

KAJIAN PENGARUH LIMBAH PLASTIK TERHADAP PRILAKU TANAH BERMASALAH DILAPANGAN

HERMAN, WIDYA SR. ANDREA FY
Institut Teknologi Padang

Abstract: *One of the handling of problematic soil types in the field to be used as road subgrade is to mix the soil with other soils with better gradation and quality. This work has been commonly done, in this study the author tried to use plastic waste material as a mixing material, to determine the extent to which the effectiveness of this plastic waste material can improve the properties of the problematic soil. The plastic waste used is used crackle with a size that passes filter no. 10, the percentage of the mixture is 0%, 1%, 2% and 3% of plastic waste to the dry weight of the soil. The tests carried out are testing the physical properties and testing the mechanical properties of the soil, both native soil and soil that has been mixed with plastic waste. The results of testing the physical properties of the soil show that the percentage of plastic waste in the soil increases, the percentage that passes filter no. 200, liquid limit (LL), plasticity index (PI) and specific gravity (Gs) tend to decrease, on the contrary the plastic limit value (PL), the shrinkage limit (SL) increases. Meanwhile, on the mechanical properties test, it can be seen that as the content of plastic waste in the soil increases, the swelling pressure decreases and the value of the free compressive strength increases. Soil density values, Laboratory CBR (soaken, unsoaked), development, initially increased to up to 1% plastic waste in the soil content and with further increase in the percentage of plastic waste, these values decreased.*

Keywords: *plastic waste, gradation, spatial gravity, soaked, unsoaked.*

Abstrak: Salah satu penanganan jenis tanah bermasalah dilapangan untuk dijadikan tanah dasar jalan raya adalah dengan mencampur tanah tersebut dengan tanah lain yang gradasi dan mutunya lebih baik. Pekerjaan ini sudah umum dilakukan, pada penelitian ini penulis mencoba menggunakan bahan limbah plastik sebagai bahan pencampur, untuk mengetahui sejauh mana efektifitas bahan limbah plastik ini dapat memperbaiki sifat-sifat tanah bermasalah tersebut. Limbah plastik yang digunakan adalah kresek bekas dengan ukuran lolos saringan no. 10, persentase campuran adalah 0%, 1%, 2% dan 3% limbah plastik terhadap berat kering tanah. Pengujian dilakukan adalah uji sifat-sifat fisis dan uji sifat-sifat mekanis tanah, baik tanah asli maupun tanah yang telah dicampur dengan limbah plastik. Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah menunjukkan bahwa semakin meningkat persentase limbah plastik didalam tanah, persentase lolos saringan no.200, batas cair (LL), indeks plastisitas (PI) dan specific gravity (Gs) cenderung menurun, sebaliknya nilai batas plastis (PL), batas susut (SL) meningkat. Sedangkan pada uji sifat-sifat mekanis tanah terlihat seiring meningkatnya kandungan limbah plastik dalam tanah, tekanan pengembangan turun dan nilai kuat tekan bebas meningkat. Nilai-nilai kepadatan tanah, CBR Laboratorium (soaken, unsoaked), pengembangan, pada awalnya meningkat yaitu sampai pada 1% limbah plastik didalam kandungan tanah dan dengan bertambahnya persentase limbah plastik selanjutnya, nilai-nilai ini menurun.

Kata Kunci: limbah plastik, gradasi, spasific gravity, soaked, unsoaked

A. Latar Belakang Masalah

Tanah merupakan komponen dasar yang memiliki peranan penting dalam dunia konstruksi, berfungsi sebagai penerima beban, tempat bertumpu dan menjadi perletakan dari setiap pondasi bangunan. Kestabilan, kekokohan dan kekuatan suatu konstruksi, tidak lepas dari peran tanah dasar ini. Tanah yang mempunyai daya dukung yang besar dan stabil dapat menjaga keamanan struktur yang ada di atasnya, tetapi sebaliknya tanah bermasalah dengan kembang susut dan plastisitas yang tinggi, mempunyai daya dukung yang kecil, sulit penanganannya dilapangan akan beresiko terhadap bangunan yang ada di atasnya, walaupun bangunan tersebut dirancang dengan konstruksi yang sangat kuat. Oleh karena itu jenis tanah ini harus mendapatkan penanganan yang baik sebelum membangun konstruksi di atasnya.

