

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....                                | iii  |
| KATA PENGANTAR .....   | iv   |
| DAFTAR ISI.....  | v    |
| DAFTAR TABEL.....  | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....   | ix   |
| BAB I PENDAHULUAN.....   | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                       | 1    |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....                                    | 2    |
| 1.3 Manfaat Penelitian .....                                   | 2    |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                      | 2    |
| 1.5 Keaslian Penelitian.....                                   | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                  | 5    |
| 2.1 Limbah Plastik .....                                       | 5    |
| 2.2 PET ( <i>Polyethylene Teraphthalate</i> ).....             | 6    |
| 2.3 Geosintetik .....  | 7    |
| 2.3.1 Fungsi geosintetik .....                                 | 9    |
| 2.4 <i>Geocell</i> .....                                       | 9    |
| 2.5 Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ) .....                      | 11   |
| 2.6 Pemanfaatan Limbah PET .....                               | 11   |
| BAB III LANDASAN TEORI .....                                   | 12   |
| 3.1 Tanah Pasir.....   | 12   |
| 3.1.1 Kadar air ( <i>water content</i> ).....                  | 12   |
| 3.1.2 Berat jenis tanah ( <i>specific gravity</i> ).....       | 12   |
| 3.1.3 Analisa saringan ( <i>grain size distribution</i> )..... | 12   |
| 3.1.4 Kuat geser tanah.....                                    | 12   |
| 3.2 Tegangan Pada <i>Subgrade</i> .....                        | 13   |
| 3.2.1 Pengaruh beban roda.....                                 | 15   |
| 3.2.2 Tekanan kontak ban .....                                 | 16   |
| 3.2.3 Pengaruh daya dukung <i>subgrade</i> .....               | 16   |
| 3.3 Kapasitas Dukung Tanah .....                               | 17   |

|                                  |  |    |
|----------------------------------|--|----|
| 3.4                              | Koefesien Reaksi <i>Subgrade</i> .....                     | 18 |
| 3.4.1                            | Daya dukung ultimit <i>subgrade</i> .....                  | 19 |
| 3.4.2                            | Lendutan ijin <i>subgrade</i> ( $\delta$ ).....            | 19 |
| 3.5                              | Rasio Daya Dukung ( <i>Bearing Capacity Ratio</i> ).....   | 19 |
| 3.6                              | Penurunan Tanah.....                                       | 20 |
| 3.7                              | Tanah Perkuatan.....                                       | 20 |
| 3.8                              | Pemadatan Tanah .....                                      | 20 |
| 3.9                              | Simulasi Numeris Dengan Program <i>Plaxis</i> .....        | 22 |
| 3.9.1                            | Model elemen hingga 2D.....                                | 22 |
| 3.9.2                            | Parameter-parameter tanah pada program <i>Plaxis</i> ..... | 22 |
| BAB IV METODE PENELITIAN .....   |  | 26 |
| 4.1                              | Lokasi Penelitian.....                                     | 26 |
| 4.2                              | Bahan Penelitian .....                                     | 26 |
| 4.2.1                            | Tanah pasir.....   | 26 |
| 4.2.2                            | <i>Geocell</i> dari limbah botol kemasan PET.....          | 26 |
| 4.3                              | Peralatan Pengujian.....                                   | 28 |
