



# PERUBAHAN NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH AKIBAT PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*) PADA TANAH DESA SONGGOKERTO KOTA BATU

Novita Awaliya<sup>1</sup>, Eko Suwarno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Malang, novita.awaliya.2005236@students.um.ac.id

<sup>2</sup>Universitas Negeri Malang, eko.suwarno.ft@um.ac.id

## Abstrak

Tanah memiliki peranan yang penting sebagai penopang konstruksi atau struktur yang berdiri di atasnya. Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan pada tanah asli Desa Songgokerto Kota Batu, diperoleh nilai tanah yang lolos saringan No. 200 yaitu 38% dan IP 38,77%. Menurut klasifikasi AASHTO tanah asli Desa Songgokerto Kota Batu termasuk kedalam kategori A-7-6 (7), sehingga termasuk kedalam jenis tanah berlempung dan memiliki nilai *Group Index* (GI) yang tergolong kelas *subgrade* tanah yang buruk. Untuk memperbaiki tanah diperlukan adanya upaya stabilisasi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait perubahan nilai kuat tekan bebas dan kuat geser tanah akibat penambahan plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksperimental. Penelitian yang dilakukan menggunakan limbah plastik PET ukuran 0,5 cm x 1 cm dengan persentase 0%, 2%, 5%, dan 8% dari berat tanah. Pengujian yang dilakukan adalah *Unconfined Compression Test*. Penelitian ini menunjukkan kuat tekan bebas pada tanah asli sebesar 1,791 kg/cm<sup>2</sup> naik secara optimum menjadi 2,181 kg/cm<sup>2</sup> setelah penambahan PET 2,18%. Berdasarkan hasil kuat tekan bebas tersebut, diperoleh nilai kuat geser yang optimum pada penambahan PET 2,18%. Kuat geser pada tanah asli yaitu 0,895 kg/cm<sup>2</sup> naik menjadi 1,091 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** Stabilisasi tanah, kuat tekan bebas tanah, *polyethylene terephthalate*, kuat geser tanah

## 1. PENDAHULUAN

Tanah adalah material konstruksi utama karena merupakan tempat di mana berbagai struktur akan dibangun, seperti pondasi bangunan, jalan raya, bendungan, tanggul, dan sebagainya (Lumi dkk., 2021). Tanah yang baik memiliki daya dukung yang tinggi, namun karena letak geografis yang berbeda, tidak semua jenis tanah memiliki daya dukung yang tinggi (Fathonah dkk., 2018). Daya dukung tanah yang baik dapat dilihat salah satunya melalui nilai kuat tekan bebas tanah. Tanah akan semakin kuat menerima kuat tekan yang diberikan apabila memiliki nilai kuat tekan bebas yang tinggi, sehingga konstruksi diatas tanah tersebut tidak akan mengalami keruntuhan.

Kota Batu memiliki jalan yang mayoritas keadaannya bergelombang, retak parah, dan berlubang. Tingginya mobilitas di Kota Batu tidak sebanding dengan pembangunan jalan raya yang terkesan sangat kurang, sehingga banyak warga yang kesal mengenai pembangunan jalan yang kurang merata tersebut (Rahman, 23 Agustus 2023). Kondisi jalan yang tidak rata dan berlubang membahayakan pengendara yang melintas. Kondisi cuaca juga turut mengubah kondisi jalan di Kota Batu, terdapat luberan air dan lumpur jika memasuki musim hujan yang

mengakibatkan jalan menjadi licin dan memberikan resiko berbahaya bagi pengendara yang melintasinya (Benni Indo, 20 September 2020). Tingkat kerusakan jalan yang terjadi secara berkala akan semakin parah seiring berjalannya waktu dan dapat mengakibatkan kecelakaan lalu lintas serta menimbulkan rasa tidak nyaman bagi pengendara yang melintasinya. Dengan kondisi jalan tersebut, maka diperlukan adanya tindakan stabilisasi pada tanah.

