

Karakteristik Kuat Tarik Belah Campuran Pasir dan Semen Portland Komposit

Aditya Novali¹, Agus Setyo Muntohar²

¹ Mahasiswa, ² Pembimbing, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

1 PENDAHULUAN

Tanah memiliki peran penting di bidang teknik sipil. Pada tanah berbutir kasar termasuk pasir merupakan jenis tanah non kohesif atau lepas antar butirannya. Perbaikan tanah sering dilakukan untuk meningkatkan kuat tekan dan memperbaiki sifat-sifat geoteknik lainnya misalnya plastisitas, ukuran partikel, pemampatan, porositas, kuat geser, dan kuat tarik. Prinsip dasar dari stabilisasi tanah pasir adalah untuk memperbaiki nilai lekatannya yang akan meningkatkan pula kekuatan pasir. Beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Idrus (2011), Hatmoko (2008), Wahyuni (2011), dan Muntohar (2011), stabilisasi pasir dapat dilakukan dengan bahan kimia seperti semen, *clean set cement* dan campuran kapur-abu sekam padi. Stabilisasi dengan menggunakan *clean set cement* adalah metoda stabilisasi tanah lunak menggunakan semen khusus dengan mekanisme kerja stabilisasi proses hidrasi pengerasan tanah.

Pada tanah pasir yang distabilisasi dengan semen, Hatmoko (2008) dan Wahyuni (2011) menyebutkan bahwa peningkatan kuat geser maupun kuat tekannya menunjukkan perilaku yang kompleks yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang antara lain: sifat-sifat kimia tanah, sifat-sifat fisik tanah, jumlah semen didalam tanah, porositas, dan kadar air tanah pada saat dilakukan pemadatan. Pencampuran 8-10% semen dalam pasir mampu meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat geser tanah pasir.

Dalam SNI-03-3440-1994, pasir yang distabilisasi dengan semen Portland dapat

yaitu sebagai penahan beban lalu lintas yang diterima lapis permukaan, untuk kemudian diteruskan sampai ke lapis tanah dasar (subgrade). Salah satu permasalahan lapis fondasi adalah retak akibat beban lalu lintas. Kondisi ini terjadi karena rendahnya kuat tarik dari lapis fondasi tersebut. Namun kebanyakan kajian stabilisasi pasir (Lampiran A) masih terbatas pada kuat tekan, kuat geser, dan kuat dukung (nilai CBR). Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kuat tarik belah tanah pasir yang distabilisasi dengan semen Portland.

Kajian awal yang dilakukan oleh Hemeto (2011) terhadap kuat tarik tanah lempung, menyebutkan bahwa nilai kuat tarik selain dipengaruhi oleh komposisi campuran bahan semen juga dipengaruhi oleh ukuran diameter (D) dan tinggi (H) benda uji. Sehingga secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh ukuran diameter dan tinggi benda uji terhadap nilai kuat tarik belah pasir yang distabilisasi dengan semen Portland.

2 METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini pengujian utama yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji pasir semen yang berbentuk silinder. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan lingkup penelitian sebagai berikut :

1. Pengujian utama berupa uji kuat tarik belah (*splitting-tensile strength test*) yang diadopsi dari SNI 03-2491-2002 tentang metode pengujian kuat tarik belah beton. Cara pada pengujian

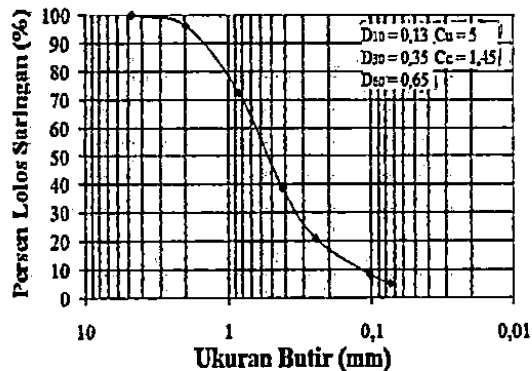
tarik belah pada tanah pasir belum mempunyai standart pengujian yang baku.

