

**PENGARUH PENCAMPURAN SERBUK KACA DAN ABU
TERBANG (FLY ASH) TERHADAP TANAH PADA TEMPAT
PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SUKAWINATAN
PALEMBANG**

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Program Strata-1

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Tridinanti Palembang



OLEH :

MUHAMMAD ARIE UTOMO

NPM : 1521110035

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

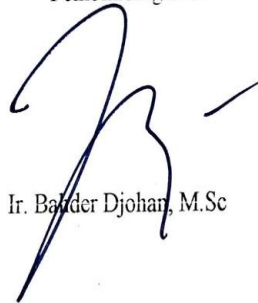
2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : M. Arie Utomo
NIM : 1521110035
Program Studi : Teknik Sipil
Program : Starata Satu (S1)
Judul Skripsi : Pengaruh Pencampuran Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Tanah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan Palembang.

Disetujui oleh:

Pembimbing satu



Ir. Baidar Djohan, M.Sc

pembimbing dua



Bazar Asnawi, S.T., M.T., M.M

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



H. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Reni Andayani, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Arie Utomo

NPM : 1521110035

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Pengaruh Pencampuran Serbuk kaca dan Abu terbang (*fly ash*) terhadap tanah tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan Palembang

1. Skripsi dengan judul diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 yang berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan gelar akademik profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 tahun / atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



g, April 2022

(Muhammad Arie Utomo)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Seperti Dendam, Pendidikan Harus Dibayar Dengan Kelulusan Serta Ilmu Yang Didapat Harus Berguna Bagi Kehidupan”

“Siapa Yang Berjuang Maka Dialah Sang Pemenang, Jadi Yang Terakhir Bukan Berarti Semua Berakhir”

“jadilah kuat untuk setiap hal yang membuatmu lemah”

(Penulis)

Persembahan :

Dengan rahmat ALLAH SWT, Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya, bapakku Lukman susanto dan Ibuku Emi yang selalu mendoakanku serta selalu memberikan dukungan moril dan materil sehingga aku bisa menyelesaikan kuliah ini.
2. Adikku M. Abie swandana yang selalu memberikan semangat dan cinta kepadaku.
3. Kepada semua pihak yang terlibat terimakasih sudah mensupport, mendoakan, yang terbaik dalam perjalanan ini.
4. Serta teman-teman dan adik-adik seperjuangan Teknik Sipil yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu Terimakasih sebanyak-banyaknya.
5. Teruntuk tim pengambilan sampel tanah Calvin, Chandra, Eja, Irfan, Nissa, dan Sari. Terimakasih atas tenaga, waktunya dan rela menahan baunya sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) karena kalau tidak ada kalian skripsi ini tidak akan berjalan lancar.

6. Kepada kakak-kakak alumni Teknik Sipil Universitas Tridianti Palembang
Terimakasih banyak atas ilmu dan arahnya.
7. Kepada segenap teman-teman HMS FT-UTP yang telah menempah saya
dari orang yang tidak peduli menjadi orang yang lebih senang melihat
kebahagian bersama.
8. Almamater tercinta yang akan selalu saya banggakan.
9. Serta untuk Gudang garam SURYA yang selalu menemani proses demi
proses penulisan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya, terutama kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Pencampuran Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Tanah pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan Palembang”**. Dengan waktu yang telah ditentukan. Maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Tridinanti Palembang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan semangat dari berbagai pihak, khususnya kepada Bapak Ir. Bahder Djohan, M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Bazar Asnawi S.T., M.T, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahannya.

Selain itu penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Yth. Ibu. Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, M.P. selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Yth. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Yth. Ibu Reni Andayani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Yth. Seluruh Dosen Teknik Sipil Universitas Tridinanti Palembang atas ilmu yang telah diberikan.

5. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan berupa do'a dan semangat hingga tersusunnya tugas akhir ini.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tridianti Palembang yang telah memberikan semangat dalam perjuangan menghadapi suka dan duka selama menimba ilmu di kampus ini, serta pihak yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Palembang, 23 April 2022



Muhammad Arie Utomo

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sitematika penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tanah.....	6
2.2. Daya dukung tanah	7
2.3. Klasifikasi Tanah.....	8
2.2.1. Klasifikasi Sistem AASTHO.....	9
2.4. Serbuk Kaca	11
2.5. Abu Terbang (<i>fly ash</i>)	12

