

Pengaruh Volume Perbaikan Tanah Terhadap Nilai CBR Pada Tanah Lunak Dengan Campuran Kapur, Semen, Dan Flyash (Proyek Tol Gempol-Pasuruan)

Ainul Mustafid, Yulvi Zaika, As'ad Munawir

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: Ainulmustafid@gmail.com

ABSTRAK

Tanah pada jalan tol gempol-pasuruan memiliki kandungan air tanah yang berlebih menjadikan konsistensi tanah yang tidak stabil dan struktur tanahnya masif. Penelitian pada tanah lunak dengan uji CBR dengan metode deep soil mixing untuk mengetahui stabilitas tanah dengan perkuatan disini dengan mencampurkan tanah lunak dengan campuran zat aditif berupa kapur, semen, dan flyash dengan campuran 30%, 50%, 60%, dan 80% dengan variasi volume tanah untuk mengetahui volume campuran yang menghasilkan nilai CBR paling optimum Serta metode pencampurannya menggunakan Deep Soil Mixing.

Kata kunci: tanah lunak, deep soil mixing, volume perbaikan, zat adiktif, Daya dukung tanah

ABSTRACT

. Soil on the gempol-pasuruan toll road have deposits of excess soil water makes the consistency of the soil is unstable and the structure of the soil is massive. Research on soft soil with CBR test with deep soil mixing method to find out the stability of retaining land with here by mixing soft soil mixed with additives, cement, chalk and flyash with a mixture of 30%, 50%, 60%, and 80% with the variation of the volume of soil to find out the volume of a mix that produces the most optimum and CBR value method which uses Deep Soil Mixing.

Keywords: soft soil, deep soil mixing, Improvement, addictive substances, Bearing Capacity

Pendahuluan

Saat ini sedang gencar-gencarnya pembangunan di Indonesia terlebih lagi pembangunan infrastruktur, seperti pembangunan gedung, jalan tol, serta fasilitas - fasilitas umum lainnya yang itu semua agar Indonesia menjadi negara yang lebih sejahtera. Pembangunan yang paling banyak dilakukan saat ini ialah pengembangan jalan tol. Tol gempol-pasuruan ini menghubungkan daerah gempol sidoarjo dengan kota pasuruan. Peralihan penggunaan lahan di daerah tersebut yang semula persawahan dan pemukiman penduduk menjadi jalan tol, diharapkan tanah yang menjadi jalan mampu menahan beban kendaraan yang berat. Tetapi tanah pada jalan tol gempol-pasuruan memiliki kandungan air

tanah yang berlebih menjadikan konsistensi tanah yang tidak stabil dan struktur tanahnya masif. Penelitian pada tanah lunak dengan uji CBR dengan metode deep soil mixing untuk mengetahui stabilitas tanah dengan perkuatan disini dengan mencampurkan tanah lunak dengan campuran zat aditif berupa kapur, semen, dan flyash dengan campuran 30%, 50%, 60%, dan 80% dengan variasi volume tanah untuk mengetahui volume campuran yang menghasilkan nilai CBR paling optimum.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh campuran zat aditif terhadap nilai CBR tanah lunak pada proyek tol gempol-pasuruan

- Untuk mengetahui pengaruh besarnya volume tanah yang diperbaiki dengan campuran semen, fly ash, kapur terhadap nilai CBR
- Mengetahui campuran mana yang menghasilkan nilai CBR maksimum pada tanah lunak.

Metode Penelitian

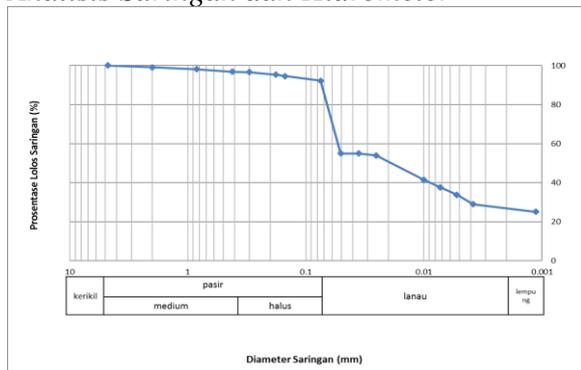
Sampel tanah yang dipakai untuk melakukan studi ini diambil dari proyek tol gempol – pasuruan pada STA.31+, sedangkan fly ash, Kapur, dan Semen didapatkan dari Kawasan Malang.

