dan titik C18+2 m.

Sedangkan untuk uji SPT sebelum dilaksanakan *grouting* dilaksanakan pada satu titik yaitu titik E1+10 m yang berada pada lokasi *Gate House* sedalam 20 m (Gambar 2.). Kemudian untuk

pelaksanaan uji SPT Setelah *Grouting* pada Lokasi *Retaining Wall - B* Titik E13+1 m, titik C10+2 m, dan titik C18+2 m (Gambar 3, 4, dan 5).

Hasil Pelaksanaan Grouting dan Pemboran

Grouting dilaksanakan pada area *Retaining Wall B* sebanyak 102 titik *grouting* dengan dengan 4 *line* yaitu *line C, D, E, dan F*. pemboran dilaksanakan sampai kedalaman 20 m dan kedalaman *grouting* 16 hingga 21 m, sehingga total kedalaman pemboran 2277 m dan total kedalaman *grouting* 1742 m.

6.3. Pembahasan

Litologi Lokasi Penelitian

Setelah melakukan pengamatan di lapangan litologi penyusun lokasi ini merupakan lempung. Berdasarkan hasil deskripsi yang telah dilaksanakan, dapat diketahui bahwa litologi pada kedalaman 0 m – 2 m diketahui berupa pasir lepas berukuran kerikil yang berwarna abu-abu. Pada kedalaman 2 m – 7 m didapatkan litologi berupa lempung berwarna abu-abu dengan sifat sangat lunak. Pada kedalaman 7 m – 9,4 m didapatkan litologi berupa lempung berwarna abu-abu dengan sifat lunak. Pada kedalaman 9,4 m – 12,8 m didapatkan litologi berupa lempung berwarna abu-abu dengan sifat sangat lunak. Pada kedalaman 12,8 m – 20 m didapatkan litologi berupa lempung berwarna abu-abu dengan sifat lunak.

Permasalahan

Lokasi penelitian berada di Tanggul Kali Semarang yang dekat dengan daerah pantai yang memiliki

kerentanan akan terjadinya penurunan yang dikarenakan litologi pada lokasi tersebut berupa lempung yang nilai daya dukung tanahnya rendah dan bisa menyebabkan terjadinya penurunan, hal tersebut dapat dibuktikan pada pengujian SPT dengan nilai N-SPT yang kecil.

Tanah mempunyai sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan gesernya apabila menerima tekanan. Apabila beban yang bekerja pada tanah pondasi telah melampaui daya dukung batasnya, tegangan geser yang ditimbulkan dalam tanah pondasi melampaui kekuatan geser tanah maka akan mengakibatkan keruntuhan geser tanah tersebut

Pelaksanaan Metode *Grouting*

Grouting adalah penyuntikan bahan semi kental (*slurry material*) ke dalam tanah atau batuan melalui lubang bor dengan tujuan menutup diskonstruksi terbuka, rongga-rongga dan lubang pada lapisan yang dituju untuk meningkatkan kekuatan tanah. Metode *grouting* yang dilaksanakan berupa metode *grouting* pemadatan yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dan mampu memadatkan tanahnya. Jenis pelaksanaan *grouting* menggunakan *Multiple Stage Grouting (Up Stage)* dengan pemboran lubang *grouting* hingga mencapai kedalaman yang diinginkan.

Bahan *grouting* yang digunakan untuk memperkuat daya dukung tanah pada lokasi penelitian terdiri dari campuran air, semen dan pasir dengan perbandingan berat komposisi 1:1:1. Dengan komposisi tersebut Pasir yang digunakan akan bercampur dengan tanah lempung sehingga akan menambah daya

dukung tanah terhadap beban. Pada lokasi ini kondisi tanah berupa lempung lunak dan sangat lunak maka *grouting* yang dilakukan dengan jarak 3m x 3m, sehingga semua posisi yang akan terlingkupi dan peningkatan daya dukung tanah pada daerah ini menjadi merata.