Salah satu penangan jenis tanah bermasalah ini untuk dijadikan tanah dasar jalan raya adalah dengan mencampur tanah tersebut dengan jenis tanah lain yang lebih baik. Metode ini sudah umum dilakukan dilapangan. Penggunaan pasir laut dalam memperbaiki tanah dasar jalan desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu Kabupaten Pandeglang menunjukkan penambahan pasir laut sampai 30%, nilai indeks plastisitas menurun dari 20,44% menjadi 11,08%, nilai *CBR* meningkat dari 10,844% menjadi 49,462% . Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan pasir laut dengan persentase pasir laut sebesar 30% adalah cukup baik untuk mengurangi nilai plastisitas, selain dapat meningkatkan daya dukung tanah berdasarkan nilai *CBR* dengan kategori baik sebagai *subgrade* (Kusuma RI. dkk, 2017).

Penggunaan tanah lempung dalam memperbaiki pasir pantai menunjukan semakin tinggi persentase tanah lempung didalam kandungan pasir pantai nilai batas cair (*LL*), persentase lolos saringan no. 200, kadar air optimum, persen pengembangan meningkat, sedangkan nilai-nilai kepadatan tanah, *CBR* laboratorium (*soaked, unsoaked*) pada awalnya terjadi peningkatan, seiring dengan bertambahnya jumlah kandungan tanah lempung didalam pasir pantai, nilai-nilai ini cenderung menurun. Hasil terbaik diperoleh dari penelitian ini pada persentase 30% tanah lempung didalam kandungan pasir pantai (Herman, Friska, 2020). Pada penelitian ini penulis mencoba menggunakan bahan limbah plastik sebagai bahan pencampur, bahan limbah ini banyak terdapat dilingkungan sekitar kita. Keradaannya yang selalu meningkat sudah mengganggu kehidupan. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan informasi sejauh mana efektifitas bahan limbah ini dalam memperbaiki sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah bermasalah dilapangan.

B. Metodologi Penelitian

Sampel tanah sebagai bahan penelitian diambil di-Jalan Kampung Baru Simpang Haru Kelurahan Sawahan Timur, Kecamatan Padang Timur Kota Padang, dengan kedalaman pengambilan $\pm 0,5$ m dari muka tanah, sedangkan limbah plastik dikumpulkan dari hasil buangan (limbah) rumah tangga, limbah plastik yang digunakan adalah lolos saringan no. 10.

Penelitian dilakukan di-Laboratorium Teknik Sipil ITP. Pencampuran limbah plastik terhadap tanah adalah 0%, 1%, 2% dan 3% dari berat kering tanah dengan kondisi tanah terganggu (*disturbed*). Pengujian yang dilakukan terdiri dari uji sifat fisis tanah dan uji sifat mekanis tanah, baik untuk tanah kondisi asli, maupun tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase limbah plastik. Khusus tanah yang telah dicampur limbah plastik dilakukan perawatan selama 3 hari. Uji sifat fisis mencakup uji kadar air tanah, uji berat jenis, uji Atterberg, uji saringan dan uji *hidrometer*,

sedangkan uji sifat mekanis terdiri dari uji pemadatan, uji *CBR (soaked, unsoaked)*, uji tekan bebas, uji pengembangan dan tekanan pengembangan.

C. Hasil dan Pembahasan

Uji Pendahuluan

Data yang diperoleh dari uji pendahuluan antara lain uji sifat fisis dan sifat mekanis sampel tanah dan uji sifat fisis limbah plastik, seperti tersaji dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Data dari hasil uji sifat fisis sampel tanah

Jenis Pengujian	Besaran
<i>Spesific gravity (Gs)</i>	2,54
Batas cair (<i>LL</i>)	60,81 %
Batas plastis (<i>PL</i>)	34,16 %
Batas susut (<i>SL</i>)	24,69 %
Indeks plastis (<i>PI</i>)	26,65 %
Lolos saringan No. 200	75,44 %
Koefisien keseragaman (C_u)	4,54
Koefisien gradasi (C_c)	1,60
Gradasi	Buruk

