

Stabilisasi Tanah Menggunakan Limbah Karbit dan *Bottom Ash* Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

Anugrah Pratama Desiandhy ^{*1}, Irwan Lie Keng Wong ^{*2}, Ika Apriyani ^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia anugrahdesiandhy@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia Irwanliekengwong@gmail.com ² dan apriyani.ika01@ukipaulus.ac.id ³

Corresponding Author: anugrahdesiandhy@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian penambahan *bottom ash* dan limbah karbit pada tanah lempung dari Desa Bonto Bunga, Kecamatan Moncong Loe, Kabupaten Maros untuk mengetahui pengaruhnya terhadap uji kuat tekan bebas. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa tanah di lokasi tersebut adalah tanah lempung organik dengan tingkat plastisitas rendah. Dari pengujian kuat tekan bebas dan grafik limbah karbit dan *bottom ash* dengan q_u (kg/cm²) mengalami peningkatan pada *bottom ash* 5% dari tanah asli sebesar 0,104 dan pada penambahan limbah karbit 5% dan *bottom ash* 5% sebesar 0,137 dan pada penambahan limbah karbit 10% dan *bottom ash* 5% sebesar 0,199, sedangkan pada penambahan limbah karbit 15% dan *bottom ash* 5% mengalami penurunan yaitu 0,156. Untuk kuat tekan bebas tanah lempung organik di Desa Bonto Bunga dengan penambahan *bottom ash* dan limbah karbit titik 1 dan 2 terjadi kestabilan untuk penambahan 5% *bottom ash* dan 10% limbah karbit.

Kata kunci: Stabilisasi Tanah, *Bottom Ash*, Limbah Karbit, dan Kuat Tekan Bebas

Abstract

In this study, the addition of bottom ash and carbide waste to clay soil was carried out from Bon Bunga Village, Moncong Loe District, Maros Regency to determine the effect on the free compressive strength test. The results of laboratory tests show that the soil at the site is organic loam with a low level of plasticity. From the free compressive strength test and the graph of carbide waste and bottom ash with q_u (kg/cm²) increased in bottom ash 5% of original soil by 0.104 and in the addition of 5% carbide waste and 5% bottom ash by 0.137 and in the addition of 10% carbide waste and 5% bottom ash by 0.199, while in the addition of 15% carbide waste and 5% bottom ash decreased by 0.156. For the free compressive strength of organic clay soil in Bonto Bunga Village with the addition of bottom ash and carbide waste points 1 and 2, stability occurs for the addition of 5% bottom ash and 10% carbide waste.

Keywords: Soil Stabilization, Bottom Ash, Carbide Waste, and Unconfined Compressive Test

PENDAHULUAN

Stabilitas tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah baik secara mekanis atau secara kimiawi dengan menambahkan limbah karbit dan *bottom ash* yang diharapkan dapat membantu meningkatkan daya dukung tanah. Maksud utama dari stabilisasi adalah merubah karakteristik fisik dari tanah itu sendiri, seperti karakteristik kompresibilitas, kemampuan menahan beban, keluwesannya dalam proses pengerjaan, daya tembus air, reaksinya terhadap perubahan kadar air, dan peluang perkembangannya. Kuat tekan bebas merujuk pada beban aksial per unit luas yang diterapkan pada sampel uji saat sampel tersebut mengalami kegagalan atau ketika regangan mencapai 15-20%. Limbah karbit adalah hasil sisa produksi gas asetilen, yang memiliki kandungan kapur (CaO) yang cukup tinggi dengan fungsi untuk memicu reaksi pozzoloan pada tanah lempung, dalam hal ini, limbah karbit juga berguna sebagai sumber gas asetilen setelah terjadi reaksi dengan air. Limbah *bottom ash* mengandung beberapa unsur kimia seperti Silikon, Aluminium, Besi, Kalsium serta Magnesium

dan unsur-unsur kimia lainnya yang berperan dalam menangkap partikel-partikel negatif yang ada di permukaan tanah.

