



STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN FLY ASH TERHADAP PERUBAHAN NILAI INDEKS PLASTISITAS DAN NILAI DAYA DUKUNG TANAH DI DESA TAMANSARI KECAMATAN DRINGU KABUPATEN PROBOLINGGO

Lyric Nabila Vantiaka¹, Eko Setyawan²

¹Universitas Negeri Malang, lyric.nabila.2005236@students.um.ac.id

²Universitas Negeri Malang, eko.setyawan.ft@um.ac.id

Abstrak: Kondisi tanah yang kurang baik dapat diakibatkan oleh nilai indeks plastisitas yang tinggi dan kembang susut yang besar. Berdasarkan hasil uji pendahuluan terhadap tanah pada Desa Tamansari Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo diketahui nilai indeks plastisitas sebesar 39.31% lebih dari 17% dan tergolong dalam kategori tinggi (Hardiyatmo, 2002). Maka diperlukan upaya perbaikan tanah yaitu dengan cara stabilisasi tanah. Pada penelitian ini stabilisasi tanah menggunakan fly ash tipe C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai indeks plastisitas dan nilai daya dukung tanah di Desa Tamansari setelah distabilisasi dengan fly ash tipe C. Sampel penelitian ini berasal dari Desa Tamansari yang diambil pada satu titik lokasi dengan kedalaman 0.5 - 1 meter. Pada penelitian ini digunakan kadar fly ash tipe C sebesar 5.5%, 6.5%, 7.5%, dan 8.5% dengan masa pemeraman selama 14 hari. Perubahan IP diperoleh dari perhitungan uji LL dan PL, sedangkan perubahan DDT diperoleh dari konversi hasil uji CBR laboratorium unsoaked. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi perubahan nilai indeks plastisitas dan nilai daya dukung tanah akibat penambahan fly ash. Nilai indeks plastisitas pada tanah asli sebesar 31.39% mengalami penurunan pada penambahan fly ash 8.5% menjadi 19.21%. Namun nilai indeks plastisitas masih tergolong sangat tinggi. Nilai daya dukung tanah pada tanah asli sebesar 6.30 kg/cm² mengalami kenaikan optimum pada penambahan fly ash 7.5% menjadi 7.13 kg/cm².

Kata Kunci: Indeks Plastisitas, Daya Dukung Tanah, Fly ash.

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan gedung, jalan, maupun konstruksi lainnya. Pembangunan infrastruktur akan berkaitan erat dengan tanah. Hal ini disebabkan karena tanah berfungsi menerima dan menahan beban struktur di atasnya (Wahyuni et al., 2021). Oleh sebab itu, apabila sifat tanah dan daya dukung tanah kurang baik maka dapat merusak konstruksi di atasnya.

Berdasarkan Fakriyan et al. (2022) dan hasil survei lokasi ditemukan kerusakan pada ruas jalan di Desa Tamansari. Kerusakan yang terjadi seperti bergelombang, amblas, dan kerusakan lainnya. Hal ini disebabkan karena jalan tersebut merupakan jalan pantai utara (pantura) yang selalu dilalui oleh kendaraan ringan hingga kendaraan berat.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan tanah di Desa Tamansari, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo didapatkan hasil analisis saringan lolos no. 200 sebesar 41.6%, batas cair (LL) 84.06%, batas plastis (PL) 52.67%, dan nilai indeks plastisitas (IP) 31.39%. Menurut klasifikasi sistem *American Association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO), tanah termasuk dalam kelompok A – 7 – 5 (8) yang merupakan tanah berlempung dan tergolong sedang sampai jelek untuk dijadikan tanah dasar. Tanah juga termasuk ke dalam kelas *subgrade* sangat buruk dan klasifikasi indeks plastisitas yang sangat tinggi.

Berdasarkan latar belakang di atas perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh fly ash tipe C terhadap perubahan nilai indeks plastisitas dan nilai daya dukung tanah di Desa Tamansari, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Malang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai indeks

Live and Applied Science, Volume 5

plastisitas dan nilai daya dukung tanah dengan penambahan bahan stabilisasi *fly ash* tipe C pada tanah Desa Tamansari, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo. Diagram alir pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Lokasi pada penelitian ini terletak di Desa Tamansari, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo. Pada lokasi tersebut terdapat beberapa kerusakan jalan berupa bergelombang, amblas, dan kerusakan lainnya. Metode pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan sampel *disturb*. Tanah pada lokasi ini berjenis tanah lempung. Sampel tanah diambil pada satu titik lokasi dengan kedalaman 0,5 meter – 1 meter menggunakan cangkul dan sekop secara manual. Detail benda uji dalam penelitian ini tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Detail Benda Uji