Tekanan maksimum pada lokasi ini yaitu 2 kg/cm², dengan tekanan tersebut, injeksi *grouting* dilaksanakan tanpa merusak struktur tanah dan batuan, namun tetap dapat menyebar di sekeliling lubang injeksi dengan sempurna. Kemudian dilaksanakan pelaksanaan pemboran, setelah itu dilakukan pencucian lubang bor untuk membersihkan sisa-sisa pemboran dan menjaga rekahan terbuka sehingga penginjeksian berjalan lancar. Tahap yang terakhir dalam *grouting* adalah pencampuran material *grouting*.

Uji SPT

Uji penetrasi standar (*SPT*) adalah suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan.

Sebelum dilaksanakan metode *grouting* dilakukan uji SPT pada lokasi *Gate House* titik E1+10 m yang didapatkan nilai N-SPT < 2 dengan konsistensi tanah sangat lunak pada kedalaman 2,8 - 5,8 m dan kedalaman 10,3 - 11,8 m. Nilai N-SPT 2-3 dengan konsistensi tanah lunak dengan pada kedalaman 7,3 - 8,8 m dan kedalaman 13,3 - 19,3 m. Nilai N-SPT 4 dengan sifat kepadatan tanah sangat urai pada daerah dekat permukaan dengan pada kedalaman 1,3 m. Selanjutnya

setelah proses metode *grouting* selesai, pengujian SPT kembali dilaksanakan yang bertujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi terhadap tanah.

Pelaksanaan uji SPT untuk melihat perubahan tanah dilakukan sebanyak tiga titik pengujian. Pada titik E13+1 m didapatkan perubahan nilai SPT pada kedalaman 1,2 m dengan nilai N-SPT 15 berubah dari sifat kepadatan tanah sangat urai menjadi kaku. Pada kedalaman 2,8 m dengan nilai N-SPT 10 konsistensi tanah kaku. Pada kedalaman 4,4 m – 5,9 m dengan nilai N-SPT 17 dan 15 konsistensi tanah sangat kaku. Pada kedalaman 7,4 m – 11,8 m dengan nilai N-SPT 6 dan 5 dan pada kedalaman 13,5 m – 16,4 m dengan nilai N-SPT 7 dan 6 konsistensi tanah teguh. Pada kedalaman 17,7 m – 19,3 m dengan nilai N-SPT 8 dan 9 konsistensi tanah kembali menjadi kaku.

Pada titik C10+2 m didapatkan perubahan nilai SPT pada kedalaman 1,8 m dengan nilai N-SPT 10 berubah dari sifat kepadatan tanah sangat urai menjadi agak padat. Pada kedalaman 2,8 m – 4,4 m dengan nilai N-SPT 13 dan 10 dengan konsistensi tanah kaku. Pada kedalaman 5,8 m – 14,7 m dengan nilai N-SPT 4-6 dengan konsistensi tanah teguh. Pada kedalaman 16,3 m dengan nilai N-SPT 9 konsistensi dengan konsistensi tanah kaku. 17,8 m – 19,4 m dengan nilai N-SPT 7 dengan konsistensi tanah teguh.

Pada titik C18+2 m didapatkan perubahan nilai SPT pada kedalaman 1,4 m dengan nilai N-SPT 10 berubah dari sifat kepadatan tanah sangat urai menjadi kaku. Pada kedalaman 2,8 m – 8,8 m dengan

nilai N-SPT 9-16 dengan konsistensi tanah masih kaku. Namun pada kedalaman 10,4 m – 19,3 m dengan nilai N-SPT 5-7 dengan konsistensi tanah teguh.

Berdasarkan gambar grafik perbandingan nilai uji SPT (Gambar 6.), terdapat hasil yang meningkat antara sebelum dilakukan *grouting* dengan setelah dilakukan *grouting*.