Berdasarkan kondisi diatas, maka dilakukan uji pendahuluan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan Gedung D19 Universitas Negeri Malang guna mencari karakteristik fisik dari tanah di lokasi. Dari hasil uji pendahuluan tanah Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu diperoleh hasil uji analisis saringan lolos nomor 200 = 38%, *Liquid Limit* (LL) = 56,81%, *Plastic Limit* (PL) = 18,03%, dan IP = 38,77%. Berdasarkan klasifikasi *American Association Of State Highway And Transportation Officials* (AASHTO), tanah di Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu termasuk dalam kelompok A-7-6 (7) sehingga termasuk kedalam jenis tanah berlempung dan memiliki nilai *Group Index* (GI) yang tergolong kelas *subgrade* tanah yang buruk. Menurut (Hardiyatmo, 2014), nilai indeks plastisitas lebih dari 17% merupakan tanah dengan plastisitas yang tinggi sehingga buruk jika digunakan dalam konstruksi khususnya jalan raya, maka diperlukan stabilisasi pada tanah untuk memperbaiki kondisi tersebut.

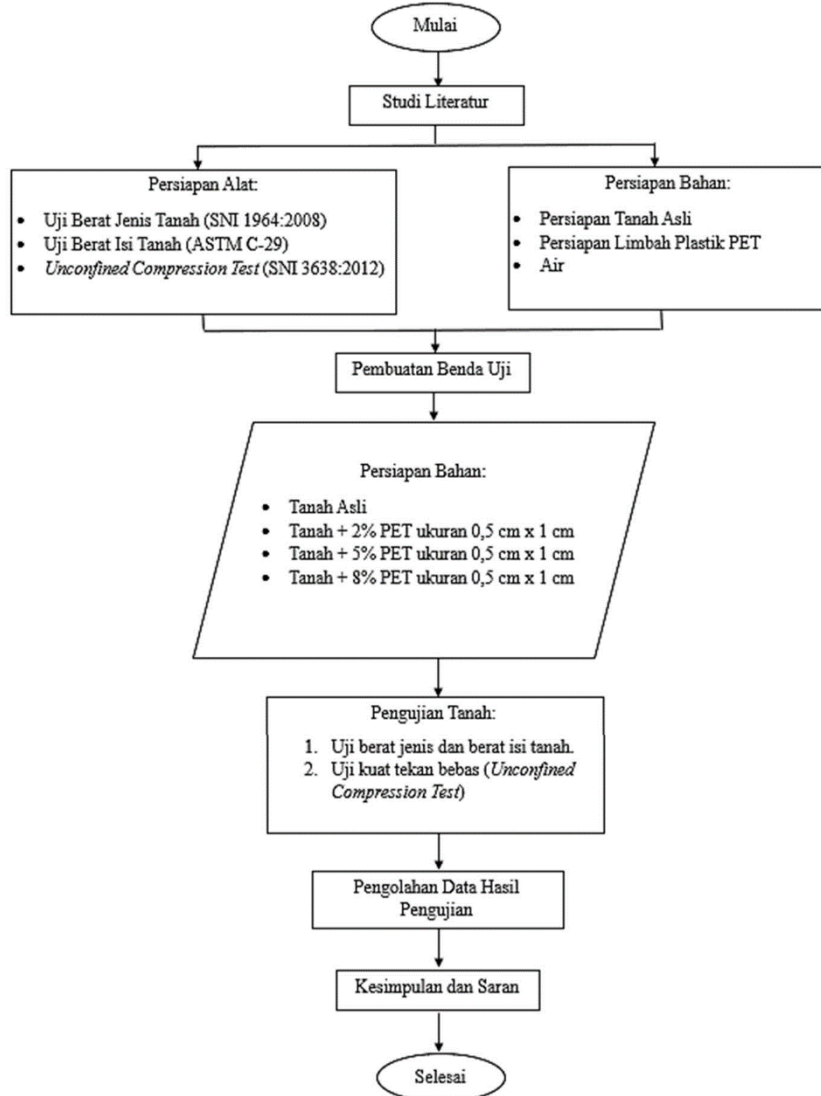
Stabilisasi tanah adalah usaha guna memperbaiki daya dukung tanah dengan mengikat dan menyatukan agregat material yang ada (Fathonah dkk., 2018). Stabilitas tanah dapat memperbaiki kestabilan volume, daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan (Anggara dkk., 2021). Stabilisasi fisik merupakan salah satu jenis stabilisasi tanah. Stabilisasi fisik dapat dilakukan dengan mengubah gradasi tanah dan menambahkan bahan yang secara fisik dapat mengikat partikel-partikel tanah menjadi satu tanpa menyebabkan reaksi kimia atau perubahan struktur mineral tanah. Bahan tambah yang digunakan dapat berupa serat sintetis dan serat alami. Serat sintetis yang biasanya digunakan berupa *polyester*, *polyethylene*, *polypropylene*, atau *fiberglass* (Nicholson, 2014). Banyak penelitian yang sudah menggunakan bahan tambah serat sintetis, salah satunya yaitu plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*).