Percobaan yang dilakukan dalam studi ini terdiri dari dua bagian: (a) Pengujian sifat fisik tanah meliputi pemeriksaan *specific gravity*, analisa saringan dan Batas Batas konsistensi, yang dilakukan putri dan zaika (2018) (b) Pengujian sifat mekanis tanah meliputi uji CBR dengan metode *deep soil mixing*

Metode *deep soil mix* dilakukan dengan memberi lubang pada sampel CBR dan memasukan campuran zat aditif pada lubang di sampel tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian Sifat Fisik Tanah Analisis Saringan dan Hidrometer



Gambar 1. Grafik hubungan antara ukuran butiran dengan persentase lolos. Dari gambar 1. diatas dapat dilihat bahwa tanah dari Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan ini memiliki persentase distribusi lolos saringan no.

200 sebesar 92,15% dan menurut sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS) termasuk jenis tanah berbutir halus.

Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Berdasarkan klasifikasi USCS, Hasil ini didapatkan karena melihat dari hasil analisis butiran dengan persentase distribusi lolos saringan no. 200 sebesar 92,15% maka tanah tersebut merupakan tanah berbutir halus dan dilihat dari batas-batas atterberg tanah ini memiliki batas cair (*liquid limit*) sebesar 56,12 %, batas plastis (*plastic limit*) sebesar 43,36%, batas susut (*shrinkage limit*) sebesar 11,863 %, maka tanah ini mempunyai indeks plastisitas sebesar 12,76%. Termasuk golongan MH

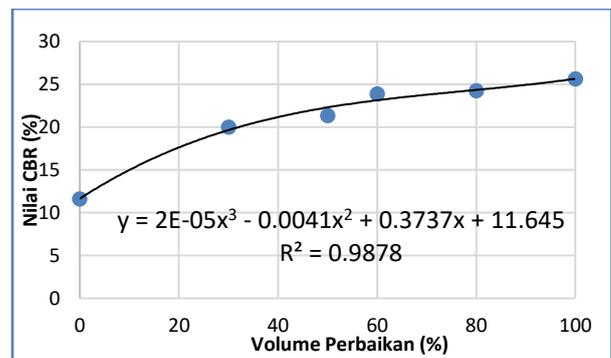
Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Berdasarkan sistem klasifikasi tanah sistem American Assosiation of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) yang sudah diplotkan pada gambar 4.3, tanah lempung dari Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan ini memiliki nilai LL = 56,12 %, PI = 12,76%, maka tanah tersebut termasuk ke dalam golongan tanah berlempung (A-7-5).

Hasil pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan CBR Laboratorium Tak Terendam (Unsoaked)

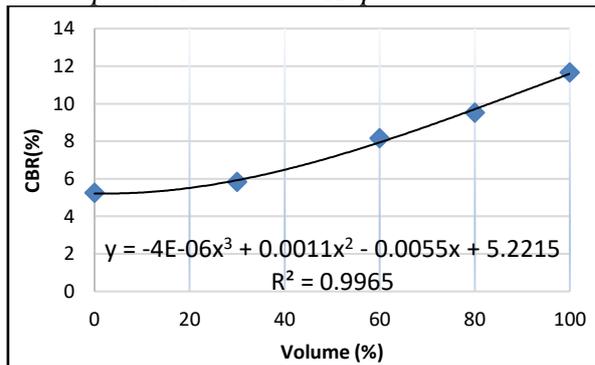
a. Campuran Tanah dan Fly ash 15%



Gambar 2 Hubungan nilai CBR Tak Terendam dengan Volume Perbaikan tanah fly ash 15%

Dari **Gambar 2** di dapatkan bahwa *Fly ash* dapat meningkatkan nilai CBR Unsoaked. Nilai CBR tertinggi sebesar 25.63% pada perbaikan tanah seluruhnya sedangkan untuk peningkatan signifikan ada pada perbaikan dengan volume 60% sebesar 23.88%. Peningkatan nilai CBR selalu meningkat berdasarkan volume perbaikan yang dilakukan hal ini terjadi karena pada campuran fly ash pori pada tanah telah terisi, karena sifat fly ash sebagai pengikat sehingga tanah disekitar perbaikan akan menjadi padat seiring dengan volume perbaikan yang dilakukan.

