

## STUDI PEMANFAATAN *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI MATERIAL STABILISASI TANAH DASAR

(Studi Kasus: Pekerjaan *Subgrade* Untuk Jalan Lingkungan di PLTU Sulawesi Utara II, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara)

Muhammad Khaerul Insan<sup>1</sup>, Feril Hariati<sup>2</sup>, Fadhila Muhammad LT.<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains UIKA Bogor

Jl. KH. Sholeh Iskandar KM 2 Kedungbadak Tanah Sareal Bogor 16162

(e-mail: khaerulinsan2911@gmail.com)

### ABSTRAK

*Fly ash dan bottom ash merupakan limbah B3 yang dihasilkan dari proses pembakaran batu bara. Di Indonesia, batu bara banyak digunakan sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Salah satu PLTU di Indonesia yaitu PLTU Sulawesi Utara II, yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara, Kabupaten Minahasa Selatan. Jumlah limbah yang dihasilkan cukup banyak sehingga dibutuhkan cara untuk mengurangi penumpukan fly ash dan bottom ash. Fly ash dan bottom ash dapat digunakan sebagai material stabilisasi tanah dasar. Dalam penelitian ini, diambil dua sampel tanah yang berbeda dengan komposisi penambahan fly ash dan bottom ash yang bermacam-macam. Pengujian CBR dilakukan pada tanah dengan komposisi yang paling optimum menurut klasifikasi AASHTO, yaitu tanah yang termasuk ke dalam kelas A-1 dan A-2 dengan kondisi kuat dukung tanah sangat baik hingga baik. Hasil pengujian CBR pada tanah yang telah dicampur dengan fly ash dan bottom ash adalah sebesar 19,66%, 52,22%, 21,33%, dan 40,88%. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan fly ash dan bottom ash pada tanah dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah asli yang semula hanya memiliki nilai sebesar 11,2% dan 5,35%.*

**Kata Kunci :** *fly ash, bottom ash, CBR, stabilisasi tanah*

#### 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, batu bara banyak digunakan sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Salah satu PLTU di Indonesia yaitu PLTU Sulawesi Utara II, yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara, Kabupaten Minahasa Selatan. Jumlah *fly ash* dan *bottom ash* yang dihasilkan oleh PLTU Sulawesi Utara II yaitu sebanyak 50 ton per hari. Dengan jumlah *fly ash* dan *bottom ash* yang dihasilkan, terjadi penumpukan *fly ash* dan *bottom ash* yang cukup banyak di PLTU Sulawesi Utara II sehingga diperlukan cara untuk dapat mengurangi penumpukan tersebut. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai campuran pada lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk pembangunan jalan di lingkungan PLTU Sulawesi Utara II.

#### 2. TINJAUAN PUSTAKA

##### 2.1 Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar (*subgrade*) adalah bagian dari konstruksi pada jalan yang berperan sebagai pondasi bagi perkerasan jalan maupun bahu jalan. Sebagai penerima beban terakhir pada jalan, lapisan tanah dasar harus memiliki daya dukung yang mencukupi terhadap beban kendaraan di atasnya dan juga harus

memiliki stabilitas terhadap pengaruh lingkungan. (Apriyanti, 2014)

Berdasarkan Surat Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018, tanah dasar pada setiap tempat harus memiliki nilai CBR minimal sebesar 6 persen. Apabila nilai CBR tanah dasar kurang dari 6 persen, maka diperlukan stabilisasi tanah guna menambah nilai CBR pada tanah dasar tersebut.

##### 2.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu metode yang bertujuan untuk memperbaiki sifat dasar tanah supaya daya dukung tanah menjadi lebih stabil dan daya dukung tanah tersebut menjadi lebih besar sehingga mampu menahan beban yang bekerja di atasnya.