Daya Dukung Pondasi

Berdasarkan narasumber dari pihak PT. Selimut Bumi Adhi Cipta sebelum dilaksanakannya proyek *grouting*, kedalaman pondasi mencapai 36 m. Namun setelah dilaksanakan proyek, dilakukan analisis mengenai daya dukung tanah sebelum dan setelah dilaksanakannya *grouting* berdasarkan data SPT. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan daya dukung tiang pancang.

$$P = (Q_u + Q_{si}) / 3$$

$$Q_u = (40 \times N_b \times A_p) ; N_b = (N_1 + N_2) / 2$$

P = Daya dukung tiang pancang izin

Q_u = Daya dukung batas pondasi tiang pancang

N_b = Nilai N-SPT rata-rata pada elevasi dasar tiang pancang

A_p = Luas penampang dasar tiang pancang (m^2)

N_1 = Nilai SPT pada kedalaman pada ujung tiang ke bawah

N_2 = Nilai SPT pada kedalaman pada ujung tiang ke atas

Q_{si} = $q_s \times A_{si}$

Q_{si} = Tahanan limit gesek kulit

q_s = untuk pasir 0,2N

q_s = untuk lempung 0,5N

A_{si} = keliling penampang tiang pancang x tebal.

Maka didapatkan hasil perhitungannya pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Daya Dukung Pondasi

Titik Bor	Nilai Daya Dukung Tiang Pancang
E1+10 m (Sebelum <i>Grouting</i>)	16,68 ton
E13+1 m (Setelah <i>Grouting</i>)	47,22 ton
C10+2 m (Setelah <i>Grouting</i>)	44,26 ton
C18+2 m (Setelah <i>Grouting</i>)	32,03 ton

VII. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian evaluasi *grouting* pada lokasi tanggul Kali Semarang, Kota Semarang, Jawa Tengah, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengamatan di lapangan, litologi penyusun lokasi ini merupakan lempung yang merupakan endapan alluvium.
2. Dari hasil pemboran yang dilaksanakan pada *Gate House* pada titik E1+10 m dapat diketahui litologi pada kedalaman 0 – 2 m berupa pasir lepas yang berukuran kerikil dengan warna abu-abu. Pada kedalaman 2 – 20 m dapat diketahui litologinya berupa lempung dengan warna abu-abu dengan sifat lunak dan sangat lunak.
3. Dari data uji SPT pada *Gate House* pada titik E1+10 m, didapatkan nilai N-SPT kurang dari 2 dengan kondisi tanah sangat lunak pada kedalaman 2,8 – 5,8 m dan kedalaman 10,4 – 11,7 m. nilai N-SPT 2-3 dengan konsistensi tanah lunak berada pada kedalaman 7,4 – 8,8 m dan

kedalaman 13,4 – 19,3 m. Nilai N-SPT 4 dengan kepadatan tanah sangat urai terdapat pada daerah dekat permukaan pada kedalaman 1,4 m.

4. Metode *grouting* yang dilaksanakan pada lokasi penelitian merupakan metode *grouting* pemadatan dengan meningkatkan daya dukung tanah karena volume struktur pori tanah berkurang maka permeabilitasnya juga berkurang selain itu juga mencengah terjadinya rembesan dan mampu meningkatkan beban tanah untuk mengompakkan atau memadatkannya.
5. Dengan dilaksanakannya *grouting* terjadi perubahan nilai uji SPT yang semakin tinggi, yaitu sebagai berikut:
 - a. Sifat Kepadatan Tanah
 - Nilai N-SPT 4 (sangat urai) menjadi nilai N-SPT 15 (agak padat).
 - Nilai N-SPT 4 (sangat urai) menjadi nilai N-SPT 10 (urai).
 - b. Konsistensi Tanah
 - Nilai N-SPT 0-1 (sangat lunak) menjadi N-SPT 2-3 (lunak).
 - Nilai N-SPT 0-1 (sangat lunak) menjadi N-SPT 4-7 (teguh).
 - Nilai N-SPT 0-1 (sangat lunak) menjadi N-SPT 8 (kaku).
 - Nilai N-SPT 2-3 (lunak) tetap N-SPT 3 (lunak).
 - Nilai N-SPT 2-3 (lunak) menjadi N-SPT 4-8 (teguh).

