

ANALISIS PEMAKAIAN MESIN *JET GROUT* PADA PROYEK *THE MANHATTAN MALL & CONDOMINIUM-MEDAN*

Oleh:

Dharma Sembiring

(Fakultas Teknik Universitas Quality)

email: dharmapribadidp@gmail.com

Davin Lois

(Fakultas Teknik Universitas Quality)

email: davin.lois.93@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mencari data-data analisa penggunaan *jet grout* dalam proyek *The Manhattan Mall & Condominium – Medan*. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh analisa hubungan antara nilai SPT N dengan penggunaan *jet grout* serta alasan kegagalan pekerjaan *jet grout* dalam proyek, data diperoleh dari hasil geoteknik tanah dan laporan hasil penyelidikan. Sebagai bagian dari perencanaan pembangunan *The Manhattan Mall & Condominium – Medan*, sangat penting untuk mengetahui profil serta karakteristik tanah pada lokasi dimana bangunan tersebut akan didirikan. Karena itu, perlu untuk melakukan penyelidikan tanah sebagai bagian dari perhitungan untuk meningkatkan tingkat kesuksesan dalam pekerjaan *jet grout* pada saat *grouting* dilakukan. Data dari hasil penyelidikan tanah ini adalah untuk member informasi yang penting pada pemilik dan perencana, agar dapat mengurangi resiko kegagalan dalam penggunaan mesin *jet grout*.

Kata kunci : *Analisa kegagalan pekerjaan jet grout*

Abstract

This study's purposes to find data about jet grout usage on The Manhattan Mall & Condominium project – Medan. This study is done to gather a relationship between SPT N value to jet grout usage also the failure reason, this data is the result of the earth geotechnical and ground study report. As a part of the development planning The Manhattan Mall & Condominium – Medan, very important to know the profile and the characteristic of the soil at the site where the bulding will be builded. Therefore, it is necessary to study the soil as a calculate and to uo the success rate of jet grout usage when grouting. Data from study result of the soil is to get important information to the owner and planners to decrease the usage of jet grout machine.

Keywords : *Analysis of jet grout usage failure.*

1. Pendahuluan

Kota Medan memiliki luas 26.510 hektare (265,10 km²) atau 3,6% dari keseluruhan wilayah Sumatera Utara. Dengan demikian, dibandingkan dengan kota/kabupaten lainnya, Medan memiliki luas wilayah yang relatif kecil dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Secara geografis kota Medan terletak

pada 3° 30' – 3° 43' Lintang Utara dan 98° 35' - 98° 44' Bujur Timur. Untuk itu topografi kota Medan cenderung miring ke utara dan berada pada ketinggian 2,5 - 37,5 meter di atas permukaan laut.

Dikarenakan Medan merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia maka pembangunan di kota Medan juga termasuk dalam pengembangan baik itu

pendidikan, industri, dan perdagangan. Karena kota Medan adalah salah satu kota terbesar di Indonesia pastilah penduduk kota Medan sangat banyak. Dikarenakan penduduk yang banyak maka permintaan akan tempat tinggal maupun pusat perbelanjaan meningkat. Karena itulah maka *PT. Greenland Garden Reality* membuat proyek pembangunan *The Manhattan Mall and Condominium*.

Proyek ini dibangun pada persimpangan jalan Gatot Subroto dan jalan Gagak Hitam karena dianggap merupakan titik strategis untuk tempat industri maupun hunian. Proyek pembangunan *The Manhattan Mall and Condominium* baru dimulai pada Februari 2014 dan masih dalam tahap pembangunan pondasi. Pondasi terdiri dari berbagai jenis diantaranya: Pondasi batu kali, Pondasi telapak, Pondasi tapak, Pondasi plat beton lajur, Pondasi cakar ayam, dan Pondasi tiang (*pile*). Proyek pembangunan *The Manhattan Mall and Condominium* menggunakan pondasi tiang ataupun *Bored Pile*.

