

# Uji CBR Stabilisasi Tanah *Colluvial* Dengan Semen Dan Serat

*CBR Test of the Cement and Fibers Stabilization on Colluvium Soil*

**Prabu Rama Kusumawijaya, Agus Setyo Muntohar**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Struktur jalan pada umumnya didukung oleh tanah dasar berdaya dukung tinggi yang memenuhi persyaratan dan standar. Tanah colluvium dari daerah Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu tanah yang harus distabilisasi sehingga dapat dijadikan alternatif material lapis pondasi bawah perkerasan jalan. Salah satu upaya yang digunakan untuk stabilisasi tanah yaitu dengan menambahkan semen dan serat. Penelitian ini mengkaji pengaruh semen dan serat terhadap nilai CBR menggunakan kadar semen 3%, 5%, dan 8% serta kadar serat yang digunakan sebesar 0,4% dari total berat campuran dengan kondisi dengan rendaman dan tanpa rendaman. Hasil menunjukkan bahwa bertambahnya kadar semen akan menambah nilai CBR, selain itu nilai CBR campuran semen dengan serat mengalami peningkatan dibanding nilai CBR campuran semen tanpa serat.

Kata-kata kunci: uji CBR, tanah colluvium, stabilisasi semen, dan serat.

**Abstract.** Road structure is commonly supported by a high bearing capacity of subgrade and fullfill the requirement and standard. Colluvium soil from Kulonprogo, DIY that used in this experiments is one of soil that need to be stabilized so this soil can be alternative material for sub-base road construction layer. One of effort that used for soil stabilization is with adding cement and fiber. This research is to review cement and fiber influence to CBR value with cement level 3%, 5% and 8% also fiber level that used is 0,4% from total mixture with soaked and unsoaked condition. The test result shown that increase of cement content will increase CBR value, CBR value mixture cement and fiber also increased compare to CBR value mixture cement without fiber.

*Keywords: CBR test, colluvial soil, cement stabilization, and fiber.*

## 1 Pendahuluan

Pada umumnya struktur perkerasan jalan tersusun dari lapisan tanah dasar, lapisan fondasi, dan lapisan aus. Lapisan fondasi biasanya disusun dari material agregat dan tanah yang memiliki nilai CBR > 60% (BSN, 1989). Untuk memenuhi syarat tersebut, lapis fondasi harus mengandung sejumlah fraksi berbutir kerikil dan fraksi berbutir halus bergantung pada kelas lapis fondasi (DPU, 2006). Tanah *colluvial* mengandung fraksi kasar (kerikil dan pasir) dan sedikit fraksi halus, sehingga memiliki potensi sebagai bahan lapis perkerasan jalan (Cabalar & Mustafa, 2015). Namun, struktur tanah *colluvial* dimungkinkan memiliki sifat yang mudah mengalami

degradasi karena erosi pada lereng, sehingga memerlukan perbaikan tanah (Indrarnatna, 1996) apabila akan digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Tanah *colluvial* di daerah Kulonprogo berpotensi sebagai bahan perkerasan jalan setelah mengalami stabilisasi dengan semen (Fatqi, 2017).

Beberapa kajian terdahulu tentang stabilisasi tanah dengan semen seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Bhardwaj dkk. (2017) menyebutkan bahwa semen memiliki daya ikat yang bagus, tanah bersemen menjadi material yang keras dan dapat bertahan lama sejalan dengan proses hidrasi semen serta mengembangkan kekuatan. Hal ini juga ditunjukkan oleh Basha dkk. (2005) bahwa semen sangat efektif untuk memperkuat tanah

penambahan kadar semen mampu meningkatkan nilai CBR.

Selain semen, dalam upaya perbaikan tanah dapat ditambahkan berbagai bahan campuran, salah satunya adalah serat *polypropylene*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kalantari dan Huat (2008) menunjukkan bahwa penambahan serat meningkatkan nilai CBR jika dibandingkan dengan campuran tanah semen tanpa serat. Kalantari dkk. (2010) menjelaskan bahwa penambahan semen dan serat telah meningkatkan nilai CBR sebesar 38%. Jamsawang dkk. (2015) menambahkan bahwa perkuatan serat secara acak menyebabkan tidak terjadinya keruntuhan secara tiba-tiba. Sehingga struktur perkerasan masih mampu menahan tambahan beban setelah retakan pertama. Hal ini mampu meningkatkan masa pakai struktur perkerasan. Banyak kajian yang menunjukkan penambahan serat mampu meningkatkan nilai CBR seperti pengujian yang dilakukan oleh Pradhan dkk. (2012), Zhang dkk. (2012).