Metode-metode stabilisasi yang dikenal adalah stabilisasi mekanis, stabilisasi kimiawi, stabilisasi mineral dan stabilisasi hidraulis. Stabilisasi mekanis adalah penambahan kekuatan dan daya dukung tanah dengan jalan mengatur gradasi tanah yang dimaksud. Stabilisasi hydrolis adalah suatu teknik modifikasi yang biasa dipakai untuk mempercepat proses konsolidasi pada suatu tanah seperti dengan cara penambahan vertical drainan beban. Sedangkan stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan

bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. (Apriyanti, 2014)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Pengujian di Lapangan

Untuk mendapatkan data parameter tanah asli yang natural, diperlukan beberapa pengujian lapangan. Pengujian ini meliputi pengujian sifat fisis dan sifat mekanis pada tanah asli di lapangan. Pengujian sifat fisis tanah asli di lapangan dilakukan dengan cara uji berat jenis lapangan dan uji kerucut pasir (*sand cone*), sedangkan untuk pengujian sifat mekanis dilakukan dengan cara uji CBR lapangan. Hasil dari pengujian ini digunakan sebagai pembandingan dengan pengujian yang akan dilakukan terhadap sampel tanah yang telah distabilisasi. Sehingga diketahui bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai material stabilisasi pada tanah asli.

#### 3.2 Pengujian di Laboratorium

Pengujian di laboratorium diawali dengan melakukan pengujian sifat fisis pada sampel tanah asli, meliputi uji analisis saringan, uji berat jenis, uji batas *atterberg* dan uji kadar air. Setelah melakukan serangkaian pengujian fisis terhadap tanah asli, dilakukan penentuan komposisi material campuran antara tanah asli dengan *fly ash* dan *bottom ash* yang dapat dilihat pada tabel 3.1. dan tabel 3.2.

**Tabel 3.1 Komposisi campuran tanah A**

Kode Sampel	Tanah A	Fly Ash	Bottom Ash
A-11	50%	50%	-
A-12	75%	25%	-
A-21	50%	25%	25%
A-22	75%	12,5%	12,5%

**Tabel 3.2 Komposisi campuran tanah B**

Kode Sampel	Tanah B	Fly Ash	Bottom Ash
A-11	50%	50%	-
A-12	75%	25%	-
A-21	50%	25%	25%
A-22	75%	12,5%	12,5%

Komposisi yang telah ditentukan kemudian diuji sifat fisisnya untuk ditentukan klasifikasinya menurut tabel klasifikasi AASHTO. Komposisi yang akan dilakukan uji sifat mekanis terhadapnya hanya komposisi yang menurut klasifikasi AASHTO termasuk pada kelas A-

1 dan A-2 dengan kondisi kuat dukung tanah yaitu sangat baik hingga baik. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan yaitu uji CBR laboratorium. Hasil pengujian ini akan dibandingkan dengan hasil pengujian tanah asli di lapangan sehingga akan terlihat pengaruh dari penambahan *fly ash* dan *bottom ash* terhadap nilai CBR tanah asli yang distabilisasi.

### 4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian Lapangan

Pengujian lapangan terhadap sampel tanah A mendapatkan hasil sebagai berikut:

- Berat isi tanah A sebesar 1.8 gr/cm<sup>3</sup>, hasil ini menunjukkan bahwa tanah merupakan tanah kepasiran dengan kepadatan lepas hingga sedang.
- Nilai CBR tanah A sebesar 11.2% pada torak 0.1', namun tidak dapat mencapai torak 0.2', hasil ini menunjukkan tanah membutuhkan stabilisasi karena tanah sudah mengalami keruntuhan sebelum beban penetrasi masuk sedalam 0.2'.

Pengujian lapangan terhadap sampel tanah B mendapatkan hasil sebagai berikut:

- Berat isi tanah B sebesar 1.6 gr/cm<sup>3</sup>, hasil ini menunjukkan bahwa tanah merupakan tanah kepasiran dengan kepadatan lepas hingga sedang.
- Nilai CBR tanah B sebesar 5.35% pada torak 0.1', namun tidak dapat mencapai torak 0.2', hasil ini menunjukkan tanah membutuhkan stabilisasi karena selain tanah sudah mengalami keruntuhan sebelum beban penetrasi masuk sedalam 0.2', nilai CBR pada tanah B juga tidak memenuhi standar nilai CBR untuk lapisan tanah dasar (*subgrade*).

Ringkasan dari hasil pengujian di lapangan dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.1 Hasil pengujian lapangan**

No. Sampel Tanah	CBR 0.1' (%)	CBR 0.2' (%)	Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )
A	11.20	-	1.8
B	5.35	-	1.6

### 4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah Asli

Pengujian sifat fisis tanah A di laboratorium mendapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Kadar air natural sebesar 15.3%
- b. Tanah termasuk kedalam tanah non-plastis dikarenakan hasil pengujian LL dan PL tidak didapatkan nilai indeks plastisitas.
- c. Berat jenis tanah sebesar 2.65 gr/cm<sup>3</sup> yang berarti tanah termasuk golongan mineral kuarsa.
- d. Tanah tergolong dalam kelas A-1-b menurut AASHTO.