- Nilai N-SPT 2-3 (lunak) menjadi N-SPT 8-15 (kaku).
- c. Daya dukung tiang
Untuk daya dukung tiang pondasi terjadi perubahan dari 16,57 ton dan memiliki nilai daya dukung tanah setelahnya berkisar antara 35,98 ton hingga 53,03 ton. Dari hasil penyelidikan ini diperoleh hasil yang baik karena tujuan dari metode *grouting* berhasil untuk meningkatkan daya dukung tanah pada lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

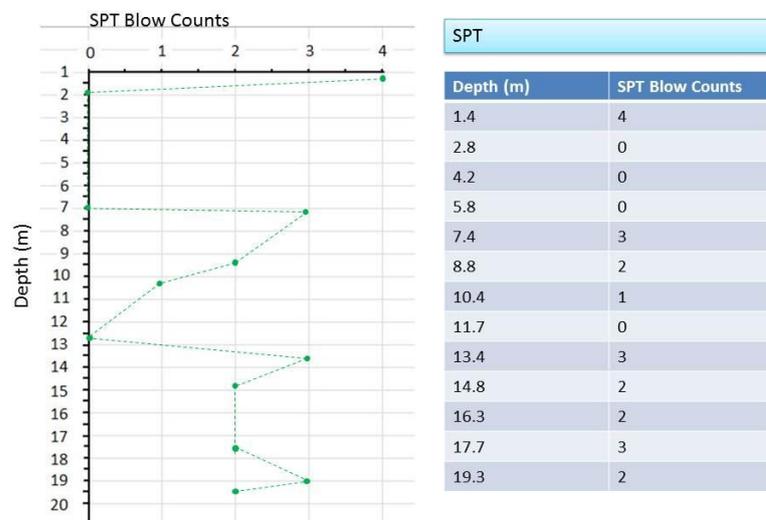
- Anonim. 2010. *Grouting*. Sumber: <http://sanggapramana.wordpress.com/2010/07/29/grouting/>. (Semarang, 20 April 2013; 03.54)
- Anonim. 2011. *Apa itu Grouting?* Sumber: <http://www.scribd.com/doc/134682239/4/Jenis-jenis-Grouting>. (Semarang, 20 April 2013; 04.27)
- Anonim. 2005. *Pedoman Penyelidikan Geoteknik untuk Pondasi Bangunan Air*. Sumber: <http://pustaka.pu.go.id/new/resensi-buku-detail.asp?id=77>
- Anonim. 2012. *Pengenalan Grouting*. Sumber: <http://harizonaauliarahman.blogspot.com/2012/02/pengenalan-grouting.html>. (Semarang, 20 April 2013; 06.20)
- Arumsari, Putri. 2011. *Metode Perbaikan Tanah Lunak*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Chapman, Gary. 2009. *The Current Piling Code Australian Standard 2159*. Melbourne: Golder Associates.
- Choi, Richard Fun Yiu. 2005. *Review of the Jet Grouting Method*. Queensland: University of Southern Queensland.
- Dwiyanto, J.S. 2005. *Hand Out Geoteknik*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Endarto, Danang. 2005. *Pengantar Geologi Dasar*. Penerbit LPP dan Percetakan UNS: Surakarta.
- Gambiro. 2013. *Aplikasi GRLWEAP untuk Prediksi Daya Dukung Tiang Pancang*. Bekasi: PT. Wijaya Karya.
- Hernaningsih, Taty. tth. *Penelitian Tanah Sebagai Pendukung Pengembangan Instalasi Pengolahan Limbah Cair Domestik di Kantor BPP Teknologi*. Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT.
- Hudoro, Humaryono, 2001, *Survey Geoteknik, Bagian dari KL- 241 dan 242 Mekanika Tanah dan Teknik Pondas*. ITB: Bandung.
- Jaeger, Charles. 1979. *Rock Mechanics and Engineering*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jitno, Hendra. 2013. *Kriteria Faktor Keamanan untuk Pondasi Dalam*. Perth: Forum Geoteknik Indonesia.
- Krynine, Dimitri P. dan William R. Judd. 1957. *Principles of Engineering Geology and Geotechnics*. New York: McGraw-Hill Book Company, INC.
- Martini. 2009. *Pengaruh Tingkat Kepadatan Tanah Terhadap Daya Dukung Tanah*. Palu: Universitas Tadulako.