Tabel 2. Data dari hasil uji sifat mekanis sampel tanah

Jenis Pengujian	Besaran
Berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \text{ maks}}$)	1,34 gr/cm ³
Kadar air optimum (w_{opt})	28,50 %
<i>CBR</i> dengan rendaman (<i>Soaked</i>)	1,36 %
<i>CBR</i> tanpa rendaman (<i>Unsoaked</i>)	3,84 %
Kuat tekan bebas kondisi padat maksimum	2,98 kg/cm ²
Pengembangan	0,24 %
Tekanan Pengembangan	237 kPa

Tabel 3. Data dari hasil uji limbah plastik

Jenis Pengujian	Besaran
<i>Spesific gravity (Gs)</i>	1,22

Uji Pokok

Uji pokok adalah uji sampel tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase limbah plastik, pengujian juga terdiri dari uji sifat fisis dan uji sifat mekanis. Hasil uji sifat fisis tersaji dalam Tabel 4 dan uji sifat mekanis tersaji dalam Tabel 5

Tabel 4. Data dari uji sifat fisis tanah yang telah dicampur dengan limbah plastik

Jenis Pengujian	Limbah plastik		
	1%	2%	3%
<i>Spesific gravity (Gs)</i>	2,52	2,51	2,50
Batas cair (<i>LL</i>)	61,12 %	61,01 %	60,62 %
Batas plastis (<i>PL</i>)	36,78 %	36,96 %	41,01 %
Batas susut (<i>SL</i>)	27,59 %	34,63 %	36,67 %
Indeks plastis (<i>PI</i>)	24,34 %	24,05 %	19,61 %
Lolos saringan No. 200	74,69 %	73,96 %	73,24 %
Koefisien keseragaman (C_u)	4,21	3,85	4,62

Koefisien gradasi (C_c) Gradasi	1,57 buruk	1,88 buruk	1,66 buruk
--	---------------	---------------	---------------

Tabel 5. Data dari uji sifat mekanis tanah yang telah dicampur dengan limbah plastik

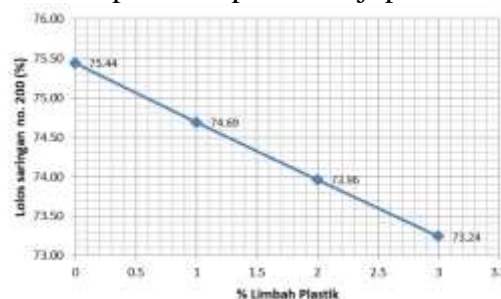
Jenis Pengujian	Limbah plastik		
	1%	2%	3%
Berat volume kering maksimum (γ_d maks)	1,40 gr/cm ³ 28,90 %	1,36 gr/cm ³ 30,00 %	1,31 gr/cm ³ 32,00 %
Kadar air optimum (w_{opt})	1,67 %	1,24 %	0,87 %
CBR (<i>Soaked</i>)	4,21 %	3,71 %	3,71 %
CBR (<i>Unsoaked</i>)	2,70 kg/cm ²	2,88 kg/cm ²	3,00 kg/cm ²
Kuat tekan bebas	0,28 %	0,05 %	-0,16 %
Pengembangan	100 kPa	60 kPa	27 kPa
Tekanan Pengembangan			

Sampel Tanah

Berdasarkan dari pengujian sifat fisis sampel tanah, butiran yang lolos saringan no 200 adalah 75,44% dengan nilai batas cair (LL) 60,81% dan nilai indeks plastisitas (PI) 26,65%. Jika dilihat klasifikasi tanah berdasarkan *Unified Soil Clasification System (USCS)*, dimana nilai-nilai batas cair (LL) dan persen lolos saringan no. 200 keduanya melebihi 50%, maka tanah sampel ini masuk dalam kelompok tanah berbutir halus dengan plastisitas yang tinggi, apabila nilai batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) diplot kedalam kurva plastisitas maka diperoleh tanah yang diambil sebagai sampel ini masuk kedalam kelompok *MH* atau lanau anorganik dengan plastisitas tinggi. Sedangkan menurut *AASHTO*, berdasarkan dengan data diatas tanah masuk kedalam kelompok tanah lanau – lempung, dengan nilai batas plastis (PL) 34,16% dimana nilai ini besar dari 30%, maka tanah masuk kedalam kelompok A-7-5. Indeks kelompok (GI) tanah ini jika dihitung berdasarkan nilai-nilai lolos saringan no. 200, nilai batas cair (LL) dan nilai indeks plastisitas (PI) diperoleh sebesar 22, sehingga kelompok tanah menjadi A-7-5 (22) yaitu tanah berlempung, sebagai tanah dasar menurut *AASHTO* tanah ini masuk kategori tanah yang buruk.

