

ANALISA FONDASI DANGKAL BERBENTUK SEGITIGA DAN LINGKARAN DENGAN PENAMBAHAN RIBS (RUSUK)

Rismalinda

ABSTRAK

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk fondasi segitiga dengan panjang sisi – sisinya 15.20 cm dan lingkaran dengan diameter 11.28 cm yang memiliki luas penampang yang sama yaitu 100 cm^2 terhadap penambahan kuat dukung tanah pasir.

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan model pondasi yang diletakkan diatas permukaan dengan menggunakan kotak kayu berukuran 150 cm x 150 cm x 80 cm yang terlebih dahulu diisi pasir lapis perlapis dengan berat isi tanah pasir $\gamma = 1,90 \text{ gr/cm}^3$ diberi beban tegak lurus menggunakan dongkrak hidrolik. Pengujian yang dilakukan adalah untuk menentukan pengaruh perpanjangan rib terhadap kapasitas dukung fondasi tersebut. Dimana penambahan rib pada setiap model fondasi dengan beberapa variasi, yakni variasi panjang rib $D_f/B=0.2$, $D_f/B=0.3$, $D_f/B=0.5$.

Dari pengujian diketahui model keruntuhan yang terjadi adalah jenis *Local shear* dimana pada lokasi sekitar fondasi dengan lapisan teratas terjadi pengelembungan. Dalam penelitian ini akan ditentukan daya dukung tanah dengan analisis perhitungan menggunakan analisa daya dukung yang dihitung dengan dua metode, antara lain; Metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen dan Vesic.

Pada penelitian ini, menunjukkan terdapatnya perbedaan hasil yang didapat dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya disebabkan karena perbedaan alat yang digunakan material perkuatan dan jenis material pasir serta kepadatan material pasir, juga perbedaan model pemasangan perkuatan, namun perbedaan tersebut tidak terlalu jauh.

Kata Kunci : kuat dukung tanah pasir dengan penambahan rib pada pondasi, perkuatan pada tanah pasir, rib fondasi dangkal.

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the effect of foundation forms a triangle with sides of length 15.20 cm sides and form the foundation of a circle with a diameter of 11.28 cm which have the same cross-sectional area of 100 cm² of the strong increase soil bearing sand.

The experiment was conducted by using a model that is placed on the surface of the foundation using a wooden box measuring 150 cm x 150 cm x 80 cm were first filled with sand layer by layer with sand soil bulk density $\gamma = 1.90 \text{ g/cm}^3$ is loaded perpendicular to use hydraulic jack. Tests were conducted to determine the effect of the extension of the rib to the foundation bearing capacity. Where the addition of a rib on each foundation model with some variations, the variation in the length rib $D_f/B = 0.2$, $D_f/B = 0.3$, $D_f/B = 0.5$.

Of testing known models is the kind of collapse that occurred at the location where the Local shear around the foundation with the top layer occurs mound. In this study will be determined by analysis of soil bearing capacity calculations using analysis of bearing capacity is calculated by four methods, among others; Methods Terzaghi, Meyerhof, Hansen and Vesic. Then determine which interpretation is carrying.

In this study, showed the presence of differences in the results are compared with previous studies, this is due to differences in the tools used reinforcement material and the type of material of sand and sand material density, are also differences in the model installation of reinforcement, but the difference is not too far away.

Keywords : Strong support rib sand soil with the addition of the foundation, reinforcement on sandy soil, shallow foundation rib.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah penduduk sangat pesat pada saat ini, membuat lahan untuk pemukiman semakin sempit terutama pada kota – kota besar yang lahannya sudah sangat terbatas diakibatkan banyaknya sarana dan prasarana yang harus dibangun untuk menunjang kehidupan masyarakat.

Analisa ini menitik berat pada fondasi dangkal untuk dasar dari banyak bangunan perumahan dan bangunan yang menjadi sarana prasarana penunjang kehidupan masyarakat umum, oleh karena itu penelitian ini menitik beratkan pada fondasi dangkal karena bangunan perumahan dan sarana prasarana umum menggunakan fondasi tersebut sebagai dasar bangunan.

