

PENGARUH PEMASANGAN ANYAMAN KARET BAN BEKAS PADA TANAH PASIR DENGAN PEMBEBANAN BERULANG

EFFECT OF WASTE TIRE WOVEN INSTALLATION ON SAND SOIL WITH REPETITIVE LOADING

Sumiyanto*¹, Arwan Apriyono¹, Tri Ayuk Mistiyani¹, Reza Nanda Pradana¹

*Email: sumiyanto@unsoed.ac.id

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Abstrak— Tanah lunak merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya kuat dukung perkerasan jalan. Perbaikan tanah perlu dilakukan untuk meningkatkan kuat dukungnya, yang salah satunya adalah dengan pemasangan tulangan pada tanah. Perkuatan tanah pasir dengan anyaman karet ban bekas merupakan upaya mengatasi permasalahan kapasitas dukung jalan raya, dengan memanfaatkan limbah ban bekas. Anyaman ban bekas berfungsi sebagai tulangan tanah pengganti geogrid. Anyaman dibuat dengan ukuran 3 cm x 2 mm dengan spasi 10 cm, yang dipasang 10 cm di bawah permukaan tanah. Efektivitas anyaman karet ban bekas dikaji pada pembebanan statis dan pembebanan berulang. Pembebanan berulang dilakukan untuk menirukan perilaku beban kendaraan yang sifatnya berulang. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan melakukan pengujian pembebanan di dalam kotak uji. Tanah yang digunakan berupa tanah pasir dengan pemadatan rendah, yaitu 5% dari energi pemadatan proctor standar. Pembebanan berulang dilakukan sebanyak 12 kali, yang masing-masing untuk beban 45 kg, 90 kg, 135 kg, dan 180 kg. Setelah beban berulang dilakukan, pembebanan dilanjutkan untuk mendapatkan kuat dukungnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan anyaman karet ban bekas mampu meningkatkan kapasitas dukung tanah, baik pada pembebanan statis maupun pasca pembebanan berulang. Pada penelitian ini tidak terjadi efek *fatigue* akibat beban berulang.

Kata kunci— Anyaman karet ban bekas, Beban berulang, Kapasitas dukung, Tanah dasar

Abstract— Soft soil is one of the factors that influence the low bearing capacity of the pavement. Soil improvement needs to increase the bearing capacity, one of which is by installing reinforcement on the ground. Reinforcement sand soils use tire rubber woven is an effort to solve the problem of low of subgrade bearing capacity, by use tire waste. Tire rubber woven is reinforcement material for geogrid substitution. Woven is made with a size of 3 cm x 2 mm with a space of 10 cm, which is installed 10 cm under the ground surface. The effectiveness of used tires rubber woven is studied in static loading and repetitive loading. Repeated loading is like behavior of repetitive vehicle loads. The study was done in the laboratory by loading tests in the test box. The soil used in the research is sand with low compaction, which is 5% of the standard proctor compaction energy. Repeated loading is done 12 times, each for 45 kg, 90 kg, 135 kg, and 180 kg. After repeated loads are done, the load is continued to get bearing capacity. The results of the study show that the installation of tire rubber woven can increase the bearing capacity of the soil, both in static loading and after repeated loading. From this research has no fatigue effect due to repeated loads.

Keywords — Tire rubber woven, Repetitive load, Bearing capacity, Subgrade

I. PENDAHULUAN

Besarnya beban kendaraan yang bekerja akan mempengaruhi tingkat keawetan perkerasan jalan raya. Beban berlebih (*overload*) akan mempercepat kerusakan jalan [1]. Untuk mendukung beban

kendaraan yang besar biasanya digunakan perkerasan kaku yang mempunyai kemampuan menyebarkan beban ke tanah dasar lebih baik dari pada perkerasan lentur. Tanah dasar sangat penting dalam menentukan besarnya kapasitas dukung jalan raya. Beban kendaraan pada akhirnya harus

didukung oleh tanah dasar, sehingga kapasitas dukung tanah dasar akan mempengaruhi kapasitas dukung konstruksi jalan raya secara keseluruhan. Tanah dasar dengan kondisi lunak atau tidak padat mempunyai kapasitas dukung rendah. Pada kondisi tanah dasar dengan kapasitas dukung rendah, beban kendaraan yang besar akan mengakibatkan tanah dasar mengalami keruntuhan atau terjadi deformasi yang besar, sehingga mengakibatkan kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan.