Bahan tambah plastik PET dapat diperoleh dari sampah botol plastik bekas yang terdapat di lingkungan sekitar kita. Setiap hari, total sebanyak 130 ton sampah berasal dari penduduk dan pelaku usaha wisata di Kota Batu. Sampah sebagian besar diangkut ke Tempat Pengelolaan Akhir (TPA) Tlekung, Kota Batu. TPA Tlekung belum bisa menampung sepenuhnya sampah masyarakat Kota Batu, sehingga dibutuhkan upaya untuk mengurangi dan mengelola sampah secara tepat (Widianto, 15 Juni 2023). Komposisi sampah ditiap harinya mencapai 53,55% untuk sampah organik dan 46,45% untuk sampah anorganik. Sementara, pada akhir pekan mencapai 49% sampah organik dan 51% sampah anorganik (Tugu Malang, 20 Maret 2023). Sampah anorganik salah satunya yaitu berupa limbah plastik. Meningkatnya angka sampah plastik, maka dibutuhkan pula pengelolaan yang tepat dan pemanfaatan limbah, salah satunya dengan memanfaatkannya menjadi bahan campuran dalam upaya stabilisasi tanah. Terdapat beberapa penelitian yang sudah melakukan stabilisasi menggunakan limbah plastik PET. Menurut penelitian (Fathonah dkk., 2018) dan (Hajar & Wibowo, 2014), diketahui bahwa plastik yang ditambahkan dapat mengakibatkan perubahan pada nilai kuat tekan bebas tanah yaitu berupa kenaikan dari nilai pada tanah aslinya.

Berdasarkan latar belakang di atas, melalui penelitian ini akan diketahui perubahan pada nilai kuat tekan bebas dan nilai kuat geser pada tanah yang telah diberikan bahan tambah berupa plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) pada tanah Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksperimental dan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Negeri Malang. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengujian ini menggunakan sampel tanah dari Desa Songgokerto Kecamatan Batu Kota Batu. Bahan tambah atau stabilisator yang digunakan yaitu limbah plastik PET kadar 0%, 2%, 5% dan 8% terhadap berat sampel tanah kering. Bahan tambah berupa plastik PET dipotong sebesar 0,5 cm x 1 cm sehingga memiliki ukuran yang seragam. Uji tanah yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengujian berat jenis, berat isi, dan *Unconfined Compression Test*.

Sampel penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dengan tanah bersifat *disturb*. Penelitian ini menggunakan persentase stabilisator sebesar 0%, 2%, 5%, dan 8% ukuran 0,5 cm x 1 cm. Tanah ini diambil dari kedalaman 1 meter dari permukaan tanah asli dengan menggunakan linggis dan cangkul secara manual pada satu titik area yang telah ditentukan sebagai perwakilan tanah dari Desa Songgokerto, Kecamatan Batu, Kabupaten Batu menggunakan cangkul dan karung. Benda uji dibuat sebanyak 14 buah dengan detail pada Tabel 2.1.

**Tabel 1. Rincian Benda Uji Campuran Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)**

Kode Sampel	Plastik PET (%)	Dimensi (cm x cm)	Jumlah Benda Uji		Total (Buah)
			Pengujian Berat Jenis Tanah	<i>Unconfined Compression Test</i> dan Pengujian Berat Isi Tanah	
S1	0	-	2	3	5
S2	2	0,5 x 1	-	3	3
S3	5	0,5 x 1	-	3	3
S4	8	0,5 x 1	-	3	3
Total					14

Pengujian di dalam penelitian ini merupakan barang/bahan sebagai penunjang pelaksanaan dari penelitian yang dilakukan menggunakan acuan dari SNI dan ASTM pada Tabel 2.