- Muhroji. 2010. *Soil Test, Masalah dan Aplikasinya pada Tanah Lunak*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Radding, W. Rose and M. Sherif Aggour. 2001. *Standard Penetration Test (SPT) Correction*. Maryland: Maryland Department of Transportation State Highway Administration.
- Rajapakse, Ruwan. 2008. *Geotechnical Engineering Calculations and Rules of Thumb*. Burlington: Butterworth-Heinemann
- Soedarsono. 2012. *Amblesan Tanah di Muara Kali Semarang Berpengaruh Terhadap Luas Genangan dan Kerusakan Infrastruktur Pemukiman*. Semarang: UNISSULA.
- Sophian, R. Irvan. 2010. *Penurunan Muka Tanah di Kota-kota Besar Pesisir Pantai Utara Jawa (Studi Kasus: Kota Semarang)*. Bandung: Fakultas Teknik Geologi, UNPAD
- Stroud, M. A. 1974. *The Standard Penetration Test in Insensitive Clays and Soft Rocks*. Stockholm: Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing.
- Terzaghi, K. dan Peck, R. B. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. New York: 2nd ed, John Wiley
- Unggul, PT. Teknindo Geosistem. 2013. *Tanah Lunak / Soft Soil*. Surabaya: The Official Blog of PT. Teknindo Geosistem Unggul

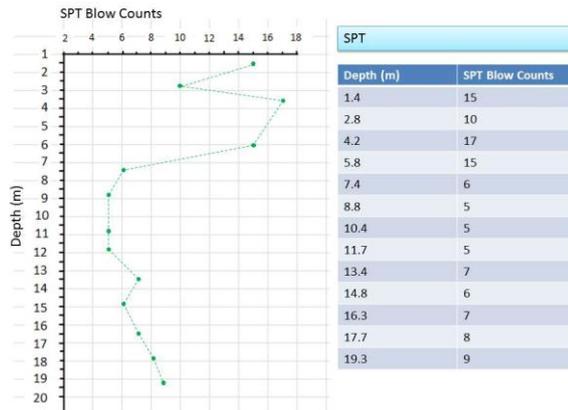


● = Lokasi Penelitian

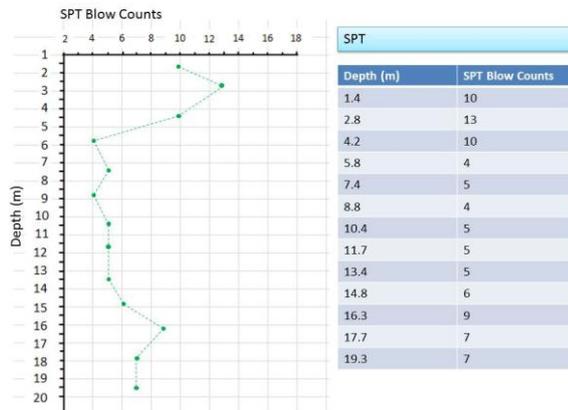
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Kali Semarang dan Sekitarnya (Sumber Peta RBI Semarang, Lembar 1409 – 222, Edisi 2001)



