

BAB 6

KESIMPULAN, IMPLIKASI dan SARAN

6.1. Kesimpulan

Hasil penelitian disimpulkan bahwa:

- 1) Dalam perencanaan stabilitas dinding penahan tanah yang menahan beban dinamis sinusoidal beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain:
 - Parameter tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah yaitu kerapatan relatif (DR) pasir dan sudut gesek dalam tanah (ϕ). Kerapatan relatif (DR) pasir makin besar maka sudut gesek dalam tanah (ϕ) makin besar sehingga faktor geser tanah ($\tan \phi$) dan faktor geser tanah-dinding ($\tan \delta$) makin besar, faktor geser besar
 - Beban dinamis (percepatan dinamis sinusoidal maksimum a_{maks}) yang bekerja. Jika a_{maks} makin besar maka gaya dinamis sinusoidal makin besar. Hasil penelitian menunjukkan besar a_{maks} 0,22088 g, DR 30 %, gaya dinamis sinusoidal F_{e2} 108,616 gr/cm. Jika a_{maks} 0,26982 g nilai F_{e2} menjadi 247,434 gr/cm. Demikian halnya bila a_{maks} 0,2448 g, DR 60 %, nilai F_{e2} 102,503 gr/cm maka nilai F_{e2} menjadi 122,059 gr/cm dengan menaikkan nilai a_{maks} jadi 0,26923 g. Disamping itu nilai a_{maks} berpengaruh juga terhadap luas, bentuk dan sentroid bidang pergerakan butiran sehingga mempengaruhi besar momen guling dan gaya geser yang bekerja. Hasil penelitian menyatakan bahwa dengan a_{maks} 0,22088 g maka, luas bidang pergerakan butiran 34668,68 mm², momen guling 4545,631 gr dan gaya geser 160,743 gr/cm. Luas bidang pergerakan butiran, momen guling dan gaya geser berturut-turut sebesar 64652,62 mm², 7017,242 gr dan 311,111 gr/cm apabila a_{maks} dinaikkan menjadi 0,26982 g.
- 2) Pola pergerakan butiran tanah di belakang dinding penahan tanah akibat beban dinamis sinusoidal dapat digambarkan dengan memperhatikan variasi parameter DR tanah, frekuensi getaran (f) dan amplitudo getaran (A). Variasi ketiga parameter menghasilkan bentuk bidang pergerakan butiran, bentuk persamaan garis pergerakan butiran dan luas bidang pergerakan butiran. Sentroid bidang

pergerakan butiran dapat ditentukan, demikian juga lebar bidang pergerakan butiran dan tinggi bidang pergerakan butiran terhadap tinggi (H) model dinding penahan tanah.

3) Hasil analisis pengaruh parameter terhadap pola pergerakan butiran tanah di belakang dinding penahan tanah akibat beban dinamis sinusoidal disimpulkan sebagai berikut:

- Kerapatan relatif (DR) pasir berpengaruh terhadap luas dan bentuk bidang pergerakan butiran jika dinding penahan tanah dibebani beban sinusoidal dengan a_{maks} tertentu. Makin tinggi DR maka makin kecil luas bidang pergerakan butiran yang terjadi. Makin rendah DR maka bentuk bidang pergerakan butiran makin landai sehingga kemiringan bidang pergerakan butiran makin kecil. Gaya perlawanan geser besar. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada a_{maks} 0,26982 g, luas bidang pergerakan butiran 64652,62 mm² (DR 30 %, type gravity), sudut kemiringan bidang pergerakan butiran 13,01°. Sudut kemiringan bidang pergerakan butiran menjadi 25,18° pada DPT type gravity dengan DR pasir 60 %.
- a_{maks} berpengaruh terhadap lebar dan tinggi bidang pergerakan butiran. Hubungan a_{maks} terhadap lebar bidang pergerakan butiran dan a_{maks} terhadap tinggi bidang pergerakan butiran bersifat linier. Makin besar a_{maks} maka makin lebar bidang pergerakan butiran dan makin tinggi bidang pergerakan butiran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebar bidang pergerakan butiran 0,528 H dan 0,882 H untuk masing-masing $f = 0,8$ cps dan $f = 0,95$ cps pada model DPT type gravity dengan DR 30 %. Tinggi bidang pergerakan butiran masing-masing 0,71 H dan 1,353 H untuk $f = 0,8$ cps dan $f = 0,95$ cps.
- Parameter dinamis frekuensi getaran (f) dan amplitudo getaran (A) berpengaruh terhadap besar a_{maks} . Frekuensi getaran lebih dominan pengaruhnya terhadap percepatan dinamis sinusoidal maksimum (a_{maks}) dibandingkan dengan amplitudo getaran (A). Persentase kenaikan a_{maks} menjadi 2 kali lipat jika f ditingkatkan dengan frekuensi tertentu. Hasil analisis menyatakan a_{maks} meningkat 68,9% (dari 0,06119 g menjadi 0,10341 g) jika frekuensi dinaikkan sebesar 30 % dari $f = 0,5$ cps menjadi $f = 0,65$ cps. Demikian halnya a_{maks} meningkat 22,16 % (dari 0,22088 g menjadi 0,26982 g) jika frekuensi