Pengujian sifat fisis tanah B di laboratorium mendapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Kadar air natural sebesar 13.42%
- b. Tanah termasuk kedalam tanah non-plastis dikarenakan hasil pengujian LL dan PL tidak didapatkan nilai indeks plastisitas.
- c. Berat jenis tanah sebesar 2.85 gr/cm<sup>3</sup> yang berarti tanah termasuk golongan mineral kalsit.
- d. Tanah tergolong dalam kelas A-1-b menurut AASHTO.

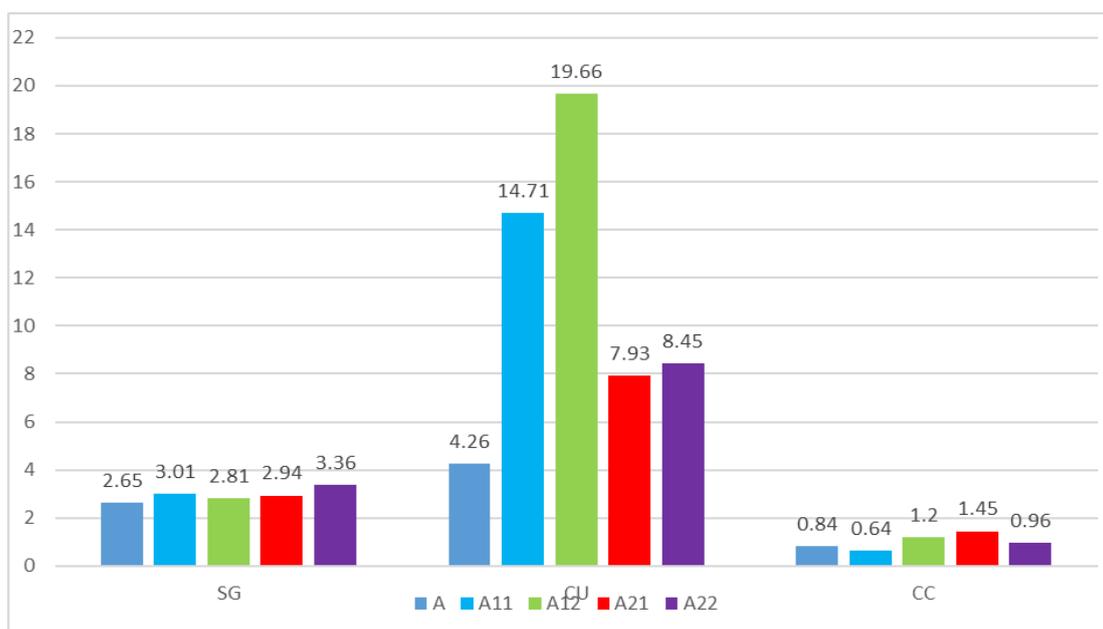
Hasil dari pengujian sifat fisis tanah asli dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

No.	Jenis Pengujian	Tanah A	Tanah B
1	Kadar Air Natural	15.30 %	13.42 %
2	Batas Atterberg - Batas cair (LL) - Batas Plastis (PL) - Indeks Plastisitas (PI)	NP	NP
3	Berat Jenis (SG)	2.65	2.85
4	Analisis Saringan - Lolos saringan No. #40 - Lolos saringan No. #200 - Koef. Keseragaman (Cu) - Koef. Gradasi (Cc)	41.02% 3.38% 4.26 0.84	31.80 % 7.60 % 8.94 1.53