**Tabel 2. Acuan SNI Prosedur Pengujian**

No.	Pengujian	Acuan
1	Uji Berat Jenis Tanah	SNI 1964:2008
2	Uji Berat Isi Tanah	ASTM C-29
3	<i>Unconfined Compression Test</i>	SNI 3638:2012

### 3. HASIL

#### 3.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Untuk mengendalikan kepadatan tanah tiap benda uji, maka berat isi benda uji yang akan diteliti harus sama. Hasil dari data *Unconfined Compression Test* berupa nilai tegangan dan regangan yang digunakan guna menentukan kuat tekan bebas tanah. Pengujian ini menggunakan 4 kadar yaitu 0%, 2%, 5%, dan 8% dengan dimensi 0,5 cm x 1 cm.

Keseluruhan hasil pengujian kuat tekan bebas dari penambahan limbah plastik PET yang berupa berat isi kering dan kuat tekan bebas dengan masing-masing persentase yaitu 0%, 2%, 5%, dan 8% direkapitulasi pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Isi Tanah**

Penambahan PET (%)	Berat Isi Kering ( $\gamma_{dry}$ ) (gr/cm <sup>3</sup> )
0	1,441
2	1,468
5	1,454
8	1,445

**Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah**

Penambahan PET (%)	Regangan ( $\epsilon$ ) (%)	Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,054	1,791
2	0,074	2,179
5	0,056	1,894
8	0,045	1,902

#### 3.2. Hasil Perhitungan Kuat Geser Tanah

Perhitungan kuat geser tanah dapat diperoleh dengan mengolah data dari hasil *Unconfined Compression Test* berupa nilai tegangan dan regangan. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas menggunakan 4 kadar yaitu 0%, 2%, 5%, dan 8% dengan dimensi 0,5 cm x 1 cm, diperoleh nilai kuat tekan bebas yang akan digunakan untuk menghitung nilai kuat geser tanah. Nilai kuat tekan bebas yang diperoleh merupakan hasil rata-rata dari nilai kuat tekan bebas 3 sampel benda uji setiap kadarnya. Untuk memperoleh nilai kuat geser, dapat dilakukan melalui perhitungan setengah dari nilai kuat tekan bebas tanah setiap kadarnya yang telah dirata-rata. Nilai kuat geser tanah yang telah dihitung direkapitulasi dalam pada Tabel 5.

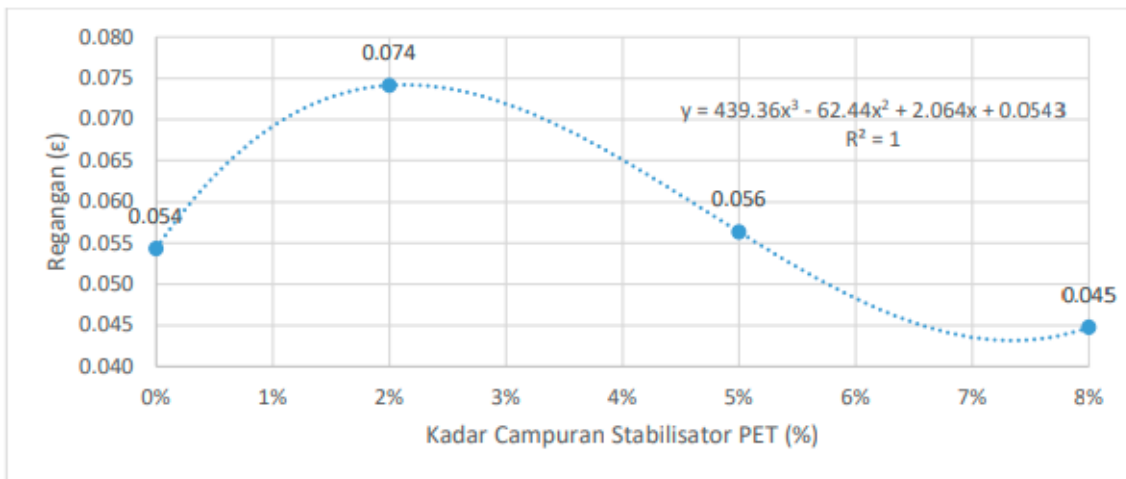
Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kuat Geser Tanah

Penambahan PET (%)	Kuat Geser ( $s_u$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,895
2	1,090
5	0,947
8	0,951