Kapasitas dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, kepadatan, dan kadar airnya. Kepadatan tanah sangat besar pengaruhnya pada nilai kuat dukungnya [2]. Pada tanah lempung, kuat dukung juga sangat dipengaruhi kadar airnya [3], sedangkan pada tanah lanau dengan kondisi jenuh maupun kering kuat dukungnya rendah [4].

Konstruksi jalan raya di atas tanah lunak akan memerlukan perbaikan atau perkuatan. Pemasangan geogrid yang merupakan geosintetik berbentuk anyaman, merupakan metode penulangan tanah untuk meningkatkan kapasitas dukung tanah dasar yang telah banyak diterapkan. Penelitian tentang perkuatan tanah dengan menggunakan geosintetik dapat menaikkan kapasitas dukung tanah [5][6][7]. Pemasangan geogrid paling efektif di bawah lapisan aspal beton atau pada kedalaman 5 cm dari permukaan perkerasan [8], sedangkan untuk perkuatan fondasi, kedalaman paling efektif pada kedalaman 0,2 lebar fondasi [9].

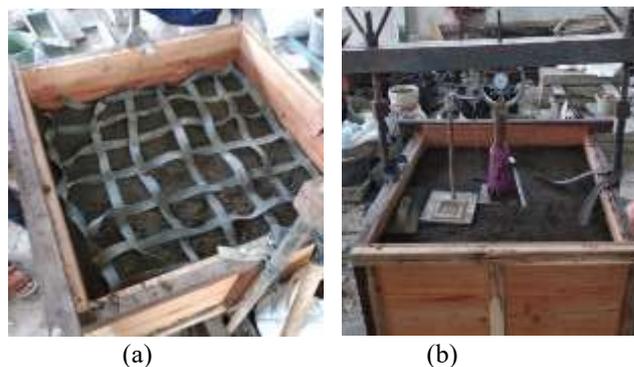
Penelitian ini dilakukan dalam rangka mengembangkan perkuatan tanah dasar dengan anyaman karet ban bekas sebagai pengganti geogrid. Potensi ban bekas di Indonesia sangat tinggi, yaitu sekitar 10 ton per tahun [10] dan secara teknis kuat tarik bekas cukup tinggi [11][12]. Perkuatan karet ban bekas dalam bentuk anyaman dapat meningkatkan kuat dukung tanah dasar [13]. Berdasarkan pertimbangan potensi jumlah dan sifat teknisnya ban bekas sangat cocok untuk dikembangkan sebagai material perkuatan tanah.

Beban kendaraan merupakan beban berulang yang terjadi pada jalan raya, yang perilakunya berbeda dengan beban statis. Beban siklik pada perkerasan aspal akan memberikan efek kelelahan (*fatigue*), yang dipengaruhi oleh besarnya beban berulang dan jumlah pengulangan beban [14]. Beban berulang ini akan menyebabkan terjadinya tegangan berulang pada tanah dasar. Untuk tanah pasir, beban berulang ini akan terjadi dua kemungkinan, yaitu tanah memadat atau terjadi *fatigue*. Jika tanah menjadi memadat, maka kuat dukungnya akan meningkat, namun kemungkinan juga *fatigue*.

Penelitian ini berkaitan dengan pengembangan anyaman karet ban bekas sebagai perkuatan tanah dasar jalan raya. Kajian dilakukan untuk mempelajari pengaruh pemasangan anyaman karet ban bekas pada tanah pasir yang dibebani secara berulang, pada kondisi tanah pasir dengan pemadatan rendah.

II. METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium dengan peralatan utama adalah kotak pengujian untuk tempat pengujian, *hydraulic jack* untuk memberikan beban, *proving ring* sebagai alat pengukur besarnya beban, *dial gauge* untuk mengukur deformasi, dan pelat beban untuk menyalurkan beban ke tanah. Kotak uji dibuat dari kayu dengan ukuran 80 cm x 80 cm dengan tinggi 50 cm (Gambar-1).



Gambar-1. Persiapan pengujian: (a) pemasangan anyaman karet ban bekas, (b) pemasangan alat pembebanan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah pasir dan karet ban bekas. Parameter fisik tanah pasir yang digunakan mempunyai berat jenis 2,66 dan kadar air 15,69%. Berdasarkan percobaan pemadatan *proctor standard* didapatkan kadar air optimum (OMC) sebesar 13,24% dan kepadatan maksimum (MMD) sebesar 2,14 gr/cm³. Sebagai tanah dasar, pasir dipadatkan dengan pemadatan 5% dari energi pada *proctor standard*.