2. Semen Portland yang digunakan adalah jenis semen Portland komposit yang mudah diperoleh di pasaran. Jumlah atau kadar semen untuk stabilisasi dibuat tetap yaitu 10% dari berat kering total.
3. Pembuatan benda uji dilakukan pada kondisi berat volume kering dan kadar air optimum yang diperoleh dari pemadatan Proctor standar tanah pasir.
4. Pengujian dilakukan pada umur benda uji 7 hari.
5. Pengaruh retak pada benda uji selama pembebanan tidak dibahas dalam penelitian ini.

2.1 Bahan

a. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah pasir yang diambil dari Sungai Progo, Kulon Progo, Yogyakarta. Distribusi ukuran butir tanah hasil analisis saringan ditunjukkan oleh Gambar 1. Pasir yang digunakan merupakan pasir bergradasi buruk dengan symbol *SP* (Lampiran B) menurut sistem klasifikasi *USCS*. Beberapa hasil pengujian awal yang dilakukan terhadap tanah pasir dapat ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Kurva ukuran butir tanah.

Tabel 1 Sifat-sifat fisik tanah pasir

Parameter	Hasil
Berat Jenis, G_s	2,65
Ukuran partikel Lanau/lempung	5 %
	95 %

Pemadatan Proctor Standar:

Berat volume kering maksimum	2,0 g/cm ³
Kadar air optimum	13,4%
Klasifikasi Tanah <i>USCS</i>	<i>SP</i>

b. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland komposit jenis yang diproduksi oleh PT. Indocement Tunggul Perkasa Tbk. Semen jenis ini mudah diperoleh dan banyak tersedia di pasaran. Hasil pengujian yang dilakukan oleh PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. dapat dilihat pada Tabel B.1 dalam Lampiran B.

2.2 Alat

a. Mesin Penekan

Alat utama yang digunakan untuk uji kuat tarik belah adalah mesin penekan yang tersusun dari cincin beban (*proving ring*) dan piston penekan, piston penggerak, pengatur kecepatan pembebanan, dan motor penggerak (Gambar C.1 Lampiran C). Untuk mengukur perubahan ukuran benda uji dipasang tiga penolok ukur (*dial gauge*) yaitu satu unit pada arah vertikal dan dua unit pada arah horizontal. Dalam SNI 03-2491-2002, pemasangan penolok ukur arah horizontal dimaksudkan untuk mengukur deformasi kuat tarik belah horizontal pada benda uji selama pembebanan dengan pembacaan per 10 detik. Dengan persamaan rumus:

$$\sigma = \frac{2P}{DH}$$

dengan :

σ = kuat tarik (kPa),

P = beban maksimum saat runtuh (N),

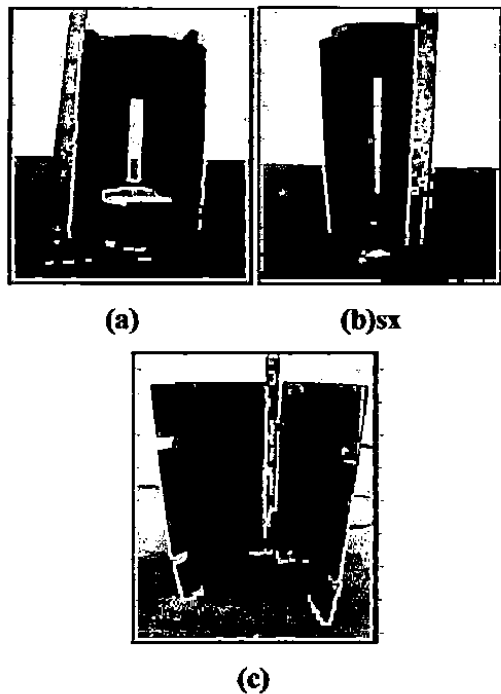
H = tinggi rata-rata dari benda uji (mm),

D = diameter benda uji (cm)

b. Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji berbentuk silinder yang terbuat dari pelat besi baja. Cetakan ini dibuat terbelah (*splitting mould*) guna memudahkan untuk mengeluarkan benda uji setelah dicetak. Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran diameter 50 mm, 70 mm dan 110

mm. Cetakan dilengkapi dengan silinder pejal yang berfungsi sebagai penutup bawah dan penekan di bagian atas (Gambar 1).