Kode Benda Uji	Presentase FA (%)	Jumlah Benda Uji Total (buah)	LL	PL	CBR
L	0 3 3 3 9	FA (A) 5.5 3 3 3 9	FA (B) 6.5 3 3 3 9	FA (C) 7.5 3 3 3 9	Jumlah 45
FA (D)	8.5 3 3 3 9				

3. HASIL

Nilai indeks plastisitas tanah diperoleh dari pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg*). Nilai daya dukung tanah diperoleh dari CBR desain yang dikonversi.

3.1 Hasil Pengujian Indeks Plastisitas (PI) Tanah

Nilai indeks plastisitas tanah diperoleh dari pengujian batas cair (LL) dan pengujian batas plastis (PL). Nilai indeks plastisitas diperoleh dari pengurangan nilai batas cair dan nilai batas plastis. Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan kadar air tanah tertentu dalam bentuk persen. Pengujian batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air minimum tanah pada kondisi plastis. Hasil pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg*) dengan adanya penambahan kadar *fly ash* sebesar 0%, 5.5%, 6.5%, 7.5%, dan 8.5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Batas-Batas Konsistensi (*Atterberg*) Tanah

Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	Batas Plastis (%)	Batas Cair (%)	Indeks Plastisitas (%)
0	84.06	52.67	31.39
5.5	75.67	49.94	25.73
6.5	70.84	47.01	23.83
7.5	67.40	46.53	20.87
8.5	65.23	46.02	19.21

3.2 Hasil Perhitungan Nilai Daya Dukung Tanah

Live and Applied Science, Volume 5

Tahapan yang dilakukan dalam menentukan nilai daya dukung tanah yang pertama yaitu uji proctor standar untuk menentukan kadar air optimum yang akan digunakan pada uji CBR laboratorium. CBR desain diperoleh dari hubungan grafik densitas kering dan CBR laboratorium. Hasil perhitungan CBR desain digunakan untuk menentukan nilai daya dukung tanah dengan cara dikonversi.

3.2.1 Hasil Penentuan Kadar Air Optimum

Kadar air optimum yang didapat pada pengujian pemadatan proctor tanah akan menjadi kadar air yang dipakai untuk penambahan kadar air pada pengujian CBR laboratorium. Hasil pengujian pemadatan standar dengan adanya penambahan kadar *fly ash* sebesar 0%, 5.5%, 6.5%, 7.5%, dan 8.5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penentuan Kadar Air Optimum

Kadar <i>Fly ash</i> (%)	MDD (gr/cm ³)	Kadar Air Optimum, OMC (%)
0	1.23 19.99	5.5
5.5	1.33 19.81	6.5
6.5	1.37 16.45	7.5
7.5	1.34 16.66	8.5
8.5	1.37 19.71	

3.2.2 Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Pada penelitian ini pengujian CBR yang digunakan adalah CBR *unsoaked*. Pada saat pelaksanaan pengujian CBR laboratorium nilai CBR pada penetrasi 5.08 mm (0.2 inci) lebih besar dibanding nilai CBR pada penetrasi 2.54 mm (0.1 inci). Setelah dilakukan pengulangan pengujian pada sampel yang sama juga diperoleh nilai CBR terbesar pada penetrasi 5.08 mm (0.2 inci). Berdasarkan SNI 1744:2012 nilai CBR umumnya dipilih pada penetrasi 2.54 mm (0.10 inci) tetapi jika CBR pada penetrasi 5.08 mm (0.20 inci) lebih besar setelah dilakukan pengulangan pengujian maka CBR pada penetrasi 0.20 inci yang harus digunakan. Hasil pengujian CBR *unsoaked* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	CBR penetrasi 0,1” (%)	CBR penetrasi 0,2” (%)	CBR yang digunakan (%)
0	13.88	14.94	14.94
5.5	12.81	15.66	15.66
6.5	17.61	19.21	19.21
7.5	15.48	20.64	20.64
8.5	16.01	17.79	17.79

3.2.3 Hasil Perhitungan CBR Desain

CBR desain diperoleh dari 95% densitas kering maksimum. Persamaan dalam perhitungan CBR desain diperoleh dari hubungan grafik antara densitas kering dengan CBR laboratorium. Hasil perhitungan CBR desain dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan CBR Desain

Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	CBR Desain (%)
0	11.75
5.5	13.52
6.5	16.80
7.5	19.23
8.5	17.61

3.2.4 Hasil Perhitungan Nilai Daya Dukung Tanah

CBR merupakan salah satu metode untuk menentukan nilai daya dukung tanah dalam menahan beban di atasnya. Nilai daya dukung tanah diperoleh dari konversi nilai CBR desain. Pengujian dilakukan dengan menambahkan kadar *fly ash* 0%, 5.5%, 6.5%, 7.5%, dan 8.5% menunjukkan bahwa terjadi perubahan nilai pada tiap kadar penambahan *fly ash*. Hasil perhitungan daya dukung tanah dapat dilihat pada Tabel 6.