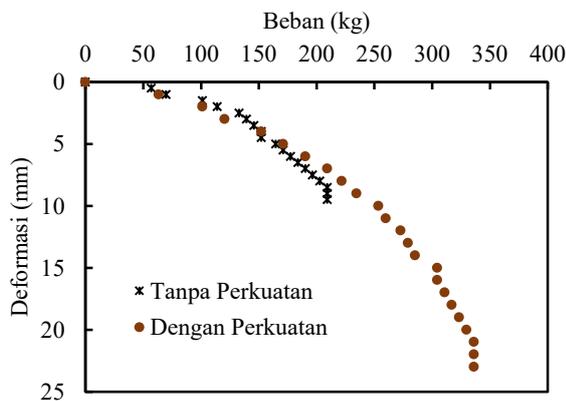
Anyaman karet ban bekas sebagai bahan perkuatan dibuat dengan jarak anyaman 10 cm, dan ukuran karet 3 cm x 2 mm. Anyaman karet ban bekas dipasang pada kedalaman 10 cm di bawah permukaan tanah. Pembebanan berulang dilakukan sampai 12 kali ulangan, dan selanjutnya dilakukan pembebanan sampai mengalami keruntuhan.

Pembebanan menggunakan *hydraulic jack* pada pelat beban ukuran 15 cm x 15 cm. Pembacaan besarnya beban menggunakan *proving ring*,

sedangkan deformasi dibaca pada *dial gauge* penurunan. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data penurunan untuk masing-masing besarnya beban pada setiap pengulangan beban.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasangan anyaman karet ban bekas dimaksudkan untuk memberikan tulangan pada tanah sehingga kapasitas dukung tanah meningkat. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kapasitas dukung tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan anyaman karet ban bekas. Hasil pengamatan (Gambar-2), menunjukkan bahwa pemasangan anyaman karet ban bekas dapat meningkatkan kapasitas dukung sekitar 61%. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan anyaman karet ban bekas efektif meningkatkan kapasitas dukung tanah.



Gambar-2. Perbandingan kapasitas dukung tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan anyaman karet ban bekas.

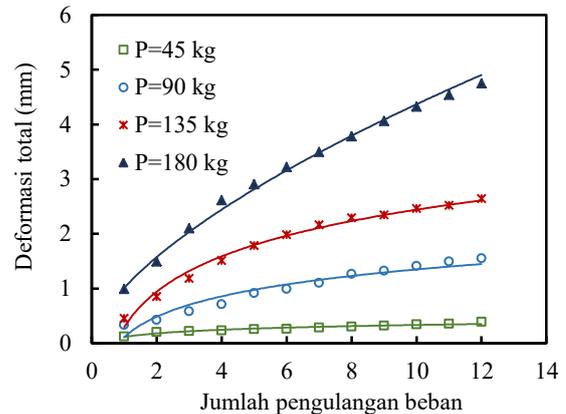
Pengamatan pada Gambar-2 nampak bahwa kedua grafik berhimpit, hal ini menunjukkan bahwa kekakuan tanah tidak berubah. Pemasangan perkuatan anyaman karet ban bekas meningkatkan kapasitas dukungnya namun tidak meningkatkan kekakuannya.

A. Deformasi pada Pembebanan Berulang

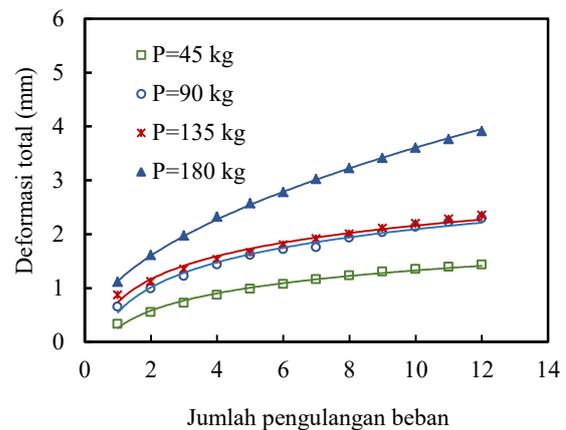
Pembebanan berulang pada tanah pasir yang diperkuat dengan anyaman karet ban bekas dilakukan dalam 12 kali pengulangan beban. Pengujian dilakukan dalam 4 variasi beban siklik, yaitu 45 kg, 90 kg, 135 kg, dan 180 kg, yang masing-masing sekitar 20%, 40%, 60%, dan 80% dari kapasitas dukung pada pembebanan statisnya.