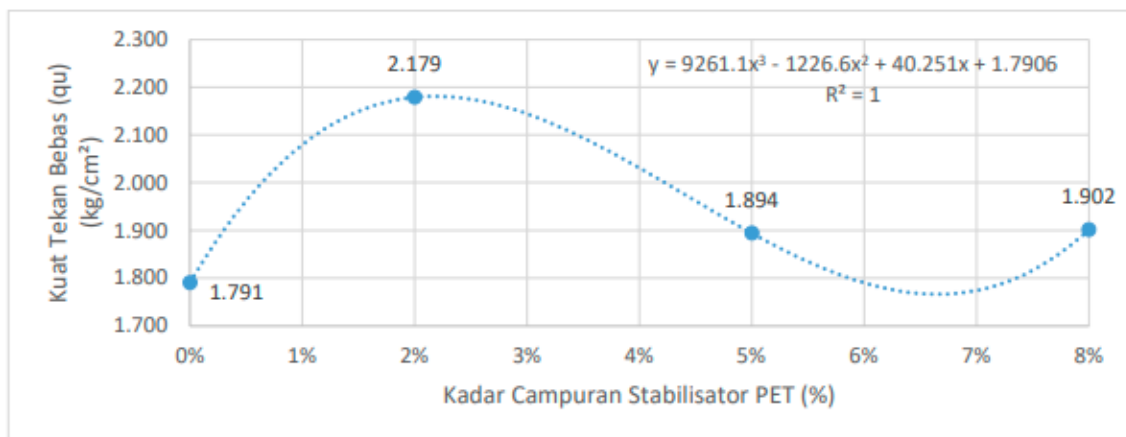
4. PEMBAHASAN

4.1. Perubahan Kuat Tekan Bebas Tanah

Perubahan kuat tekan bebas tanah Desa Songgokerto diperoleh dari pengujian kuat tekan bebas yang diberi stabilisator plastik PET sebesar 2%, 5%, dan 8%. Nilai kuat tekan bebas tanah diperoleh dari nilai optimum pada grafik nilai regangan dan tegangan. Perubahan nilai regangan dan kuat tekan bebas tanah dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Hubungan Regangan Terhadap Penambahan PET



Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan Bebas Terhadap Penambahan PET

Pada Gambar 2 dan Gambar 3, diperoleh nilai kuat tekan bebas tanah asli 1,791 kg/cm<sup>2</sup> meningkat secara optimum menjadi 2,179 kg/cm<sup>2</sup> pada campuran PET 2%. Sedangkan nilai regangan tanah asli 0,054% meningkat secara optimum menjadi 0,074% pada campuran PET 2%.

Penelitian ini didukung oleh penelitian (Hajar & Wibowo, 2014) tanah di Jalan Kasongan, Bangunjiwo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta yang ditambahkan plastik

kadar 1% hingga 3% dan dimensi 0,5 x 1 cm serta 1 x 1 cm mengalami perubahan. Pada plastik ukuran 0,5 x 1 cm, perubahan kuat tekan bebas terbaik terjadi ketika penambahan plastik 3% yang mulanya 0,65345 kg/cm<sup>2</sup> naik menjadi 0,91286 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada dimensi 1 x 1 cm, perubahan kuat tekan bebas terbaik terjadi ketika penambahan plastik 1% yang mulanya 0,65345 kg/cm<sup>2</sup> naik menjadi 0,92878 kg/cm<sup>2</sup>.

Berdasarkan penelitian (Endaryanta & Eksana Wibowo, 2017) pada tanah lempung Kasongan Bantul dan Punukan Wates Kulonprogo yang ditambahkan plastik 0,5 x 1 cm dan 1 x 1 cm dengan kadar 1% sampai 3% mengalami perubahan. Nilai kuat tekan bebas pada lempung Kasongan menurun setelah ditambahkan plastik, namun akan meningkat pada persentase 3% plastik. Hal ini dapat disebabkan oleh gerigi yang terdapat pada kadar plastik yang banyak turut mengakibatkan kenaikan pada kuat tekan bebas. Sedangkan tanah Wates yang ditambahkan plastik 0,5 x 1 cm, kuat tekan bebas cenderung turun jika kadar plastik dinaikkan, namun akan naik pada plastik 1 x 1 cm. Hal ini dikarenakan terdapat gerigi yang lebih banyak turut menahan beban pada potongan plastik yang besar.

Penelitian (Muzaidi dkk., 2022) pada penambahan limbah plastik PET terhadap tanah di Banjarmasin. Hasil dari penelitian ini adalah ukuran potongan plastik semakin besar akan mengakibatkan peningkatan kuat tekan bebas. Pada tanah dengan PET 3% ukuran 2 x 2 cm diperoleh kuat tekan bebas tertinggi yaitu dari 0,0259 kg/cm<sup>2</sup> meningkat menjadi 1,366 kg/cm<sup>2</sup>.