Tentu saja dalam pembangunan *condominium* maupun *mall* membutuhkan *basement* baik digunakan sebagai lahan parkir maupun lahan usaha. Perkembangan teknologi yang semakin pesat ditujukan untuk kesejahteraan manusia. Pemikiran-pemikiran yang baru terus dikembangkan, dan diusahakan penerapannya untuk hidup yang lebih mudah. Demikian juga dalam bidang pembuatan *basement*, perkembangan alat-alat canggih hasil teknologi mutakhir terus dilakukan untuk menghadapi hambatan-hambatan dalam pengerjaan tanah dengan segala kondisi yang ada agar pengerjaannya lebih mudah.

Sebab itu penggunaan teknologi mutakhir sebagai alternatif pemecahannya merupakan suatu hal yang sangat wajar dan tepat. Teknologi *jet grouting* mencoba untuk mempermudah dalam menghadapi permasalahan tanah yang sulit. Tetapi dalam penerapan penggunaan *jet grout*

ada banyak sekali masalah yang sering timbul baik saat pengerjaan sebelum pengerjaan maupun sesudah pengerjaan. Masalah yang paling susah diselesaikan adalah ketika hasil kerja digali dan ditemukan ada lubang yang menyebabkan *jet grouting* gagal. Hal tersebut bisa dikarenakan kurangnya pengetahuan akan cara pengerjaan maupun kondisi tanah. Hal ini biasanya terjadi karena tidak adanya *bored log* sehingga menyebabkan para pekerja hanya melakukan pekerjaannya secara *standart* tanpa mengetahui kondisi tanah. Maka itu sangat pentinglah pemeriksaan kondisi tanah terlebih dahulu seperti *bored log* untuk mengetahui *SPT (Standart Penetration Test) N* dan kondisi tanah tersebut sehingga bisa diketahui kondisi tanah bila *N* masi dibawah 40 maka bisa terlebih dahulu dilakukan *treatment* pada tanah sehingga tidak terjadi kegagalan maupun penggunaan semen berlebih.

Di dalam pelaksanaan pekerjaan *jet grouting* terdapat beberapa permasalahan. Maka masalah-masalah tersebut dapat kita indentifikasikan sebagai berikut:

1. Penyetingan mesin jet grouting
2. Persiapan lahan jet grout
3. Kerusakan mesin
4. Pekerjaan yang gagal

Diharapkan tulisan ini dapat mengembangkan wawasan dan pengetahuan dalam teknologi dalam pembuatan *basement*, khususnya mengenai *jet grouting* yaitu tentang kegunaan, metode/cara kerja, peralatan, penggunaan, pelaksanaan, dan hasil yang didapat. Sehingga penggunaannya dapat dijadikan salah satu alternatif pertimbangan yang efektif.

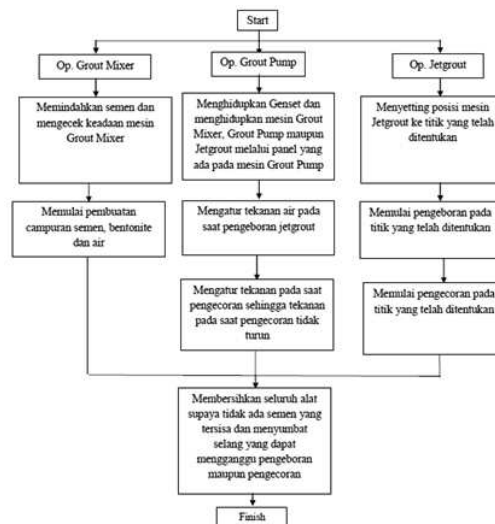
Grouting adalah suatu proses pen campuran antara semen dan air yang diinjeksikan dengan tekanan ke dalam rongga, pori, rekahan, dan retakan batuan yang selanjutnya cairan tersebut dalam waktu tertentu menjadi padat secara fisika maupun kimia. Manfaat dari suatu pekerjaan *grouting* antara lain adalah:

1. Menahan aliran air dan mengurangi rembesan
2. Memperkuat tanah dan batuan
3. Mengisi rongga dan celah pada tanah dan batuan sehingga menjadi padat
4. Memperbaiki kerusakan struktur
5. Meningkatkan kemampuan tiang pancang
6. Menghindarkan dari material fluida yang dapat merusak tanah atau batuan

Jet Grouting dilakukan dengan cara mengikis tanah menggunakan *jet* bertekanan tinggi dan injeksi serentak ke dalam tanah yang terganggu dengan *jet* monitor. *Grouting* tipe ini juga dapat digunakan untuk melakukan penyemenan di sekeliling tiang atau pondasi.