Besarnya deformasi yang terjadi sebanding dengan besarnya beban berulang, baik pada tanah tanpa perkuatan maupun yang diperkuat dengan anyaman karet ban bekas (Gambar-3 dan Gambar-4). Perbandingan grafik pada Gambar-3 dan Gambar-4

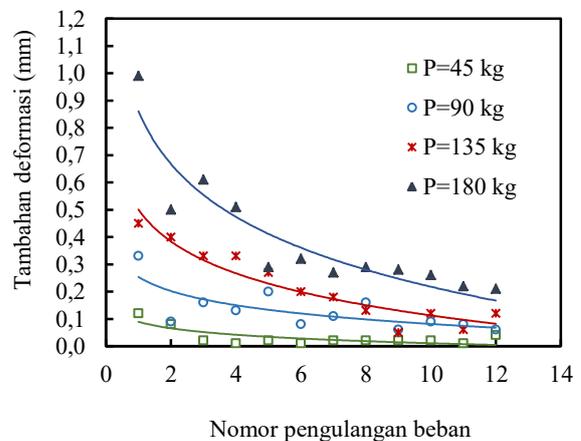
menunjukkan bahwa pemasangan karet anyaman ban bekas efektif mereduksi deformasi tanah pada beban berulang yang besar, dan kurang efektif untuk beban-beban kecil. Tambahan deformasi akibat pengulangan beban semakin lama semakin kecil (Gambar-5), hal ini menunjukkan terjadinya proses pemadatan.



Gambar-3. Deformasi total pada pembebanan berulang pada tanah tanpa perkuatan.



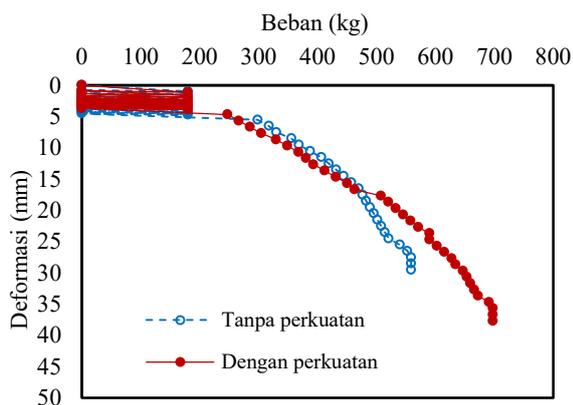
Gambar-4. Deformasi total pada pembebanan berulang pada tanah dengan perkuatan anyaman karet ban bekas.



Gambar-5. Tambahan deformasi setiap pengulangan beban pada tanah tanpa perkuatan.

B. Kapasitas Dukung Pasca Beban Berulang

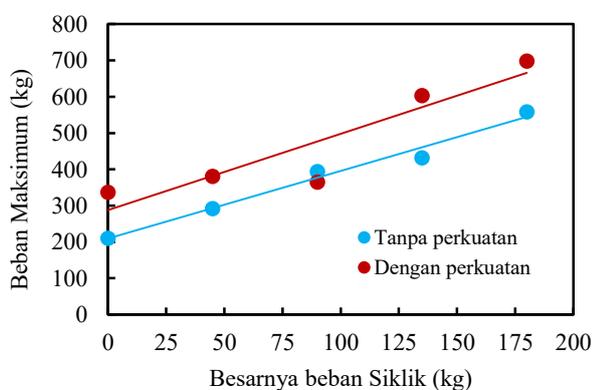
Kapasitas dukung tanah yang diperkuat dengan anyaman karet ban bekas pasca pembebanan berulang mengalami peningkatan. Pengujian kapasitas dukung pasca pembebanan berulang dengan beban 180 kg disajikan pada Gambar-6. Pada beban berulang 180 kg, pemasangan anyaman karet ban bekas mampu menaikkan kapasitas dukungnya sebesar 25%.



Gambar-6. Deformasi pada tanah tanpa perkuatan dan dengan perkuatan anyaman ban bekas pasca pembebanan berulang sebesar 180 kg.

Kenaikan kapasitas dukung terjadi pada deformasi yang lebih besar. Hal ini mengindikasikan bahwa kontribusi anyaman karet ban bekas timbul pada deformasi yang besar. Perilaku ini tidak jauh berbeda pada kondisi pembebanan statisnya.