Gambar 2 Cetakan benda uji yang digunakan (a) diameter 50 mm, (b) diameter 70 mm, (c) diameter 110 mm.

2.3 Rancangan dan Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan tiga ukuran diameter (D) berbeda yaitu 50 mm, 70 mm, dan 110 mm, dan masing-masing memiliki variasi tinggi (H) $0,5D$; $1,0D$; $1,5D$; dan $2,0D$. Benda uji tersebut dibuat dalam nilai berat volume dan kadar air yang sama yaitu pada nilai berat volume kering maksimum $\gamma_{d(max)} = 2,0 \text{ g/cm}^3$ dan kadar air optimum $w_{opt} = 13,4\%$. Kedua nilai $\gamma_{d(max)}$ dan w_{opt} diperoleh dari pemadatan Proctor standar. Dari SNI 03-1743-1989, Jumlah massa campuran dalam benda uji dalam kondisi kering dihitung dengan menggunakan Persamaan 1, yaitu :

$$W = \left(\frac{1}{4} \pi D^2 H \right) \times \gamma_{d(max)} \quad (1)$$

dengan

W = berat total benda uji (g),

D = diameter benda uji (cm),

$\gamma_{d(max)}$ = berat volume kering maksimum (g/cm^3).

Masing-masing benda uji dicampur dengan semen sebanyak 10% dari berat kering total W . Sehingga rasio campuran pasir dan semen dalam benda uji adalah 90% pasir : 10% semen. Kadar semen sebanyak 10% ini mengacu pada hasil penelitian oleh Hatmoko (2008) dan Wahyuni (2011). Air yang ditambahkan adalah sebanyak 13,4% dari berat kering total campuran.

Untuk membuat benda uji, pasir disiapkan dalam keadaan kering oven dan lolos saringan No. 4. Bahan campuran berupa pasir dan semen ditimbang sesuai rancangan campuran yang telah ditentukan untuk masing-masing ukuran benda uji. Pasir dan semen dicampur dan diaduk hingga merata selama 15 menit. Kemudian sejumlah air diberikan dalam campuran pasir dan semen, dan diaduk hingga menjadi adonan yang merata. Setelah itu, adonan dimasukkan ke dalam cetakan silinder secara bertahap masing-masing sebanyak $1/3$ bagian untuk dipadatkan. Pemadatan dilakukan hingga semua bahan yang telah dicampurkan memenuhi dengan diameter dan tinggi yang direncanakan. Setelah itu benda uji dikeluarkan dari cetakan dengan perlahan dan hati-hati, kemudian disimpan pada suhu ruangan dan dibungkus plastik untuk mengantisipasi pengurangan kadar air yang berlebihan selama masa perawatan benda uji selama 7 hari (Gambar C.2 pada Lampiran C).

2.4 Pengujian Benda Uji

Uji kuat tarik belah dilakukan setelah benda uji berumur 7 hari. Sebelum pengujian, diameter dan tingi serta berat benda uji diukur terlebih dahulu. Benda uji dipasang pada alat tekan dengan posisi horisontal. Benda uji dan pelat perata beban diatur sedemikian rupa sehingga tepat berada di bawah piston penekan (Gambar C.3 pada Lampiran C). Di bagian atas sepanjang benda uji dipasang batang kayu berukuran lebar 10 mm dan tebal 10 mm yang berfungsi sebagai landasan

jarum arloji ukur beban pada cincin beban dan jarum arloji deformasi diatur pada angka nol. Beban aksial diterapkan dengan kecepatan pembebanan 5 mm/menit hingga benda uji mengalami keruntuhan. Arloji beban dan perubahan benda uji dicatat setiap interval waktu 10 detik. Pengujian dihentikan setelah benda uji mengalami retak atau jarum arloji beban mengalami penurunan. Beban maksimum yang ditunjukkan arloji beban ditentukan untuk penghitungan kuat tarik. Dasi SNI 03-2491-2002, Nilai kuat tarik belah tersebut dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 :

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi.H.D} \quad (2)$$

dengan :

σ_t = kuat tarik (kPa),

P = beban maksimum saat runtuh (N),
H = tinggi rata-rata dari benda uji (mm),
D = Diameter dari benda uji (mm).