Sebelum melakukan penelitian ada beberapa penelitian sejenis yaitu penggunaan abu tandan kosong kelapa sawit pada tanah lempung diperoleh peningkatan nilai daya dukung tanah maksimum untuk kadar 7,5% abu kelapa sawit dan 10% semen sebesar 2,10 kg/cm² [2]. Pengujian lumpur Bledug dan Vermikulit untuk stabilisasi tanah lempung didapatkan adanya peningkatan kuat tekan bebas pada tanah yang telah mengalami stabilisasi dengan hasil pengujian kuat tekan bebas optimum pada vermikulit 4% dan lumpur Bledug Kuwu 15%[3]. Pemanfaatan abu terbang dalam pengujian *CBR* didapatkan uji laboratorium serat murni 54,2%, dan kadar abu 6,49% untuk kadar serat dan kedalaman tanah serta serat murni. Untuk *CBR* maksimum diperoleh pada variasi 15% abu tandan kelapa sawit yaitu 2,2%. Akan tetapi nilai ini belum memenuhi ketentuan yaitu 6% [4]. Penggunaan limbah abu terbang pada pengujian kuat tekan bebas untuk tanah timbunan biasa didapatkan terjadi peningkatan nilai kuat tekan bebas pada perendaman 28 hari untuk variasi abu terbang 5%. Berdasarkan penelitian ini ditarik kesimpulan bahwa abu terbang dapat digunakan untuk stabilisasi pada tanah timbunan biasa [5]. Pemanfaatan *Fly Ash* pada tanah lempung ekspansif di Magetan, Jawa Timur menunjukkan bahan stabilisasi abu terbang dapat memperbaiki sifat mekanik dan fisik tanah. Penambahan abu terbang pada pengujian ini mampu meningkatkan daya dukung tanah sebanding dengan peningkatan pada kuat tekan [6]. Penggunaan abu terbang pada kuat tekan bebas pada tanah distabilisasi untuk pekerjaan lapis pondasi jalan diperoleh hasil pengujian dengan kesimpulan bahwa penggunaan abu terbang dan semen mampu meningkatkan nilai *UCS* dengan komposisi optimal campuran adalah 1:3 + 2% semen dan dihasilkan *UCS* 235,36 Kpa [7]. Pengujian *UCS* dengan penambahan abu terbang dan *bottom ash* serta semen didapatkan hasil uji optimum dengan 50% *FA*:50% *BA* menggunakan variasi 9% semen sehingga dihasilkan 4,943 kg/m² untuk pemeraman 3 hari [8]. Penggunaan arang tempurung kelapa untuk pengujian *UCS* didapatkan hasil pengujian yaitu penurunan indeks plastisitas tanah sehingga mampu memperbaiki sifat fisik tanah. Pada variasi 10% diperoleh *UCS* 7,961 kg/cm² dan kenaikan nilai *qu* 543,482% untuk 28 hari pemeraman [9]. Penggunaan kapur pada uji *UCT* dihasilkan grafik yang berbaanding lurus. Semakin besar persentase kapur maka nilai *qu* dan *Cu* semakin besar pula [10]. Pemanfaatan kapur pada tanah gambut dihasilkan peningkatan *qu* hingga 10%. Semakin banyak kapur yang digunakan maka nilai *qu* akan semakin besar [11]. Stabilisasi dengan penggunaan limbah karbit pada Jalan Desa Carenang, Serang diperoleh hasil uji *qu* tertinggi yaitu 2,87 kg/cm² dengan kadar limbah 7,5% dan perendaman 21 hari [12]. Pengujian stabilisasi tanah dengan pemanfaatan abu terbang variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% diperoleh hasil pengujian peningkatan batas plastis dan cair tanah serta daya dukung. Untuk berat jenis tanah mengalami penurunan nilai. Hasil uji *UCT* terbesar dihasilkan pada kadar abu terbang 20% yaitu 2,55 kg/cm² pada perendaman 21 hari [13].

