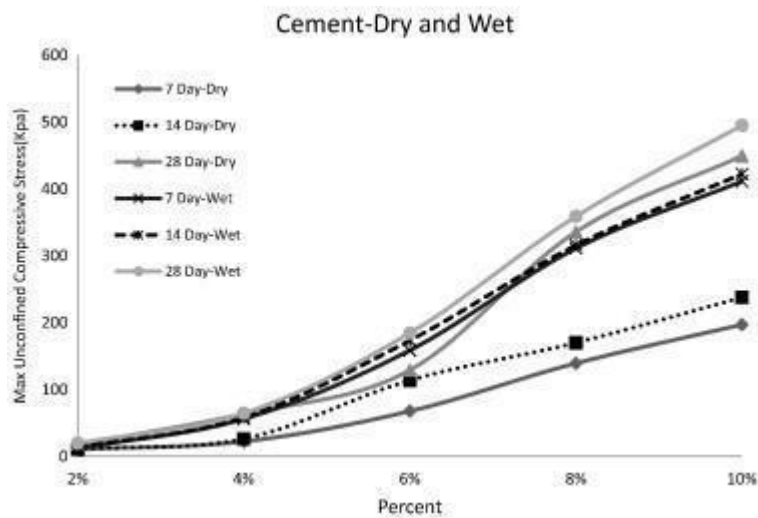


2. STUDI LITERATUR

2.1. Definisi *Soil Cement*

Soil cement adalah campuran antara tanah/agregat, semen, dan air yang akan mengalami pengikatan erat sehingga menjadi padatan yang keras. Dalam arti luas, *soil cement* dapat diartikan sebagai material yang didapat dari pencampuran dari tanah, semen, air, dan zat kimia untuk membentuk suatu karakteristik tertentu. (Adaska W.S.,1990)

Pencampuran *soil cement* ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dalam bentuk kering (*dry*) dan cair (*wet/slurry*). Pada *soil cement dry* menggunakan semen dalam bentuk bubuk langsung dicampur dengan tanah, sedangkan *soil cement slurry* menggunakan semen yang telah dicampur dengan air agar menjadi cairan kemudian dicampur dengan tanah. Tanah yang digunakan dalam percobaan ini memiliki $w_1 = 255\%$ dan $I_p = 122\%$. Perbedaan hasil antara metode *dry* dan *wet* ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Pakbaz M. S. & Farzi M., 2014)



Gambar 2.1 Perbandingan *Unconfined Compressive Stress* Maksimum dengan Persentase Semen dalam Bentuk *Dry* ataupun *Wet* (Pakbaz M. S. & Farzi M., 2014)

2.2. Definisi *Cement Content*

Kadar semen dalam suatu campuran *soil cement* dinyatakan dalam persentase berat atau volume. Kadar semen berdasarkan berat didasarkan pada berat tanah kering yang memiliki rumus sebagai berikut:

$$Cc = \frac{W_{\text{cement}}}{W_{\text{soil-dry}}} \times 100\%$$

Dimana :

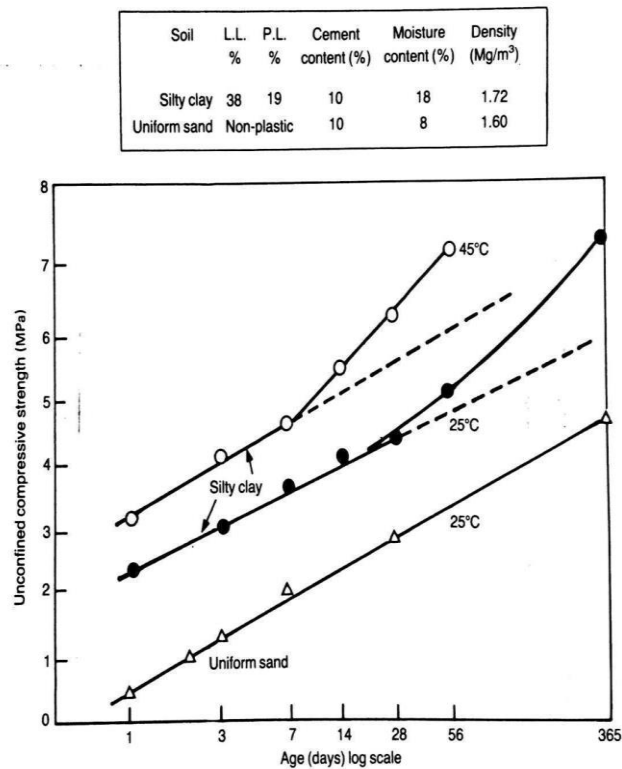
- Cc : *Cement Content* (%)
- W_{semen} : Berat Semen (gram)
- $W_{\text{soil-dry}}$: Berat tanah kering yang di oven (gram)

