

PENGARUH VARIASI PEMASANGAN LEMBARAN GEOTEKSTIL NON WOVEN TERHADAP KUAT DUKUNG TANAH PASIR PADA FONDASI MENERUS

Ulfa Jusi

Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru
Jalan Dirgantara No. 4 Arengka Raya Pekanbaru

Corresponding authors: ulfajusi@sttp-yds.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki dan mempelajari perilaku tanah pada saat pembebanan sampai mencapai keruntuhan, disertai dengan pola keruntuhannya yang dibebani dengan model fondasi kaku yang terletak pada kedalaman yang tidak lebih lebar dari fondasinya. Penambahan beban fondasi dilakukan berangsur-angsur. Percobaan ini menggunakan model 2 dimensi (peninjauan satu arah) berupa fondasi dangkal pada bak transparan yang berisi tanah pasir (kolam pasir) yang telah disisipkan lembaran geotekstil tipe nonwoven. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh model geometrik pemasangan geotekstil terhadap penambahan daya dukung tanah pasir dan menentukan model geometrik pemasangan geotekstil yang paling efisien. Model keruntuhan adalah keruntuhan local shear dimana saat keruntuhan lembaran geotekstil yang dipasang mengalami tarikan sekeliling pada lokasi tepat di bawah tapak fondasi dan tidak terdapatnya penggelembungan pada permukaan tanah pasir disekitar fondasi. Dari hasil pengujian pembebanan dengan model geometrik pemasangan perkuatan lembaran geotekstil divariasikan untuk ukuran lebar lembaran geotekstil yang dipasang (L_G) dengan jarak lapisan teratas, jarak antara (spasi) (z) = 0,3 dan jumlah lapisan (N) = 1, diperoleh hasil bahwa kontribusi geotekstil dalam meningkatkan daya dukung terbesar adalah pada $L_G = 3B$ (B = lebar fondasi). Hasil pengujian pembebanan dengan model pemasangan perkuatan lembaran geotekstil divariasikan untuk jarak antara (spasi) pemasangan lembaran geotekstil (s) dengan jarak lapisan teratas, ukuran dan jumlah lapisan tetap $N = 1$ dan $L_G = 3B$. Sedangkan daya dukung terbesar pada penempatan lembaran geotekstil dengan jarak antara (s) sekitar 0,4B. Penambahan lembar lapisan geotekstil (N) dengan $N = 1$ sampai dengan 6 didapat penambahan daya dukung yang besar pada $N = 1$.

kata kunci: daya dukung, geotekstil nonwoven, pasir

A. PENDAHULUAN

Suatu tanah yang mengalami pembebanan seperti beban fondasi, maka tanah akan mengalami distorsi atau penurunan. Jika beban ini berangsur-angsur bertambah, penurunan pun juga bertambah. Pada saat tertentu, terjadi kondisi dimana pada beban tetap, fondasi mengalami kondisi penurunan yang relatif besar dan menunjukkan bahwa keruntuhan kapasitas dukung yang terjadi (Das, 1990)

Disebabkan karena tanah pasir lepas adalah suatu lapisan tanah yang memiliki daya dukung yang kecil. Bila pembebanan dilakukan pada konstruksi melampaui daya dukung tanah, maka akan terjadi kerusakan tanah fondasi, demikian pula meskipun intensitas beban yang terjadi kurang dari daya dukung ultimit namun dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan penurunan (Das *et al*, 1994).

Model keruntuhan tanah akibat beban fondasi dibedakan atas keruntuhan geser umum

(*general shear failure*), keruntuhan geser umum, keruntuhan geser lokal (*local shear failure*) dan keruntuhan tembus (*punching shear failure*) (Suryolelono, 2004).

Model keruntuhan geser fondasi diatas tanah pasir telah dibuktikan pada percobaan Vesic (1973) (Utomo, 2004). Fondasi yang berada pada kedalaman yang dangkal dan berupa keruntuhan geser umum, maka beban ultimit terjadi saat penurunan fondasi 4-10% dari lebar fondasi (B). Dalam kasus keruntuhan geser lokal, maka beban ultimit terjadi pada penurunan fondasi 15-25% dari lebar fondasi

Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki dan mempelajari perilaku tanah pada saat pembebanan sampai mencapai keruntuhan, disertai dengan model/pola keruntuhannya yang dibebani dengan model fondasi kaku yang terletak pada kedalaman yang tidak lebih lebar dari fondasinya. Penambahan beban fondasi dilakukan berangsur-

angsur. Dalam percobaan ini, digunakan model 2 dimensi (peninjauan satu arah) berupa fondasi dangkal pada bak transparan yang berisi tanah pasir (kolam pasir) yang telah disisipkan lembaran geotekstil tipe *nonwoven* jenis *Polyfelt TS Nonwoven Geotextiles* dengan spesifikasi berat 105 gr/m^2 , dengan *Tensile Strenght* $7,5 \text{ kN/m}$ yang diproduksi oleh *Tencate*.

B. METODE PENELITIAN

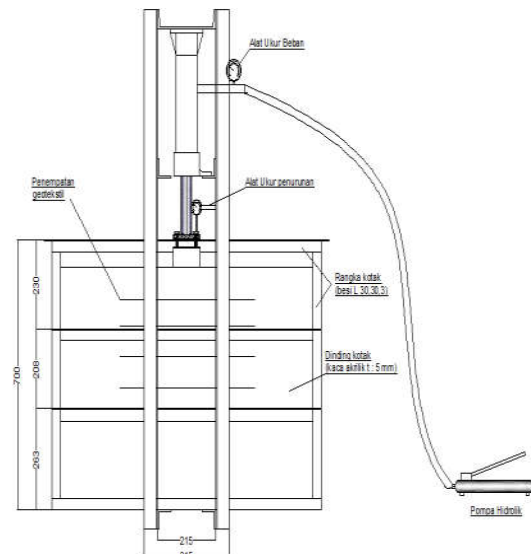
1. Pengujian material tanah pasir

- a. Pengujian sifat-sifat fisik tanah pasir
 - i. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)
 - ii. Pengujian Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*).
- b. Pengujian Sifat-Sifat Mekanis Tanah Pasir
 - i. Pengujian Berat Volume Kering
 - ii. Pengujian Geser Langsung (*direct shear*)
- c. Pengujian Kerapatan Relatif (D_r)

2. Model Percobaan dan Peralatan

Model percobaan dan peralatan yang dipakai dalam penelitian ini seperti yang terlihat pada Gambar 2 tentang skema alat uji pembebanan, sampel dan alat ukur, yang terdiri dari :

- a. Material pasir
- b. Kotak (*box*) yang terbuat dari kaca *acrylic* setebal 5 mm yang diperkaku dengan baja siku disudut dan sisi-sisinya dengan ukuran panjang = 100 cm, lebar = 20 cm dan tinggi = 70 cm
- c. Alat *pressure gauge*
- d. Material geotekstil *Nonwoven*
- e. Model sampel fondasi yang digunakan adalah fondasi dangkal kaku menerus sebanyak 1 buah dengan ukuran adalah 20 cm x 10 cm.
- f. *Piston hydraulic* dengan kapasitas sebesar 10 ton



Gambar 1. Tampak Samping Skema Alat Uji Pembebanan, Sampel dan Alat

Pembebanan diberikan melalui *piston hydraulic* dengan cara perlahan dengan kecepatan penurunan fondasi sekitar 1 mm/menit kemudian dicatat besar beban yang bekerja pada setiap penurunan 2,54 mm (1 inchi). Pembebanan dilakukan sampai mencapai penurunan 25,4 mm atau sampai kondisi runtuh. Dari hasil pengujian pembebanan diperoleh diagram hubungan antara beban terhadap penurunan.