Perbandingan kapasitas dukung pasca beban berulang antara tanah tanpa perkuatan maupun tanah dengan perkuatan anyaman ban bekas disajikan pada berbagai besarnya beban berulang disajikan dalam Gambar-7.



Gambar-7. Perbandingan kapasitas dukung tanah tanpa dan dengan perkuatan, pada kondisi pasca pembebanan berulang.

Pada Gambar-7 nampak bahwa pemasangan anyaman karet ban bekas mampu meningkatkan kapasitas dukung tanah pasca pembebanan berulang. Pengamatan grafik tanpa perkuatan dan dengan perkuatan nampak sejajar, hal ini menunjukkan bahwa besarnya peningkatan kapasitas dukung tidak dipengaruhi oleh besarnya beban berulang.

IV. PENUTUP

Hasil penelitian pemasangan anyaman karet ban bekas pada pembebanan berulang menghasilkan beberapa kesimpulan:

- 1) Pemasangan karet ban bekas meningkatkan kapasitas dukung sebesar 61%.
- 2) Besarnya peningkatan kapasitas dukung tanah dengan perkuatan anyaman karet ban bekas tidak dipengaruhi oleh besarnya beban berulang.
- 3) Pada penelitian ini beban berulang tidak menimbulkan efek *fatigue*, baik pada tanah yang tanpa perkuatan maupun dengan perkuatan anyaman karet ban bekas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Sugiyanto, Optimasi Beban As Truk untuk Meminimalkan Biaya Transportasi dan Kerusakan Konstruksi Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Solo-Kartosura-Boyolali Provinsi Jawa Tengah). *Dinamika Rekayasa*, 2005; 1(1): 21-28.
- [2] Martini, Pengaruh Tingkat Kepadatan Tanah terhadap Daya Dukung Tanah, *SMARTek*, 2009; 7(2): 69-81.
- [3] R. Yuliet, Pengaruh Kadar Air Sisi Kering dan Sisi Basah terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Ekspansif. *J. Tek. Sipil*, 2016, 5(2): 113-122.
- [4] Endaryanto, Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Geser Tanah Lanau. *INERSIA*, 2006; 2(1): 15-24.
- [5] S. Adanur, Y. Gowayed, D. Elton, S. B. Mallick, and H. Zhai, Design and Characterization of Geotextiles for High Performance Applications. *Anim. Genet.*, 1996; A 94-B: 1-9.
- [6] P. Utomo, Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di atas Tanah Pasir yang Diperkuat Geogrid. *Civ. Eng. Dimens.*, 2004; 6(1): 15-20. [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/civ/articel/view/15582>.
- [7] A.H. Boushehrian and N. Hatal, *Bearing Capacity of Ring Footing on Reinforced Clay*. Proceedings of the 4th Asian Regional Conference on Geosynthetics, 2008; vol. June 17: 328-331, doi: 10.4324/9780080940380.
- [8] H. Moayedi, S. Kazemian, A. Prasad, and B.B.K. Huat, Effect of geogrid reinforcement location in paved road improvement. *Electron. J. Geotech. Eng.*, 2009; 14(bund. P):1-11.

- [9] A. Marto, M. Oghabi, and A. Eisazadeh, The Effect of Geogrid Reinforcement on Bearing Capacity Properties of Soil Under Static Load; A Review. *Electron. J. Geotech. Eng.*, 2013; 18 J: 1881-1898.
- [10] Nastain and A. Maryoto, Pemanfaatan Pemotongan Ban Bekas untuk Campuran Beton Beton Serat Perkerasan Kaku. *Dinamika Rekayasa*, 2010; 6(1) : 14-18.
- [11] B.B.K. Huat, A.A. Aziz, and L.W. Chuan, Application of scrap tires as earth reinforcement for repair of tropical residual soil slope. *Electron. J. Geotech. Eng.*, 2008; 13(Bund B): 1-9.
- [12] Sumiyanto dan A. Apriyono, Pengaruh Beban Siklik Terhadap Kuat Dukung Tanah Dasar Yang Diperkuat Anyaman Karet Ban Bekas, Purwokerto, 2018.
- [13] Sumiyanto, A. Apriyono, and B. Mulyono, *Efektifitas geogrid karet ban bekas untuk perkuatan tanah dasar jalan raya pada perubahan muka air tanah*. Prosiding Seminar Nasional dan Call Paper "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan, 2017, 7(1): 227-233.
- [14] N. Pradani, Analisis Kelelahan (*Fatigue*) Pada Hotmix Recycled Asphalt (HMRA). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi*, 1988, II(1): 1-7.