Setelah pengujian, pengujian kadar air benda uji dilakukan dengan cara mengambil sejumlah contoh dari benda uji tersebut. Foto benda uji setelah pengujian disajikan pada Lampiran D.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 menyajikan hasil pengujian kuat tarik untuk setiap ukuran benda uji. Secara umum dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik pasir yang tersementasi bervariasi yang bergantung pada diameter dan tinggi benda uji. Pengaruh ukuran diameter dan tinggi benda uji dibahas berikut ini.

Tabel 2 Hasil kuat tarik belah untuk berbagai ukuran diameter benda uji

Diameter		Kuat Tarik Belah (kPa)			
D (mm)	H/D	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Rata-rata
50	0,5	458,80	545,61	409,46	471,29
	1	288,34	95,58	30,20	138,04
	1,5	172,23	200,64	270,51	214,46
	2	52,68	44,22	51,82	49,57
70	0,5	263,698	254,541	303,674	273,971
	1	177,631	300,570	96,891	191,697
	1,5	152,655	162,716	147,816	154,395
	2	95,767	167,637	85,434	116,279
110	0,5	523,271	620,016	819,341	654,210
	1	377,293	453,513	237,126	355,977
	1,5	578,550	930,143	516,851	675,181
	2	50,238	398,878	324,690	257,935

3.1 Pengaruh Ukuran Diameter Benda Uji Terhadap Nilai Kuat Tarik

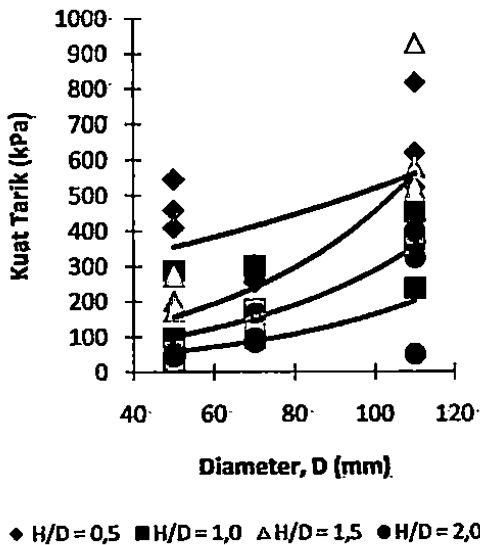
Data pada Tabel 2 dapat disajikan dalam bentuk hubungan antara nilai kuat tarik dan diameter untuk berbagai ukuran tinggi benda uji seperti Gambar 2. Regresi terhadap titik-titik data dilakukan untuk menentukan kecenderungan pengaruh ukuran diameter terhadap kuat tarik pasir yang tersementasi. Gambar 2

yang tersementasi cenderung untuk meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran diameter benda uji. Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada benda uji berukuran diameter 110 mm yaitu 819,341 kPa dengan H/D = 0,5; sedangkan nilai kuat tarik terendah dicapai pada benda uji rasio H/D = 2. Hubungan pada Gambar 2 mengindikasikan bahwa belum terdapat batas ukuran diameter yang dapat digunakan untuk pengujian kuat tarik dari pasir yang tersementasi karena nilai kuat

tarik cenderung meningkat terhadap ukuran diameter:

3.2 Pengaruh Ukuran Tinggi Benda Uji Terhadap Nilai Kuat Tarik

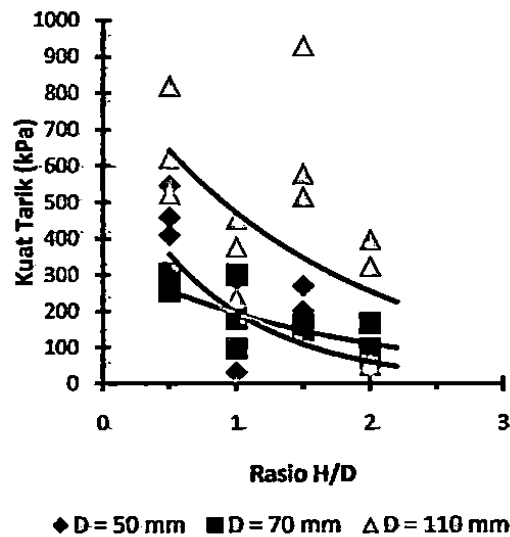
Pengaruh ukuran tinggi benda uji terhadap nilai kuat tarik pasir tersementasi dapat ditampilkan pada grafik hubungan kuat tarik dan rasio H/D seperti Gambar 3. Analisis regresi dibuat untuk mengetahui kecenderungan hubungan data kuat tarik dan ukuran tinggi benda uji didapat nilai kuat tarik cenderung meningkat dengan bertambahnya diameter benda uji. Namun pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik cenderung berkurang dengan bertambahnya ukuran tinggi benda uji. Pada benda uji yang memiliki tinggi lebih besar memiliki kuat tarik yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ukuran yang pendek. Hal ini dipengaruhi oleh kadar air yang hilang selama perawatan benda uji sebelum di uji sehingga pada diameter lebih besar campuran pasir dengan semen portland komposit lebih cepat mengeras.