2.6.	Sifat-Sifat Fisik Tanah Organik	15
2.7.	Sifat-Sifat Mekanis Tanah Organik	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1.	Bagan Alir Penelitian	20
3.2.	Bagan Alir Laboratorium	21
3.3.	Umum.....	22
3.4.	Lokasi Penelitian	23
3.5.	Persiapan Alat	23
3.6.	Persiapan Sampel	28
3.7.	Pengujian Laboratorium	31
3.7.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah	31
3.7.2	Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	34
3.8.	Jumlah Benda Uji	39
3.9.	Jadwal Kegiatan Penulisan.....	40
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	Pengambilan sampel	40
4.2.	Hasil pengujian sifat fisik tanah	41
4.2.1.	Pengujian kadar air	41
4.2.2.	Pengujian analisa saringan.....	42
4.2.3.	Pengujian berat jenis	45
4.2.4	Pengujian berat isi.....	46
4.3.	Hasil pengujian sifat mekanis tanah	48
4.3.1.	Pengujian pemadatan tanah	48

4.3.2. Pengujian CBR laboratorium	51
4.3.3. Korelasi daya dukung tanah dan CBR (<i>California bearing ratio</i>)	55
4.4. Analisa dan pembahasan	59
BAB V Kesimpulan dan saran	60
5.1. kesimpulan	60
5.2. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi Bahan Kimia Serbuk Kaca.....	12
Tabel 2.2. Komposisi Kimia dan Klasifikasi Abu Terbang (Fly Ash).....	13
Tabel 2.3. Berat Jenis Dari Beberapa Jenis Tanah.....	15
Tabel 2.4. Tabel klasifikasi nilai CBR	19
Tabel 3.1. Alat Pengambilan Sampel Tanah	24
Tabel 3.2. Alat Uji Laboratorium.....	25
Tabel 3.3. Benda Uji Yang Digunakan	39
Tabel 3.4. Jadwal Kegiatan Penyusunan Skripsi	40
Tabel 4.1. Pengujian kadar air	43
Tabel 4.2. Pengujian analisa saringan	44
Tabel 4.3. Pengujian berat jenis	47
Tabel 4.4. Pengujian berat isi	48
Tabel 4.5. Hasil pengujian pemadatan tanah	51
Tabel 4.6. Hasil pengujian CBR laboratorium	55
Tabel 4.7. klasifikasi nilai CBR	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tabel klasifikasi Tanah (system AASTHO)	10
Gambar 2.2. Diagram Fase Tanah.....	14
Gambar 2.3. Hubungan Berat Volume Kering dan Kadar Air.....	17
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 3.2. Bagan Alir Laboratorium	21
Gambar 3.3. Lokasi Penelitian	23
Gambar 3.4. Lokasi studi	28
Gambar 3.5. Serbuk kaca	29
Gambar 3.6. Abu Terbang (Fly Ash)	30
Gambar 4.1. Pengambilan sampel tanah	41
Gambar 4.2. Proses oven sampel tanah	42
Gambar 4.3. Pengujian analisa saringan	44
Gambar 4.4. Grafik analisa saringan	45
Gambar 4.5 Pemanasan benda uji dengan desikator	46
Gambar 4.6. Proses uji berat isi	48
Gambar 4.7. Pencampuran tanah dengan air untuk uji pemadatan	50
Gambar 4.8. Proses penumbukan pemadatan tanah	50
Gambar 4.9. Pencampuran tanah dengan bahan tambah untuk pengujian CBR ..	53
Gambar 4.10 Proses penumbukan sampel tanah	54
Gambar 4.11 Pengujian CBR dengan menggunakan mesin penetrasi	54
Gambar 4.12 Grafik hubungan antara kadar pencampuran serbuk kaca	55

Gambar 4.13	grafik korelasi nilai daya dukung tanah dan CBR tanpa campuran serbuk kaca	57
Gambar 4.14	grafik korelasi nilai daya dukung tanah dan CBR dengan campuran serbuk kaca 5%	58
Gambar 4.15.	grafik korelasi nilai daya dukung tanah dan CBR dengan campuran serbuk kaca 10%	59

ABSTRAK

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan terletak di Kecamatan Sukarami Kota Palembang Sumatera Selatan dengan luas kurang lebih 25 hektar. Pemerintah Kota Palembang berencana untuk merelokasikan lahan tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan ke tempat pembuangan akhir (TPA) Karya Jaya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pencampuran serbuk kaca dan abu terbang (fly ash) terhadap tanah tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan Palembang. Dengan menggunakan data CBR laboratorium dan data tanah tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan. Metode yang digunakan adalah penelitian laboratorium yang dilaksanakan di Lab. Mekanika Tanah Universitas Tridianti Palembang. Dari hasil penelitian laboratorium untuk pengujian tanah lahan tempat pembuangan akhir (TPA) didapat kadar air optimum sebesar 14% dan nilai berat kering tanah maksimum sebesar $1,47 \text{ gr/cm}^3$. Untuk pengujian CBR laboratorium didapat sebesar 8,01% untuk tanah tanpa campuran serbuk kaca, untuk tanah dengan campuran serbuk kaca 5% sebesar 8,8% dan untuk pencampuran serbuk kaca 10% sebesar 6,05%.