Teknologi ini menggunakan tekanan dan kecepatan yang tinggi (180-230 m/s) pada air/*grouting* dengan diameter jet antara 2 sampai 6 mm, secara tegak lurus terhadap batang bor. Sesuai dengan kebutuhan, sewaktu penginjeksian pipa dapat diputar maupun tidak. Aksi *grouting* dari jet ini didasarkan pada kecepatannya yang tinggi, energi kinetiknya berkisar antara 13 sampai 130 kN.m/s. Energi kinetik meningkat pada mulut pipa, di dalam batang bor/*jetting*. Energi potensial yang sesuai diberikan ketika grout dipompa pada tekanan setinggi 25 sampai 50 MPa. Ketika *grout* melewati mulut pipa pada kecepatannya yang tinggi, seluruh energi potensialnya telah berubah ke energi kinetik jet. Oleh karena itu:

1. Tekanan tidak diberikan ke tanah, dan
2. *Jet grouting* mengubah tekanan grout yang tinggi menjadi kecepatan yang tinggi



Gambar 1.1 Diagram Alir Pengerjaan Jetgrout

2. Metodologi

Data-data yang didapatkan untuk mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Primer yaitu data yang diperoleh atau dikumpulkan peneliti secara langsung dari sumber datanya. Data primer disebut juga sebagai data asli yang memiliki sifat *up to date*. Teknik yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data primer antara lain observasi, dan diskusi.
2. Data Sekunder yaitu data yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah ada (peneliti sebagai tangan kedua). Data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, laporan, jurnal, dan lain-lain.

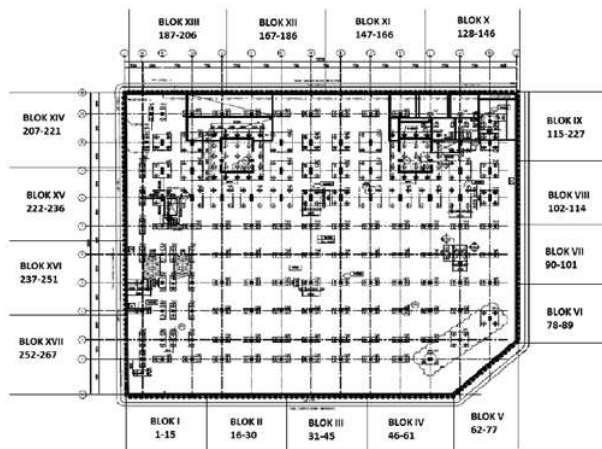
Dalam penelitian ini masalah yang akan dibahas adalah hal yang menyebabkan sukses maupun kegagalan dalam pekerjaan *grouting*. Apabila kondisi tanah tidak mendukung dan nilai SPT N tidak sesuai dengan *standart* yang ada dan metode pekerjaan yang tidak mengikuti standar pengerjaan. Inilah masalah utama dalam pekerjaan *jet grouting* tersebut. Sehingga peneliti menganalisa apa penyebab terjadinya

kegagalan yang terjadi dalam pekerjaan *jet grouting* serta cara memperbaiki grouting yang telah gagal.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Lokasi Pekerjaan *Jet Grout*

Lokasi penelitian penggunaan mesin *jetgrout* dilakukan di daerah yang akan dilakukan pembuatan basement pada sebuah *condominium*. Area keseluruhan diperkirakan memiliki panjang 102,134 m, dan dengan lebar 85.516 m. Titik pengerjaan *jetgrout* memiliki posisi yang berdekatan sehingga memiliki nilai SPT N yang relatif sama. Pada kesempatan ini peneliti akan meneliti hubungan antara nilai SPT N dengan pengerjaan mesin *jetgrout*.