Karakteristik Tanah Yang Dicampur Dengan Berbagai Variasi Persentase Limbah Plastik

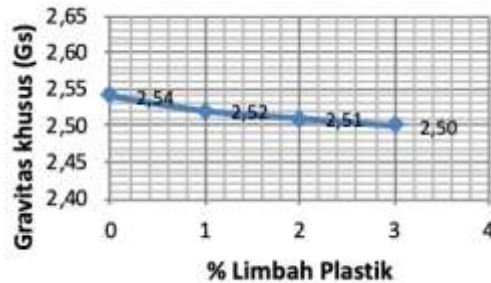
Hasil uji saringan dan *hydrometer* dari sampel tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase limbah plastik seperti tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva pengaruh limbah plastik terhadap fraksi lolos sar. no.200

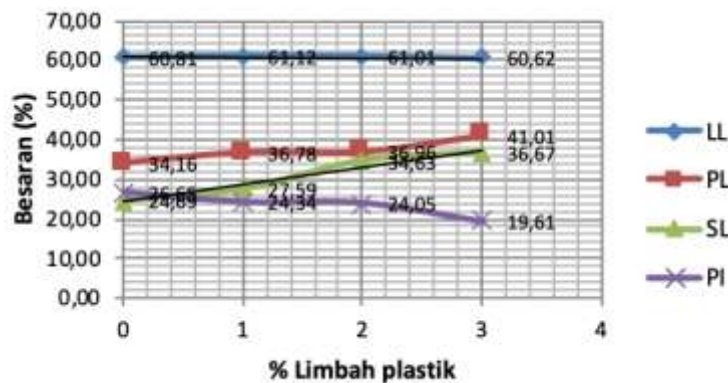
Dari gambar terlihat bahwa nilai fraksi lolos saringan no. 200 menurun seiring dengan meningkatnya persentase limbah plastik dalam campuran tanah. Pada persentase 3% limbah plastik didalam kandungan tanah fraksi lolos saringan no.200 ini menurun sebesar 2,20% atau 2,92% dari nilai fraksi lolos saringan sampel tanah.

Penurunan dari fraksi lolos saringan no.200 terjadi karena limbah plastik yang dicampur kedalam sampel tanah mempunyai ukuran lolos saringan no.10 dan tertahan saringan no. 200. Pada pengujian gravitas khusus yang dilakukan baik pada sampel tanah, maupun sampel tanah yang telah dicampur dengan berbagai persentase limbah plastik seperti diperlihatkan Gambar 2



Gambar 2. Kurva pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai gravitas khusus

Nilai gravitas khusus cenderung menurun seiring dengan meningkatnya persentase limbah plastik didalam kandungan sampel tanah. Pada kondisi 3% limbah plastik didalam kandungan tanah, nilai gravitas khusus 2,50. Terjadi penurunan sebesar 0,04 atau 1,57% dari nilai gravitas khusus sampel tanah. Penurunan ini terjadi karena nilai gravitas khusus limbah plastik yang dicampur kedalam sampel tanah sangat kecil jika dibandingkan dengan nilai gravitas khusus sampel tanah. Pengujian batas-batas *Atterberg* yang dilaksanakan pada sampel tanah dan sampel tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase limbah plastik yang hasilnya adalah nilai batas-batas konsistensi tersaji dalam Gambar 3.