Kebutuhan semen bervariasi, tergantung pada sifat yang diinginkan dan jenis dari tanah yang dipakai. *Cement content* umumnya berkisar dari yang paling rendah yaitu 4% sampai dengan yang paling tinggi 16% dari berat kering tanah. Secara umum semen yang digunakan ada semen portland tipe I dan II pada tanah yang berjenis liat akan membutuhkan semen yang dibutuhkan semakin banyak untuk membuat *soil cement* (ACI Committee 230, 1997). Dalam *American Concrete Institute (ACI) Committee 230* tercantum tabel mengenai kadar semen yang dibutuhkan sesuai dengan jenis tanah yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

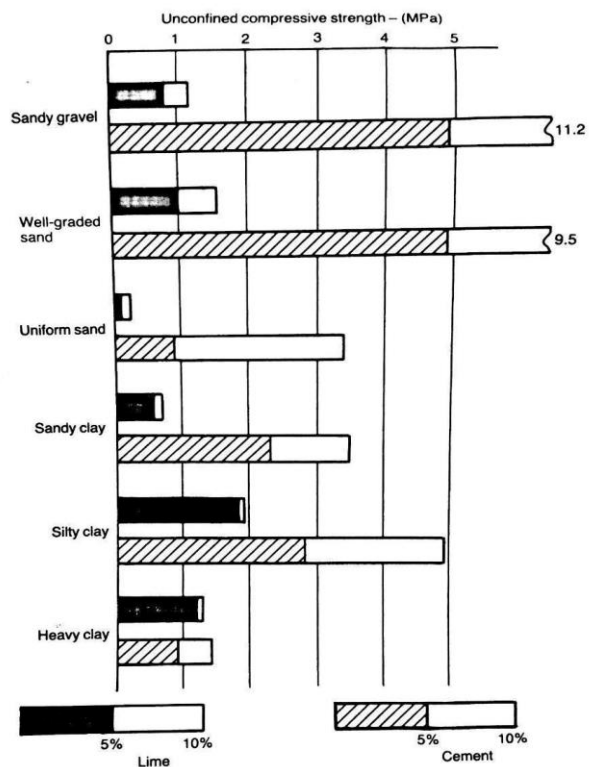
Tabel 2.1 Tabel Kebutuhan Kadar Semen untuk Berbagai Jenis Tanah
(ACI Committee 230, 1997)

Typical cement requirements for various soil types				
AASHTO soil classification	ASTM soil classification	Typical range of cement requirement,* percent by weight	Typical cement content for moisture-density test (ASTM D 558), percent by weight	Typical cement contents for durability tests (ASTM D 559 and D 506), percent by weight
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	3-5	5	3-5-7
A-1-b	GM, GP, SM, SP	5-8	6	4-6-8
A-2	GM, GC, SM, SC	5-9	7	5-7-9
A-3	SP	7-11	9	7-9-11
A-4	CL, ML	7-12	10	8-10-12
A-5	ML, MH, CH	8-13	10	8-10-12
A-6	CL, CH	9-15	12	10-12-14
A-7	MH, CH	10-16	13	11-13-15

Sherwood (1968) juga melakukan percobaan mengenai *unconfined compression strength* terhadap tanah pasir dan lempung kelanauan yang dicampur dengan semen dengan kadar tertentu yang diuji selama satu tahun (Gambar 2.2). Selanjutnya melakukan percobaan yang juga mengenai *unconfined compression strength* dengan berbagai jenis tanah yang dicampur dengan semen atau kapur dengan kadar 5 dan 10 persen untuk semua jenis tanah (Gambar 2.3).