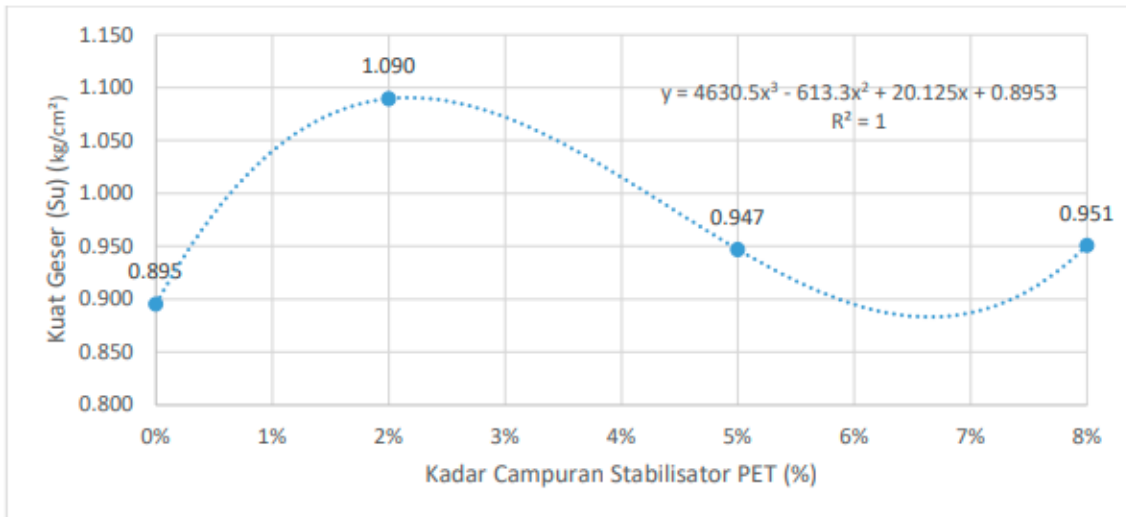
Menurut hasil penelitian (Lumi dkk., 2021) pada tanah Jalan Ring Road, Maumbi, Minahasa Utara, Sulawesi Utara dengan penambahan persentase plastik PET sebesar 0,5% sampai 2%, diperoleh kenaikan nilai kuat tekan bebas paling tinggi pada penambahan plastik 0,5%. Kuat tekan bebas tanah asli meningkat dari 18 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 18,66 kg/cm<sup>2</sup>.

Penelitian oleh (Fathonah dkk., 2018) pada tanah jalan Kampung Cibayoni Desa Kertajaya Pandeglang dengan penambahan persentase plastik 0% sampai 5%. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan tertinggi terdapat pada penambahan plastik 5% dengan nilai  $q_u$  tanah asli 1,708 kg/cm<sup>2</sup> naik menjadi 2,192 kg/cm<sup>2</sup>.

Berdasarkan penelitian telah diketahui bahwa plastik PET memiliki peranan dalam perubahan kuat tekan bebas tanah Desa Songgokerto Kota Batu. Hal ini dibuktikan dengan adanya kenaikan nilai kuat tekan bebas dari beberapa persentase PET yang ditambahkan sebagai stabilisator. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil terbaik pada campuran 2,18% PET dengan hasil 2,181 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2. Perubahan Kuat Geser Tanah**

Perubahan kuat geser tanah Desa Songgokerto diperoleh dari pengujian kuat tekan bebas dengan menambahkan plastik PET dengan persentase 2%, 5%, dan 8%. Nilai kuat geser tanah diperoleh dari setengah nilai kuat tekan bebas. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai kuat geser tanah asli 0,895 kg/cm<sup>2</sup> meningkat secara optimum menjadi 1,090 kg/cm<sup>2</sup> pada campuran PET 2%. Perubahan nilai kuat geser antar variasi campuran terdapat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Hubungan Kuat Geser Tanah Terhadap Penambahan PET**

Penelitian ini didukung oleh (Lumi dkk., 2021), telah diketahui bahwa hasil nilai kuat geser ( $s_u$ ) dengan kadar campuran 0,5%, 1 %, dan 2% mengalami peningkatan hanya pada penambahan plastik 0,5% yaitu dengan hasil nilai kuat geser sebesar 9,33 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada campuran plastik 1% dan 2% mengalami penurunan.