| 4.3.1                            | Kotak pengujian.....                                       | 28 |
| 4.3.2                            | Peralatan pengujian pembebanan.....                        | 28 |
| 4.3.3                            | Pelat.....   | 29 |
| 4.3.4                            | <i>Stamper</i> .....                                       | 29 |
| 4.3.5                            | <i>Waterpass</i> .....                                     | 30 |
| 4.3.6                            | <i>Dial gauge</i> .....                                    | 30 |
| 4.4                              | Tahapan Pembuatan <i>Geocell</i> dari Limbah PET .....     | 30 |
| 4.5                              | Bagan Alir Penelitian .....                                | 31 |
| 4.6                              | Tahapan Penelitian.....                                    | 33 |
| 4.6.1                            | Studi literatur.....                                       | 33 |
| 4.6.2                            | Pengujian di laboratorium.....                             | 33 |
| 4.6.3                            | Pemodelan dengan menggunakan program <i>Plaxis</i> .....   | 37 |
| 4.6.4                            | Hasil penelitian dan pembahasan .....                      | 37 |
| 4.6.5                            | Kesimpulan dan saran .....                                 | 37 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |  | 38 |
| 5.1                              | Hasil Pengujian Pendahuluan.....                           | 38 |
| 5.2                              | Hasil Pengujian Utama.....                                 | 38 |



|                      |  |    |
|----------------------|--|----|
| 5.3                  | Hubungan Nilai <i>Bearing Capacity Ratio (BCR)</i> Terhadap Penggunaan Perkuatan <i>Geocell</i> Limbah Botol Kemasan ..... | 41 |
| 5.4                  | Contoh Aplikasi <i>Geocell</i> Limbah Botol Kemasan pada <i>Subgrade</i> .....   | 42 |
| 5.5                  | Analisis Perkuatan <i>Subgrade</i> Menggunakan Program <i>Plaxis</i> .....   | 45 |
| 5.5.1                | Parameter input pada program <i>Plaxis</i> .....   | 45 |
| 5.5.2                | Hasil output program <i>Plaxis</i> .....   | 47 |
| BAB VI.....          |  | 54 |
| 6.1                  | Kesimpulan .....   | 54 |
| 6.2                  | Saran.....   | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... |  | 55 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Jenis plastik,sifat dan kegunaan (Alabi dkk, 2019) .....  | 5  |
| Tabel 3. 1 Rentang nilai sudut gesek dalam tanah (Bowles, 1983).....  | 13 |
| Tabel 3. 2 Hubungan kerapatan relatif ( $D_r$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ) tanah pasir dan penyelidikan lapangan menurut Mayerhof (1956)..... | 13 |
| Tabel 3. 3 Perkiraan nilai daya dukung untuk tanah pasir (Craig, 1976). .....   | 18 |
| Tabel 3. 4 Nilai kisaran koefisien reaksi <i>subgrade</i> $k_s$ (Bowles, 1982).....   | 18 |
| Tabel 3. 5 Penurunan ijin (Showers, 1962). .....  | 20 |
| Tabel 3. 6 Nilai perkiraan modulus elastisitas tanah, $E$ (Bowles, 1986) .....  | 22 |
| Tabel 3. 7 Perkiraan nilai angka poisson ( <i>poisson's ratio</i> , $\mu$ ) (Bowles,1986).....  | 23 |
| Tabel 3. 8 Nilai $R_{inter}$ (Waterman, 2006).....  | 24 |
| Tabel 4. 1 Jenis pengujian tanah dan material PET .....   | 33 |
| Tabel 4. 2 Rencana pengujian.....   | 35 |
| Tabel 5. 1 Hasil pengujian pendahuluan.....   | 38 |
| Tabel 5. 2 Hasil kapasitas dukung tanah dan penurunan (Meidudga dkk, 2021). .....   | 39 |
| Tabel 5. 3 Presentase peningkatan nilai kapasitas dukung tanah (Meidudga dkk, 2021) .....   | 40 |