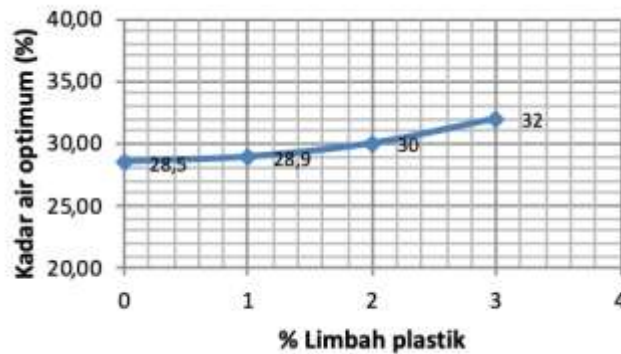


Gambar 3 Kurva pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai batas-batas *konsistensi* tanah

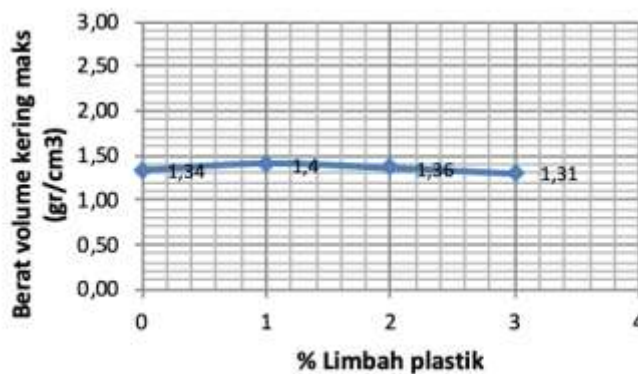
Nilai batas-batas konsistensi terdiri dari nilai batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*), dan nilai batas susut (*SL*). Nilai indeks plastis (*PI*) menggambarkan besarnya interval antara nilai batas cair (*LL*) dan nilai batas plastis (*PL*). Nilai batas cair (*LL*) pada awalnya terjadi peningkatan, seiring dengan bertambahnya persentase limbah plastik didalam kandungan sampel tanah nilai ini menurun, tetapi kenaikan dan penurunan dari nilai ini tidak begitu signifikan, hal ini disebabkan karena limbah plastik yang tidak mudah terdekomposisi sehingga tidak adanya proses kimia yang dapat mereduksi plastisitas tanah melalui proses ionisasi dari kandungan mineral dalam sampel tanah. Pada persentase 3% kandungan limbah plastik didalam tanah terjadi penurunan terhadap nilai batas cair (*LL*) ini sebesar 0,19% atau 0,31% dari nilai batas cair (*LL*) sampel tanah. Nilai indeks plastis (*PI*) cenderung menurun, pada kandungan 3%

limbah plastik didalam tanah terjadi penurunan sebesar 7,04% atau 26,42% dari nilai indeks plastisitas (PI) tanah sampel. Sebaliknya nilai-nilai batas plastis (PL) batas susut (SL) naik seiring dengan meningkatnya persentase limbah plastik didalam kandungan tanah. Nilai batas plastis (PL) meningkat sebesar 6,85% atau 20,05% dari nilai batas plastis sampel tanah dan nilai batas susut meningkat sebesar 11,98% atau 48,52% dari nilai batas susut (SL) sampel tanah. Peningkatan dari nilai batas plastis (PL) ini disebabkan sifat dari limbah plastik yang non plastis sehingga tanah membutuhkan air untuk mempertahankan keplastisannya, meningkatnya jumlah butiran yang tertahan saringan no.200 seiring dengan meningkatnya persentase limbah plastik didalam kandungan sampel tanah akan memicu meningkatnya nilai batas susut (SL) tanah.

Uji pemadatan diperoleh hasil dimana semakin meningkat persentase limbah plastik didalam kandungan sampel tanah, nilai kadar air optimum (w_{opt}) cenderung naik, sedangkan nilai berat kering maksimum (γ_d maks) awalnya terjadi peningkatan, seiring dengan bertambahnya persentase limbah plastik didalam sampel tanah, tingkat kepadatan tanah menurun seperti ditunjukkan Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Kurva pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai kadar air optimum (w_{opt}) tanah