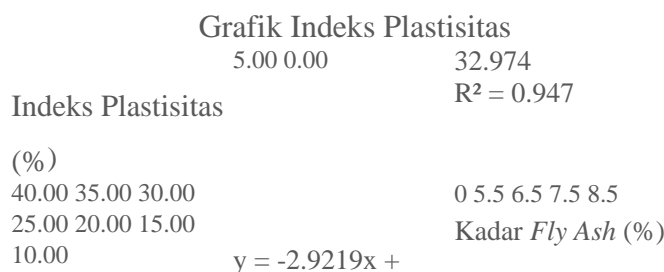
Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai Daya Dukung Tanah

Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	Nilai DDT (kg/cm ²)
0	6.30
5.5	6.56
6.5	6.97
7.5	7.22
8.5	7.06

4. PEMBAHASAN

4.1 Perubahan Indeks Plastisitas Tanah

Indeks plastisitas tanah Desa Tamansari diperoleh dari pengolahan data pengujian batas cair dan batas plastis tanah asli dengan penambahan *fly ash*. Hasil indeks plastisitas tanah tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Kadar *Fly ash* Terhadap Indeks Plastisitas

Berdasarkan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa penambahan *fly ash* mempengaruhi nilai indeks plastisitas. Nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 31.39% mengalami penurunan pada penambahan *fly ash* 8.5% menjadi 19.21%. Berdasarkan Hardiyamo (2002) nilai indeks plastisitas sebesar 19.21% lebih besar dari 17% dan tergolong dalam kategori plastisitas tinggi. Indeks plastisitas masih tergolong dalam kategori tinggi karena secara fisik sampel uji penelitian masih lunak dan kadar *fly ash* yang digunakan tidak cukup untuk mengisi pori-pori tanah secara efektif. Nilai indeks plastisitas tergolong dalam kategori plastisitas sedang apabila nilai indeks plastisitas berkisar 7 – 17% (Hardiyatmo, 2002).

Penelitian Ahmad et al. (2024) mengenai tinjauan pemanfaatan *fly ash* untuk menstabilkan tanah ekspansif. Penelitian dilakukan di India. Pada penelitian diperoleh nilai indeks plastisitas pada tanah asli sebesar 35% menjadi 10% pada penambahan *fly ash* sebesar 5%. Penelitian ini membuktikan bahwa *fly ash* mampu menstabilkan tanah ekspansif.

Penelitian Ibrahim (2014) mengenai stabilisasi tanah dengan *fly ash* dengan variasi campuran *fly ash* sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, dan 12.5%. Pada penelitian ini nilai indeks plastisitas pada tanah asli sebesar 17.32% dan nilai paling baik terjadi pada penambahan *fly ash* 12.5% sebesar 10%. Pada penelitian ini *fly ash* menyebabkan penurunan nilai batas cair karena diindikasikan terjadi penyelimutan antara *fly ash* dengan butiran tanah lempung sehingga butiran tanah sulit untuk tergelincir saat uji batas cair. Batas plastis juga mengalami penurunan karena *fly ash* mempengaruhi sifat plastis dan

susut tanah lempung.

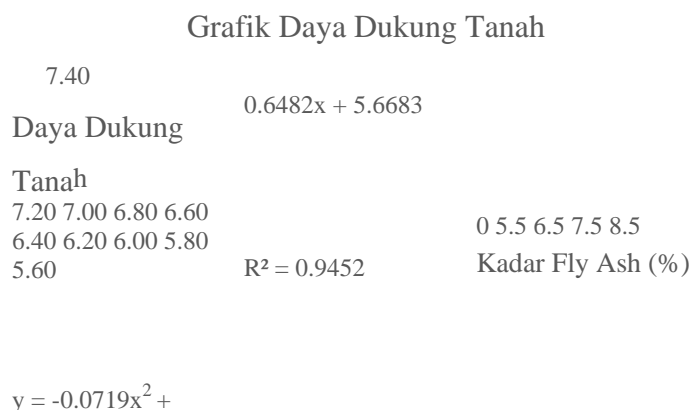
Penelitian Wahyuni et al. (2021) tentang kinerja *fly ash* terhadap stabilisasi tanah menggunakan kadar *fly ash* sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%. Penambahan kadar *fly ash* mempengaruhi nilai indeks plastisitas tanah dari semula 28.19% menjadi 9.02%. Batas cair mengalami penurunan akibat proses sementasi *fly ash* sehingga tanah menjadi butiran yang lebih besar dan terjadi gaya tarik menarik antar partikel dalam tanah. Penurunan nilai batas cair mempengaruhi nilai indeks plastisitas.