Pada penelitian ini dikaji potensi penggunaan tanah *colluvial* dengan stabilisasi semen dan serat karung plastik *polypropylene* sebagai bahan perkerasan jalan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penambahan serat dan semen terhadap nilai CBR, dan pengembangan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kadar semen yang efektif untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah *colluvial* Kulonprogo.

## 2 Material dan Metode Penelitian

### Bahan

#### Tanah *Colluvial*

Tanah yang digunakan merupakan tanah *colluvial* yang diambil dari Desa Jatimulyo, Kec. Girimulyo, Kab. Kulonprogo, D.I. Yogyakarta. Tanah *colluvial* yang digunakan memiliki sifat geoteknik seperti yang diuraikan pada Tabel 1. Secara umum tanah *colluvial* diklasifikasikan sebagai tanah lanau berlempung plastistas tinggi dengan simbol MH menurut sistem klasifikasi *USCS*. Sedangkan menurut sistem klasifikasi *AASHTO*, tanah *colluvial* dikelompokkan dalam A-7-5 yaitu tanah yang memiliki kuat dukung kurang baik hingga buruk.

Tabel 1 Sifat-sifat geoteknik tanah *colluvium*

Parameter	Nilai
Partikel tanah :	
Fraksi kasar	9
Fraksi halus	91
Batas-batas konsistensi :	
Batas cair, LL	68,2
Batas plastis, PL	33,9
Indeks plastisitas, PI	34,3
Berat jenis (%)	2,66
Pemadatan Proctor Standar	
Kadar air optimum (%)	26,5
Berat volume kering maksimum (kN/m <sup>2</sup> )	13,08

### Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland pozzolan dengan merk Holcim sebagai bahan stabilisasi.

### Serat

Serat yang digunakan berupa serat polipropilen dari karung plastik bekas yang dipotong berukuran 40 mm. Kadar serat yang digunakan adalah sebesar 0,4% dari total berat campuran.

### Pembuatan Benda Uji

Untuk pembuatan satu benda uji CBR, tanah kering oven yang lolos saringan No. 4 seberat 2,5 kg dicampur dengan semen dan serat plastik secara merata. Kadar semen yang dicampurkan yaitu 3%, 5%, dan 8% dari berat kering tanah. Kadar serat sebanyak 0,4% dari berat kering tanah. Kemudian dicampurkan sejumlah sesuai nilai kadar air optimum (OMC) dengan menggunakan *sprayer* dan diaduka hingga merata selama kurang lebih 10-15 menit. Setelah itu, campuran tanah dimasukkan dalam kantong plastik dan ditutup selama 1 jam agar terjadi reaksi pertukaran ion dalam campuran tanah-semen. Campuran tanah selanjutnya dimasukkan dalam cetakan CBR, kemudian dipadatkan secara bertahap dalam 3 lapisan. Masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 25 pukulan dengan penumbuk standar 2,5 kg. Setelah dipadatkan, benda uji dibungkus dalam kantong plastik tertutup dan didiamkan selama 1, 3, dan 28 hari.

### Prosedur pengujian

Prosedur pengujian CBR dengan rendaman mengikuti SNI 1744: 2012 (BSN, 2012). Setelah perendaman selama 96 jam, pembacaan akhir arloji ukur deformasi dicatat dan dihitung pengembangan tanah. Pengembangan ( $\Delta h$ ) dinyatakan sebagai persentase tinggi benda uji awal seperti pada persamaan 1.

$$\Delta h = \frac{h_1 - h_0}{h_0} \times 100\% \quad (1)$$

dengan,  $\Delta h$  adalah pengembangan tanah (%),  $h_0$  dan  $h_1$  adalah masing-masing tinggi awal (mm) dan tinggi akhir benda uji (mm) setelah perendaman.