3. Geometrik Pemasangan Lembaran Geotekstil

Tabel 1. Geometrik Pemasangan Lembaran Geotekstil

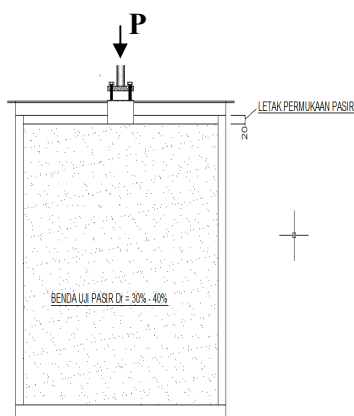
No. Percobaan	Variasi Percobaan
(1)	(2)
A	Pengujian tanpa pemasangan lembaran geotekstil
B	Pengujian dengan pemasangan lembaran geotekstil 1 lapis dengan parameter yang di variasikan : $L_G / B = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7$ Para meter yang konstan : $z/B = 0,3 \text{ N} = 1$
C	Pengujian dengan parameter yang divariasikan : $s/B = 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,2$ para meter yang konstan : $z/B = 0,3, \text{ N} = 2; L_G B = \text{sesuai hasil percobaan B yang paling maksimal}$

(1)	(2)
D	Pengujian dengan parameter yang divariasikan : $N = 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6$ parameter yang konstan : $z/B = 0,3$; $L_G / B =$ sesuai hasil percobaan B yang paling maksimal ; $s/B =$ sesuai hasil percobaan D yang paling maksimal

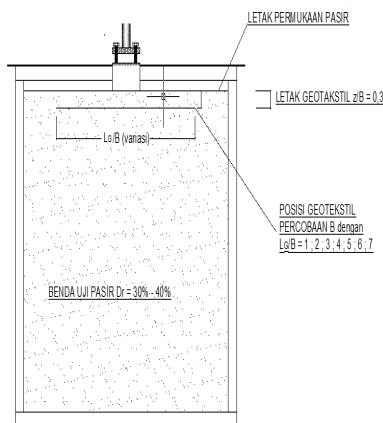
Keterangan :

z = jarak permukaan tanah dengan perletakan geotekstil
 s = jarak antar lapisan geotekstil
 B = lebar bidang kontak beban dengan permukaan tanah
 L_G = panjang bentangan geotekstil
 N = jumlah lapisan geotekstil

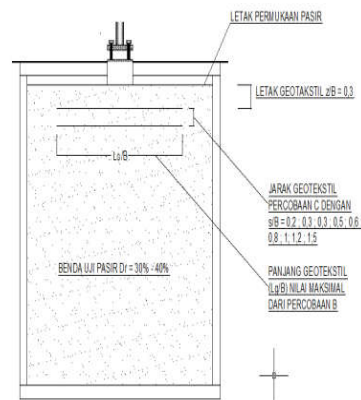
Pada Gambar 2. berikut dijelaskan tentang ilustrasi model dan skema percobaan.



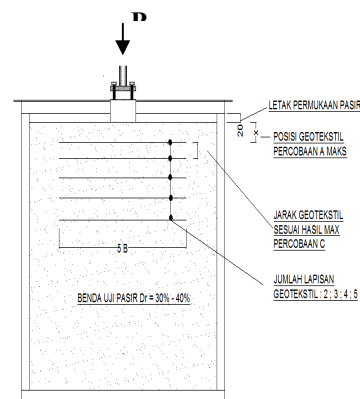
Gambar 2. Gambar skema percobaan A



Gambar 3. Gambar skema percobaan B



Gambar 4. Gambar skema percobaan C



Gambar 5. Gambar skema percobaan D

C. ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Pendahuluan

Berdasarkan pengujian sifat-sifat fisik dan mekanik tanah pasir maka didapat hasil seperti pada Tabel.2 di bawah ini.

Tabel 2. Resume Hasil Pengujian Pendahuluan

	Pengujian	Nilai
1.	C_u	0,748
2.	C_c	3,331
3.	G_s	2,6525
4.	ϕ	43,91°
5.	$\gamma_d (max)$	1,632 ton/m ³
6.	$\gamma_d (min)$	1,165 ton/m ³
7.	D_r	20% - 40%

2. Pengujian Utama

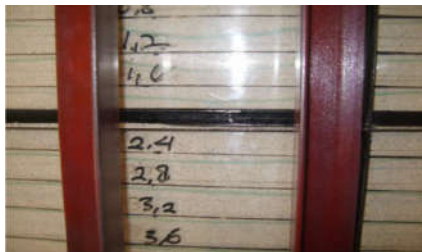
a. Hasil Pengujian Tanpa Perkuatan

Pada pengujian pembebanan tanpa perkuatan ini model keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan lokal atau *local shear*, karena tidak

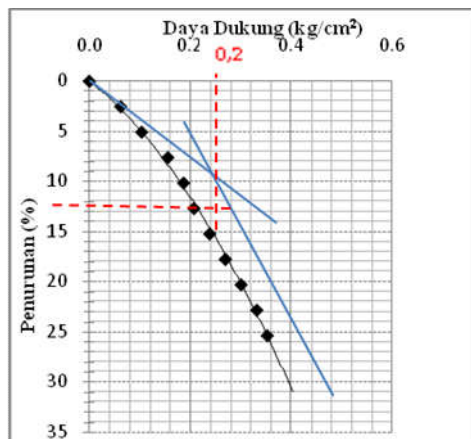
adanya tanda kenaikan atau gundukan pada permukaan tanah di samping fondasi seperti pada Gambar 6. Dari hasil percobaan dan dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan teori Terzaghi tentang peningkatan daya dukung, daya dukung ultimit pada percobaan ini berada pada penurunan 15-25% dari lebar fondasi (B) (Suyolelono, 2000).