b. Campuran Tanah dan Kapur 6%

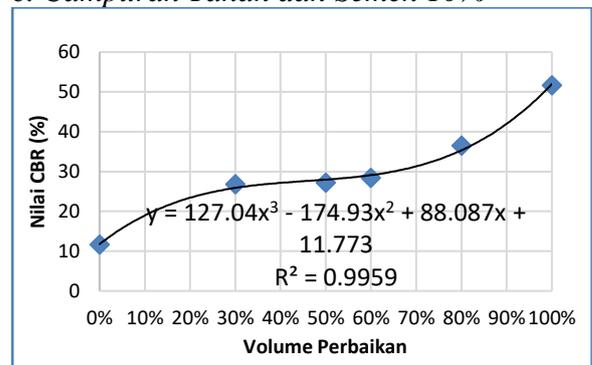


Gambar 3 Hubungan nilai CBR Tak Terendam dengan Volume Perbaikan tanah kapur 6%

Gambar 3 menunjukkan nilai CBR perbaikan tanah dengan kapur yang juga semakin meningkat dengan volume perbaikan yang diberikan kepada tanah lunak nilai CBR tertinggi terjadi pada perbaikan tanah seluruhnya hal ini terjadi karena sifat kapur apabila dicampur dengan tanah akan mengakibatkan berkelimpahannya ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} ion-ion ini cenderung menggantikan kation-kation seperti sodium (Na^+) dan Potasium (K^+) hal ini menyebabkan indeks plastisitas pada tanah mereduksi secara signifikan

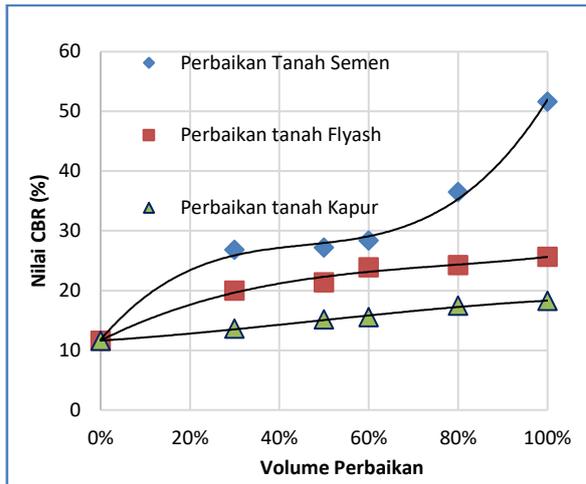
Serta reaksi pozzolanic tanah-kapur akan menghasilkan penambahan kekuatan campuran terhadap tanah yang akan memadatkan dan keawetan pada tanah itu sendiri. Hal ini dapat dilihat dari nilai CBR pada volume perbaikan tanah sebesar 80% didapatkan nilai 17.47% yang mengalami peningkatan paling signifikan dibandingkan volume perbaikan yang lainnya hal ini menunjukkan tanah bereaksi pada campuran kapur pada tanah yang diperbaiki.

c. Campuran Tanah dan Semen 10%



Gambar 4 Hubungan nilai CBR Tak Terendam dengan Volume Perbaikan tanah Semen 10%

Pada **Gambar 4** dapat dilihat bahwa perbaikan dengan nilai CBR tertinggi tetap pada perbaikan dengan volume 100% atau seluruh tanah di campur dengan semen dengan nilai CBR sebesar 51.61% hal ini terjadi karena tanah yang diteliti adalah lempung berlanau yang cocok dengan campuran tanah-semen. Itu dapat dilihat dengan meningkatnya volume perbaikan maka kekuatan dan keawetan atau daya tahan campuran juga naik

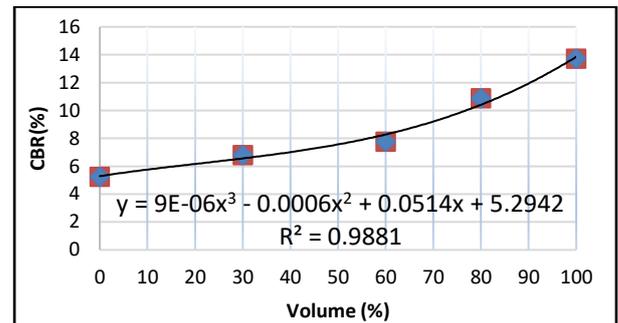


Gambar 5 Perbandingan nilai CBR Tak Terendam dengan volume perbaikan tanah fly ash, semen, dan kapur

Dari **Gambar 5** dapat dilihat perbedaan nilai CBR pada kondisi tak terendam dari masing masing campuran yang memiliki kekuatan berbeda pula pada tanah lunak disitu dapat dilihat bahwa yang mempengaruhi daya dukung tanah paling besar ada pada campuran tanah semen hal ini terjadi karena hidrasi semen membuat campuran tanah dan semen menjadi material yang keras yang menyebabkan meningkatnya daya dukung serta kekakuan dari tanah asli itu sendiri. Semen juga bereaksi dengan silika tanah untuk mengikat partikel partikel tanah disekitarnya hal ini yang menyebabkan semen memiliki daya dukung yang lebih besar dari kapur dan fly ash pada tanah lempung berlanau ini.

