

Pengaruh Tebal Plat Pada Daya Dukung Pondasi Rakit Di Tanah Pasir Dan Tanah Lempung Akibat Beban Aksial Statis

Johanes P. P. Sollar¹, Sjachrul Balamba², Alva N. Sarajar³, Agnes T. Mandagi⁴
Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

¹patrick_petter@rocketmail.com; ²balambas@ymail.com;

³alva_sarayar@yahoo.com; ⁴atmandagi@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Abstrak - Konstruksi bangunan tingkat tinggi saat ini, sudah banyak yang menggunakan pondasi dangkal khususnya pondasi rakit yang merupakan plat beton berukuran besar untuk memikul berat bangunan. Untuk mengetahui pengaruh tebal plat terhadap daya dukung pondasi rakit, dibuat model skala kecil pondasi rakit dengan dimensi panjang dan lebar yang sama dan tebal plat yang berbeda. Model pondasi rakit kemudian diuji di laboratorium, dengan dilakukan pemodelan dengan dua jenis tanah yang berbeda untuk mendapatkan penurunan yang terjadi. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan pemodelan pondasi rakit dengan menggunakan program Plaxis 3D Foundation. Tanah yang digunakan adalah tanah Pasir dan Tanah Pasir Berlempung hasil uji fisik laboratorium. Penurunan tanah maksimum yang diperoleh untuk tanah Pasir memiliki selisih sekitar 12.063% dengan nilai output program Plaxis 3D Foundation lebih besar dari hasil laboratorium, dan 6.055% dengan nilai output program Plaxis 3D Foundation lebih kecil dari hasil laboratorium untuk tanah Pasir Berlempung. Pengaruh variasi penambahan tebal plat pondasi rakit terhadap daya dukung di tanah Pasir, mengikuti persamaan; untuk hasil Laboratorium $y = 19.155x - 134.07$; untuk hasil perhitungan Metode Terzaghi $y = 13.375x + 157.99$; dan untuk hasil analisis Plaxis 3D $y = 2.6x + 177.24$; sedangkan pengaruh variasi penambahan tebal plat pondasi rakit terhadap daya dukung di tanah Pasir Berlempung, mengikuti persamaan; untuk hasil Laboratorium $y = -9.575x^2 + 9.585x + 107.25$; untuk hasil perhitungan Metode Terzaghi $y = 5.605x^2 - 8.495x + 175.79$; dan untuk hasil analisis Plaxis 3D $y = 0.15x + 254.28$. Tebal plat pondasi rakit mempengaruhi daya dukung pondasi.

Kata kunci — tebal plat pondasi rakit, penurunan, daya dukung

Johanes P. P. Sollar adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bidang Geoteknik (email : patrick_petter@rocketmail.com);

Sjachrul Balamba adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Geoteknik (email : balambas@ymail.com)

Alva N. Sarajar adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Geoteknik (email : alva_sarayar@yahoo.com)

Agnes T. Mandagi adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Geoteknik (email : atmandagi@gmail.com)

A. Latar Belakang

Pondasi merupakan suatu bagian penting dari konstruksi suatu bangunan yang bertugas untuk meneruskan beban bangunan atas (upper structure) ke dasar tanah yang akan memikul konstruksi tersebut pemilihan tipe pondasi yang akan digunakan harus memperhitungkan kestabilan bangunan, baik terhadap berat bangunan itu sendiri; gaya-gaya luar seperti pengaruh angin dan gempa; serta karakteristik tanah yang akan memikul seluruh konstruksi tersebut.

Dalam konstruksi bangunan tingkat tinggi, biasanya digunakan tipe pondasi dalam, seperti pondasi tiang pancang. Namun, untuk konstruksi bangunan dengan menggunakan pondasi tiang pancang, proses pemancangan akan memberikan dampak negatif seperti kebisingan dan getaran terhadap lingkungan disekitarnya. Oleh karena itu, saat ini sudah banyak bangunan bertingkat tinggi yang menggunakan pondasi rakit (raft foundation).

Pondasi rakit menjadi pilihan karena selain proses pembuatan pondasi yang tidak memberi dampak yang besar terhadap lingkungan disekitarnya, pondasi tipe ini juga digunakan apabila kondisi tanah di lokasi memiliki daya dukung yang rendah atau tidak mampu memikul beban bangunan secara keseluruhan; atau bila beban bangunan yang dipikul kolom cukup besar, sehingga jika menggunakan pondasi telapak terpisah untuk masing-masing kolom, jumlah luas dari pondasi-pondasi itu lebih besar dari 50% luas bangunan itu sendiri.