Gambar 6. Kondisi Sebelum Pembebanan



Gambar 7. Kondisi Sesudah Pembebanan



Gambar 8. Hasil Pengujian Pembebanan Pada Benda Uji Tanpa Perkuatan

Gambar 8. di atas menunjukkan grafik hubungan antara daya dukung yang terjadi akibat beban dengan penurunan fondasi dalam persentase terhadap lebar fondasi (B), pendekatan yang dilakukan dengan *trendline* grafis pada awalnya berbentuk garis lurus dan melengkung pada 12,7% yang diperkirakan adalah puncak dari

lengkungnya dan kemudian kembali berbentuk garis lurus. Dari analisa gambar tersebut diperkirakan daya dukung ultimit terjadi pada penurunan 12,7 % sebesar 0,215 kg/cm². Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya (Hardiyatmo, 2006).

b. Validasi Data Percobaan

Untuk menguji kebenaran data yang didapat dari hasil pengujian dilakukan validasi data dari hasil percobaan daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dengan menggunakan rumus Terzaghi, untuk fondasi dangkal menerus, dimana perbedaan rumus hanya pada adanya penambahan pada faktor-faktor bentuk, kemiringan, dan kedalaman (Hardiyatmo, 2002).

Karena benda uji yang diteliti adalah pasir dengan nilai $c = 0$ dan letak fondasi adalah pada permukaan tanah sehingga nilai $q = \gamma D_f$ dan $D_f = 0$ maka nilai dari $q = 0$, sehingga rumus dasar yang digunakan adalah rumus sebagaimana berikut dengan nilai N_γ yang berbeda.

$$q_u = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \dots \dots \dots (1)$$

Dari hasil percobaan, bahwa keruntuhan tanah yang terjadi adalah keruntuhan dengan pola keruntuhan lokal atau *local shear*, maka faktor N_γ yang digunakan adalah yang telah dikoreksi yakni menggunakan N_γ' . Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus tersebut di atas dan data hasil pengujian pendahuluan terhadap material yang digunakan diperoleh hasil seperti Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan daya dukung ultimit

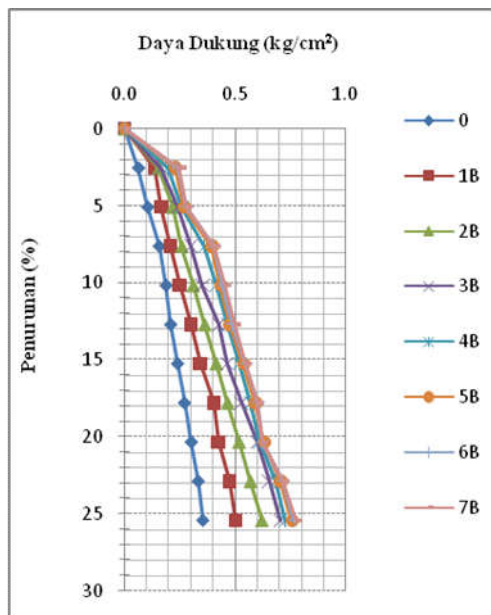
Analisis Rumus	Terzaghi	Hasil percobaan pada penurunan 12,7 %
q_{ult}	0,270	0,215

Sesuai dengan hasil percobaan, diperkirakan keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan dengan pola keruntuhan lokal atau *local shear* dimana berdasarkan teori, bahwa untuk keruntuhan jenis *local shear* dan *punching shear* daya dukung ultimit terjadi pada penurunan 15% B - 25% B. Perkiraan daya dukung ultimit berdasarkan hasil percobaan diperkirakan terjadi pada penurunan 12,7% yakni sebesar 0,215 kg/cm².

c. Analisa Data Hasil Pengujian dengan Perkuatan Geotekstil

1) Analisa Data dan Hasil Pengujian Dengan Perkuatan Model Variasi L_G

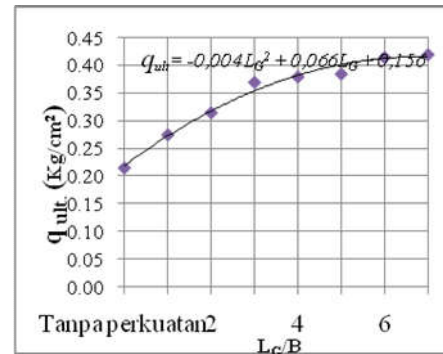
Secara keseluruhan dari hasil penelitian untuk variasi bentangan panjang L_G dapat dilihat terjadinya perubahan daya dukung pada Gambar 9. berikut ini.



Gambar 9. Variasi Nilai Panjang Geotekstil (L_G) terhadap Daya Dukung dan Penurunan.

Dari hasil pengujian pembebanan dengan model geometrik, pemasangan perkuatan lembaran geotekstil divariasikan untuk ukuran lebar lembaran geotekstil yang dipasang (L_G) dengan jarak lapisan teratas, jarak antara (spasi) (z) = 0,3 dan jumlah lapisan (N) = 1, diperoleh hasil bahwa kontribusi geotekstil dalam meningkatkan daya dukung terbesar adalah pada $L_G = 3B$ (B = lebar fondasi). Diperoleh hasil penambahan sebesar Pada penempatan $L_G = 1B$ sampai dengan $L_G = 7B$ relatif berbeda kecil yaitu berkisar 2-13%. Maka dengan ukuran $L_G = 3B$ kontribusi daya dukung adalah sudah mencukupi. Setelah dilakukan penambahan sebesar 4B, 5B, 6B, dan 7B terjadi penambahan yang kecil dan cenderung tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan. Dan penelitian ini untuk semua ukuran lebar lembaran geotekstil (1B – 7B), keruntuhan terjadi dengan melemahnya ikatan antara geotekstil dengan lapisan tanah pasir.

a). Pengaruh Variasi L_G Terhadap Daya Dukung (q_{ult})



Gambar 10. Perubahan q_{ult} Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan

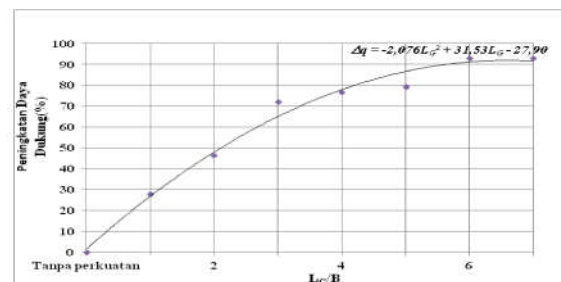
Dari grafik hasil percobaan dengan variasi $L_G = 1B$ sampai dengan $L_G = 7B$ diperoleh daya dukung sebesar di atas diperoleh 0,275 kg/cm² sampai dengan 0,42 kg/cm². Pemasangan lembar geotekstil 3B menunjukkan penambahan daya dukung terbesar.

Dari grafik tersebut dibuat garis pendekatan hubungan antara daya dukung dengan L_G yang menggunakan regresi polinomial sehingga diperoleh suatu persamaan hubungan atau korelasi antara panjang bentangan geotekstil (L_G) dengan penambahan daya dukung tanah pasir adalah sebagai berikut:

$$q_{ult} \text{ (kg/cm}^2\text{)} = -0,004L_G^2 + 0,066L_G + 0,156$$

dengan batasan nilai $L_G = 1B$ s/d $L_G = 7B$.

b). Pengaruh Variasi L_G Terhadap Peningkatan Daya Dukung



Gambar 11. Peningkatan Daya Dukung Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Nilai L_G

Dari Gambar 11 di atas terlihat dengan penambahan L_G pada lembaran geotekstil terjadi peningkatan daya dukung timbunan tanah pasir, dan mengurangi terjadinya penurunan.