METODOLOGI

A. Persiapan Material

Sampel tanah yang digunakan untuk pengujian berasal dari Desa Bonto Bunga. Sampel terlebih dahulu dikeringkan dengan cara dijemur di bawah terik matahari menggunakan terpal. Kemudian setelah kering disaring menggunakan saringan no.4. Untuk bahan tambah yakni abu limbah kulit batu bara atau *Bottom Ash* diperoleh dari PT. MAKASSAR TENE yang beralamat di Jl. Ir. Sutami No.38, Bira, Makassar. Sedangkan untuk limbah karbit diperoleh dari bengkel las karbit terdekat sekitar Makassar dengan

persetujuan pemilik bengkel. Limbah karbit juga terlebih dahulu dikeringkan dan disaring dengan saringan no. 40 sebelum digunakan.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 2. Pengambilan Limbah Karbit dan Penyaringan Sampel Tanah

B. Pemeriksaan Karakteristik dan Uji Sampel

Penelitian yang meliputi pemeriksaan karakteristik material dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah UKI Paulus Makassar. Tahap pertama adalah pengujian sifat fisik tanah, sedangkan tahap kedua adalah pengujian sifat mekanis yaitu uji pemadatan standar (*standar Proctor*) dan uji kuat tekan bebas atau *UCT*. Pada uji *UCT* dilakukan dengan menggunakan tanah terganggu (*disturbed*) yang dibuat dengan variasi limbah karbit 0%,5%,10%,15% dan 5% *bottom ash* secara konstan di setiap variasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

a. Sifat Fisis Tanah

Pada pengujian sifat fisis tanah untuk sampel I diperoleh hasil 42,83% untuk kadar air dan 2,60% untuk berat jenis. Untuk batas cair, batas susut, batas plastis dan indeks plastisitas diperoleh 47,54%, 39,723%, 25,93% dan 21,61%. Pada pengujian hidrometer untuk kerikil, pasir, saringan no. 200, lanau dan lempung didapatkan 0%, 10,81%, 89,189%, 62,17% dan 27,02%.

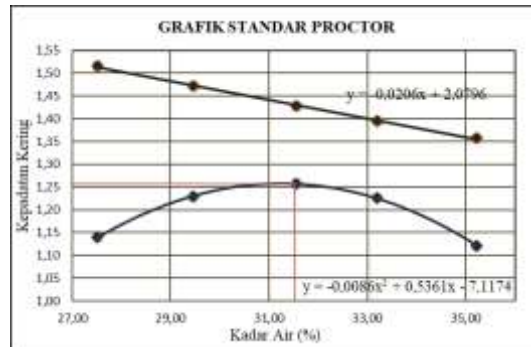
Pada pengujian sifat fisis tanah untuk sampel II diperoleh hasil 42,56% untuk kadar air dan 2,64% untuk berat jenis. Untuk batas cair, batas susut, batas plastis dan indeks plastisitas diperoleh 46,02%, 32,89%, 22,17% dan 23,85%. Pada pengujian hidrometer untuk kerikil, pasir, saringan no. 200, lanau dan lempung didapatkan 0%, 13,87%, 86,130%, 58,77% dan 27,36%.

Uji Kompaksi (*Standard Proctor*)

Berikut adalah hasil pengujian untuk uji kompaksi yang terdapat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil Perhitungan Pemadatan Sampel 1 Variasi 0 %

Kadar Air Optimum (%)	Kepadatan Kering Maksimum (gr/cm ³)	ZAV
27,51	1,139	1,516
29,46	1,228	1,472
31,55	1,257	1,428
33,20	1,226	1,395
35,20	1,121	1,357