Setelah selesai perendaman, benda uji diletakkan pada mesin uji tekan untuk pengujian penetrasi. Hasil uji penetrasi berupa kurva hubungan beban dan kedalaman penetrasi. Nilai CBR ditetapkan pada beban saat kedalaman penetrasi 0,10 inch dan 0,20 inch yang dinyatakan dalam persen (Persamaan 2 dan 3).

$$CBR_{0,1''} = \frac{P_1}{3000} \times 100\% \quad (2)$$

$$CBR_{0,2''} = \frac{P_2}{4500} \times 100\% \quad (3)$$

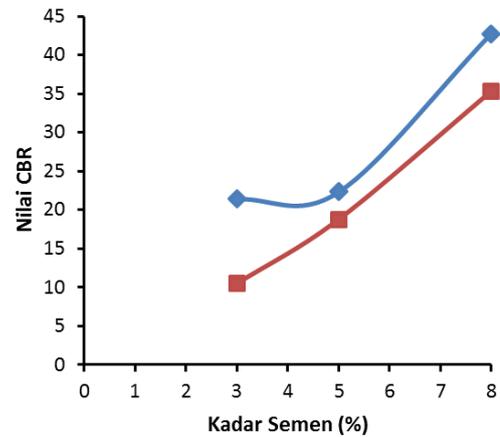
dengan  $P_1$  dan  $P_2$  masing-masing adalah beban pada kedalaman penetrasi 0,1 inch dan 0,2 inch. CBR umumnya ditentukan pada penetrasi 0,10 inch. Jika CBR pada penetrasi 0,20 inch lebih besar daripada CBR pada penetrasi 0,10 inch, maka pengujian CBR harus diulang. Jika setelah diulang, tetap memberikan hasil yang serupa, maka CBR pada penetrasi 0,20 inch harus digunakan.

### 3 Hasil dan Pembahasan

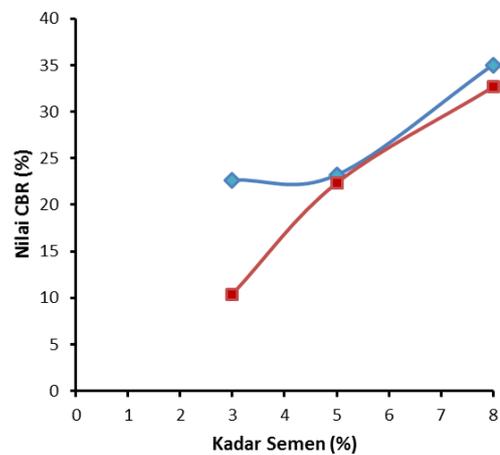
#### Uji Penetrasi CBR

Gambar 1 menyajikan hubungan nilai CBR dan kadar semen untuk umur benda uji 1, 3, dan 28 hari. Secara umum, nilai CBR meningkat dengan bertambahnya kadar semen. Nilai CBR tanpa rendaman selalu lebih besar daripada CBR dengan rendaman. Pada benda uji dengan campuran 3% semen, nilai CBR cenderung berkurang lebih dari separuhnya pada saat perendaman. Namun, pada pencampuran dengan kadar semen 5% dan 8%, perendaman kurang berpengaruh pada penurunan nilai CBR. Hal ini menunjukkan

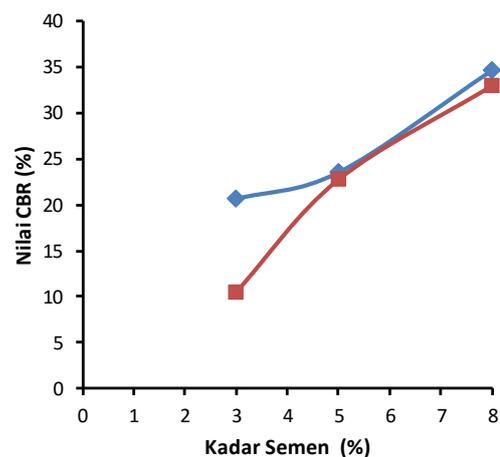
bahwa 3% semen kurang memadai untuk menstabilisasi tanah.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1 Nilai CBR (a) umur 1 hari, (b) umur 3 hari, (c) umur 28 hari