dinaikkan sebesar 10,53 % dari $f = 0,95$ cps menjadi $f = 1,05$ cps. Apabila amplitudo getaran (A) dinaikkan maka peningkatan a_{maks} menjadi sebanding dengan kenaikan amplitudo getaran (A). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai a_{maks} 0,08093 g pada $A = 0,0082$ m menjadi a_{maks} 0,11843g pada $A = 0,012$ m. Kenaikan amplitudo 46,34 % mengakibatkan peningkatan a_{maks} sebesar 46,34 %.

- Parameter frekuensi getaran (f) dominan berpengaruh pada tinggi bidang pergerakan butiran. Makin besar frekuensi getaran (f) makin besar tinggi bidang pergerakan butiran. Parameter amplitudo getaran (A) dominan berpengaruh pada lebar bidang pergerakan butiran. Makin besar amplitudo maka makin lebar bidang pergerakan butiran yang terjadi.

Pada a_{maks} makin membesar sedangkan DR kecil, maka pergerakan butiran sampai ke dasar dinding penahan tanah.

4) Angka keamanan terhadap bahaya Guling dan Geser.

- Dengan memberikan 3 variasi a_{maks} sebesar 0,221g, 0,245g dan 0,27g, angka keamanan terhadap bahaya guling (SF_{guling}) untuk model dinding penahan tanah kedua type menunjukkan penurunan seiring dengan kenaikan luas bidang pergerakan butiran, sebagai akibat kenaikan percepatan dinamis sinusoidal maksimum (a_{maks}).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SF_{guling} 5,43, 3,31 dan 2,27 dengan memberikan a_{maks} sebesar 0,221g, 0,245g dan 0,27g pada model gravity dengan DR 60 %. Nilai SF_{guling} 3,22, 2,37 dan 2,04 dengan memberikan a_{maks} sebesar 0,221g, 0,245g dan 0,27g pada model gravity dengan DR 75 %. Perbandingan tinggi bidang pergerakan butiran terhadap tinggi dinding penahan tanah (H) makin membesar. Demikian juga perbandingan lebar bidang pergerakan butiran yang terjadi terhadap tinggi dinding penahan tanah (H) makin besar, seiring dengan meningkatnya percepatan dinamis sinusoidal maksimum (a_{maks}). Koordinat sentroid mengikuti pola bidang pergerakan butiran dengan tren vertikal-bawah dan horizontal-kanan. Dengan meningkatkan kerapatan relatif pasir (DR), maka angka keamanan bahaya guling (SF_{guling}) menurun mengikuti tren fungsi masing-masing.

Angka keamanan terhadap bahaya geser (SF_{geser}) untuk model dinding penahan tanah kedua type menunjukkan penurunan, seiring dengan kenaikan luas bidang pergerakan butiran sebagai akibat kenaikan a_{maks} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SF_{geser} 2,24, 2,02 dan 1,99 dengan memberikan a_{maks} sebesar 0,221g, 0,245g dan 0,27g pada model gravity dengan DR 30 %. Nilai SF_{geser} 3,87, 3,59 dan 3,00 dengan memberikan a_{maks} sebesar 0,221g, 0,245g dan 0,27g pada model gravity dengan DR 60 %. Akan tetapi dengan menaikkan kerapatan relatif (DR) maka SF_{geser} meningkat mengikuti tren fungsi masing-masing.