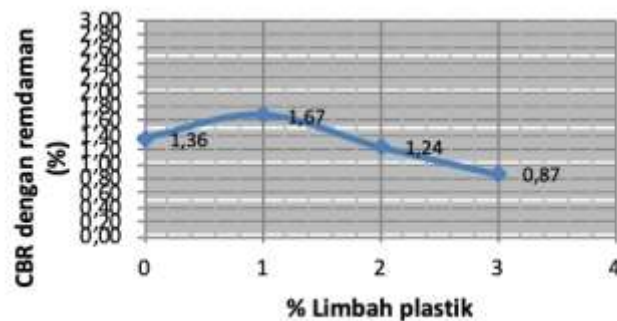


Gambar 5. Kurva pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai berat volume kering (γ_d) maksimum tanah

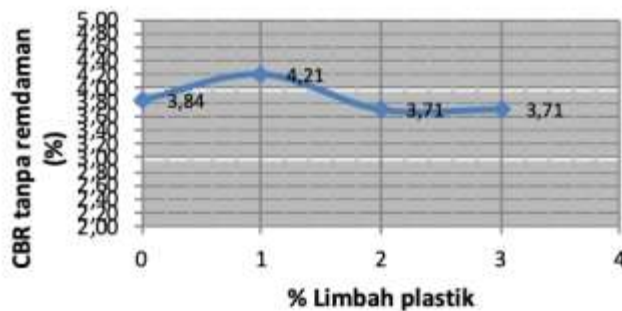
Meningkatnya kandungan air didalam sampel tanah akibat terjebakanya sebagian air dicelah-celah antara tanah dengan limbah plastik, sifat limbah plastik yang tidak meloloskan air akan memperkecil permeabilitas tanah sehingga air semakin sulit meninggalkan rongga pori tanah disaat proses pemadatan. Semakin banyak limbah plastik didalam kandungan tanah, semakin banyak pula air terjebak dicelah-celah antara limbah plastik dengan tanah. Hal ini akan memicu naiknya kadar air tanah.

Pada kandungan 3% limbah plastik didalam tanah terjadi peningkatan kadar air optimum sebesar 3,5% atau 12,28% dari kadar air optimum sampel tanah. Sebaliknya tekstur limbah plastik yang licin akan memudahkan partikel tanah bergeser dan mengisi rongga pori sehingga pori tanah mengecil. Mengecilnya rongga pori menyebabkan butiran tanah merapat dan memadat. Kepadatan maksimum dicapai pada saat 1% limbah plastik didalam kandungan tanah yaitu sebesar $1,40 \text{ gr/cm}^3$ dimana terjadi peningkatan sebesar $0,06 \text{ gr/cm}^3$ atau 4,48% dari kepadatan maksimum sampel tanah. Seiring dengan meningkatnya kadar air optimum tanah, hal ini berpengaruh akan terbentuklah rongga-rongga tanah yang berisi air, keberadaan rongga ini akan memperbesar jarak antar butiran dan kejadian ini berakibat turunnya kepadatan tanah.

Pada pemeriksaan daya dukung tanah yang digambarkan dengan uji *CBR* tanah baik terendam (*soaked*) maupun tidak terendam (*unsoaked*) seperti diperlihatkan Gambar 6 dan Gambar 7.



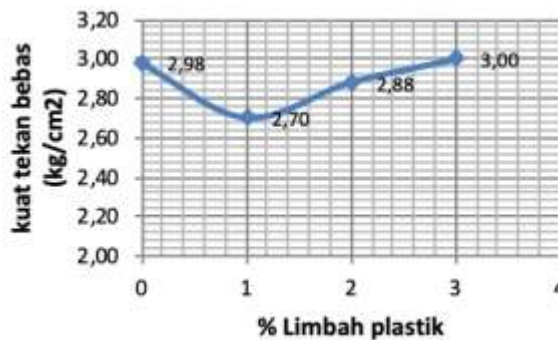
Gambar 6. Kurva pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai *CBR* dengan rendaman (*soaked*) tanah.



Gambar 7. Pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai *CBR* (*unsoaked*) tanah.