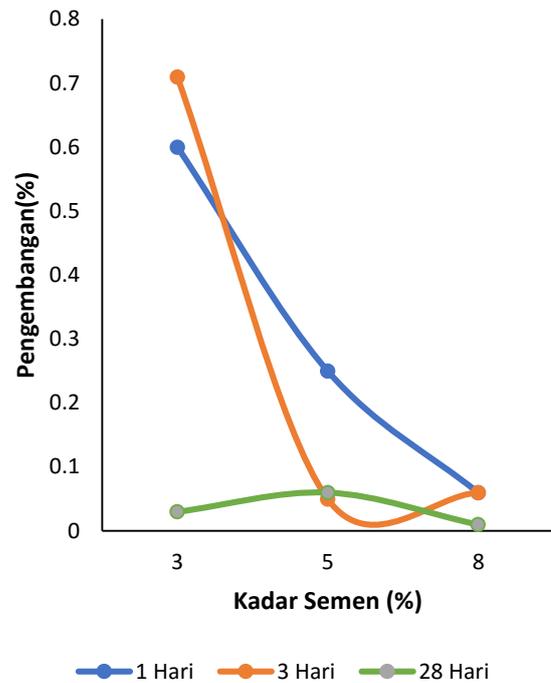
Nilai CBR pada umur 1 hari tanpa rendaman didapatkan lebih besar daripada dengan rendaman, hal ini terlihat juga pada waktu pemeraman 3 hari, lihat Gambar 1b. Namun, pada CBR pemeraman 28 hari dengan persen semen 8% nilai CBR tanpa rendaman yang didapatkan lebih kecil daripada dengan rendaman, lihat Gambar 1c. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah proses sementasi pada benda uji saat direndam dengan air dalam bak rendaman. Proses reaksi kimia dengan air ini disebut dengan “hidrasi” (Muntohar, 2014). Kurang meratanya campuran tanah, semen dan serat juga dapat mempengaruhi nilai CBR sehingga proses sementasi tidak maksimal serta kesalahan saat pembacaan arloji penetrasi ketika pengujian juga dapat mempengaruhi nilai CBR.

Dalam waktu jangka panjang, reaksi pozzolanik membantu perbaikan sifat-sifat tanah. Reaksi pozzolanik berjalan dengan lambat, selama beberapa bulan bahkan tahun menghasilkan peningkatan kekuatan dan mengurangi plastisitas serta memperbaiki gradasi, hal ini seperti dijelaskan oleh Muntohar (2014).

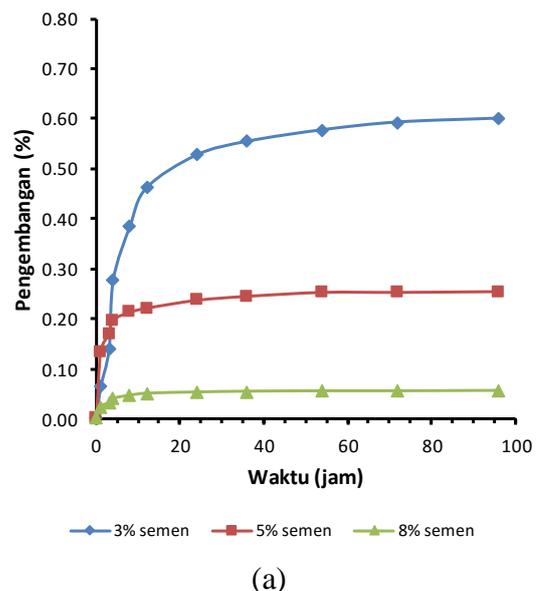
### Uji Pengembangan

Nilai pengembangan didapatkan setelah benda uji direndam selama 96 jam dengan interval waktu disajikan pada Gambar 2. Nilai pengembangan tanah semakin kecil seiring dengan bertambahnya persen semen, lama waktu pemeraman benda uji juga mempengaruhi besarnya nilai pengembangan tanah. Nilai pengembangan terkecil yang didapatkan berdasarkan pengujian CBR yang telah dilakukan sebesar 0,01% yaitu pada kadar semen 8% waktu pemeraman 28 hari.