Gambar 3.1 Lokasi Pekerjaan *Jet Grout*

Tabel 3.1 Laporan Pekerjaan pada Blok I

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
1	30 sec / 5 cm	Berhasil	-
2	15 sec / 5 cm	Berhasil	-
3	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
4	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
5	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
6	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
7	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
8	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
9	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
10	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
11	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
12	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
13	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
14	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
15	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m

(Sumber: Survey Lapangan),

Pada blok I terlihat bahwa ada 12 titik pekerjaan grouting gagal dan hanya 3 titik yang berhasil

Tabel 3.2 Laporan Pekerjaan pada Blok II

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
16	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
17	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
18	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
19	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
20	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
21	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
22	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
23	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
24	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
25	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
26	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
27	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
28	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
29	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
30	25 sec / 5 cm	Berhasil	-

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok II terlihat bahwa ada 13 titik pekerjaan grouting gagal dan hanya 2 titik yang berhasil.

Tabel 3.3 Laporan Pekerjaan pada Blok III

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
31	15 sec / 5 cm	Berhasil	-
32	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
33	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
34	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
35	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
36	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
37	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
38	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
39	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
40	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
41	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
42	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
43	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
44	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
45	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok III terlihat bahwa 14 titik pengerjaan jet grouting gagal dan hanya 1 yang berhasil.

Tabel 3.4 Laporan Pekerjaan pada Blok IV

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
46	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
47	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
48	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
49	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
50	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
51	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
52	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
53	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
54	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
55	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
56	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
57	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
58	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
59	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
60	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
61	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.00 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok IV terlihat bahwa semua pengerjaan jet grouting gagal.

Tabel 3.5 Laporan Pekerjaan pada Blok V

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
62	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
63	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
64	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
65	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
66	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
67	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
68	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
69	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
70	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
71	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
72	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
73	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
74	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
75	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
76	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
77	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.00 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok V terlihat bahwa ada 13 titik gagal dan hanya 3 titik yang berhasil.

Tabel 3.6 Laporan Pekerjaan pada Blok VI

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
78	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
79	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
80	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
81	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
82	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
83	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
84	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
85	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
86	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
87	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
88	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.00 m
89	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok VI terlihat bahwa semua pengerjaan jet grouting gagal.

Tabel 3.7 Laporan Pekerjaan pada Blok VII

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
90	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
91	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
92	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
93	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
94	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
95	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
96	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
97	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
98	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
99	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
100	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
101	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok VII terlihat bahwa semua pengerjaan jet grouting gagal.

Tabel 3.8 Laporan Pekerjaan pada Blok VIII

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
102	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
103	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
104	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
105	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
106	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
107	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
108	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
109	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.00 m
110	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
111	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
112	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
113	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
114	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok VIII terlihat bahwa ada 11 titik gagal dan hanya 2 titik yang berhasil.

Tabel 3.9 Laporan Pekerjaan pada Blok IX

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
115	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.00 m
116	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
117	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
118	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
119	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
120	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
121	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
122	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
123	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
124	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
125	15 sec / 5 cm	Berhasil	-
126	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
127	30 sec / 5 cm	Berhasil	-

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok IX terlihat bahwa ada 10 titik gagal dan hanya 3 titik yang berhasil.

Tabel 3.10 Laporan Pekerjaan pada Blok X

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
128	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
129	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
130	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
131	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
132	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
133	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
134	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
135	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
136	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
137	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
138	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
139	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
140	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
141	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
142	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
143	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
144	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
145	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
146	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok X terlihat bahwa ada 18 titik gagal dan hanya 1 titik yang berhasil.

Tabel 3.11 Laporan Pekerjaan pada Blok XI

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
147	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
148	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
149	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
150	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
151	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
152	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
153	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
154	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
155	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
156	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
157	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
158	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
159	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
160	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
161	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
162	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.50 m
163	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
164	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
165	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
166	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok XI terlihat bahwa semua pengerjaan jet grouting gagal.