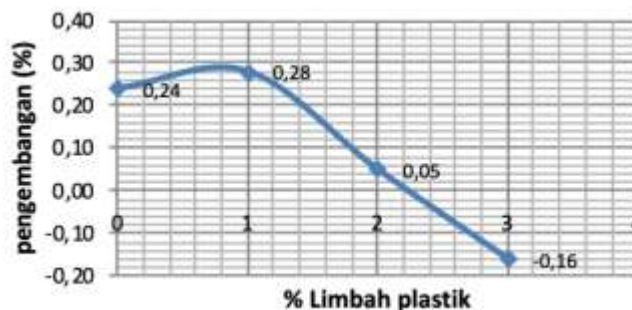
Kurva menunjukkan nilai *CBR* tertinggi dicapai pada persentase 1% limbah plastik didalam kandungan sampel tanah, baik *CBR* dengan rendaman (*soaked*) maupun tanpa rendaman (*unsoaked*). Hal ini disebabkan karena pada kondisi ini tanah mencapai kepadatan maksimum yang tertinggi. Nilai *CBR* dengan rendaman (*soaked*) meningkat sebesar 0,31% atau 18,56% dari nilai *CBR* dengan rendaman (*soaked*) sampel tanah, sedangkan nilai *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) meningkat sebesar 0,37% atau 9,64% dari nilai *CBR* tanpa rendaman (*unsoaked*) sampel tanah. Pemeriksaan kuat geser tanah yang digambarkan dengan uji tekan bebas mengindikasikan pada awalnya nilai kuat tekan bebas (q_u) ini menurun, seiring dengan meningkatnya kandungan limbah plastik didalam sampel tanah nilai kuat tekan bebas ini meningkat, seperti ditunjukkan oleh Gambar 8. Hal ini disebabkan karena sifat limbah plastik yang lentur akan meningkatkan elastisitas sampel tanah, sehingga tanah tidak mudah runtuh saat dilakukan penekanan pada pengujian. Disamping itu limbah plastik yang berupa

lembaran dapat berfungsi sebagai perkuatan tanah. Pada persentase 3% kandungan limbah plastik didalam tanah terjadi peningkatan sebesar $0,02 \text{ kg/cm}^2$ atau 0,67% dari nilai kuat tekan bebas sampel tanah.

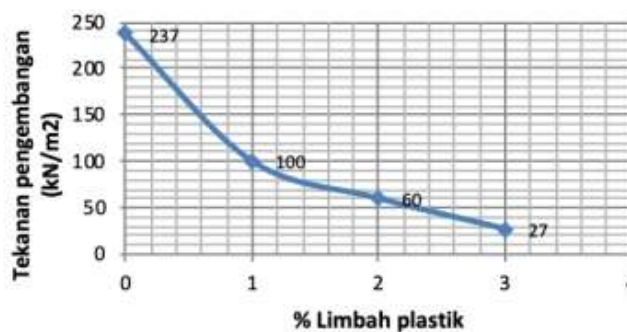


Gambar 8. Kurva pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah

Untuk mengontrol kestabilan tanah tersaji pada uji pengembangan dan tekanan pengembangan. Pada uji pengembangan pada awalnya terjadi peningkatan dari nilai ini, seiring dengan meningkatnya persentase limbah plastik nilai pengembangan ini menurun Gambar 9. Meningkatnya nilai pengembangan ini pada awalnya akibat pada kondisi ini kepadatan tanah meningkat, dan selanjutnya akibat kepadatan tanah yang menurun dan kadar air optimum yang meningkat, hal ini akan menurunkan pengembangan dari sampel tanah. Disamping itu limbah plastik yang dicampur kedalam sampel tanah tidak mempunyai sifat mengembang. Pada persentase 3% limbah plastik dalam kandungan tanah terjadi penurunan nilai pengembangan sebesar 0,4% atau 166,67% dari nilai pengembangan sampel tanah.



Gambar 9. Kurva pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai pengembangan tanah



Gambar 10. Pengaruh persentase limbah plastik terhadap nilai tekanan pengembangan tanah

Menurunnya nilai pengembangan diikuti oleh nilai tekanan pengembangan seperti ditunjukkan Gambar 10. Pada 3% limbah plastik didalam tanah terjadi penurunan tekanan pengembangan sebesar 210 kN/m^2 atau 88,61% dari nilai tekanan pengembangan sampel tanah.