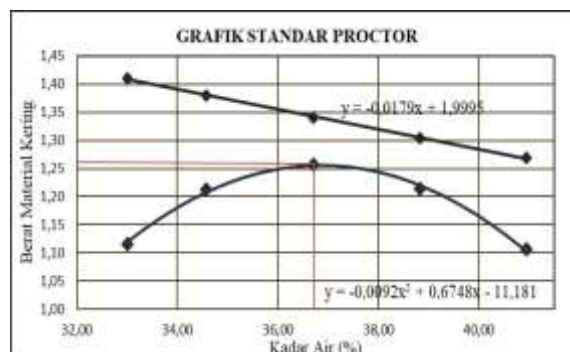


Gambar 3. Grafik Kompaksi Titik 1 Variasi 0 %

Grafik menggambarkan cara mendapatkan nilai kadar air optimum dan kepadatan kering dengan mengidentifikasi puncak dari parabola yang dihasilkan oleh hubungan antara kadar air dan kepadatan kering. Selanjutnya, garis vertikal dan horizontal ditarik dari puncak parabola tersebut. Hal ini menghasilkan nilai kadar air optimum sebesar 31,17% dan kepadatan kering sebesar 1,257 gr/cm³.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pemadatan Sampel 2 Variasi 0%

Kadar Air Optimum (%)	Kepadatan Kering Maksimum (gr/cm ³)	ZAV
33,01	1,116	1,411
34,58	1,213	1,380
36,71	1,256	1,341
38,84	1,214	1,304
40,94	1,106	1,269



Gambar 4. Grafik Kompaksi Titik 2 Variasi 0%

b. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Dari hasil pengujian kuat tekan bebas yang telah dilakukan didapatkan hasil pada tabel berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Campuran	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
0%	0,087	0,091	0,089
5% BA	0,103	0,104	0,104
5% BA; 5% LK	0,133	0,141	0,137
5% BA; 10% LK	0,207	0,191	0,199
5% BA; 15% LK	0,152	0,160	0,156



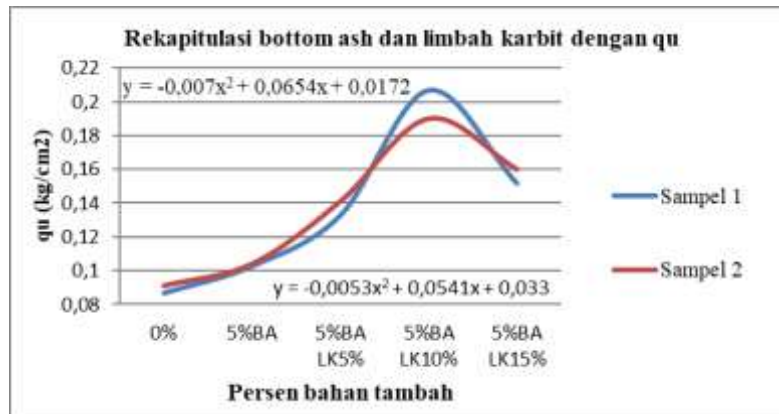
Gambar 5. Grafik *Bottom Ash* dan Limbah Karbit Sampel 1 Terhadap Nilai *qu*

Pada sampel 1 pencampuran tanah *bottom ash* dan limbah karbit dengan variasi 5%BA,5%BA LK5%,BA5%LK10%.dapat menaikkan nilai kuat tekan(*qu*) dan di variasi BA5% LK15% terdapat penurunan nilai (*qu*) dari sebelumnya.



Gambar 6. Pengaruh *Bottom Ash* terhadap Limbah Karbit Sampel 2 Nilai *qu*

Pada sampel 2 pencampuran tanah *bottom ash* dan limbah karbit dengan variasi 5%BA,5%BA LK5%,BA5%LK10% dapat menaikkan nilai kuat tekan(*qu*) dan variasi BA5% LK15% terdapat penurunan nilai (*qu*) dari sebelumnya.