Penelitian Sulistiyowati (2023) tentang stabilisasi tanah menggunakan *fly ash* membuktikan bahwa nilai indeks plastisitas mengalami penurunan yang awalnya sebesar 45.36% menjadi 25.33% pada penambahan persentase *fly ash* 20%. Penelitian ini menggunakan campuran *fly ash* sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan pemeraman selama 14 hari.

Beberapa penelitian membuktikan bahwa *fly ash* mampu memperbaiki nilai indeks plastisitas tanah. Menurut standar tersebut, tanah termasuk dalam kategori sedang jika indeks plastisitasnya <17%, untuk mengetahui kadar *fly ash* yang memenuhi standar maka dilakukan permodelan matematis berdasarkan persamaan linear pada grafik Gambar 2. Hasil yang didapat adalah kadar terbaik pada *fly ash* sebesar 11.5%. Maka dari itu, diperlukan penelitian di laboratorium untuk mengetahui lebih lanjut mengenai stabilisasi tanah menggunakan *fly ash*.

4.2 Perubahan Nilai Daya Dukung Tanah Berdasarkan Nilai CBR

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan penambahan *fly ash* berpengaruh terhadap nilai daya dukung tanah. Nilai optimum pada uji CBR dan perhitungan nilai daya dukung tanah terjadi pada penambahan *fly ash* sebesar 7.5%. Perubahan nilai daya dukung tanah akibat penambahan *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Kadar *Fly ash* terhadap Daya Dukung Tanah

Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa penambahan *fly ash* mempengaruhi nilai daya dukung tanah. Nilai daya dukung tanah asli sebesar 6.30 kg/cm² mengalami kenaikan optimum pada penambahan *fly ash* 7.5% menjadi 7.13 kg/cm². Nilai daya dukung tanah berbanding lurus dengan nilai CBR. Hal ini berbanding lurus dengan nilai CBR sehingga jika nilai CBR meningkat maka nilai daya dukung tanah juga meningkat.

Live and Applied Science, Volume 5

Penelitian Mala et al. (2018) mengenai analisis penambahan *fly ash* terhadap daya dukung pondasi dangkal pada tanah lempung ekspansif dengan variasi campuran 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Nilai daya dukung pada tanah asli sebesar 66.253 t/m² menjadi 124.892 t/m² pada penambahan *fly ash* 20%. Penelitian ini membuktikan bahwa semakin bertambahnya kadar *fly ash* maka nilai daya dukung mengalami kenaikan.

Penelitian Fitriyana & Satrio (2022) mengenai pengaruh penambahan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi tanah lempung terhadap daya dukung pondasi dangkal dengan variasi campuran 0%, 8%, 13%, 18%, dan 23%. Nilai daya dukung pada kadar *fly ash* 0% sebesar 71.23 t/m² menjadi 267.10 t/m² pada penambahan *fly ash* 16%. Pada penelitian ini terjadi peningkatan nilai daya dukung seiring bertambahnya kadar *fly ash*.

Penelitian Ibrahim (2014) mengenai stabilisasi tanah dengan *fly ash* dengan variasi campuran *fly ash* sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, dan 12.5%. Pada penelitian ini nilai CBR tanpa perendaman cenderung meningkat dan mencapai nilai optimum pada penambahan *fly ash* 7.5% sebesar 38.00% dan mengalami penurunan nilai pada penambahan *fly ash* 10% sebesar 30.00% dan 12.5% sebesar 24.00%.