Dari grafik tersebut dibuat garis pendekatan hubungan antara peningkatan daya dukung dengan L_G yang menggunakan regresi polinomial sehingga diperoleh suatu persamaan hubungan atau korelasi antara panjang bentangan geotekstil

(L_G) dengan persentase peningkatan daya dukung tanah pasir adalah sebagai berikut:

$$\Delta q (\%) = -2,076L_G^2 + 31,53L_G - 27,90$$

dengan batasan nilai $L_G = 1B$ s/d $L_G = 7B$.

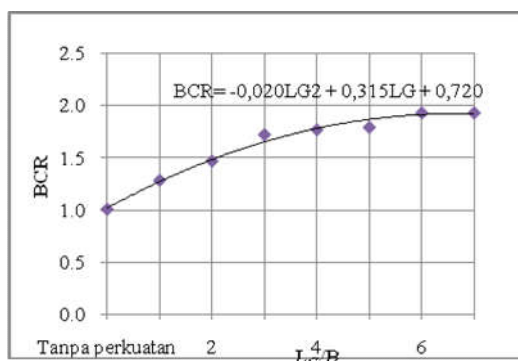
c). Pengaruh Variasi L_G Terhadap Bearing Capacity Ratio (BCR)

Gambar 11 menerangkan hasil percobaan penempatan lembaran geotekstil $L_G = 1B$ sampai dengan $7B$ diperoleh besar penambahan daya dukung dibandingkan dengan tanpa perkuatan atau Bearing Capacity Ratio (BCR) sebesar 1,3 sampai dengan 1,9. Penempatan geotekstil pada $L_G = 3B$ memperlihatkan penambahan terhadap daya dukung dengan persentase yang paling maksimal.

Dari hasil percobaan dengan variasi panjang bentangan geotekstil, dan dari hasil penggambaran dalam bentuk grafik dapat disimpulkan bahwa hubungan dari panjang bentangan geotekstil (L_G) terhadap penambahan daya dukung tanah pasir adalah sebagai berikut:

$$BCR = -0,020L_G^2 + 0,315L_G + 0,720$$

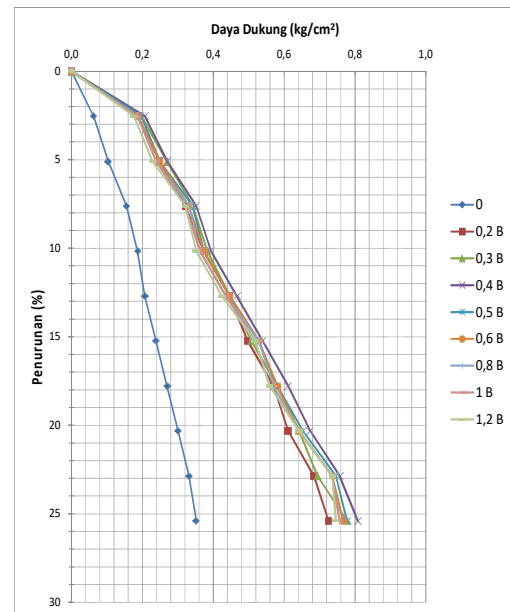
Dengan batasan nilai $L_G = 1B$ s/d $L_G = 7B$



Gambar 12. Grafik Hasil Penelitian Nilai BCR Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Nilai L_G

2) Hasil Pengujian Dengan Perkuatan Model Variasi s

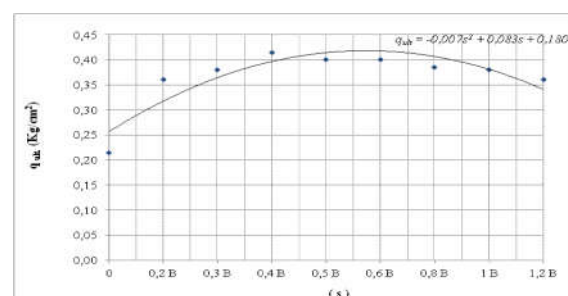
Secara keseluruhan dari hasil penelitian untuk variasi jarak antara lapis geotekstil (s) dapat dilihat terjadinya perubahan daya dukung seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Penurunan dan Daya Dukung untuk Variasi Nilai Spasi Geotekstil (s)

Dari hasil pengujian pembebanan dengan model pemasangan perkuatan lembaran geotekstil divariasikan untuk jarak antara (spasi) pemasangan lembaran geotekstil (s) dengan jarak lapisan teratas, ukuran dan jumlah lapisan tetap $N = 1$ dan $L_G = 3B$. Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa daya dukung terbesar adalah dengan menempatkan lembaran geotekstil dengan jarak antara (s) sekitar $0,4B$ (B = lebar fondasi), akan berkurang sedikit dengan $s = 0,2B - 0,3B$ dan sampai dengan $s = 0,5B$ dan seterusnya berkurang sampai dengan $s = 1,2B$. Terjadi penambahan daya dukung dari $0,36 \text{ kg/cm}^2$ sampai dengan $0,415 \text{ kg/cm}^2$.

a). Pengaruh Variasi s Terhadap Daya Dukung (q_{ult})



Gambar 14. Perubahan q_{ult} Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Nilai s

Pada percobaan penempatan lapisan geotekstil dengan jarak $0,2B$ sampai dengan $0,5B$ didapat penambahan daya dukung dibandingkan dengan perkuatan 1 lapis pada $z = 0,3B$ adalah berkisar $0,38 \text{ kg/cm}^2$. Penempatan geotekstil pada

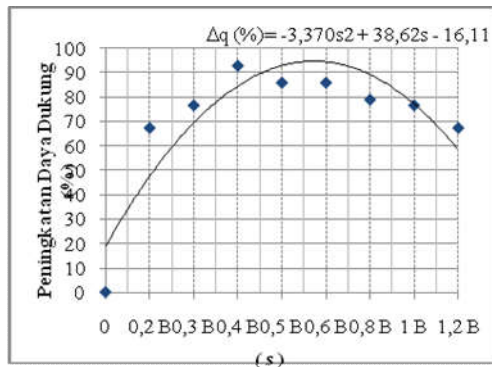
jarak $s = 0,4B$ memperlihatkan penambahan daya dukung terbesar.