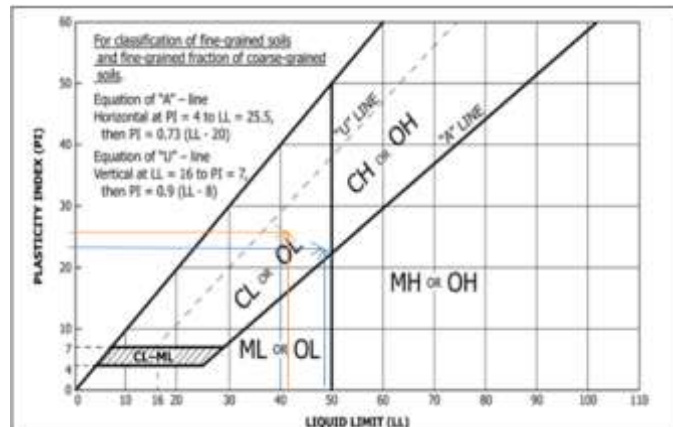


Gambar 7. Pengaruh *Bottom Ash* dan Limbah Karbit Terhadap Nilai q_u

2. Pembahasan Hasil Analisis

a. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Berdasarkan gambar Grafik Plasticity Chart, tanah yang telah diuji dapat diklasifikasikan sebagai jenis CL dan OL, termasuk dalam kategori tanah lempung organik dengan tingkat plastisitas yang rendah. Dalam kerangka klasifikasi tanah menurut AASHTO, pengujian batas Atterberg telah dilakukan dan menghasilkan nilai-nilai sebagai berikut: batas plastis (PL) = 24,05%, batas cair (LL) = 46,78%, dan indeks plastisitas (IP) = 22,73. Selain itu, pengujian gradasi analisis saringan dan hidrometer juga telah dilakukan, dan berdasarkan kriteria AASHTO, sampel tanah termasuk dalam kategori A-7-5 dengan tipe material utama yang umumnya merupakan tanah berlempung.



Gambar 8. Grafik *Plasticity Chart*

b. Pengujian Kuat Tekan Bebas Dalam Penambahan *Bottom Ash* dan Limbah Karbit

Dilihat dari kelebihan limbah karbit dan bottom ash yaitu mampu menyerap. Hasil pengujian kuat tekan bebas dan grafik limbah karbit dan bottom ash dengan q_u (kg/cm²) mengalami peningkatan pada *bottom ash* 5% dari tanah asli sebesar 0,104 dan pada penambahan limbah karbit 5% dan bottom ash 5% sebesar 0,137 dan pada penambahan limbah karbit 10% dan *bottom ash* 5% sebesar 0,199, sedangkan pada penambahan limbah karbit 15% dan bottom ash 5% mengalami penurunan sebesar 0,156. Dari pengujian ini menunjukkan dari masing-masing sampel tanah dengan campuran limbah karbit dan *bottom ash* mengalami kenaikan karena dapat mengikat tanah dengan baik sehingga tanah bisa padat mengakibatkan tanah tidak mudah runtuh.

KESIMPULAN

1. Sampel tanah dari jalan bonto bunga, kecamatan Moncong Loe, Kabupaten Maros menurut *USCS* adalah lempung organik dengan plastisitas rendah dan masuk dalam kelompok A-7-5 berdasarkan *AASHTO*.
2. Menurut pengujian *UCT* pada tanah lempung Desa Bonto Bunga, dengan penambahan limbah karbit dan *bottom ash* terjadi peningkatan hasil uji untuk kedua sampel jika dibandingkan dengan lempung normal, tetapi disarankan untuk penggunaan dengan penambahan limbah karbit 10% dan *bottom ash* 5% karena tanah sudah mengalami kestabilan.