Pemeriksaan CBR Laboratorium Terendam (Soaked)

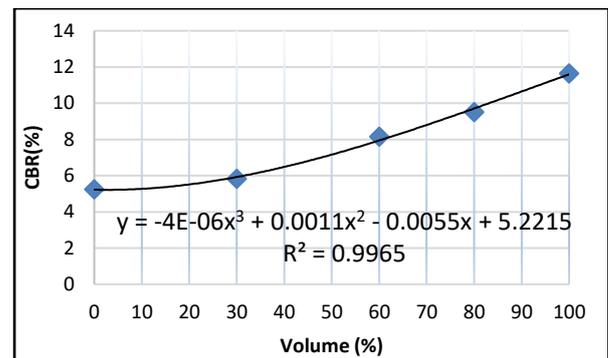
a. Campuran Tanah dan Fly ash 15%



Gambar 6 Hubungan nilai CBR Terendam dengan Volume Perbaikan tanah Fly Ash 15%

Hasil dari pengujian CBR dalam kondisi terendam dapat dilihat pada **Gambar 6**. dimana hasil yang paling signifikan yang diperoleh dari variasi volume perbaikan sebesar 10.87% dengan 80% volume perbaikan.

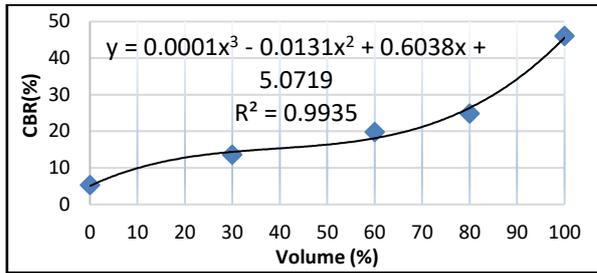
b. Campuran Tanah dan Kapur 6%



Gambar 7 Hubungan nilai CBR Terendam dengan Volume Perbaikan tanah Kapur 6%

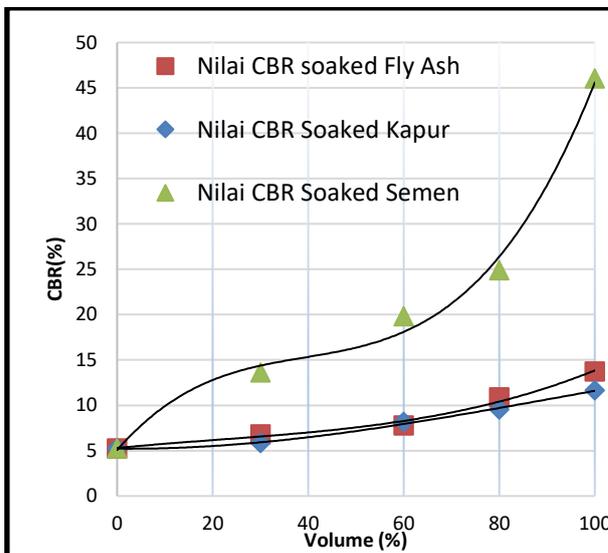
Pada **Gambar 7**. menunjukkan peningkatan nilai CBR pada campuran kapur 6% dengan kondisi pengujian terendam dimana hasil yang signifikan pada variasi perbaikan terjadi pada perbaikan dengan volume 60% dengan nilai CBR sebesar 8.15%.

c. Campuran Tanah dan Semen 10%



Gambar 8 Hubungan nilai CBR Terendam dengan Volume Perbaikan tanah Semen 10%

Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada **Gambar 8**. Peningkatan paling tinggi ada pada 100% perbaikan dengan nilai CBR 46.028%. Ini dikarenakan semakin luas perbaikan yang dilakukan pada tanah dan semakin kuat pula daya dukung tanah yang dihasilkan karena sifat semen yang terhidrasi dengan waktu tertentu maka memberikan daya dukung yang kuat pula pada tanah disekitarnya.