- Faktor keamanan tes model type gravity dan type kantilever lebih kecil dibandingkan dengan hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D. Nilai faktor keamanan hasil tes model dinding penahan tanah type gravity di laboratorium lebih kecil (2,207 % - 14,086 %) jika dibandingkan dengan hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D. Pada tes model type gravity di laboratorium dengan beban dinamis $A = 6,2$ mm, $f = 0,65$ cps dan $DR = 30$ % diperoleh faktor keamanan 7,035 % lebih kecil dibandingkan dengan faktor keamanan model dari hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D dengan beban dinamis yang sama. Nilai faktor keamanan model di laboratorium dengan beban dinamis yang sama pada $DR = 60$ % sebesar 5,766 % lebih kecil dibandingkan dengan faktor keamanan model dari hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D. Pada tes model type gravity di laboratorium dengan beban dinamis $A = 15$ mm, $f = 0,7$ cps dan $DR = 60$ % diperoleh faktor keamanan 6,027 % lebih kecil dibandingkan dengan faktor keamanan model dari hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D dengan beban dinamis yang sama. Nilai faktor keamanan model di laboratorium dengan beban dinamis yang sama pada $DR = 75$ % lebih kecil 6,711 % dibandingkan dengan faktor keamanan model dari hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D.
- 5) Untuk model dinding penahan tanah type kantilever dengan menggunakan program Plaxis 2D faktor keamanan lebih besar (5,64 % - 38,831 %) dibandingkan dengan faktor keamanan dari hasil tes model di laboratorium dengan beban dinamis yang sama. Nilai faktor keamanan model di laboratorium

dengan beban dinamis yang $A = 5$ mm, $f = 1,15$ cps pada $DR = 30$ % sebesar 5,64 % lebih kecil dibandingkan dengan faktor keamanan model dari hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D dengan beban dinamis yang sama. Pada tes model type kantilever di laboratorium dengan beban dinamis $A = 5$ mm, $f = 1,15$ cps dan $DR = 55$ % diperoleh faktor keamanan 12,244 % lebih kecil dibandingkan dengan faktor keamanan model dari hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D dengan beban dinamis yang sama.

Kesimpulan praktis: tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah harus dipadatkan hingga 95 % agar lebih aman terhadap bahaya getaran.

6.2. Implikasi

- Penelitian ini menghasilkan pedoman (analisis alternatif) perencanaan konstruksi dinding penahan tanah type gravity dengan kerapatan relatif pasir $DR = 30$ %, $DR = 60$ % dan $DR = 75$ % serta type kantilever di atas tanah pasir dengan kerapatan pasir $DR = 30$ %, $DR = 55$ % dan $DR = 70$ %. Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah dilakukan menggunakan analisis statis ekuivalen dengan metoda pergerakan butiran material.
- Uji model skala kecil yang digunakan pada penelitian ini dapat dinormalisasi dengan cara membandingkan lebar bidang pergerakan butiran dan tinggi bidang pergerakan butiran yang terjadi terhadap tinggi model H sebagai pembandingnya.
- Hasil ini dapat dipergunakan dengan batasan tinggi maksimum dinding penahan tanah type gravity dan type kantilever sesuai dengan batasan dimensi kedua type dinding penahan tanah yang diijinkan.
- Dengan mengadopsi beban dinamis maksimum a_{maks} tertentu dapat diperoleh luas bidang pergerakan butiran yang terjadi, angka keamanan terhadap bahaya guling (SF_{guling}) dan angka keamanan terhadap bahaya geser (SF_{geser}). Nilai keamanan terhadap bahaya guling $SF_{guling} = 2,27$, besar angka keamanan terhadap bahaya geser $SF_{geser} = 3,00$ dan Luas bidang pergerakan butiran $236,05$ cm² pada model gravity DR 60 % dengan a_{maks} sebesar 0,26923 g. Hasil analisis model kantilever pada $DR = 30$ % memperoleh luas bidang $116,24$ cm², angka keamanan terhadap bahaya geser $SF_{geser} = 2,26$ dan keamanan terhadap bahaya guling $SF_{guling} = 4,37$ dengan a_{maks} sebesar 0,24471 g.

6.3. Saran

- Hasil penelitian ini dapat dipergunakan sebagai alternatif penyelesaian problem perencanaan konstruksi dinding penahan tanah type gravity dan type kantilever dengan menggambarkan luas pergerakan butiran akibat beban dinamis tersebut.
- Untuk penggunaan yang lebih luas disarankan penelitian lanjutan dengan mengembangkan variasi geometri, kerapatan relatif pasir, dan beban dinamis yang lebih besar. Selain itu, distribusi ukuran butiran yang baik (*well graded*) perlu dilakukan uji untuk melengkapi hasil penelitian ini.
- Hasil dari penelitian ini dapat dikembangkan untuk membuat metoda analisis dinding penahan tanah yang lebih mendekati kenyataan dengan memberi nilai K_0 , K_a , K_p yang lebih tepat dengan pepadatan $> 95 \%$.