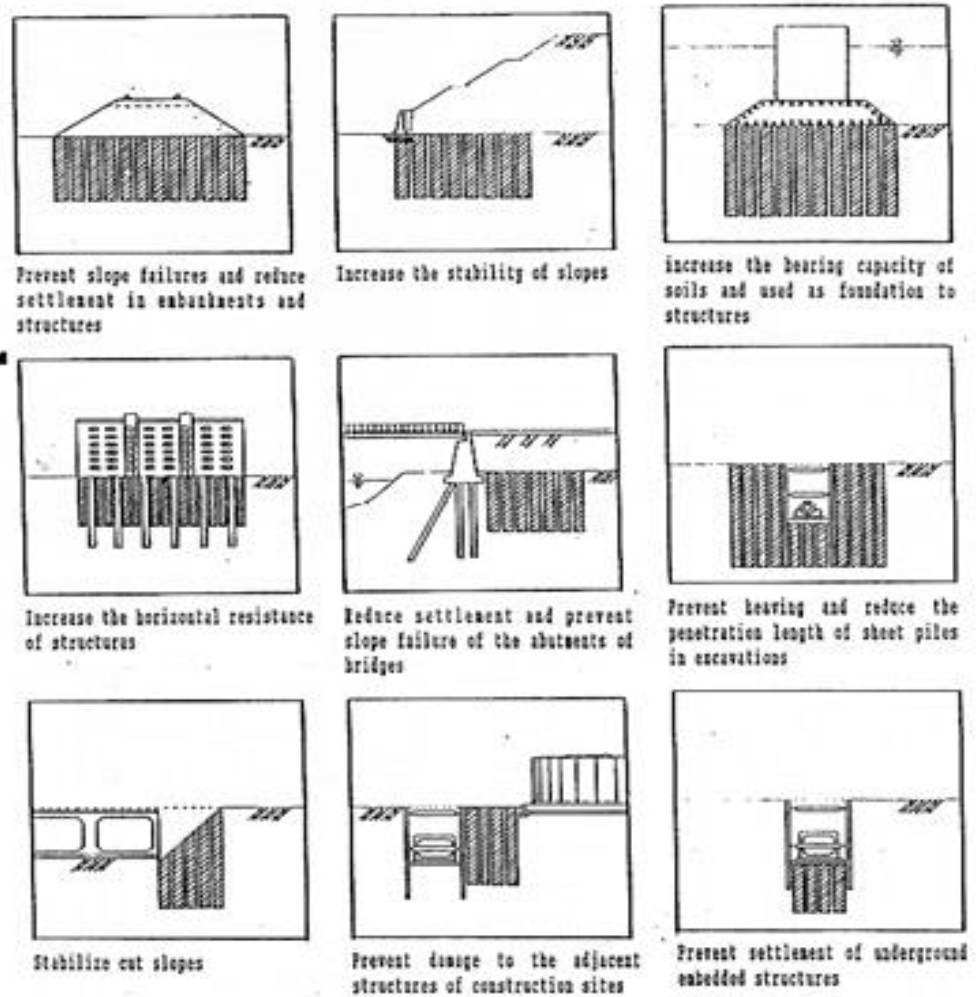
Gambar 2.2 Perbandingan Kekuatan yang Didapat dari Campuran Tanah Pasir dan Lempung Kelanauan dengan Semen (Sherwood, 1968)



Gambar 2.3 Perbandingan Kekuatan yang Didapat Setelah 7 Hari dari Campuran antara Berbagai Jenis Tanah dengan Kadar Semen Sebesar 5% dan 10% (Sherwood, 1968)

2.3. Metode Pembuatan di Lapangan

Dry Jet Mixing Research Group (1984) mengatakan ada beberapa keuntungan yang didapat dari pengaplikasian *Soil Cement Column* yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.

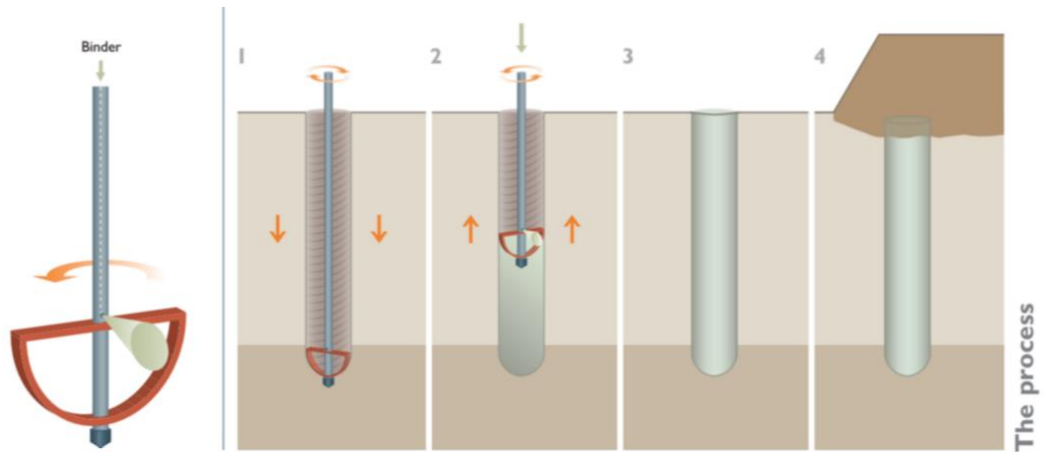


Gambar 2.4 Aplikasi *Soil Cement Column*

Sumber: Law (1989, n.p.)