Penelitian Wahyuni et al. (2021) tentang kinerja *fly ash* terhadap stabilisasi tanah menggunakan kadar *fly ash* sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%. Pada penelitian ini nilai CBR maksimum terjadi pada penambahan kadar *fly ash* 15% dengan waktu pemeraman selama 14 hari sebesar 23.89%. Pada penelitian ini menjelaskan bahwa *fly ash* memiliki peran yang besar sebagai bahan stabilisasi apabila dicampur dengan air karena dapat mengikat tanah sehingga meningkatkan nilai daya dukung tanah. Lama waktu pemeraman juga dapat mempengaruhi tingkat kepadatan sehingga rongga-rongga udara pada tanah sudah tidak terisi air.

Penelitian Utami et al. (2021) mengenai stabilisasi tanah menggunakan *fly ash* sebagai upaya peningkatan daya dukung tanah dasar di Karang Anyar, Lampung Selatan. Kadar *fly ash* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10%, 20%, dan 30%. Penambahan *fly ash* dapat meningkatkan nilai CBR. Nilai CBR tertinggi terjadi pada penambahan *fly ash* 30% sebesar 22% pada kondisi tanpa rendaman.

Berdasarkan hasil penelitian membuktikan bahwa *fly ash* mampu meningkatkan nilai daya dukung tanah. Menurut Ardiansyah (2022) pengaruh *fly ash* terhadap nilai CBR terjadi akibat reaksi pozzolan sehingga meningkatkan daya ikat antar partikel tanah dan menyebabkan tanah semakin keras. Kondisi tanah yang keras dan kaku akan menghasilkan nilai CBR yang lebih besar dari nilai CBR tanah asli. Nilai CBR berbanding lurus dengan nilai daya dukung tanah, semakin besar nilai CBR maka semakin besar pula nilai daya dukung tanah dan sebaliknya. Nilai daya dukung tanah mengalami kenaikan optimum pada kadar *fly ash* 7.5% sebesar 7.13 kg/cm². Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983, standar nilai daya dukung tanah tergolong dalam kategori tanah keras dengan nilai lebih dari 5 kg/cm².

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Live and Applied Science, Volume 5

- (1) Perubahan nilai indeks plastisitas tanah di Desa Tamansari Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo mengalami penurunan dengan nilai indeks plastisitas pada tanah asli sebesar 31.39% menjadi 19.21% pada penambahan fly ash 8.5%.
- (2) Perubahan nilai daya dukung tanah di Desa Tamansari Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo mengalami kenaikan optimum dengan nilai daya dukung tanah pada tanah asli sebesar 6.30 kg/cm² menjadi 7.13 kg/cm² pada penambahan fly ash 7.5%.

6. DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, S., Shah Alam Ghazi, M., Syed, M., & Al-Osta, M. A. 2024. Utilization of fly ash with and without secondary additives for stabilizing expansive soils: A review. *Results in Engineering*, 22(January). Dari <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102079>
- Ardiansyah, A., Tunas, U., Surakarta, P., Surakarta, K., Tengah, J., Tanah, S., Ash, F., & Ratio, C. B. 2022. *Ekspansif Yang Di Stabilisasi Menggunakan Fly-Ash*. 1–11.
- Fakriyan, M., Poerwanto, J.A., & Rataningsih, D. 2022. Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) Pada Jalan Raya Dringu Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Online Skripsi*. 3(3). 292–299.
- Fitriyana, L., & Satrio, E. M. 2022. Pengaruh penambahan Fly Ash sebagai bahan stabilisasi Tanah Lempung terhadap daya dukung pondasi dangkal. *Pondasi*, 27(2), 288. Dari <https://doi.org/10.30659/pondasi.v27i2.28387>
- Ibrahim. 2014. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Aditif Fly Ash Sebagai Lapisan Pondasi Dasar Jalan (Subgrade). *Jurnal Teknik Sipil Pilar*, 10(1), 1–9.
- Mala, H. W., Wibowo, A., Handayani, K. D., Wiyono, A., & Santoso, E. H. 2018. Analisis Penambahan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 186–194.
- Sulistiyowati, T. 2023. Kompresibilitas Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi dengan Fly Ash Akibat Siklus Pembasahan Pengeringan Berulang. *Jurnal Konstruksi*. 21(1). 137–147.
- Utami, E. T., Tambunan, H. F., & Uli Simanjuntak, I. R. 2021. Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Upaya Peningkatan Daya Dukung Tanah Dasar (Studi Kasus : Karang Anyar, Lampung Selatan). *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 17. Dari <https://doi.org/10.36055/fondasi.v10i1.10610>
- Wahyuni, N., Putra, A. D., & Syah, A. 2021. Kinerja Fly Ash terhadap Stabilisasi Tanah Lunak sebagai Material Perbaikan Tanah Dasar (Subgrade). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 9(3), 547–558.