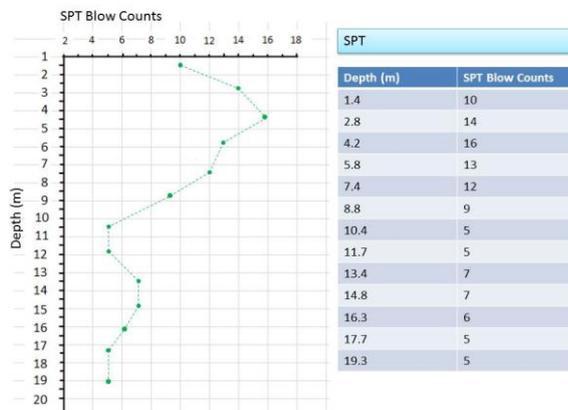
Gambar 2. Nilai Uji SPT pada Gate House Titik E1+10 m



Gambar 3. Nilai Uji SPT pada Gate House Titik E13+1 m

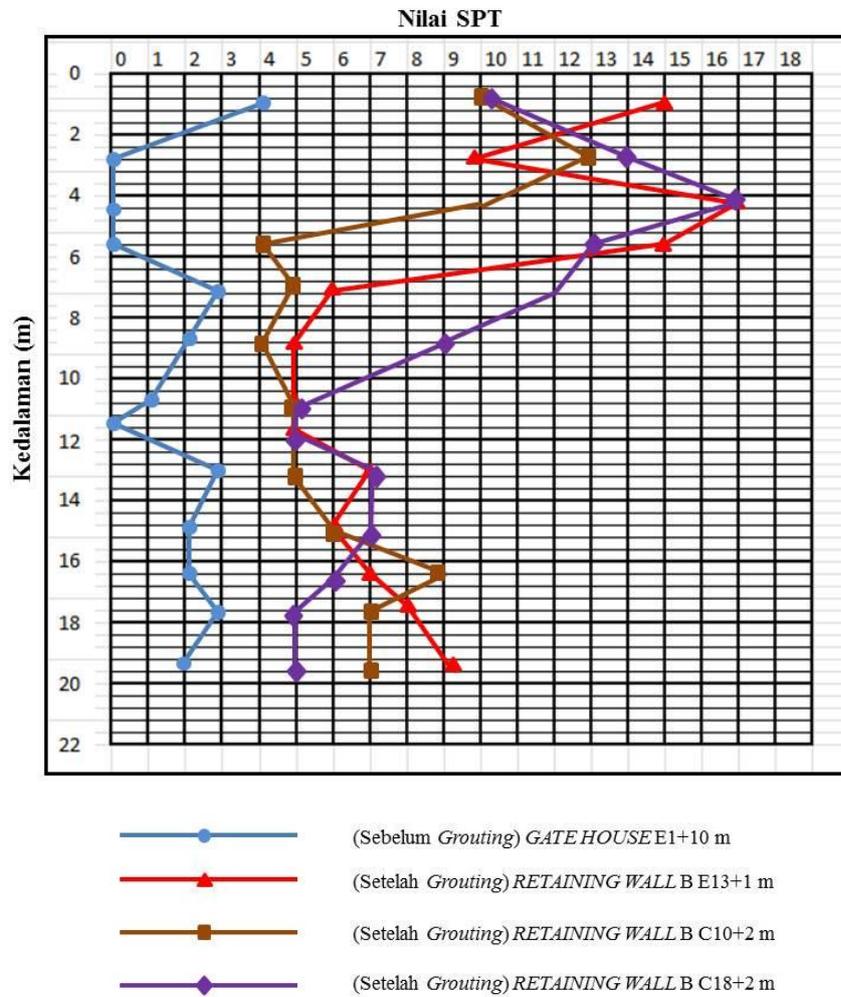


Gambar 4. Nilai Uji SPT pada Gate House Titik C10+2 m



Gambar 5. Nilai Uji SPT pada Gate House Titik C18+2 m

PERBANDINGANNILAI UJI SPT



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Uji SPT