Kata Kunci : Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah, Perubahan nilai CBR, Pencampuran Serbuk Kaca, Abu Terbang (Fly Ash)

ABSTRACT

Sukawinatan Landfill is located in Sukarami District of Palembang City, South Sumatra with an area of approximately 25 hectares. The Palembang City Government plans to relocate sukawinatan landfill land to karya Jaya landfill. This research was conducted to determine the effect of mixing glass powder and fly ash on the landfill soil of Sukawinatan Palembang. By using CBR laboratory data and sukawinatan landfill soil data. The method used is laboratory research carried out in the Lab. Land Mechanics, Tridinanti University Palembang. From the results of laboratory research for soil testing of landfill land obtained an optimum moisture content of 14% and a maximum soil dry weight value of 1.47 gr / cm³. For laboratory CBR testing obtained at 8.01% for soil without glass powder mixture, for soil with 5% glass powder mixture by 8.8% and for mixing glass powder 10% for 6.05%.

Keywords : Landfill , Change in CBR value, Glass Powder Mixing, Fly Ash

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Usaha perbaikan struktur tanah merupakan suatu cara untuk memperbaiki sifat-sifat tanah agar memenuhi syarat-syarat teknis tertentu. Tanah merupakan salah satu bagian penting dalam suatu konstruksi yang mempunyai fungsi sebagai penyangga konstruksi di atasnya. Tanah harus memenuhi syarat yang baik agar mampu menahan beban konstruksi di atasnya. Namun ada beberapa tanah yang bermasalah salah satunya adalah tanah yang ada pada tempat pembuangan akhir (TPA) sampah. tanah Jenis ini mempunyai daya dukung yang rendah dikarenakan kontaminasi dari sampah yang tertumpuk di atasnya selama bertahun-bertahun, selain itu juga tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan yang terletak di kecamatan sukarami Palembang ini telah melewati batas kapasitas daya tampung oleh karena itu Pemerintah Kota Palembang berencana untuk merelokasi lahan tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan Palembang ke tempat pembuangan akhir (TPA) karya jaya. Tempat pembuangan akhir (TPA) karya jaya akan dibangun *incenerator* yang digunakan untuk membakar sampah demi menekan volume sampah rumah tangga dari proses pembakaran tersebut akan diubah menjadi energi listrik. Tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan Palembang memiliki luasan kurang lebih sekitar 25 hektare, Dengan luasan lahan yang cukup luas ini rencananya pemerintah kota Palembang akan mengalihfungsikan lahan tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan menjadi ruang terbuka hijau. Dengan adanya rencana tersebut akan ada pembangunan jalan pada ruang terbuka

hijau tersebut yang akan di lakukan pada lahan tempat pembuangan akhir (TPA) sukawinatan Palembang. Sehingga diperlukan upaya untuk menaikkan nilai CBR tanah. Salah satu cara yang paling sederhana yang dapat digunakan yaitu dengan cara pemadatan, selain pemadatan untuk memperbaiki nilai daya dukung tanah telah banyak dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan cara mekanis, dan kimiawi. Perbaikan secara mekanis dilakukan dengan cara mengganti tanah asli dengan tanah lain yang mempunyai sifat mekanis yang lebih baik, sedangkan secara kimiawi dapat dilakukan dengan cara menambahkan atau mencampurkan bahan stabilisasi kedalam tanah asli.

Dalam penelitian ini akan dilakukan upaya perbaikan tanah secara kimiawi dengan cara menambahkan dan mencampurkan bahan stabilisasi ke dalam tanah asli. Dengan memanfaatkan limbah botol kaca dan abu terbang (*fly ash*) adalah salah satu usaha perbaikan tanah secara kimiawi. Limbah kaca ini merupakan limbah anorganik yang tidak bisa terurai, dan membusuk oleh aktifitas mikroorganisme, Dan abu terbang (*fly ash*) merupakan bagian dari hasil pembakaran batu bara, yang berbentuk partikel halus yang dapat dikatakan sebagai silt (lanau) halus yang tidak plastis berdasarkan klasifikasi Unified Soil Classification System (*USCS*), tidak porous dan memiliki sifat pozzolanic yang dimiliki oleh abu terbang dikarenakan abu terbang mengandung bahan pozzolan yaitu silika dan kalsium. Kandungan inilah yang dapat bereaksi terhadap tanah.