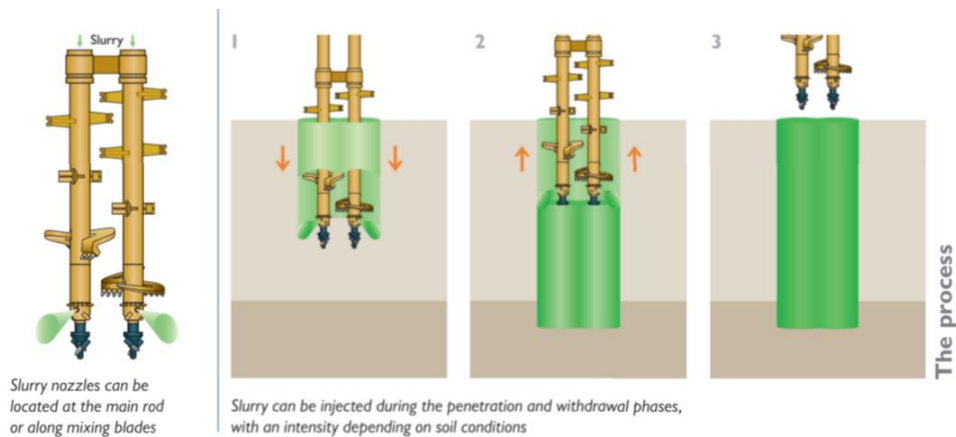
Dalam pengaplikasiannya di lapangan, *soil cement* memiliki bermacam metode, diantaranya adalah metode milik Keller Group dengan menggunakan alat khusus. Keller membaginya menjadi dua, yaitu *dry method* dan *wet method*.

Pada *dry method*, alat bor yang digunakan memiliki lubang kecil di bagian mata bor untuk tempat keluar bubuk semen. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Dry Method* Milik Keller Group

Sedangkan untuk *wet method*, digunakan alat yang berbeda dalam pelaksanaannya. Alat bor yang digunakan memiliki lubang di ujung bor untuk tempat keluarnya cairan semen, dan sayap-sayap yang berfungsi sebagai pengaduk semen cair dengan tanah.



Gambar 2.6 *Wet Method* Milik Keller Group

2.4. Kadar *Fly Ash*

Fly ash (FA) merupakan abu sisa pembakaran batu bara di pembangkit listrik. *Fly ash* telah banyak digunakan untuk menggantikan semen dalam jumlah tertentu. Meskipun begitu, penggunaan *fly ash* dalam industri hanya sekitar 25% dari produksi *fly ash* di seluruh dunia. *Fly ash* pada umumnya berbentuk bulat dan sangat halus $<1\mu\text{m}$ (Rivera et al., 2014).

Fly ash digolongkan menjadi dua, yaitu *fly ash* kelas F dan C. *Fly ash* kelas F merupakan *fly ash* yang mengandung CaO (kalsium oksida) kurang dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran bitumen batu bara.

Sedangkan *fly ash* kelas C merupakan tipe *fly ash* yang mengandung CaO diatas 10% yang dihasilkan dari pembakaran sub-bitumen batubara (batubara muda).

2.5. *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah *admixture* tambahan yang biasa digunakan dalam pembuatan beton mutu tinggi. Sifat-sifat *superplasticizer* diantaranya adalah menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga dapat lebih menyebar, melepaskan air yang terikat dalam kelompok partikel semen untuk menghasilkan daya ikat antar partikel yang lebih kuat. Namun, penggunaan *superplasticizer* perlu disertai dosis yang tepat, karena apabila digunakan secara berlebih terutama saat keadaan *water content* yang tinggi justru dapat menyebabkan terjadinya ketidakseragaman campuran beton dan akhirnya menyebabkan segregasi (Kwan & Fung, 2013).