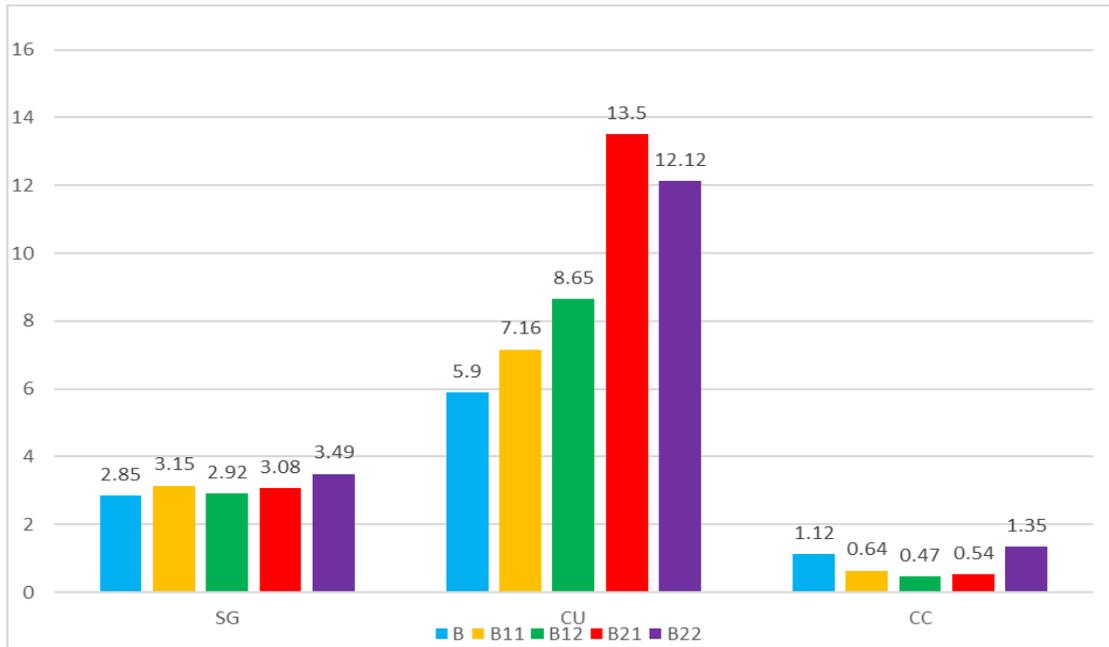
### 4.3 Hasil Pengujian Sifat Fisis Material Campuran

Setelah dilakukan pencampuran antara tanah asli dengan *fly ash* dan *bottom ash*, terjadi perubahan nilai pada data parameter fisis tanah yang diperlihatkan pada grafik batang dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil uji sifat fisis tanah asli



Gambar 4.1 Grafik pengujian sifat fisis campuran tanah A



Gambar 4.2 Grafik pengujian sifat fisis campuran tanah B

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis material campuran tanah A dan B, maka komposisi campuran yang digunakan untuk pengujian sifat mekanis adalah komposisi A-12, A-22, B-12 dan B-22.

Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah A-12 (75%TA + 25%FA) tergolong kedalam kelas A-2-7 dan memiliki kuat dukung sangat baik hingga baik.

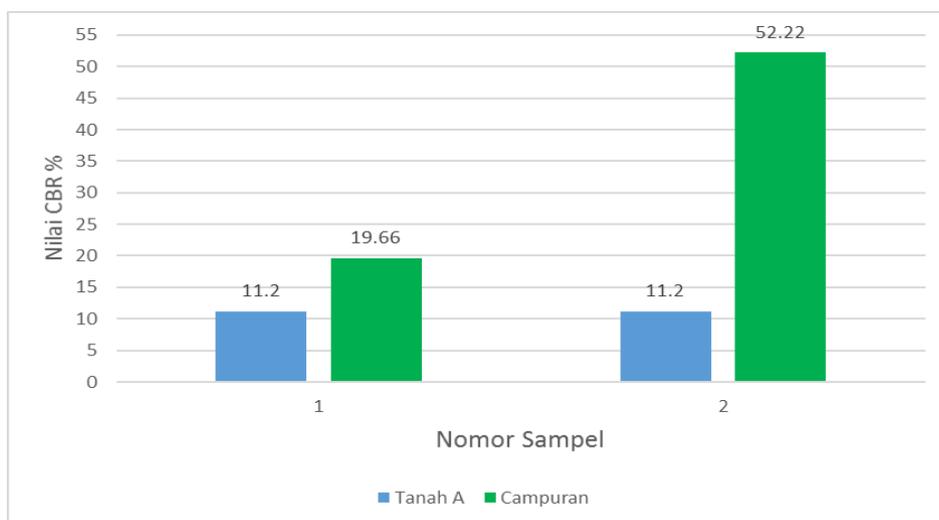
Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah A-22 (75%TA + 12.5%FA + 12.5%BA) tergolong kedalam kelas A-2-6 dan memiliki kuat dukung sangat baik hingga baik.

Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah B-12 (75%TA + 25%FA) tergolong kedalam kelas A-2-7 dan memiliki kuat dukung sangat baik hingga baik.

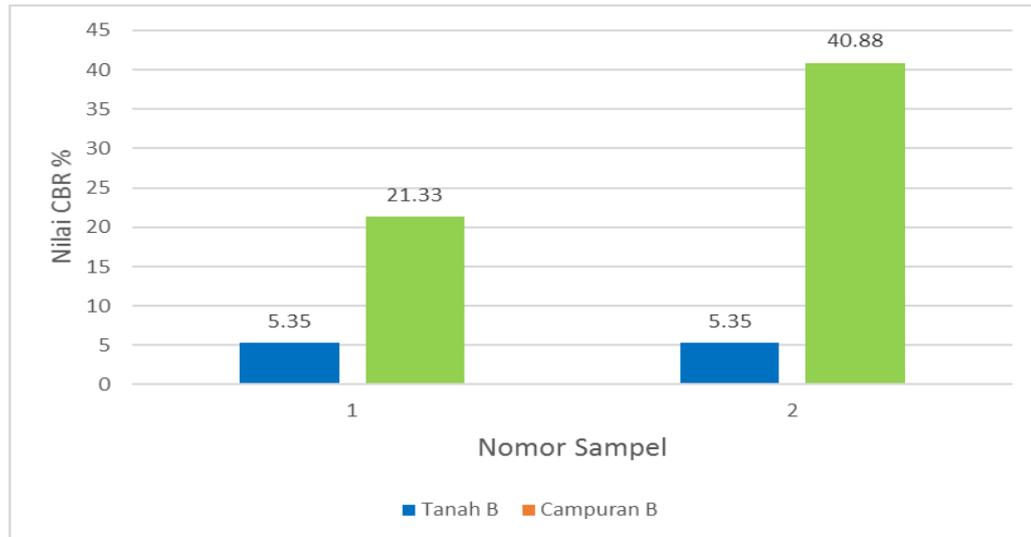
Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah B-22 (75%TA + 12.5%FA + 12.5%BA) tergolong kedalam kelas A-2-6 dan memiliki kuat dukung sangat baik hingga baik.

**4.4 Hasil Pengujian CBR Material Campuran**

Setelah dilakukan pengujian terhadap material campuran, didapatkan hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.3 dan 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.3 Grafik hasil uji CBR material campuran tanah A



Gambar 4.4 Grafik hasil uji CBR material campuran tanah B

Hasil pengujian CBR material campuran tanah A menunjukkan nilai CBR untuk komposisi A-12 (75%TA + 25%FA) yaitu sebesar 19.66% dan komposisi A-22 (75%TA + 12.5%FA +12.5%BA) sebesar 52.22%.

Hasil pengujian CBR material campuran tanah B menunjukkan nilai CBR untuk komposisi B-12 (75%TA + 25%FA) yaitu sebesar 21.33% dan komposisi B-22 (75%TA + 12.5%FA +12.5%BA) sebesar 40.88%.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan berikut ini:

- Berdasarkan hasil pengujian CBR terhadap tanah A yang telah dicampur dengan *fly ash* sebanyak 25%, terjadi peningkatan nilai  $CBR_{0.1}$  menjadi 19.66 %, meningkat sebesar 8.45 % dari nilai  $CBR_{0.1}$  pada tanah asli. Tanah komposisi ini dapat dipergunakan sebagai material lapisan tanah dasar.
- Berdasarkan hasil pengujian CBR terhadap tanah A yang telah dicampur dengan *fly ash* dan *bottom ash* sebanyak masing-masing 12,5%, terjadi peningkatan nilai  $CBR_{0.1}$  menjadi 52.22 %, meningkat sebesar 40 % dari nilai  $CBR_{0.1}$  pada tanah asli. Tanah komposisi ini dapat dipergunakan sebagai material lapisan tanah dasar.
- Berdasarkan hasil pengujian CBR terhadap tanah B yang telah dicampur dengan *fly ash* sebanyak 25%, terjadi peningkatan nilai  $CBR_{0.1}$

menjadi 21.33 %, meningkat sebesar 15.98 % dari nilai  $CBR_{0.1}$  pada tanah asli. Tanah komposisi ini dapat dipergunakan sebagai material lapisan tanah dasar