Limbah kaca dan abu terbang (*fly ash*) yang dipakai serbuk halus yang lolos saringan 200 diharapkan bisa berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) pada rongga-rongga tanah dan bahan pengikat (*binder*) pada tanah. Penelitian ini

dilakukan pencampuran serbuk kaca dan abung terbang (*fly ash*) terhadap sampel tanah TPA Sukawinatan yang terletak di kecamatan Sukarami Palembang.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah perubahan nilai CBR dari pencampuran serbuk kaca 0%, 5%, dan 10% ditambah abu terbang (*fly ash*) 20% terhadap jumlah berat kering tanah?
2. Bagaimana dampak nilai CBR tanah tempat pembuangan akhir dari pencampuran serbuk kaca 0%, 5%, dan 10% ditambah abu terbang (*fly ash*) 20%?

1.3. Tujuan

Adapun Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perubahan nilai CBR dari pencampuran tanah tempat pembuangan akhir dengan serbuk kaca 0%, 5%, dan 10% ditambah abu terbang (*fly ash*) 20%.
2. Untuk mengetahui dampak dari pencampuran tanah tempat pembuangan akhir dengan serbuk kaca 0%, 5%, dan 10% ditambah abu terbang (*fly ash*) 20%.

1.4. Batasan Masalah

Pada penulisan skripsi “Pengaruh campuran Serbuk Kaca Dan Abu Terbang (*fly ash*) terhadap tanah lahan tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan Palembang” ini penulis membatasi ruang lingkup penelitian.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah yang digunakan dari Tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan kecamatan Sukarami, Kota Palembang, Sumatera Selatan.
2. Serbuk kaca yang digunakan merupakan limbah dari tempat pembuangan akhir (TPA) Sukawinatan Kecamatan Sukarami, Kota Palembang, Sumatera Selatan.
3. Persentase serbuk kaca yang di gunakan 0%, 5%, dan 10% ditambah dengan abu terbang (*fly ash*) 20%
4. Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Tridianti Palembang.
5. Pengujian terhadap karakteristik kekuatan serbuk kaca dan abu terbang (*fly ash*) tidak dilakukan dalam penelitian ini. Yang dilakukan hanya pengujian terhadap nilai CBR tak terendam.
6. Metode uji CBR laboratorium SNI 1744-2012.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah pada tempat pembuangan akhir (TPA).
2. Menjadi refrensi untuk orang lain yang akan melakukan penelitian serupa.
3. Dapat mengurangi limbah botol kaca yang termasuk ke dalam limbah B3

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dari penulisan penelitian ini terdiri dari beberapa bab dan sub bab masing- masing bab dijelaskan dengan rincian sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai alasan atau latar belakang, pemilihan judul, permasalahan dan batas masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas dasar teori berdasarkan buku-buku yang menjelaskan mengenai teori, temuan, dan penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk melaksanakan penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini membahas metode penelitian yang berisikan tentang pendekatan teori yang telah dijabarkan dan langkah-langkah pengujian penelitian.

BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini di bahas mengenai hasil penelitian dan pengamatan serta pembahasan dengan hasil yang didapat.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini di bahas mengenai kesimpulan penelitian berdasarkan analisa yang telah dilakukan di laboratorium, dan juga pada bab di ini dituliskan saran yang bermanfaat untuk menyempurnakan penelitian sebelumnya

Daftar pustaka

Bahder Djohan, Bazar Asnawi 2018. Petunjuk praktikum mekanika tanah. Edisi revisi, universitas tridinanti Palembang.

Bowles, Joseph E. 1991. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Erlangga: Jakarta. Degarmo E. Paul. Dkk. 1997.

Darwis. 2018. *Dasar-dasar Teknik perbaikan tanah*, Pustaka AQ: Nyutran MG II / 14020 Yogyakarta.

Das. M. Braja. 1995. *Mekanika tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis).* Erlangga: Jakarta.

Handayasari, indah. 2016. *Stabilisasi tanah pada lahan bekas tempat pembuangan akhir (TPA) sampah.* Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta.

Hardiyatmo, h. Cristady. 2012. *Mekanika tanah.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Julianto. 2018. Pengaruh Campuran Butiran Batubata Merah Dan Abu Terbang Batubara Terhadap Nilai CBR Tanah Timbunan Pada Jalan Tol Palembang-Indralaya. Universitas Tridinanti Palembang.

Kementrian lingkungan hidup.2020 “komposisisampah”
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>

Metode uji CBR laboratorium. SNI 1744-2012.

Mudhakhir, Ibnu. 2020. *penggunaan limbah gypsum dan serbuk kaca untuk memperkecil potensi pengembangan tanah ekspansif.* Universitas Sebelas Maret.

Romadon, doni. 2015. Dampak Campuran Serbuk Kaca Dan Serbuk Kayu Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung. Universitas Tridinanti Palembang.