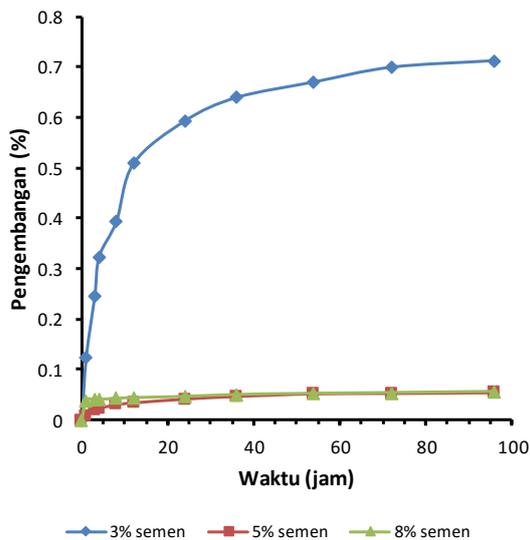
Lamanya waktu pemeraman berpengaruh pada nilai pengembangan, semakin lama pemeraman nilai pengembangannya semakin kecil. Hal ini disebabkan karena selama proses pemeraman, ikatan antar butiran tanah semakin kuat karena adanya reaksi pozzolanik. Akibat ikatan antar butiran yang semakin kuat, air yang dapat masuk ke rongga pori tanah semakin kecil sehingga pengembangan yang terjadi semakin kecil pula.



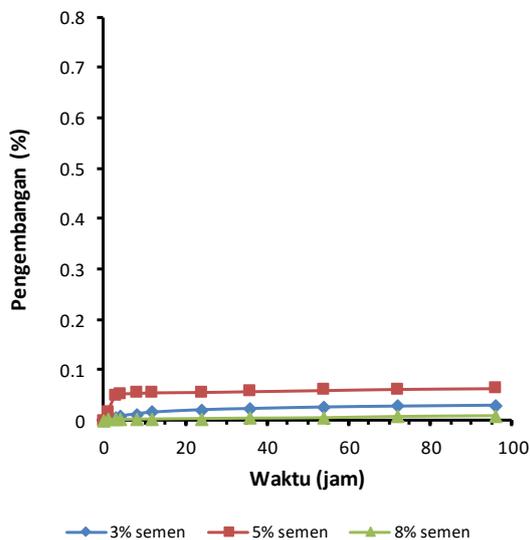
Gambar 2 Kurva pengembangan hubungan kadar semen dan pengembangan



(a)



(b)



(c)

Gambar 3 Kurva pengembangan (a) umur 1 hari, (b) umur 3 hari dan (c) umur 28 hari.

**Perbandingan Antara Campuran Tanah – Semen dan Campuran Tanah – Semen dan Serat**

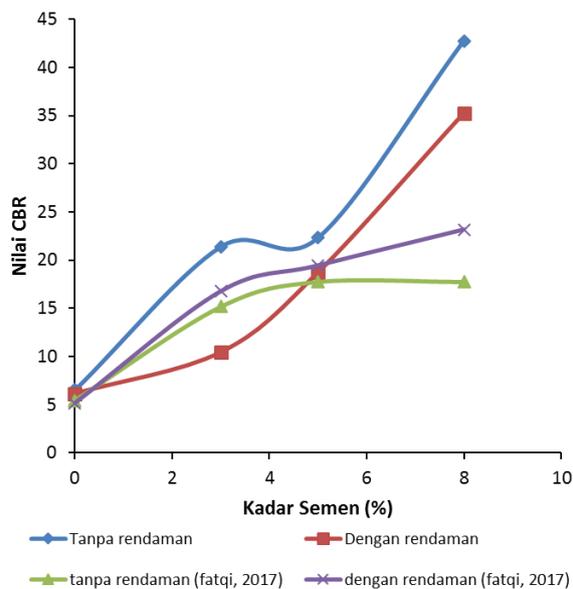
Gambar 3 menyajikan perbandingan nilai CBR dengan campuran serat dan tanpa serat. Pada pengujian CBR yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa nilai CBR campuran semen dan serat (C + 0,4% searat) dengan pemeraman 1 hari tanpa rendaman lebih besar daripada nilai CBR campuran semen (C), sedang untuk nilai CBR dengan rendaman dengan kadar semen 3% dan 5% didapatkan nilai yang juga lebih besar daripada penelitian yang telah dilakukan oleh Fatqi (2017). Lalu untuk benda uji pada kadar semen 8% nilai CBR dengan rendaman campuran semen dan

serat lebih kecil daripada nilai CBR dengan rendaman campuran semen. Hal ini juga terjadi pada pengujian CBR 3 hari, kadar semen 8%, nilai CBR campuran semen serat didapatkan 31,16% sedangkan nilai CBR campuran semen didapatkan 27,1%. Lalu pada pengujian CBR dengan pemeraman 28 hari, juga ditemukan hal serupa, pada pengujian tanpa rendaman dengan kadar semen 5% nilai CBR campuran semen serat lebih rendah daripada CBR campuran semen, begitu juga pada kondisi rendaman dengan kadar semen 3%, pengujian yang dilakukan Fatqi (2017) didapatkan nilai 15,71% sedangkan nilai CBR campuran semen serat sebesar 10,46%. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa hal salah satunya adalah kurang meratanya campuran semen, serat, dan tanah, menyebabkan terjadinya gumpalan serat hanya dibebberapa titik saja. Selain itu, pencampuran yang tidak merata menyebabkan reaksi hidrasi tidak sempurna karena semen dan air juga tidak tercampur rata, sehingga semen sulit mengeras.