Dari grafik tersebut didapat bahwa korelasi antara jarak antar lapisan antara geotekstil (s) dengan daya dukung tanah pasir adalah sebagai berikut :

$$q_{ult} (kg/cm^2) = -0,007s^2 + 0,083s + 0,180$$

dengan batasan nilai $s = 0,2B$ s/d $s=1,2B$

b). Pengaruh Variasi s Terhadap Peningkatan Daya Dukung



Gambar 15. Peningkatan Daya Dukung Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai s

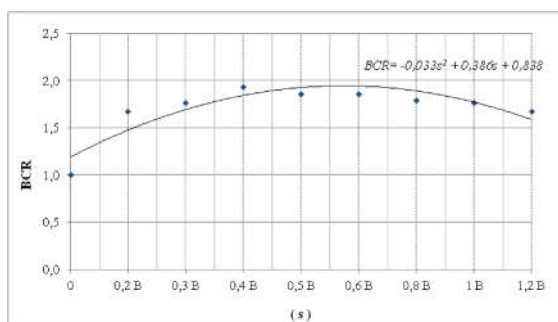
Dari Gambar 15 di atas dapat dilihat bahwa jarak antara lapisan geotekstil tidak berpengaruh terlalu besar pada peningkatan daya dukung. Peningkatan daya dukung terbesar terjadi pada $s = 0,4B$, selanjutnya tidak terjadi peningkatan daya dukung.

Dari grafik tersebut didapat bahwa korelasi antara jarak antar lapisan antara geotekstil (s) dengan persentase peningkatan daya dukung tanah pasir adalah sebagai berikut :

$$\Delta q (\%) = -3,370s^2 + 38,62s - 16,11$$

Dengan batasan nilai $s = 0,2B$ sampai dengan $s = 1,2B$

c). Pengaruh Variasi s Terhadap Bearing Capacity Ratio (BCR)



Gambar 16. Nilai BCR Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Nilai s

Dari hasil percobaan dengan variasi jarak geotekstil, dan dari hasil penggambaran dalam bentuk grafik dan dari grafik tersebut dibuat garis regresi polinomial dengan batasan $s = 0,2B - 1,2B$ sehingga diperoleh suatu hubungan atau korelasi dari fungsi jarak antar lapisan geotekstil (s) terhadap penambahan daya dukung tanah pasir terhadap fondasi menerus dapat dilihat pada Gambar 14.

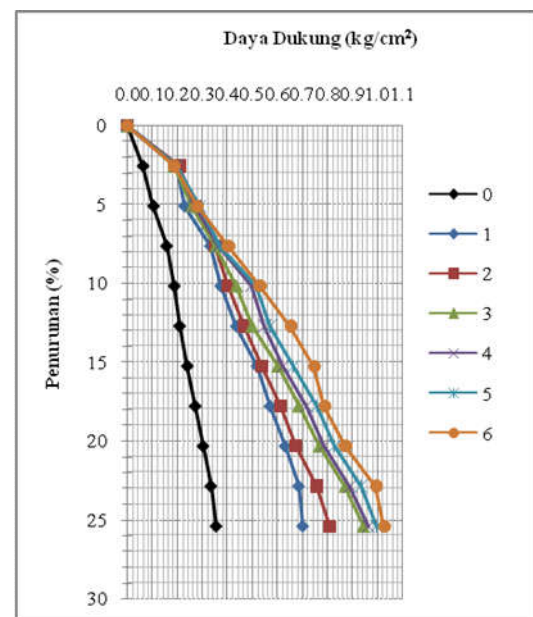
Dari grafik tersebut didapat bahwa korelasi antara jarak antar lapisan antara geotekstil (s) dengan persentase penambahan daya dukung tanah pasir (BCR) adalah sebagai berikut :

$$BCR = -0,033s^2 + 0,386s + 0,838$$

dengan batasan nilai $s = 0,2B$ sampai dengan $s = 1,2$

3). Hasil Pengujian Dengan Perkuatan Model Variasi N

Secara keseluruhan dari hasil penelitian untuk variasi pemasangan lembaran geotekstil (N) dapat dilihat terjadinya perubahan daya dukung pada grafik berikut ini :

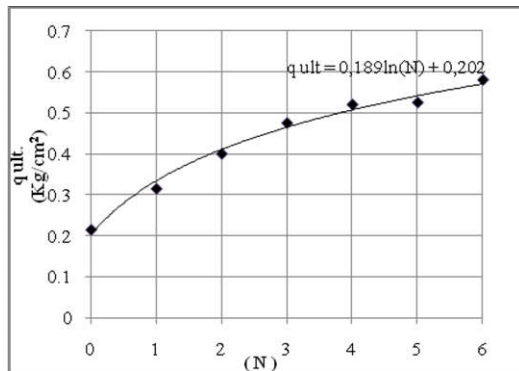


Gambar 17. Penurunan dan Daya Dukung untuk Variasi N Lapisan

Hasil pengujian pembebanan dengan model geometrik pemasangan perkuatan lembaran geotekstil divariasikan untuk jumlah lapisan pemasangan geotekstil (N) dengan ukuran $L_G/B = 3$, jarak lapisan teratas $z/B = 0,3$ dan jarak antara spasi tetap $s/B = 0,4$, diperoleh hasil bahwa kontribusi geotekstil dalam meningkatkan daya dukung dengan pemakaian $N = 1$ lapisan relatif kecil dan bertambah dalam jumlah besar dengan

pemakaian $N = 2$ lapisan dan selanjutnya dengan pemakaian $N = 3$ sampai dengan $N = 4$ nilai pertambahan daya dukung relatif kecil dari pemakaian $N = 2$ lapisan

a). Pengaruh Variasi N Lapisan Terhadap Daya Dukung (q_{ult})



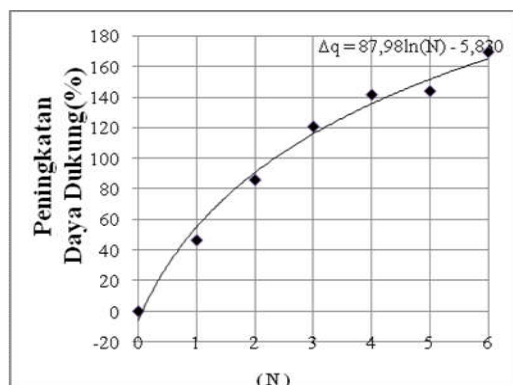
Gambar 18. Perubahan q_{ult} Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Nilai N

Pada percobaan penambahan lembar lapisan geotekstil (N) dengan $N = 1$ sampai dengan 6 didapat penambahan daya dukung yang besar pada $N = 1$ dibandingkan dengan tanpa perkuatan geotekstil, sedangkan penambahan lapis kedua dan seterusnya tetap terjadi penambahan daya dukung namun kenaikannya tidak terlalu besar.