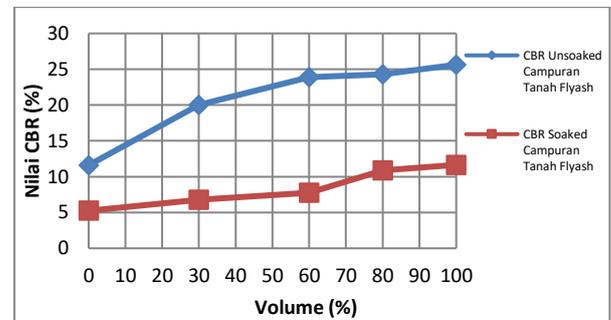
Gambar 9 Perbandingan nilai CBR Terendam dengan volume perbaikan tanah fly ash, semen, dan kapur

Dari **Gambar 9** dapat dilihat perbedaan nilai CBR pada kondisi terendam dari masing masing campuran yang memiliki kekuatan berbeda pula pada tanah lunak disitu dapat dilihat bahwa yang mempengaruhi daya dukung tanah paling besar ada pada campuran tanah semen hal ini terjadi karena

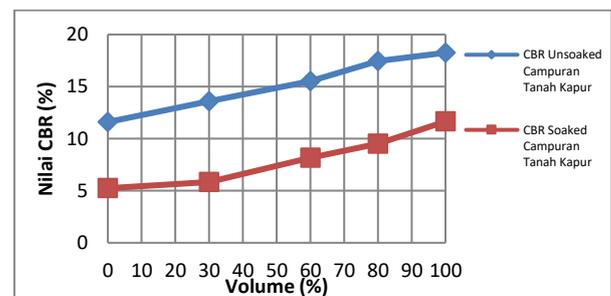
hidrasi semen membuat campuran tanah dan semen menjadi material yang keras yang menyebabkan meningkatnya daya dukung serta kekakuan dari tanah asli itu sendiri serta pada kondisi terendam pada campuran tanah dan semen air lebih sulit masuk kedalam pori pori tanah dibandingkan campuran tanah yang lain.

Perbandingan Nilai CBR Terendam dengan Tak Terendam

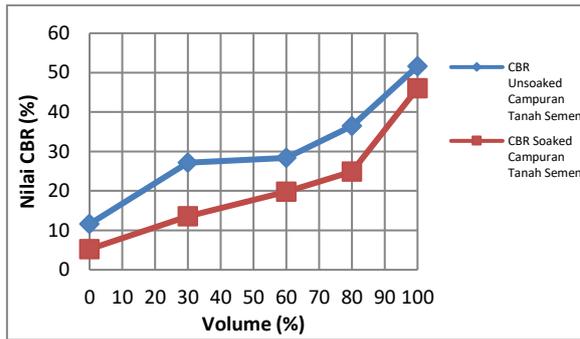
Berikut ini adalah hasil perbandingan dari nilai CBR terendam dan tak terendam dengan variasi volume perbaikan 0%, 30%, 60%, 80%, dan 100%



Gambar 10 Perbandingan Nilai CBR Campuran Tanah dan Fly ash Terendam dan Tak Terendam



Gambar 11 Perbandingan Nilai CBR Campuran Tanah dan Kapur Terendam dan Tak Terendam



Gambar 12 Perbandingan Nilai CBR Campuran Tanah dan Semen Terendam dan Tak Terendam

Berdasarkan **Gambar 10**, **Gambar 11**, dan **Gambar 12** bahwa nilai CBR soaked memiliki pola yang sama dengan CBR unsoaked yaitu peningkatan variasi volume dapat meningkatkan nilai CBR. Tetapi disini terjadi penurunan nilai CBR soaked dari CBR unsoaked. Hal ini disebabkan oleh penambahan air yang dapat mengurangi kekuatan tanah pada CBR soaked. Hal ini terjadi karena pada keadaan soaked air dapat diserap oleh tanah, sehingga menjadi lunak di permukaan yang berkontak langsung dengan air. Pada keadaan soaked kadar air lebih besar dari optimum sehingga pengaruh terhadap kekuatan tanah akan lebih kecil. Penggunaan campuran tanah dan semen pada kondisi soaked dan unsoaked juga sama yaitu daya dukung yang dihasilkan lebih tinggi daripada campuran yang lain maka dari itu disarankan untuk menstabilisasi tanah di Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur yang nantinya akan dibangun jalan tol menggunakan campuran tanah dan semen.