Penelitian inimennitik beratkan pada penambahan rib (rusuk) pada fondasi dangkal ini dilakukan untuk mendapatkan daya dukung fondasi yang lebih optimal tanpa menambah dimensinya hanya dengan penambahan rusuk pada fondasi tersebut.

Type pondasi ini sering dikenal dengan pondasi langsung atau pondasi telapak, dikatakan dangkal karena letak dasar pondasi cukup dangkal terhadap permukaan tanah, jenis ini digunakan apabila letak tanah dasar pondasi dengan kuat dukung yang tinggi terletak cukup dangkal (< 2.00 meter) terhadap muka tanah setempat, dan tanah mampu menerima beban yang bekerja diatasnya (Suryolelono, 2004).

Penambahan rib (rusuk) pada fondasi ini dibatasi pada $D_f/B = 0,2$, $D_f/B = 0,3$ dan $D_f/B = 0,5$. Pada masing masing model fondasi yang di teliti, dengan bentuk yang tidak lazim yaitu bentuk segitiga. Dimana pada umumnya bentuk fondasi dangkal pada umumnya adalah bentuk persegi empat dan persegi panjang.

Kapasitas/daya dukung tanah (bearing capacity) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui fondasi.

Kapasitas/Daya Dukung tanah batas ($q_u = q_{ult}$ = ultimate bearing capacity) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling fondasi.

Konsep perhitungan daya dukung batas tanah dan bentuk keruntuhan geser dalam dapat dilihat dalam model fondasi menerus dengan lebar (B) yang diletakkan pada permukaan lapisan tanah pasir padat (tanah yang kaku) seperti pada Gambar 3a, apabila beban terbagi rata (q) tersebut ditambah, maka penurunan fondasi akan bertambah pula. Bila besar beban terbagi rata $q = q_u$ (q_u = daya dukung tanah batas) telah dicapai, maka keruntuhan daya dukung akan terjadi, yang berarti fondasi akan mengalami penurunan yang sangat besar tanpa penambahan beban q lebih lanjut seperti Gambar 3b Hubungan antara beban dan penurunan. Untuk keadaan ini, q_u didefinisikan sebagai daya dukung batas dari tanah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Analisis kapasitas dukung didasarkan kondisi general shear failure, yang dikemukakan Terzaghi (1943) dengan anggapan-anggapan sebagai berikut:

1. Tahanan geser yang melewati bidang horizontal di bawah pondasi diabaikan
2. Tahanan geser tersebut digantikan oleh beban sebesar $q = \gamma \cdot D_f$
3. Membagi distribusi tegangan di bawah pondasi menjadi tiga bagian
4. Tanah adalah material yang homogen, isotropis dengan kekuatan gesernya yang mengikuti hukum Coulumb.

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi$$

dimana :

$$\tau = \text{tegangan geser}$$

$$c = \text{kohesi tanah}$$

$$\sigma = \text{tegangan normal}$$

ϕ = sudut geser dalam tanah

5. Untuk pondasi menerus penyelesaian masalah seperti pada analisa dua dimensi

Kapasitas dukung ultimit (*ultimate bearing capacity*) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan (Hardiyatmo,2002)

Dinyatakan dalam persamaan :

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

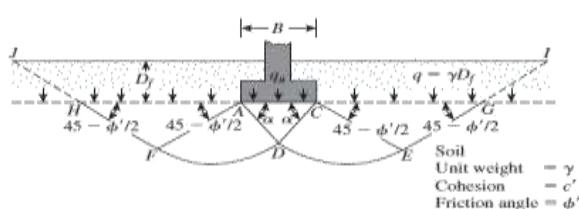
Dimana :

q_u = kapasitas kuat dukung ultimit (kN/m^2)

P_u = beban ultimit (kN)

A = luas pondasi (m^2)

Analisa distribusi tegangan di bawah dasar pondasi menurut teori Terzaghi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7, dimana bidang keruntuhan dibagi menjadi 3 (tiga) zona keruntuhan yaitu:



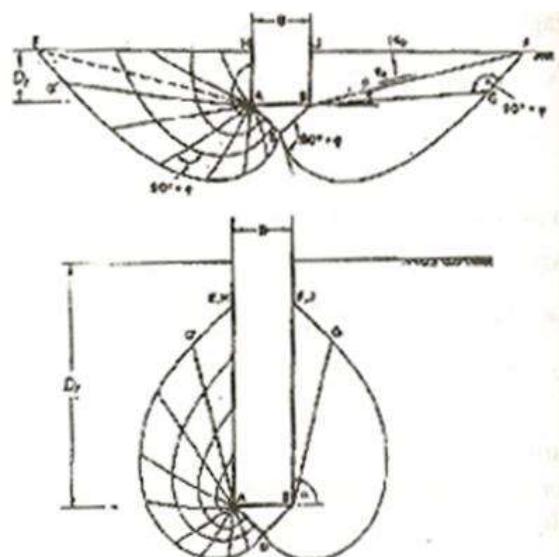
Gambar 3.7. Analisa distribusi tegangan di bawah pondasi menurut teori Terzaghi (1943)

Model keruntuhan keruntuhan kuat dukung tanah dibedakan keruntuhan geser umum (*general shear failure*), keruntuhan geser umum, keruntuhan geser lokal (*local shear failure*) dan keruntuhan tembus (*punching shear failure*) (Suryolelono, 2004).

Dalam teknik fondasi analisa yang digunakan adalah analisa yang dikaitkan dengan sifat-sifat tanah serta bentuk bidang keruntuhannya. Cara menghitung besarnya kapasitas dukung tanah fondasi dangkal, yang paling terkenal dikemukakan oleh Terzaghi (1943) kemudian disusul oleh yang lainnya seperti Mayerhof(1955), De Beer and Vesic(1958), Hansen, Vesic, dan lain-lain.

Analisa daya dukung Mayerhof (1955) menganggap sudut baji β (sudut antara bidang

AD atau BD terhadap arah horisontal) tidak sama dengan nilai ϕ , dan nilai $\beta > \phi$. Akibatnya bentuk baji lebih memanjang ke bawah bila dibandingkan dengan analisis Terzaghi. Zona keruntuhan berkembang dari dasar fondasi , ke atas sampai mencapai permukaan tanah. Jadi tahanan geser di atas dasar fondasi diperhitungkan.



Gambar 2. Keruntuhan kapasitas dukung analisis Mayerhof (1963)

Meyerhof (1963) memberikan persamaan daya dukung dengan mempertimbangkan bentuk fondasi, kemiringan beban dan kuat geser tanah di atas dasar fondasinya, sebagai berikut:

$$q_u = s_c d_c i_c c N_c + s_q d_q i_q p_o N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma 0,5B' N_y$$

dimana :

q_u = daya dukung ultimit

N_c , N_q , dan N_y = faktor daya dukung untuk fondasi memanjang

s_c , s_q , s_γ = faktor-faktor bentuk fondasi

d_c , d_q , d_γ = faktor-faktor kedalaman fondasi

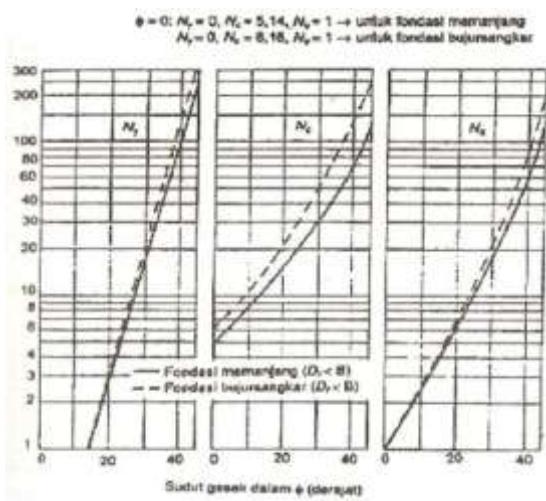
i_c , i_q , i_γ = faktor kemiringan beban

B' = lebar fondasi efektif

D_f = kedalaman fondasi

γ = berat volume tanah

$P_o = D_f \gamma$ = tekanan *overburden* pada dasar fondasi



Gambar 3. Faktor-faktor kapasitas dukung Mayerhof (19630)

Faktor-faktor daya dukung yang diberikan oleh Meyerhof (1963) dan Hansen (1970) hampir sama, yaitu:

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_q = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2) e^{(\pi \operatorname{tg} \phi)}$$

$$N_y = (N_q - 1) \operatorname{tg}(1,4\phi)$$

Nilai-nilai faktor daya dukung untuk fondasi memanjang dan bujur sangkar atau lingkaran dari Meyerhof dapat dilihat pada Gambar 5. sedang table 3 menunjukkan nilai-nilai kapasitas dukung tanah untuk fondasi memanjang dari usulan-usulan Mayerhof (1963), dan sekaligus peneliti-peneliti lain, seperti : Brinch Hansen (1961) dan Vesic (1973) Faktor bentuk. Nilai-nilai faktor kapasitas dukung fondasi bujursangkar lebih besar daripada fondasi memanjang. untuk fondasi empat persegi panjang analisis Meyerhof (1963), diperoleh dari interpolasi antara fondasi memanjang dan bujur sangkar.

Bila beban eksentris, maka digunakan cara dimensi fondasi efektif yang disarankan Meyerhof, dengan $B' = B - 2e$, d an $L' = L - 2ey$ (lihat modul 5). Untuk pembebanan eksentris dua arah, digunakan B'/L' sebagai ganti B/L untuk persamaan-persamaan pada Tabel 2a dan Tabel 2b. Bila beban eksentris satu arah, digunakan B'/L atau B/L' tergantung dari letak relatif eksentrisitasnya.

Meyerhof (1963) mengamati bahwa sudut gesek dalam (ϕ') dalam pengujian laboratorium untuk jenis pengujian plane

strain pada tanah granuler kira-kira lebih besar 10% daripada nilai (ϕ') dari pengujian triaksial. Oleh karena itu, untuk fondasi empat persegi panjang yang terletak pada tanah granuler, seperti pasir dan kerikil, Meyerhof menyarankan untuk menggunakan koreksi sudut gesek dalam :

$$\phi_r' = (1,1 - 0,1 B/L) \phi'$$

dengan :

ϕ_r' = sudut gesek dalam yang digunakan untuk menentukan faktor daya dukung.

ϕ' = sudut gesek dalam tanah dari pengujian triaksial kompresi.

Hansen (1970) dalam Bowles (1992) menyarankan persamaan daya dukung sebagai berikut :

$$q_u = c N_s s_c d_i g_c b_c + D_f \gamma N_q s_d i_g b_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \quad (2a)$$

$$s_d i_g b_q \quad (2b)$$

$$\text{Bila, } \phi = 0 \quad (2c)$$

$$q_u = 5,14 S_u (1 + S'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

Dengan :

$$N_q = e^{(\pi \operatorname{tg} \phi)} \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_y = 1,5 (N_q - 1) \operatorname{tg} \phi$$

Persamaan Hansen secara mutlak memberi kelonggaran suatu D/B dan dapat dipakai baik untuk alas yang dangkal (telapak) maupun alas yang dalam (tiang pancang, kaison bor). Pemeriksaan atas ketentuan qN_q mengandung arti suatu penambahan yang besar dalam q_{ult} seiring dengan kedalaman yang jauh. Untuk membuat batas-batas yang sederhana atas hal ini, Hansen menggunakan persamaan :

$$d_c = 1 + 0,4 (D_f / B)$$

$$d_q = 1 + 2 (D_f / B) \operatorname{tg} \phi (1 - \sin \phi)^2$$

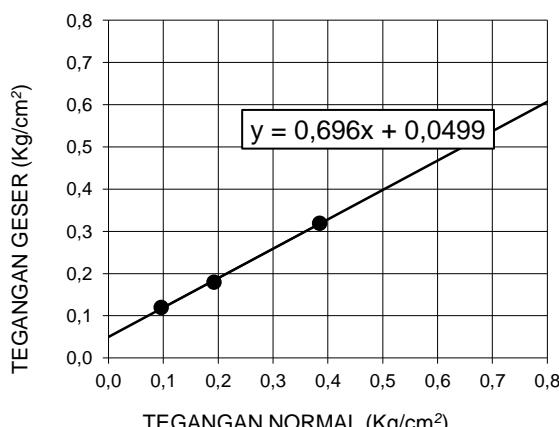
Metode Vesic (1973, 1974) dan Bowles (1992) yang pada dasarnya pengembangan metode Hansen, memiliki perbedaan pada pemakaian N_γ menggunakan persamaan $N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$, dan variasi atas beberapa faktor i'_i , b'_i , dan g'_i . Beberapa faktor Vesic itu kurang konservatif daripada faktor-faktor Hansen dan kedua metode tersebut tidak ada