Berdasarkan penelitian telah diketahui bahwa plastik PET memiliki peranan dalam perubahan kuat geser tanah Desa Songgokerto Kota Batu. Hal ini dibuktikan dengan adanya kenaikan nilai kuat geser dari beberapa persentase PET yang ditambahkan sebagai stabilisator. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil terbaik pada campuran 2,18% PET dengan hasil 1,091 kg/cm<sup>2</sup>.

## 5. SIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Nilai kuat tekan bebas di tanah asli Desa Songgokerto sebesar 1,791 kg/cm<sup>2</sup> mengalami peningkatan pada campuran tanah dan PET 2,18% yaitu menjadi 2,181 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa penambahan PET dapat menaikkan nilai kuat tekan bebas tanah.
- (2) Berdasarkan hasil kuat tekan bebas, nilai kuat geser di tanah asli Desa Songgokerto sebesar 0,895 kg/cm<sup>2</sup> mengalami peningkatan menjadi 1,091 kg/cm<sup>2</sup> pada campuran tanah dan PET 2,18%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa penambahan PET dapat menaikkan nilai kuat geser tanah.

## DAFTAR RUJUKAN

- Anggara, R. Z., Amran, Y., & Surandono, A. (2021). Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung Pada Perkerasan Jalan Tanah Menggunakan Difa Soil Stabilizer Dan Abu Sekam Padi. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 10(2), 139. <https://doi.org/10.24127/tp.v10i2.1583>
- Benni Indo. (2020). *Sudah Lima Tahun Warga Batu Berjibaku di Jalan Rusak Sepanjang 100 Meter*. (Online). (<https://surabaya.tribunnews.com/2020/09/20/sudah-lima-tahun-warga-batu-berjibaku-di-jalan-rusak-sepanjang-100-meter>), diakses pada 19 November 2023 pukul 07.23 AM.
- Eko Widiyanto. (2023). Setiap Hari Kota Batu Menghasilkan 130 Ton Sampah. (Online). (<https://www.terakota.id/setiap-hari-kota-batu-menghasilkan-130-ton-sampah/>), diakses 26 September 2023 pukul 10.58 AM.
- Endaryanta, E., & Eksana Wibowo, D. (2017). Pemanfaatan dan Modifikasi Limbah Plastik untuk Perbaikan Sifat Teknik (Kuat-Geser) Tanah Lempung. *INERSIA Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 12(2), 103–113. <https://doi.org/10.21831/inersia.v12i2.12585>

- Fathonah, W., Intari, D. E., Mina, E., & Sulaiman, M. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus : Jalan Kampung Cibayone, Sumur-Pandeglang). *Jurnal Fondasi*, 7(2), 31–40. <https://doi.org/10.36055/jft.v7i2.4073>
- Hajar, M. S., & Wibowo, D. E. (2014). Pengaruh Bahan Tambah Potongan Limbah Material Plastik Terhadap Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Wates. *Inersia*, 10(2), 197–213.
- Lumi, A. F., Mandagi, A. T., & Sumampouw, J. E. R. (2021). Studi Eksperimental Pengaruh Sampah Plastik Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. *Tekno*, 19(0215– 9617), 249–255.
- Muzaidi, I., Anggarini, E., & Pradhitya Hardiani, D. (2022). Solidifikasi Struktur Tanah Lempung Lunak Banjarmasin Dengan Limbah Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate). *Extrapolasi*, 19(01), 1–8. <https://doi.org/10.30996/ep.v19i01.5520>
- Nicholson, P. G. (2014). Soil Improvement and Ground Modification Methods. In *Soil Improvement and Ground Modification Methods*. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-02804-9>
- Rahman, H. (2023). Jalan Rusak, Cerminan Pemerintahan?. (Online). (<https://timesindonesia.co.id/kopi-times/465731/jalan-rusak-cerminan-pemerintahan>), diakses 18 November pukul 06.13 AM.
- Tugu Malang. (2023). Retribusi Sampah Kota Batu Naik 30 Persen Tahun Ini. (Online). (<https://tugumalang.id/retribusi-sampah-kota-batu-naik-30-persen-tahun-ini/>), diakses 26 September 2023 pukul 11.26 AM.