Kesimpulan dan Saran

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin meningkat volume perbaikan yang dilakukan semakin meningkat pula nilai CBR yang didapatkan pula baik dalam keadaan soaked maupun unsoaked.
2. Nilai CBR yang peningkatannya signifikan untuk penambahan fly ash pada kondisi tak terendam adalah dengan perbaikan tanah

sebesar 60% dengan nilai CBR 23.88% sedangkan pada kondisi terendam pada volume perbaikan sebesar 80% dengan nilai CBR 10.87% dengan kenaikan sebesar 105.86% untuk kondisi tak terendam dan 107.44% untuk kondisi terendam

3. Nilai CBR yang peningkatannya signifikan untuk penambahan kapur pada kondisi tak terendam adalah dengan perbaikan tanah sebesar 100% dengan nilai CBR 21.94% sedangkan pada kondisi terendam pada volume perbaikan sebesar 60% dengan nilai CBR 8.15% dengan kenaikan sebesar 89.13% untuk kondisi tak terendam dan 55.5% untuk kondisi terendam

4. Nilai CBR yang peningkatannya signifikan untuk penambahan semen pada kondisi tak terendam dan terendam adalah dengan perbaikan tanah sebesar 100% dengan masing masing nilai CBR 51.61% dan 46.02% dengan kenaikan 344.91% untuk kondisi tak terendam dan 774.24% untuk kondisi terendam

5. Perbaikan paling baik untuk jenis tanah lunak dengan diambil 60% volume perbaikan berdasarkan penelitian ini ialah dengan campuran semen 10% didapatkan nilai CBR pada kondisi tak terendam sebesar 28.34% dengan prosentase peningkatan 144.31%

SARAN

Setelah melakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil penelitian ini, maka muncul saran-saran untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut. Saran-saran yang dapat diberikan adalah:

1. Penelitian perlu dilakukan dalam kurun waktu yang berbeda kurun waktu yang berbeda dapat menyebabkan sifat zat aditif dapat berubah tergantung suhu dan kondisi ruangan tempat penyimpannya.
2. Diperlukan pemeriksaan alat terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mengurangi resiko kesalahan terhadap hasil data yang akan diambil.

3. Perlu diadakan penelitian dengan menggunakan bahan aditif yang sama serta metode yang berbeda untuk tanah lempung lunak.

Daftar Pustaka

- Bowles, Joseph E. 1992. *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1 (Edisi Keempat)*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, Joseph E. 1993. *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Craig, RF. 1991. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Terjemahan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Terjemahan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1999. *Shallow Foundation: Bearing Capacity and Settlement, CRC Press, Sacramento, California*.
- Hardiyatmo, H.C. 2012. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Indrawahyuni, Herlien. 2008. *Mekanika Tanah 1*. Malang : Bargie Media.
- Munawir, As'ad. 2014. *Buku Ajar Perbaikan Tanah*. Hand Out: Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Putri, A. dan Zaika, Y. 2018. *Pengaruh Kadar Air terhadap Daya Dukung pada Tanah Lunak di Jalan Tol Gempol-Pasuruan*. Naskah Terpublikasi Teknik Sipil FT-UB. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fathurrahman, M. dan Zaika, Y. 2018. *Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Sifat Fisik dan CBR Tanah Lunak di Proyek Jalan Tol Gempol Pasuruan*. Naskah Terpublikasi Teknik Sipil FT-UB. Malang: Universitas Brawijaya.
- Firdaus, R. dan Zaika, Y. 2018. *Pengaruh Penambahan Kadar Kapur terhadap Daya Dukung Tanah Lunak di Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur*. Naskah Terpublikasi Teknik Sipil FT-UB. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fahara, A. dan Zaika, Y. 2018. *Pengaruh Penambahan Kadar Semen terhadap Daya Dukung Tanah Lunak di Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur*. Naskah Terpublikasi Teknik Sipil FT-UB. Malang: Universitas Brawijaya.
- Rahmawati, Ika Meisy P. 2015. *Pengaruh Kadar Air terhadap Kuat Geser Tanah Ekspansif Bojonegoro dengan Stabilisasi Menggunakan 15% Fly Ash dengan Metode Deep Soil Mix*. Skripsi Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Widagdo, Yanuar Eko. 2014. *Pengaruh Lama Waktu Curing Terhadap Nilai Cbr Dan Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro Dengan Campuran 6% Abu Sekam Padi Dan 4% Semen*. Skripsi Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Terzaghi, Karl. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Wesley. 1997. *Mekanika Tanah*. Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.