- Berdasarkan hasil pengujian CBR terhadap tanah B yang telah dicampur dengan *fly ash* dan *bottom ash* sebanyak masing-masing 12,5%, terjadi peningkatan nilai  $CBR_{0.1}$  menjadi 40.88 %, meningkat sebesar 34 % dari nilai  $CBR_{0.1}$  pada tanah asli. Tanah komposisi ini dapat dipergunakan sebagai material lapisan tanah dasar

### 5.2 Saran

Saran – saran yang dapat diterapkan antara lain adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan rencana pengembangan kawasan PLTU Sulawesi Utara II, direkomendasikan penggunaan komposisi campuran 25% FA + S-01 sebagai material LPB dan komposisi 12,5% FA + 12,5% BA + S-01 sebagai LPA.
- Berdasarkan rencana pengembangan kawasan PLTU Sulawesi Utara II, direkomendasikan penggunaan komposisi 25% FA + S-02 dan 12,5% FA + 12,5% BA + S-02 sebagai material LPB.

### REFERENSI

Abadi T.C. (2007). Perbandingan hasil stabilisasi dengan fly ash dan semen pada tanah ekspansif Cikampek. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional*. Vol. 7 No. 2. hal. 131 – 143.

Apriyanti, Y., Hambali, R. (2014). "Pemanfaatan fly ash untuk peningkatan nilai CBR tanah dasar", *Jurnal Fropil Universitas Bangka Belitung*, Vol. 2 No. 2, hal 141 – 152.

Budi, G.S. (2011). *Pengujian Tanah di Laboratorium: Penjelasan dan Panduan*, Yogyakarta, Graha Ilmu.

Craig, R.F. (1989). *Mekanika Tanah*, terj., Budi Susilo., Jakarta, Erlangga.

Das, Braja M. (1999). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, jilid I dan II, terj. Noor Endah, Mochtar I.B. Jakarta, Erlangga

Das, Braja M. (2007). *Advanced Soil Mechanics. 3<sup>rd</sup> ed.* New York, Taylor and Francis Group.

Departemen Pekerjaan Umum, (1987). SKBI – 2.3.26.1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen. Yayasan Badan Penerbit PU.

Hardiyatmo, H.C., (2012). *Mekanika Tanah I*. Edisi ke-enam. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.

Hardyatmo, H.C., (2017). *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Cetakan ke-tiga. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.

Indera K. dkk. (2016). "Stabilisasi tanah dengan menggunakan fly ash dan pengaruhnya terhadap kuat tekan bebas", *Jurnal Fondasi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, Vol. 5 No. 1, Hal. 97 – 106.

Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Surat Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018

Muhardi dkk. (2014). "Perubahan nilai CBR pada kadar air optimum-basah campuran tanah lempung dan abu terbang". *Proceeding 18th National Annual Conference on Geotechnical Engineering*, hal. 199 – 206. Jakarta 11 - 12 November 2014.

SNI 03-1738-2011 Metode Pengujian CBR Lapangan

SNI 03-1742-2008 Metode Pengujian Kepadatan Ringan untuk Tanah

SNI 03-1744-2008 Metode Pengujian CBR Laboratorium

SNI 03-1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah

SNI 03-1965-2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium

SNI 03-1966-2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah

SNI 03-1967-2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah

SNI 03-2436-2008 Tata Cara Pencatatan dan Identifikasi Hasil Pengeboran Inti

SNI 03-2828-1992 Metode Pengujian Kepadatan Lapangan dengan Alat Konus Pasir

SNI 03-3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah

Wardani S.P.R. (2008). "Pemanfaatan Limbah Batubara untuk stabilisasi tanah maupun keperluan Teknik Sipil lainnya untuk mengatasi pencemaran lingkungan". *Pidato Pengukuhan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*. Semarang, 6 Desember 2008.

Wenno R., dkk. (2014). Kuat tekan mortar dengan menggunakan abu terbang asal PLTU Amurang. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 2 No. 5. hal. 252 – 259.

Zaika, Y. (2015). "Mekanika Tanah II: Californian Bearing Ratio"