Dalam perencanaan pondasi rakit, selain mempertimbangkan besar beban konstruksi atas yang akan dipikul oleh pondasi dan diteruskan ke tanah yang akan mendukung, juga perlu diperhitungkan dimensi pondasi serta penurunan pada tanah terhadap waktu yang dapat terjadi saat beban diterapkan. Apabila penurunan yang terjadi tak berlebihan, mungkin turunnya struktur tak tampak oleh pandangan mata dan penurunan yang terjadi tak menyebabkan kerusakan pada struktur. Namun jika penurunan yang terjadi cukup besar, selain mengganggu pandangan mata, juga dapat menyebabkan kerusakan pada struktur berupa retak-retak bahkan dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dengan membuat pemodelan fisik skala kecil pondasi rakit dengan tebal pondasi serta penerapan beban yang berbeda, akan diketahui apakah ada hubungan antara tebal plat pondasi rakit dan berat beban yang diberikan terhadap penurunan dan daya dukung dari pondasi rakit tersebut.

C. Batasan Masalah

Kegiatan penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Penelitian dilakukan dengan membuat pemodelan fisik skala kecil pondasi rakit di laboratorium dengan menggunakan boks kaca tanpa tutup berukuran 60 cm x 60 cm x 60 cm, dengan dimensi tanah dalam boks kaca ± 60 cm x 60 cm x 50 cm.
2. Pemodelan dilakukan menggunakan dua jenis tanah, dengan kondisi tanah dalam boks kaca hanya satu lapis tanah tiap pengujian.
3. Tanah yang digunakan adalah tanah yang diambil dari lokasi penelitian yang kemudian diuji untuk mengetahui karakteristik tanah.
4. Pondasi rakit yang dimodelkan (kondisi asli) adalah pondasi rakit jenis plat rata, dengan dimensi pondasi 30 m x 18 m dan tebal plat bervariasi 0.75 m, 1.5 m, dan 2.25 m.
5. Pemodelan fisik skala kecil pondasi rakit di laboratorium dibuat dari beton dengan dimensi 40 x 24 x 1 cm; 40 x 24 x 2 cm; dan 40 x 24 x 3 cm.
6. Kekakuan model pondasi rakit diabaikan.
7. Pembebanan pada model pondasi rakit bersifat aksial statis, dengan beban yang digunakan 10 – 100 kg.
8. Pemodelan dilakukan dengan meletakkan model pondasi rakit diatas permukaan tanah di dalam wadah kaca, dengan penambahan beban sebesar 10 kg per hari.
9. Penurunan pada pondasi rakit dianalisis dengan cara uji penurunan model fisik skala kecil pondasi rakit di laboratorium dan dengan pemodelan fisik skala kecil pondasi rakit dengan menggunakan program Plaxis 3D Foundation. Hasil penurunan kemudian dibandingkan dengan menggunakan Uji Kruskal-Wallis dengan bantuan program SPSS.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian untuk :

1. Untuk membandingkan pemodelan beban pondasi rakit yang terjadi antara hasil perhitungan Metode Terzaghi dan analisis program Plaxis 3D Foundation.
2. Untuk mengetahui hubungan antara tebal plat pondasi rakit dengan daya dukung pondasi rakit berdasarkan output daya dukung hasil laboratorium, Metode Konvensional dan analisis Plaxis 3D Foundation pada dua jenis tanah.
3. Untuk mengetahui pengaruh tebal plat pondasi rakit terhadap daya dukung pondasi rakit.

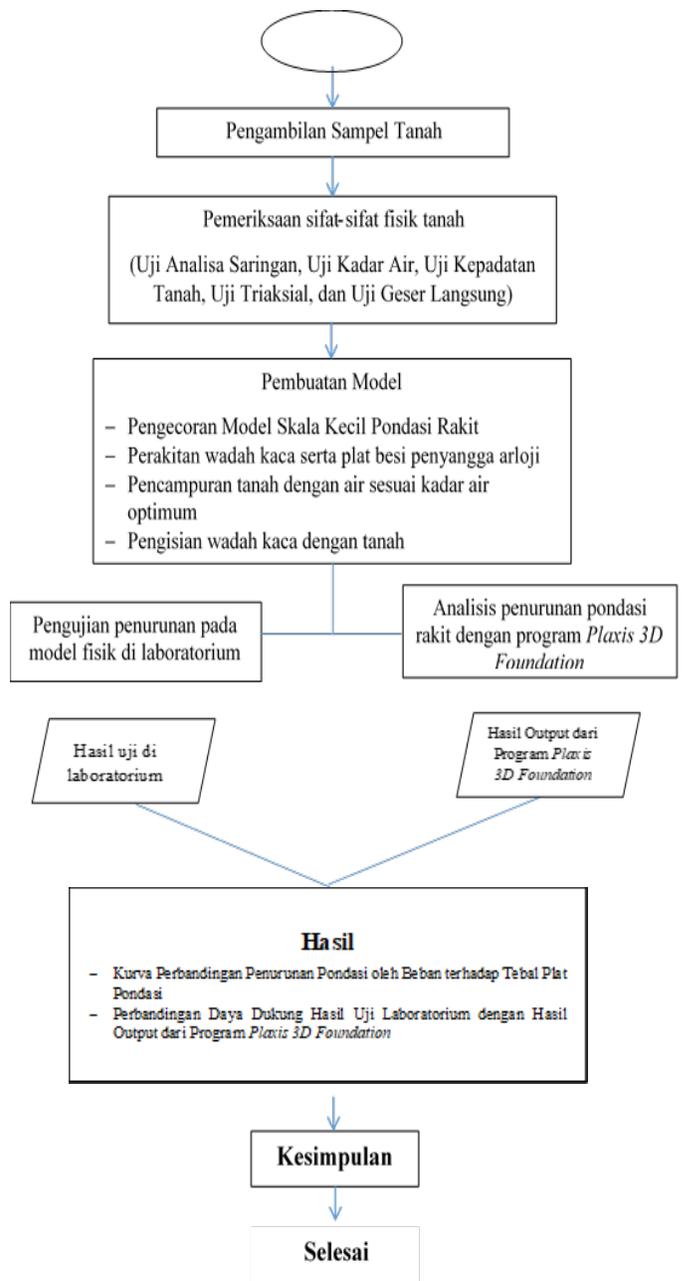
E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat digunakan sebagai informasi tambahan untuk praktisi maupun akademisi di bidang pondasi khususnya pondasi rakit, dan dapat digunakan untuk perkembangan ilmu pengetahuan Teknik Sipil di bidang pondasi rakit.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