yang telah diuji kebenarannya secara luas memakai pengujian-pengujian lapangan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tanpa rib (rusuk) dilakukan dengan pembebanan pada fondasi dangkal dengan bentuk pemodelan fondasi yang berbentuk segitiga dengan panjang sisi – sisi nya adalah 15.20 cm. Pada pengujian pembebanan tanpa rib (rusuk) ini terjadi model keruntuhan geser umum atau *local shear failure*, karena adanya gundukan tanah disamping fondasi. Untuk mengetahui kuat dukung ultimit dari pengujian tanpa rib (rusuk) ini digunakan metode para ahli yaitu Mayerhoff dan Hansen.

Hasil pengujian sifat-sifat mekanis terhadap sampel material tanah pasir yaitu pengujian untuk menentukan $\gamma = 1,90 \text{ gr/cm}^3$. Sudut geser dalam (ϕ) berdasarkan pengujian geser langsung (*direct shear*) diperoleh besar sudut geser (ϕ) sebesar $34,84^\circ$. Grafik hubungan antara tegangan geser terhadap tegangan normal seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Tegangan Geser

Berdasarkan hasil penelitian pengujian pendahuluan didapat nilai seperti Tabel 4.7 dibawah ini :

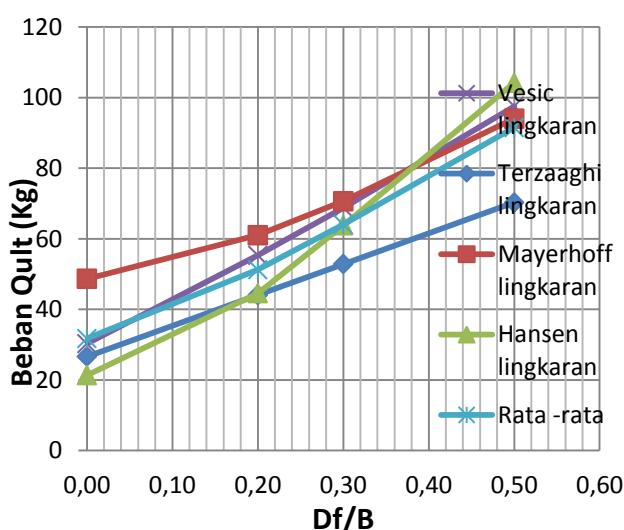
Tabel 1. Resume Hasil Pengujian Pendahuluan

No	Pengujian	Nilai
1.	<i>coefficient of uniformity</i> (C_u)	3,18
2.	<i>coefficient of curvature</i> (C_c)	0,91
3.	<i>kadar air</i> (w)	1,58 %
4.	<i>Berat isi</i> (γ)	$1,90 \text{ gr/cm}^3$
5.	<i>Berat Jenis</i> (G_s)	2,59
6.	<i>Sudut geser dalam</i> (ϕ)	$34,84^\circ$

Tabel 1. Q_{ult} Fondasi Segitiga terhadap Penambahan Rib

Qult (Kg)	Df/B = 0	Df/B = 0.2	Df/B = 0.3	Df/B = 0.5
Terzaghi	26,60	44.07	52.83	70.28
Mayerhoff	48,64	61.03	70.66	94.07
Hansen	21,36	44.57	63.78	104.23
Vesic	30.27	55.34	68.78	97.52
Rata - rata	32,20	49,89	62,42	89,53