D. Penutup

Pengujian yang telah dilakukan pada sampel tanah dan sampel tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase limbah plastik memberikan beberapa informasi yang dapat disimpulkan antara lain: Sampel tanah yang telah diperiksa dengan data-data yang diperoleh setelah dianalisa, tanah masuk kedalam kelompok *MH* yaitu jenis lanau anorganik dengan plastisitas tinggi (*USCS*) sedangkan menurut klasifikasi *AASHTO*, sampel tanah ini masuk kedalam kelompok A-7-5 (22) yaitu tanah berlempung, sebagai tanah dasar menurut *AASHTO* tanah ini masuk kategori tanah yang buruk. Hasil uji sifat fisis tanah yang terdiri dari uji gravitas khusus, uji batas-batas *Atterberg*, uji saringan menunjukkan bahwa keberadaan limbah plastik didalam sampel tanah dapat memperbaiki kondisi fisis tanah yaitu dengan menurunnya batas cair (*LL*), indeks plastisitas (*PI*). Sementara batas susut (*SL*) batas plastis (*PL*), tertahan saringan no. 200 mengalami peningkatan. Pengujian sifat mekanis antara lain pengujian pemadatan, *CBR* (*soaked, unsoaked*), uji kuat tekan bebas (q_u), uji pengembangan dan tekanan pengembangan menunjukkan bahwa kepadatan maksimum dan nilai *CBR* (*soaken, unsoaked*) tertinggi dicapai pada penelitian ini saat kandungan 1% limbah plastik didalam sampel tanah, sebaliknya pada kondisi ini diperoleh nilai pengembangan yang tertinggi dan nilai kuat tekan bebas (q_u) yang terendah sementara tekanan pengembangan cenderung menurun. Pada penambahan persentase limbah plastik selanjutnya kepadatan tanah, nilai *CBR* (*soaked, unsoaked*), pengembangan menurun dan nilai kuat tekan bebas (q_u) meningkat. Berdasarkan point no. 3, limbah plastik dapat menambah kepadatan dan nilai *CBR* tanah (*soaked, unsoaked*) tanah tetapi tidak dapat meredam pengembangan dari tanah.

Daftar Pustaka

- Bowles, J.E., "Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah" Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta 1991.
- Endaryanta, Dian EW. "Pemanfaatan dan modifikasi limbah plastik untuk perbaikan sifat teknik (kuat – geser) tanah lempung" Jurnal Inersia Vol. 12 no. 2 Desember 2016.
- Fathonah dkk. "Pemanfaatan limbah plastik PET (Polyethylene Terephthalate) sebagai bahan stabilisasi tanah lempung ekspansif (Studi Kasus : Jalan Kampung Cibayone, Sumur-Pandeglang)." Jurnal Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa vol 7 no 2 (2018).
- Kusuma RI. dkk. "Stabilitas tanah lempung dengan menggunakan pasir laut dan pengaruhnya terhadap nilai *CBR* (California Bearing Ratio) (Studi Kasus :Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu – Kab. Pandeglang)", Jurnal Teknik Sipil Untirta volume 6, nomor 2, 2017.
- Hardiyatmo, H.C. "Mekanika Tanah I", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta 2012
- Herman, Fiska "Studi pengaruh penambahan tanah lempung terhadap daya dukung pasir pantai" Rang Teknik Journal UMSB. Vol. 3, No. 2 Juni 2020.
- Himamul A. dkk "Penambahan limbah plastik pada tanah ekspansif" e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Desember 2017.

- Hisyam ES., Manalu DF. “Pemanfaatan limbah plastik untuk stabilitas lereng” Jurnal Fropil vol 2 no.2 Juli – Desember 2014.
- Lestari I.A. “Karakteristik tanah lempung ekspansif (studi kasus di Desa Tanah Awu, Lombok Tengah)” Gane□ Swara Vol. 8 no. 2 September 2018.
- Nasrun dkk “Pengolahan limbah kantong plastik jenis kresek menjadi bahan bakar menggunakan proses pirolisis” Jurnal Energi Elektrik Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh volume IV nomor 1 tahun 2015.
- Suraya F. dkk “Pengaruh penambahan limbah plastik kresek sebagai substitusi aspal pen 60/70 terhadap karakteristik campuran laston AC – BC” Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala volume 1 nomor 3 tahun 2018.