Dari gambar 18, berdasarkan analisa menggunakan metode regresi logaritmik dari grafik tersebut didapat bahwa korelasi antara jumlah lapisan geotekstil (N) dengan daya dukung tanah pasir adalah sebagai berikut:

$$q_{ult} \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,189 \ln(N) + 0,202$$

b). Pengaruh Variasi N Lapisan Terhadap Peningkatan Daya Dukung



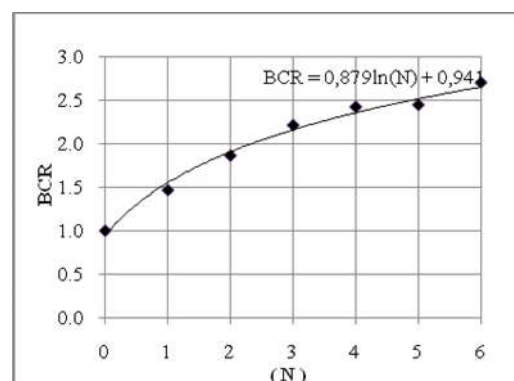
Gambar 19. Peningkatan Daya Dukung Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Nilai N

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan daya dukung yang besar tanpa perkuatan, penambahan lembar lapisan selanjutnya tidak memberikan angka penurunan yang besar.

Dari gambar 19, berdasarkan analisa menggunakan metode regresi logaritmik dari kenaikan yang terbesar terjadi pada lapis 1 berkisar antara 2,326 % sampai dengan 46,512 %, dibandingkan grafik tersebut didapat bahwa korelasi antara jumlah lapisan geotekstil (N) dengan persentase peningkatan daya dukung tanah pasir adalah sebagai berikut

$$\Delta q \text{ (%) } = 87,98(N) - 5,830$$

c). Pengaruh Variasi N Lapisan Terhadap Bearing Capacity Ratio (BCR)



Gambar 20. Nilai BCR Berdasarkan Hasil Pengujian Pembebanan Variasi Nilai N

Dari gambar 20, berdasarkan analisa menggunakan metode regresi logaritmik dari grafik tersebut didapat bahwa korelasi antara jumlah lapisan geotekstil (N) dengan penambahan daya dukung tanah pasir (BCR) adalah sebagai berikut :

$$BCR = 0,879 \ln(N) + 0,941$$

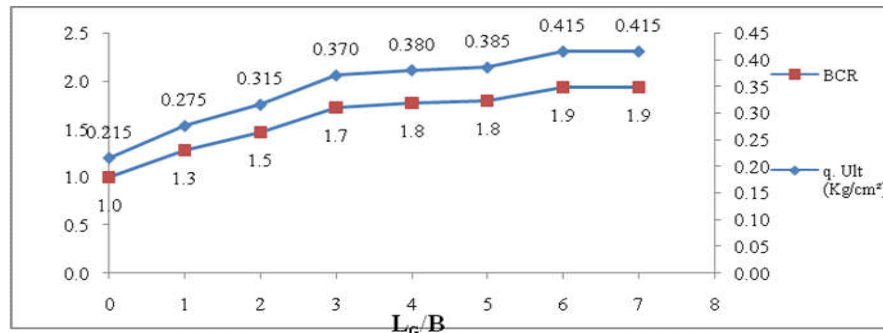
Sesuai hasil yang diperoleh dapat diperkirakan bahwa jumlah lembaran geotekstil semakin menambah daya dukung timbunan pasir, namun penambahan jumlah lapisan yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan, karena penambahan perkuatan lebih dari 2 lapis tidak berpengaruh terlalu besar terhadap penambahan daya dukung

Dari hasil di atas didapat gambaran bahwa pemasangan geotekstil yang ditempatkan pada kedalaman 0,3B sampai 0,8B berfungsi sebagai perkuatan yang menahan gaya yang meruntuhkan daya dukung timbunan pasir. Sedangkan lembaran geotekstil yang diletakkan pada kedalaman lebih

besar dari 1B lapisan geotekstil tersebut berfungsi sebagai dasar (*base*).

4). Analisa Hasil Pengujian dengan Perkuatan Berdasarkan Pengaruh Terhadap Daya Dukung, Peningkatan Dukung dan BCR

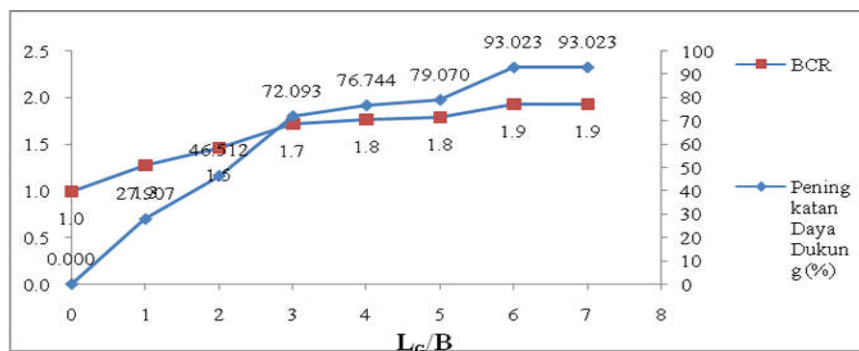
a). Berdasarkan Perkuatan Variasi Nilai L_G



Gambar 21. Perbandingan Nilai BCR dengan q_{ult} Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai L_G

Dari Gambar 21 di atas dapat disimpulkan terjadinya kenaikan yang signifikan pada $L_G/B = 3$, sedangkan pada $L_G/B = 4$ sampai dengan $L_G/B = 7$ kenaikan yang terjadi tidak terlalu tajam

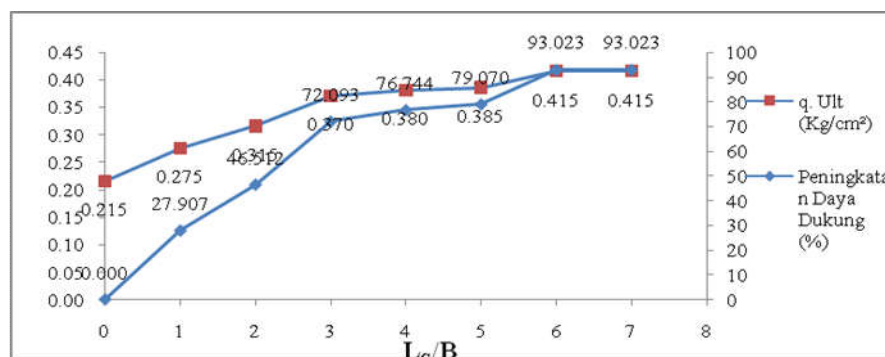
sehingga diperkirakan penempatan $L_G/B = 3$ sudah mencukupi, ada kesamaan kenaikan yang signifikan pada grafik BCR dengan nilai 1,7 dan grafik $q_{ult} = 0,370 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 22. Perbandingan Nilai BCR dengan Δq Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai L_G

Gambar 22 di atas menunjukkan bahwa peningkatan daya dukung sebesar 27,907% terjadi

pada $L_G/B = 3$. Dan perbedaan nilai BCR yang terbesar terdapat pada $L_G/B = 3$ sebesar 0,2.