Gambar 3 Hubungan kuat tarik dan diameter benda uji

Dapat dilihat dari Gambar 4 bahwa penurunan kuat tarik berkisar antara 10-70%. Persentase penurunan kuat tarik yang besar terjadi pada benda uji berdiameter 110 mm. Penurunan kuat

tarik ini dapat disebabkan beberapa hal antara lain bidang kontak beban yang lebih kecil terjadi pada benda uji yang berukuran besar sehingga memicu keruntuhan yang lebih cepat. Selain itu, Hatmoko (2008) menyebutkan porositas, kepadatan dan distribusi semen dalam campuran pasir-semen juga mempengaruhi kekuatan pasir tersementasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi benda uji maka semakin kecil kuat tariknya.



Gambar 4 Hubungan antara nilai kuat tarik dan rasio ukuran H/D.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Pengujian kuat tarik terhadap beberapa benda uji pasir tersementasi telah dilakukan seperti yang telah dibahas dalam bagian pembahasan. Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa pada benda uji dengan variasi diameter 50mm, 70mm dan 110mm, nilai kuat tarik pasir yang tersementasi cenderung untuk meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran diameter benda uji. Namun sebaliknya, menunjukkan bahwa nilai kuat tarik cenderung berkurang dengan bertambahnya ukuran tinggi benda uji.

Analisis hubungan antara kuat tarik dan ukuran benda uji mengindikasikan bahwa belum terdapat batas ukuran

diameter yang dapat digunakan untuk pengujian kuat tarik dari pasir yang tersementasi, karena nilai kuat tarik cenderung meningkat terhadap ukuran diameter

4.2 Saran

Pada penelitian berikutnya perlu adanya kadar variasi campuran dan variasi benda uji. Pada saat pembuatan benda uji sangat perlu diperhatikan pencampuran pasir dengan bahan adiktif karena pencampuran yang tidak merata akan menyebabkan terjadinya keropos pada bagian tertentu serta pemadatan yang bertahap agar kepadatan merata.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Hatmoko, J.T 2008, Parameter-parameter kunci untuk mengontrol tegangan tanah pasir tersementasi tiruan, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 8 No. 3, pp.193 – 205.
- Hemeto, A. D., 2011, Pengaruh ukuran panjang benda uji terhadap kuat tarik belah pada tanah dengan campuran kapur, abu sekam padi, dan serat plastik, Naskah

- Disajikan Dalam Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, 26 April 2011, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Idrus, I., 2011, Pengujian parameter kuat geser tanah melalui proses stabilisasi tanah pasir menggunakan clean set cement (cs-10), ILTEK, Vol. 6 No. 12, pp. 916-922.
- Muntohar, A.S. 2011, Karakteristik kuat geser tanah pasir dengan campuran kapur dan abu sekam padi, Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV Development of Geotechnical Engineering in Civil Works and Geo-Environment, Yogyakarta, 9-10 Februari 2011.
- SNI-03-3440-1994: Tata cara pelaksanaan stabilisasi tanah dengan semen Portland untuk jalan, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2491-2002: Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1743-1989: Metode Pengujian Kepadatan Berat Untuk Tanah, Balitbang PU, Badan Standarisasi Nasional.
- Wahyuni, M, 2011, Pengaruh jumlah semen terhadap kekuatan geser tanah pasirtersementasi buatan, Sipil UNWIRA Vol. 1 No. 3, pp. 153 – 162.