Tabel 3.12 Laporan Pekerjaan pada Blok XII

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
167	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
168	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
169	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
170	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
171	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
172	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
173	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
174	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
175	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
176	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
177	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.00 m
178	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
179	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
180	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
181	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
182	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
183	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
184	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
185	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
186	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok XII terlihat bahwa ada 17 titik gagal dan hanya 3 titik yang berhasil.

Tabel 3.13 Laporan Pekerjaan pada Blok XIII

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
187	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
188	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
189	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
190	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
191	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
192	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
193	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
194	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
195	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
196	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
197	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
198	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
199	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
200	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
201	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
202	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
203	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
204	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
205	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
206	25 sec / 5 cm	Berhasil	-

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok XIII terlihat bahwa ada 16 titik gagal dan hanya 4 titik yang berhasil.

Tabel 3.14 Laporan Pekerjaan pada Blok XIV

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
207	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
208	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
209	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
210	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
211	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
212	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
213	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
214	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
215	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
216	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
217	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
218	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
219	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
220	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
221	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok XIV terlihat bahwa ada 14 titik gagal dan hanya 1 titik yang berhasil.

Tabel 3.15 Laporan Pekerjaan pada Blok XV

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
222	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
223	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
224	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
225	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
226	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
227	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
228	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
229	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
230	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
231	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
232	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
233	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
234	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
235	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
236	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok XV terlihat bahwa ada 13 titik gagal dan hanya 2 titik yang berhasil.

Tabel 3.16 Laporan Pekerjaan pada Blok XVI

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
237	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
238	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
239	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
240	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
241	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
242	15 sec / 5 cm	Berhasil	-
243	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
244	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
245	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
246	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
247	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
248	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
249	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
250	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
251	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok XVI terlihat bahwa ada 13 titik gagal dan hanya 3 titik yang berhasil.

Tabel 3.17 Laporan Pekerjaan pada Blok XVII

Titik Pekerjaan	Lifting Speed	Hasil	Keterangan
252	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
253	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
254	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
255	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
256	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
257	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
258	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
259	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
260	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
261	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.50 m
262	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 7.00 m
263	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 6.00 m
264	15 sec / 5 cm	Gagal	Gagal pada kedalaman – 5.50 m
265	15 sec / 5 cm	Berhasil	-
266	25 sec / 5 cm	Berhasil	-
267	25 sec / 5 cm	Berhasil	-

(Sumber: Survey Lapangan)

Pada blok XVII terlihat bahwa ada 13 titik gagal dan hanya 3 titik yang berhasil.

B. Analisa Atas Kegagalan Pekerjaan Jet Grout

Dari pelaksanaan pekerjaan jet grout yang telah ada di lapangan maka dapat kita lihat bahwa:

1. Pekerjaan jet grout yang berhasil ada 235 titik, atau 88%
2. Pekerjaan Jet grout yang gagal ada 32 titik, atau 12 %
3. Rata rata kedalaman gagalnya pekerjaan jetgrout adalah antara - 5.5 m sampai dengan – 7 m

Hal tersebut bisa terjadi karena nilai SPT N dari tanah yang dikerjakan dibawah 40 sehingga menyebabkan gagalnya pekerjaan.

C. Analisa Menurut Hasil Uji SPT

Dari hasil uji nilai SPT N dapat diketahui bahwa kondisi, komposisi hingga warna tanah. Dimana hal tersebut merupakan yang terpenting dari pekerjaan jetgrouting untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Berikut keterangan dari hasil drilling log pada proyek:

1. Pada ketinggian 0 m adalah tanah liat berdebu berwarna coklat ke abu-abuan

2. Pada kedalaman -1.00 hingga -3.00 m dapat dilihat bahwa nilai N dari titik tersebut sekitar 11 dan tanah tersebut terdiri dari pasir dengan sedikit tanah liat berwarna abu abu. Pada kedalaman ini pekerjaan jetgrout akan menggunakan bahan lebih banyak dikarenakan pori pori tanah besar dan menyebabkan bahan grouting akan mengalir dengan gampangya melewati lubang yang telah di bor dan juga menyebabkan tanahnya longsor sehingga pekerjaan jet grouting menjadi sia sia karena titik yang telah di grout ditutup kembali oleh pasir yang ada di dalam tanah.
3. Pada kedalaman -3.00 m hingga -5.00 m diketahui nilai N sekitar 13 dan terdiri dari tanah liat yang berlumpur dengan warna coklat ke abu-abuan. Pada kedalaman ini juga penggunaan bahan grouting akan melebihi standar dikarenakan tanah juga memiliki pori pori yang besar.
4. Pada kedalaman -5.00 m hingga -6.00 m diketahui nilai N sekitar 4 dan terdiri dari tanah liat yang berdebu dengan warna abu abu tua. Pada kedalaman ini bahan grouting yang akan digunakan akan lebih banyak dibanding dengan kedalaman sebelumnya karena pada titik ini rongga pori tanah pada kedalaman ini lebih besar dari kedalaman sebelumnya sehingga menyebabkan penggunaan bahan harus lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus.
5. Pada kedalaman -6.50 m hingga -10.00 m diketahui nilai N sekitar 18 dan terdiri dari pasir dengan sedikit tanah liat dengan lumpur dengan warna abu abu tua. Pada kedalaman ini juga penggunaan bahan grouting akan melebihi standart dikarenakan tanah juga memiliki pori pori yang besar.
6. Pada kedalaman -10.00 m hingga -12.00 m diketahui nilai N sekitar 13 dan terdiri dari pasir dengan sedikit tanah liat dengan lumpur dengan warna abu abu tua. Pada kedalaman ini juga penggunaan bahan grouting akan melebihi standart dikarenakan tanah juga memiliki pori pori yang besar.
7. Pada kedalaman -12.00 m hingga -15.00 m diketahui nilai N sekitar 2 dan terdiri dari tanah liat yang berlumpur dengan warna abu abu muda. Pada kedalaman ini bahan grouting yang akan digunakan akan lebih banyak dibanding dengan kedalaman sebelumnya karena pada titik ini rongga pori tanah pada kedalaman ini lebih besar dari kedalaman sebelumnya sehingga
8. menyebabkan penggunaan bahan harus lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus.
9. Pada kedalaman -15.00 m hingga -16.50 m diketahui nilai N sekitar 3 dan terdiri dari tanah liat yang berlumpur dengan warna abu abu. Pada kedalaman ini bahan grouting yang akan digunakan akan lebih banyak dibanding dengan kedalaman sebelumnya karena pada titik ini rongga pori tanah pada kedalaman ini lebih besar dari kedalaman sebelumnya sehingga menyebabkan penggunaan bahan harus lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih bagus.
10. Pada kedalaman -16.50 m hingga -17.50 m diketahui nilai N sekitar 12 dan terdiri dari pasir dengan warna abu abu. Pada kedalaman ini juga penggunaan bahan grouting akan melebihi standart

dikarenakan tanah juga memiliki pori pori yang besar.

11. Pada kedalaman -17.50 m hingga -20.00 m diketahui nilai N sekitar 41 hingga 50 yang terdiri dari pasir dengan butiran kasar dengan warna abu abu tua. Dan tanah dengan nilai N inilah yang penggunaan bahan grouting tidak melebihi standart dikarenakan nilai N yang pas dan juga pori pori tanah tidak terlalu besar dengan kepadatan yang sangat padat.

D. Analisa Menurut Porositas tanah

Dari laporan *drilling log* telah dapat dilihat bahwa secara keseluruhan tanah dari kedalaman -0.00 m hingga -18.00 m merupakan pasir, tanah liat, maupun lumpur. Dimana pasir, tanah liat, dan juga lumpur memiliki tingkat porositas yang tinggi yang tinggi. Sehingga menyebabkan bahan grout yang telah di tembakkan dengan kecepatan yang tinggi itu mengalir keluar dari target yang akan dilakukan *grouting*. Hal tersebut terlihat dari saat pekerjaan dimana *spoil* dari grouting keluar banyak dan mengalir kembali keatas permukaan tanah.