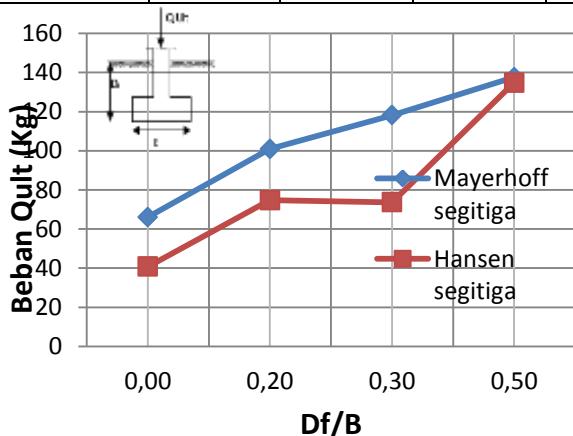
Untuk melihat hasil dari perbandingan metode Terzaghi, metode Mayerhoff dan Hansen diatas dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 5. Hasil Kuat Dukung Ultimit Untuk Fondasi Lingkaran.

Tabel 2. Q_{ult} Fondasi Segitiga terhadap Penambahan Rib

Q_{ult} (Kg)	Penambahan Rib			
	$D_f / B = 0$	$D_f / B = 0.2$	$D_f / B = 0.3$	$D_f / B = 0.5$
Terzaaghi	-	-	-	-
Mayerhoff	66.05	100.89	118.17	137.6
Hansen	40.77	74.73	73.62	134.8
Vesic	-	-	-	-



Gambar 6. Hubungan Penambahan Rib Dengan Kuat Daya Dukung Tanah (Q_{ult}) Untuk Fondasi Segitiga

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada pondasi bentuk segitiga dan lingkaran dengan penambahan rib (rusuk) didapat peningkatan daya dukung 52% untuk penambahan rib $D_f/B=0,2$ pada fondasi segitiga. Dan pada fondasi lingkaran terdapat juga kenaikan sebesar 65% pada $D_f/B=0,2$. Untuk penambahan $D_f/B=0,3$ sebesar 17% dan tidak terlalu besarseperti pada penambahan rib (rusuk) $D_f/B=0,2$ dan pada penambahan $D_f/B=0,5$ juga demikian tidak terlalu besar kenaikanannya seperti pada penambahan rib (rusuk) $D_f/B=0,2$.

DAFTAR PUSTAKA

Akinmusuru, J.O., and Akinbolade, J.A., (1981). "Stability of loaded footing on reinforced soil." *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 107, No.6, pp. 819-827.

Das, B.M (1990), " *Principles of Foundation Engineering*", Fouth Edition, Boston : PWS-KENT Publishing Company.

Das, B.M., and Omar, M.T., (1994) "The effects of foundation width on model tests for the bearing capacity of sand with geogrid reinforcement." *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol. 12, pp. 133-141.

Das, B.M, (1995), " *Mekanika Tanah I*", Edisi Keempat, Jakarta : Penerbit Erlangga." *Principles of Geotechnical Enginering*", Alih Bahasa : Mochtar, N.E, Mochtar, I.B , Fakultas Teknik Sipil ITS

Das, B.M, (1995), " *Mekanika Tanah II*", Edisi Keempat, Jakarta : Penerbit Erlangga." *Principles of Geotechnical Enginering*", Alih Bahasa : Mochtar, N.E, Mochtar, I. B, Fakultas Teknik Sipil ITS

Fragaszy, J.R., and Lawton, E., (1984).

“Bearing capacity of reinforced sand subgrades.” *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 110, No.10, pp. 1500-1507.

Hardiyatmo, H.C (2006), "Mekanika Tanah I", Yogyakarta : GadjahMada University Press.

Hardiyatmo, H.C (2006), "Mekanika Tanah II", Yogyakarta : GadjahMada University Press.

Hardiyatmo, H.C (2002), "Teknik Fondasi I", Edisi Kedua, Yogyakarta : Beta Offset.

Hardiyatmo, H.C (2002), "Teknik Fondasi II", Edisi Kedua, Yogyakarta : Beta Offset.

Muni Budhu (2007), "Mechanics and Foundations", 2nd Edion, United State Of America : John Wiley & Sons,Inc.

Bowles, Joseph E.(1998), “Analisis dan Desain Pondasi” Edisi Keempat, Jakarta; Penerbit Erlangga.

Koerner, R.M, "Designing with Geosynthetics", Second Edition, Drexel University,