SARAN

1. Berdasarkan hasil penelitian ini, pada penambahan limbah karbit dan *bottom ash* dibawah 10% dapat menaikkan nilai kuat tekan bebas karena meningkatnya penambahan limbah karbit dan *bottom ash*, tetapi untuk stabilisasi tanah lempung dengan limbah karbit dan *bottom ash* lebih dari 10% kurang disarankan untuk digunakan pada tanah lempung Desa Bonto Bunga, kecamatan Moncong Loe, Kabupaten Maros.
2. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk mencampurkan limbah karbit dengan lanau berpasir dengan variasi tertentu untuk mengetahui pengaruh pada kuat tekan bebas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Anggraini dan A. Saleh, "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Kuat Tekan Bebas," *Sainstek (e-Journal)*, vol. 9, no. 2, pp. 108–115, Dec. 2021, doi: 10.35583/js.v9i2.182.
- [2] Das, B. M., dan Endah, N., *Mekanika tanah*. Jakarta: *Erlangga*, 1995.
- [3] W. Fathonah, D. E. Intari, E. Mina, dan M. Sulaiman, "Pemanfaatan Limbah Plastik Pet (*Polyethylene Terephthalate*) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus: Jalan Kampung Cibayone, Sumur-Pandeglang)," *Jurnal Fondasi*, vol. 7, no. 2, Oct. 2018, doi: 10.36055/jft.v7i2.4073.
- [4] Hardiyatmo, H. C., *Mekanika Tanah I*. Jakarta: *PT. Gramedia Pustaka Utama*, 1992.
- [5] R. I. Kusuma dan E. Mina, "Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan *Fly Ash* Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang)," *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 5, no. 1, Feb. 2017, doi: 10.36055/jft.v5i1.1251.
- [6] A. N. Mak'sudah, Y. A. Saputro, dan D. Rochmanto, "Stabilisasi Campuran *Fly Ash*, *Bottom Ash*, Dan Semen Terhadap Pengaruh Nilai Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)," *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, vol. 11, no. 1, Jul. 2023, doi: 10.33603/jki.v11i1.8614.
- [7] E. Mina, R. I. Kusuma, dan J. Ridwan, "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Pasir Laut Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus: Jalan Mangkualam Kecamatan Cimanggu – Banten)," *Jurnal Fondasi*, vol. 6, no. 2, Oct. 2017, doi: 10.36055/jft.v6i2.2472.
- [8] E. Mina, R. I. Kusuma, W. Fathonah, dan H. Wibowo, "Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Trate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, Banten)," *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, p. 58, Apr. 2021, doi: 10.36055/fondasi.v10i1.10614.
- [9] Mindiastiwi, T., dan Romadlon, F. R., "Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi dengan Uji *Unconfined Compression Test* (UCT)," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 16, no. 1, 2023, doi.org/10.56444/jts.v16i1.200
- [10] R. Sitompul, R. Franchitika, dan A. Waruwu, "Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Secara Dua Tahap Menggunakan Abu Bukho Dan Abu Vulkanik Ditinjau Dari Kuat Tekan Bebas," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 13, no. 2, p. 66, Dec. 2022, doi: 10.36448/jts.v13i2.2890.

- [11] S. Syahril dan D. Kumalasari, “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Menggunakan Vermikulit dan Lumpur Bledug Kuwu terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, vol. 18, no. 1, pp. 41–47, Apr. 2021, doi: 10.30630/jirs.v18i1.499.
- [12] A. F. Mangelep dan R. M. Simanjuntak, “Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Pada Tanah Ekspansif Terhadap Potensi Pengembangan Dan Nilai Kuat Tekan Menggunakan Uji Tekan Bebas,” *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan - Centech*, vol. 1, no. 2, pp. 93–101, Oct. 2020, doi: 10.33541/cen.v1i2.2138.
- [13] E. Mina, R. I. Kusuma, dan R. E. Susilo, “Pemanfaatan Abu Sisa Pembakaran Daun Bambu untuk Stabilisasi Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi kasus: Jl. Munjul–Malingping, Desa Pasir Tenjo, Kecamatan Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang),” *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 15, no. 2, p. 85, Nov. 2019, doi: 10.36055/tjst.v15i2.6814.