E. Material Dalam Pekerjaan Jetgrout

Material yang dipakai dalam proyek adalah tipe semen PC karena dianggap paling sesuai untuk proses pembuatan basement. Dari standart yang ada maka dapat dilihat hasil kerja jetgrout di proyek apakah telah sesuai dengan standart ataupun belum.

Volume CCP pada proyek adalah: Kedalaman pengecoran jet grout adalah = 18 dengan diameter sekitar 50 cm = 0,5 m jadi $r = 0,25$ cm

$$\begin{aligned} V &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times (0,25)^2 \times 18 \\ &= 3,5225 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Diketahui bahwa volume CCP yang digunakan pada proyek adalah sekitar

352.25 m³. Penggunaan bahan pada proyek adalah:

1. semen sekitar 50-75 sak (40 Kg/sak)
2. bentonite 1-2 sak (25 Kg/sak)

Jadi penggunaan bahan pada proyek adalah

1. semen 75 sak x 40 kg/sak = 3.000 kg
2. bentonite 2 sak x 25 kg/sak = 50 kg

Dari standar dapat dihitung standart penggunaan yang bagus untuk pembuatan CCP dengan semen tipe PC adalah:

1. semen 760 kg/m³ x 3,5225 m³ = 2677.1 kg
2. bentonite 12 kg/m³ x 3,5225 m³ = 42.27 kg

Dari penggunaan bahan semen dan additive dalam pekerjaan jet grouting dalam proyek sudah sesuai standar yang telah ditentukan, tetapi penggunaan bahan dalam pekerjaan *jet grouting* tersebut adalah nilai N pada proyek haruslah 40. Jika nilai N dibawah 40 penggunaan semen akan melebihi batas standart dikarenakan rongga tanah yang besar akan longsor kembali dikarenakan bahan akan mengalir melewati rongga tanah yang besar.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisa nilai SPT N dengan hasil pekerjaan *jet grouting* pada proyek *The Manhattan Mall & Condominium* – Medan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi tanah pada proyek secara garis besar dari permukaan tanah hingga dengan kedalaman 18.00 m rata-rata terdiri dari pasir, tanah liat, dan lumpur yang memiliki pori pori yang besar yang dapat menyebabkan kegagalan dalam pekerjaan *jet grouting*.
2. Dari hasil penelitian dilapangan terdapat 235 titik yang gagal

- (88%) serta 32 titik yang berhasil (12%)
3. Jet grouting aman bagi lingkungan, karena umumnya hanya menggunakan campuran air dan semen sebagai bahan dasar grout dengan mengurangi penggunaan bahan grout kimia.
 4. Jet grouting mampu menghancurkan tanah sekitar, baik tanah yang lunak sampai bebatuan yang keras untuk kemudian mencampur dengan grout, sehingga menciptakan kolom atau lapisan yang kuat serta *impermeable*.
 5. Metode dan peralatan yang digunakan dalam *jet grouting* relatif canggih dan mahal, juga penerapannya membutuhkan pengalaman dan keterampilan yang bagus.
 6. Masih diperlukannya sebuah standart pada pekerjaan *jet grouting* pada setiap perusahaan yang menyediakan jasa *jet grouting* supaya tidak mengalami kegagalan dalam pekerjaan yang akan dilakukan.
 7. Nilai SPT N dalam proyek yang baik untuk dilakukan proses *jet grouting* sebaiknya adalah 40.

Daftar Pustaka

Guow Tjie – Liong, Ir. M.Eng. 2016. “Aplikasi *Jet Grouting* untuk Terowongan dan Galian Dalam di Tanah Lunak”

James Kaunang – “Penyelidikan tanah lanjut”

Paulo Croce, Alesandro Flora, Giuseppe Madoni “*Jet grouting Technology, Design, and Control CRC Press (2014)*”

Zupiter, Husin Gunawan. 2001. “Studi Tentang *Jet Grouting* Dalam Rekayasa Geoteknik”

http://www.academia.edu/8880383/penyelidikan_Tanah

<http://harizonaauliarahman.blogspot.com/2012/02/pengenalan-grouting.html>