**4 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Setiap peningkatan kadar semen maka nilai CBR juga akan meningkat, baik dalam kondisi terendam maupun tanpa rendaman. Hal ini bisa dilihat dari penambahan kadar semen 3%, 5%, dan 8% pada pemeraman 1 hari kondisi tanpa rendaman berturut-turut didapatkan nilai CBR 19,48%; 20,71%; dan 42,74%.
2. Penambahan 0,4% serat plastik dapat meningkatkan nilai CBR. Pada umur benda uji 1 hari dengan kondisi tanpa rendaman didapatkan rata-rata peningkatan nilai CBR sebesar 10,91%.



Gambar 4 Perbandingan nilai CBR dengan campuran semen dan tanpa serat

### Ucapan Terima Kasih

Tugas Akhir ini merupakan bagian dari Penelitian Strategis Nasional Institusi tahun 2017 yang didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor: DIPA-042.06.0.1.401516/2016 tanggal 7 Desember 2016.

### 5 Daftar Pustaka

- Basha, E. A., Hashim, R., Mahmud, H. B., and Muntohar, A. S. 2005. Stabilization of residual soil with rice husk ash and cement. *Construction and Building Materials*, Vol. 19, 448–453.
- Bhardwaj, A., Walia, B.S., Abhishek, 2017. Influence of Cement and Polyester Fibres on Compaction and CBR Value of Clayey Soil. *Proceeding Indian Geotechnical Conference 2017*, IIT Guwahati, 14-16 December 2017, pp. 338-341.
- BSN, 1989, SNI 03 1732-1989. Petunjuk pelaksanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2012, SNI 1744: 2012. Metode Uji CBR Laboratorium. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Cabalar, A.F., Mustafa, W.S., 2017, Behaviour of sand–clay mixtures for road pavement subgrade. *International Journal of Pavement Engineering*, Vol. 18(8), 714-726.
- DPU, 2006, Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan: Buku 3 Lapis Pondasi Agregat, Manual Konstruksi Bangunan No. 002 - 03/BM/2006, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Fatqi, H. N. 2017. *Uji CBR (California Bearing Ratio) pada Stabilisasi Tanah Colluvium dengan Semen Sebagai Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Austroads 2004*, Tugas Akhir S1, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Indrartna, B, 1996, Utilization of lime, slag and fly ash for improvement of a colluvial soil in New South Wales, Australia. *Geotechnical & Geological Engineering*, Vol. 14(3), 169–191
- Jamsawang, P., Voottipruex, P., dan Horpibulsuk, S. 2015. Flexural Strength Characteristics of Compacted Cement-Polypropylene Fiber Sand. *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 27(9), 1–9. doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001205
- Kalantari, B., dan Huat, B.K., 2008, Peat Soil Stabilization using Ordinary Portland Cement, Polypropylene Fibers, and Air Curing Technique. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Bundel J, pp. 1-13.
- Kalantari, B., Huat, B.K., dan Pasrad, A., 2010. Effect of Polypropylene Fibers on the California Bearing Ratio of Air Cured Stabilized Tropical Peat Soil. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 3(1): 1–6.
- Muntohar, A.S., 2014. Prinsip-prinsip Perbaikan Tanah. Yogyakarta: Lembaga Penelitian, Publikasi dan Pengabdian Masyarakat UMY.
- Pradhan, P.K., Kar, R.K. dan Naik, A. 2012. Effect of Random Inclusion of Polypropylene Fibers on Strength Characteristics of Cohesive Soil. *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol. 30(2), 15–25.
- Zhang, Y., Johnson, A. E., dan White, D. J. 2016. Laboratory Freeze–Thaw Assessment of Cement, Fly Ash, and Fiber Stabilized Pavement Foundation

Materials. *Cold Regions Science and Technology*, Vol. 122, 50–57.