| Tabel 5. 4 Presentase penurunan tanah dengan pemberian beban yang sama (Meidudga dkk, 2021).....  | 41 |
| Tabel 5. 5 Hubungan nilai kapasitas dukung ultimit dan <i>Bearing capacity ratio</i> (BCR) (Meidudga dkk, 2021).....                                | 41 |
| Tabel 5. 6 Parameter <i>subgrade</i> pada program <i>Plaxis</i> .....   | 46 |
| Tabel 5. 7 Parameter <i>geocell</i> pada program <i>Plaxis</i> .....  | 47 |
| Tabel 5. 8 Hasil penurunan pada pengujian di laboratorium dan analisis <i>Plaxis</i> .....  | 47 |
| Tabel 5. 9 Hasil analisis penurunan 2,54 mm dan 5,08 mm program <i>Plaxis</i> .....   | 50 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Struktur senyawa kimia pada PET ( <a href="https://id.wikipedia.org/wiki/Polietilena_teraflatat">https : id.wikipedia .org/wiki/ Polietilena _ teraflatat</a> )..... | 7  |
| Gambar 2. 2 <i>Geocell</i> (Dhane dkk, 2015). ....   | 9  |
| Gambar 2. 3 <i>Geocell</i> (Shukla & Yin, 2016). ....  | 10 |
| <br>   |    |
| Gambar 3. 1 Beban terbagi rata berbentuk lingkaran pada dua lapis material (Hardiyatmo 2015).....  | 14 |
| Gambar 3. 2 Tegangan pusat di bawah pusat lingkaran beban terbagi rata berbentuk lingkaran pada dua lapis material (Burmister, 1958) dalam Hardiyatmo (2015). ....               | 14 |
| Gambar 3. 3 Transfer beban roda ke fondasi pada struktur perkerasan kaku (Hardiyatmo 2015). ....   | 15 |
| Gambar 3. 4 Distribusi beban pada perkerasan lentur pada luasan kontak roda (Hardiyatmo, 2015).....  | 15 |
| Gambar 3. 5 Pengaruh kekuatan <i>subgrade</i> terhadap tebal perkerasan (Bruce & Clarkeson, 1956) dalam Hardiyatmo (2015) .....  | 17 |
| Gambar 3. 6 Penentuan nilai ( $k_s$ ) menurut AASHTO. ....   | 19 |
| <br>   |    |
| Gambar 4. 1 Tanah pasir (USCS SP).....   | 26 |
| Gambar 4. 2 <i>Geocell</i> limbah botol kemasan PET.....   | 26 |
| Gambar 4. 3 Alat untuk membuat lubang pada botol kemasan PET.....  | 27 |
| Gambar 4. 4 <i>Blind rivet</i> ukuran 2,4 mm × 6 mm.....   | 27 |
| Gambar 4. 5 Baut pengencang <i>blind rivet</i> . ....  | 27 |
| Gambar 4. 6 Alat pengunci <i>blind rivet</i> . ....  | 27 |
| Gambar 4. 7 Kotak pengujian. ....  | 28 |
| Gambar 4. 8 Peralatan <i>CBR modification</i> . ....   | 29 |
| Gambar 4. 9 Pelat.....   | 29 |
| Gambar 4. 10 <i>Stamper</i> . ....   | 30 |
| Gambar 4. 11 <i>Waterpass</i> .....  | 30 |
| Gambar 4. 12 <i>Dial gauge</i> .....   | 30 |
| Gambar 4. 13 Bagan alir penelitian. ....   | 32 |
| Gambar 4. 14 Posisi alat dan bahan pada saat eksperimen dilakukan.....   | 36 |



|   |    |
|---|----|
| Gambar 5. 1 Hubungan antara tekanan dan penurunan.....  | 39 |
| Gambar 5. 2 Hubungan kapasitas dukung tanah terhadap variasi pembebanan pada pengujian utama.....                       | 40 |
| Gambar 5. 3 Presentase peningkatan kapasitas dukung tanah ultimit. ....   | 41 |
| Gambar 5. 4 Sumbu tunggal standar di Indonesia (Sukirman, 2010).....  | 42 |
| Gambar 5. 5 Ekivalen luas bidang kontak lingkaran. ....   | 43 |
| Gambar 5. 6 Luas kontak beban roda .....  | 43 |
| Gambar 5. 7 Geometri <i>input</i> pada program <i>Plaxis</i> .....  | 46 |
| Gambar 5. 8 Extreme $U_{tot}$ tanpa perkuatan <i>geocell axi-symmetry</i> ( $5,29*10^{-3}$ m). ....                     | 48 |
| Gambar 5. 9 Extreme $U_{tot}$ dengan perkuatan <i>geocell axi-symmetry</i> ( $5,24*10^{-3}$ m). ....                    | 48 |
| Gambar 5. 1 Extreme $U_{tot}$ tanpa perkuatan <i>geocell axi-symmetry</i> ( $3,33*10^{-3}$ m). tanpa lapisan perkerasan |    |
| Gambar 5. 11 Hasil <i>output</i> kapasitas dukung ultimit.....  | 52 |
| Gambar 5. 12 Hasil <i>output curve</i> pada program <i>Plaxis</i> .....   | 53 |
| Gambar 5. 13 Hubungan Tekanan & penurunan program <i>Plaxis</i> .....   | 53 |