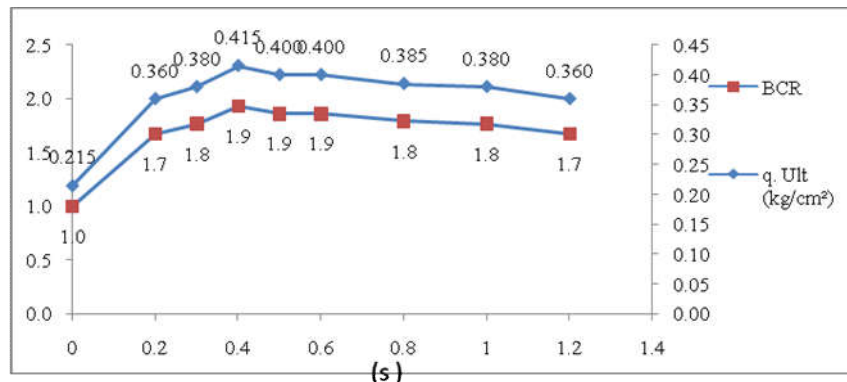


Gambar 23. Perbandingan Nilai Δq dengan q_{ult} Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai L_G

Gambar 22 menerangkan hasil percobaan penempatan geotekstil $L_G/B = 3$ memperlihatkan penambahan daya dukung yang paling maksimal

b). Berdasarkan Perkuatan Variasi Nilai s

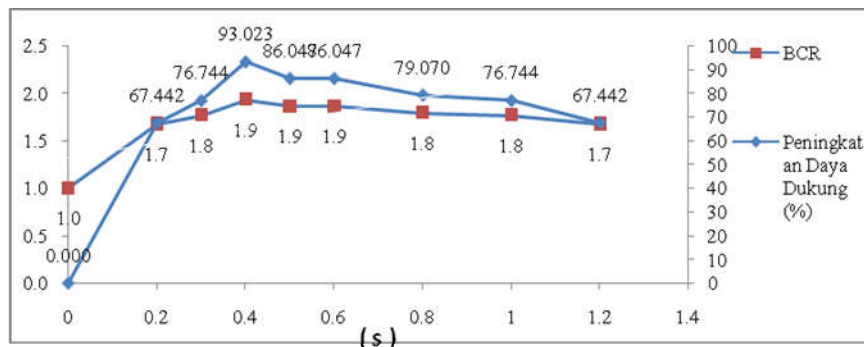
= 27,907 % yang dibandingkan dengan grafik q_{ult} = 0,370 kg/cm².



Gambar 24. Perbandingan Nilai BCR dengan q_{ult} Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai s

Dari hasil pengujian dengan model pemasangan perkuatan lembaran geotekstil dengan jarak spasi (s), ukuran dan jumlah lapisan tetap $N = 1$ dan $L_G/B = 3B$ (maksimum pada percobaan sebelumnya). Gambar 24 di atas dapat

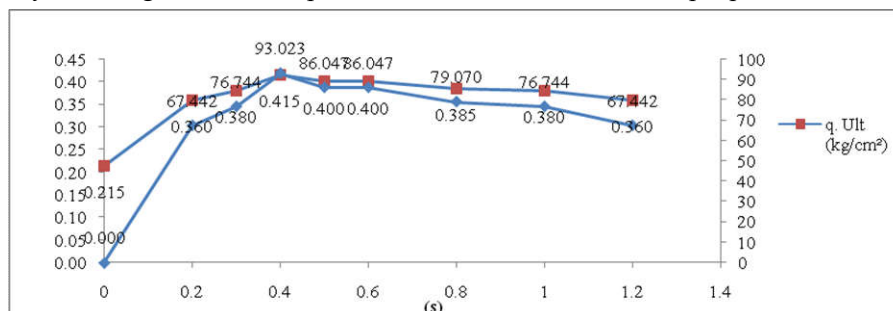
disimpulkan bahwa jarak (s) = 0,4B dengan nilai = 0,415 kg/cm² merupakan daya dukung terbesar dan ditandai pula dengan kesamaan pada grafik BCR yang menjelaskan bahwa nilai tertinggi pada s = 0,4B.



Gambar 25. Perbandingan Nilai BCR dengan Δq Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai s

Gambar 25 di atas menunjukkan bahwa peningkatan daya dukung maksimum pada s =

0,4B sebesar 93,023%. Dan perbedaan nilai BCR maksimum terdapat pada s = 0,4 B.

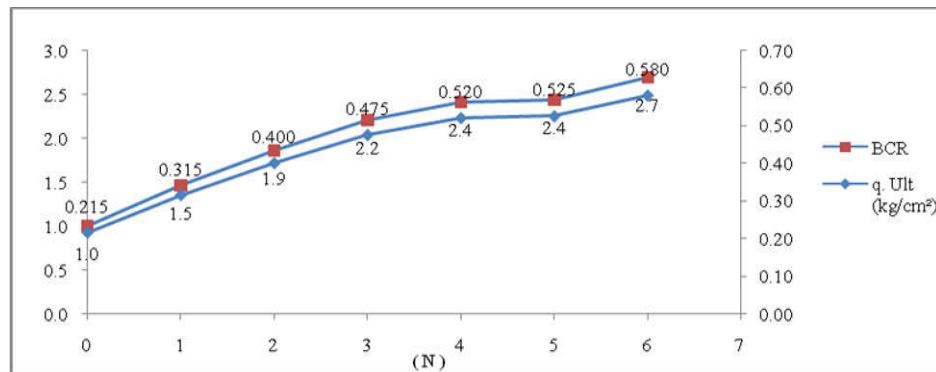


Gambar 26. Perbandingan Nilai Δq dengan q_{ult} Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai s

Gambar 26 menerangkan hasil percobaan penempatan geotekstil s = 0,4B memperlihatkan penambahan daya dukung yang paling maksimal

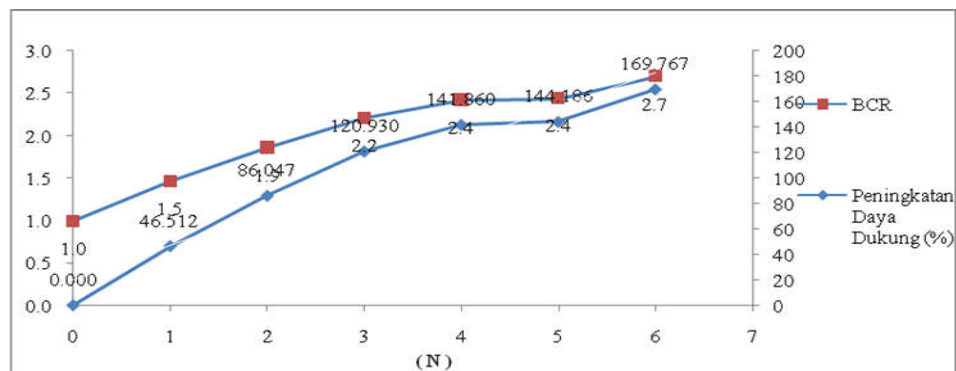
= 16,279 % yang dibandingkan dengan grafik q_{ult} = 0,415 kg/cm².

c). Berdasarkan Perkuatan Variasi Nilai N

Gambar 27. Perbandingan Nilai BCR dengan q_{ult} Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai N

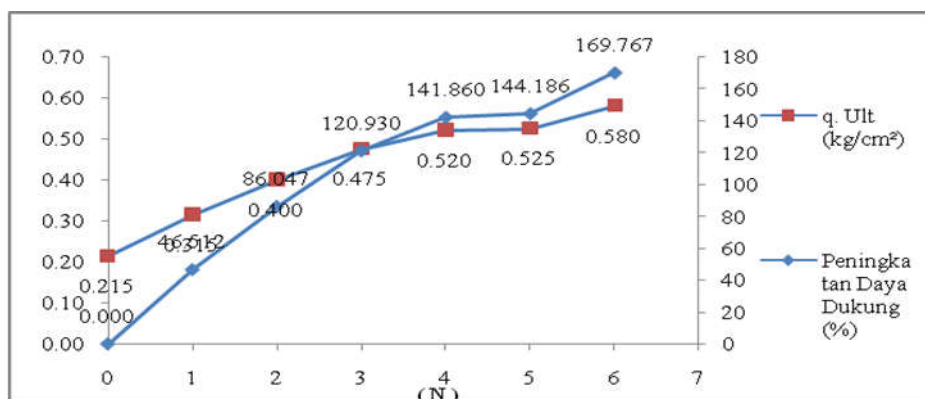
Dengan variasi penambahan lembar lapisan geotekstil (N) = 1 sampai dengan N = 6 didapat penambahan daya dukung yang paling

maksimum pada N = 1 dibandingkan dengan tanpa perkuatan, penambahan lapis selanjutnya tetap terjadi tetapi tidak terlalu besar.

Gambar 28. Perbandingan Nilai BCR dengan Δq Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai N

Gambar 28 di atas menunjukkan bahwa peningkatan daya dukung terjadi pada N = 1 dengan kenaikan 46,512%. Dan perbedaan nilai

BCR yang terbesar terdapat pada N = 1 sebesar 0,5

Gambar 29. Perbandingan Nilai Δq dengan q_{ult} Berdasarkan Pengujian Pembebanan Variasi Nilai N

Gambar 29 menerangkan hasil percobaan penempatan geotekstil N = 1 memperlihatkan penambahan daya dukung yang paling maksimal

= 46,512 % yang dibandingkan dengan grafik q_{ult} = 0,315 kg/cm².

D. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Model keruntuhan adalah keruntuhan *local shear* dimana saat keruntuhan lembaran geotekstil yang dipasang mengalami tarikan sekeliling pada lokasi tepat di bawah tapak fondasi dan tidak terdapatnya pengelembungan pada permukaan tanah pasir disekitar fondasi.
2. Lembaran geotekstil setelah runtuh mengalami tarikan sekeliling pada lokasi sekitar di bawah tapak fondasi dan tidak sampai terputus. Keruntuhan diakibatkan melemahnya ikatan antara lapisan tanah pasir dengan permukaan lembaran geotekstil sebelum geotekstil terputus yang terlihat dengan adanya garis retak pada permukaan lapis tanah pasir. Disebabkan kekuatan tarik geotekstil lebih besar dari ikatan antara lapisan tanah pasir dengan geotekstil. Model tarikan pada lembaran geotekstil terlihat bahwa pada lapisan teratas dan lapisan kedua mengalami tarikan yang lebih panjang dan mengecil pada lapisan berikutnya.
3. Pada pengujian tanpa perkuatan diperoleh beban yang terbaca pada alat *Pressure Gauge* dibandingkan dengan perhitungan secara teoritis menggunakan teori daya dukung Terzaghi untuk fondasi menerus, diperoleh hasil antara keduanya masih dalam range yang memenuhi persyaratan.
4. Model geometrik variasi lebar lembaran geotekstil (L_G), dengan jarak antara spasi (z) = 0,3 dan jumlah lapisan (N) = 1, dengan ukuran antara $L_G = 1B-7B$ (B = lebar fondasi), diperoleh hasil bahwa kontribusi geotekstil dalam meningkatkan daya dukung terbesar adalah pada $L_G = 3B$ (B = lebar fondasi). Pada penempatan $L_G = 1B$ sampai dengan $L_G = 7B$ relatif berbeda kecil yaitu berkisar 5-10%. Maka dengan ukuran $L_G = 3B$ kontribusi daya dukung sudah mencukupi.
5. Model geometrik variasi jarak antara (spasi) pemasangan lembaran geotekstil (s), menghasilkan bahwa kontribusi meningkatkan daya dukung terbesar adalah dengan menempatkan lembaran geotekstil dengan jarak antara sekitar 0,4B (B = lebar fondasi). Pada pemasangan dengan jarak antara yang cukup besar $s = 1,5B$ kontribusi daya dukung dominan diberikan oleh lapisan geotekstil teratas sedangkan lapisan

selanjutnya sedikit (kurang) berperan.

6. Model geometrik pemasangan perkuatan lembaran geotekstil divariasikan untuk jumlah lapisan pemasangan geotekstil (N) dengan ukuran $L_G/B = 3$, jarak lapisan teratas $z/B = 0,3$ dan jarak antara spasi tetap $s/B = 0,4$, diperoleh hasil bahwa kontribusi geotekstil dalam meningkatkan daya dukung dengan pemakaian $N = 1$ lapisan relatif kecil dan bertambah dalam jumlah besar dengan pemakaian $N = 2$ lapisan dan selanjutnya dengan pemakaian $N = 3$ sampai dengan $N = 4$ nilai pertambahan daya dukung relatif kecil dari pemakaian $N = 2$ lapisan
7. Besarnya kontribusi geotekstil dalam meningkatkan daya dukung tanah pasir dalam penelitian ini diperoleh dengan melakukan analisa non dimensional (tidak berdimensi) menghasilkan nilai *Bearing Capacity Ratio (BCR)* yang merupakan perbandingan antara beban bekerja pada fondasi dengan pemasangan perkuatan geotekstil terhadap beban bekerja tanpa pemasangan perkuatan geotekstil.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M (1990), “*Principles of Foundation Engineering*”, Fouth Edition, Boston : PWS-KENT Publishing Company.
- Das, B.M., and Omar, M.T., (1994), “*The Effect of Foundation Width on Model Tests for The Bearing Capacity of Sand With Geogrid Reinforcement*” *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol. 12, pp.133-141.
- Hardiyatmo, H.C., (2006), “*Mekanika Tanah I*”, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, H.C., (2002), “*Teknik Fondasi I*”, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Suryolelono, K.B., (2004), “*Perancangan Fondasi*”, Yogyakarta: Penerbit Nafiri.
- Suryolelono, K.B., (2000), “*Geosintetik Teknik*”, Yogyakarta: Penerbit Nafiri.
- Utomo, P., (2004), “*Kuat Dukung Ultimit Fondasi Dangkal Diatas tanah Pasir yang Diperkuat Geogrid*”, *Civil Engineering Dimension*, Vol. 6, No. 1 pp 15-20