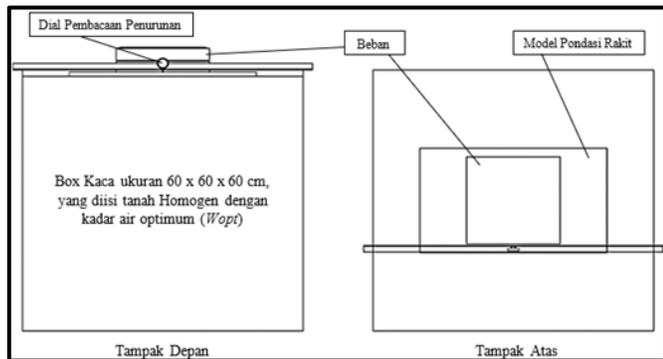
Kegiatan penelitian ini mengikuti bagan alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

B. Skema Pemodelan

Skema pemodelan di laboratorium ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa Pengujian Pondasi Rakit Di Laboratorium



Gambar 3. Grafik Perbandingan Beban Dan Penurunan Tanah Pada Tanah Pasir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengujian tanah di laboratorium ditampilkan pada Tabel 1. Hasil pengujian penurunan pondasi rakit di laboratorium ditampilkan pada Tabel 2 untuk tanah pasir, dan Tabel 3 untuk tanah lempung.

TABEL 1. UJI PARAMETER TANAH

Parameter Tanah	Sampel 1	Sampel 2
Lokasi Pengambilan Sampel	Girian	Paal IV
Klasifikasi Tanah USCS	Poorly-Graded Sand	Clayey Sand
Kadar Air Optimum (W_{opt})	12.9%	29%
Berat Volume Kering (γ_{dry})	12.347 kN/m ³	13.435 kN/m ³
Berat Volume Basah (γ_{sat})	13.906 kN/m ³	17.730 kN/m ³
Modulus Elastisitas (E_s)	48802.892 kN/m ²	38231.158 kN/m ²
Sudut Geser Dalam (ϕ)	32.81°	19°
Kohesi (c)	0.037 kN/m ²	0.0958 kN/m ²
Poisson's Ratio (μ)	0.21715	0.35

TABEL 2. PENURUNAN TANAH DI TANAH PASIR

Beban (kg)	Penurunan Tanah akibat Beban yang diterima (mm)		
	dimensi pondasi 40 x 24 x 1 cm	dimensi pondasi 40 x 24 x 2 cm	dimensi pondasi 40 x 24 x 3 cm
0	0	0	0
10	0	0	0
20	0.02	0.03	0.04
30	0.11	0.1	0.13
40	Pondasi patah	0.18	0.2
50		Pondasi patah	0.28
60			Pondasi patah

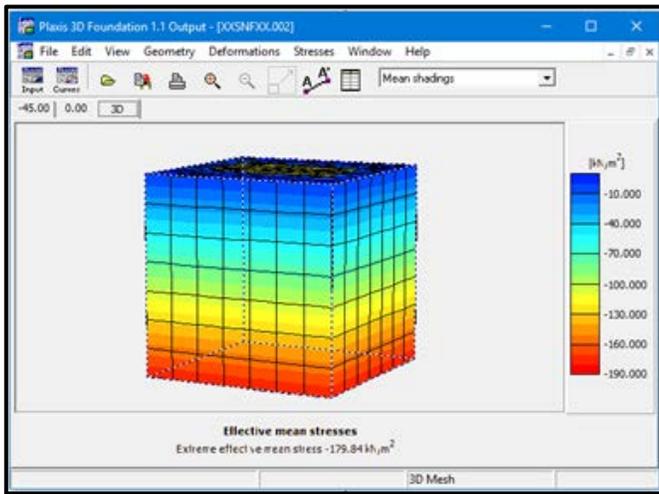
TABEL 3. PENURUNAN TANAH DI TANAH PASIR BERLEMPUNG

Beban (kg)	Penurunan Tanah akibat Beban yang diterima (mm)		
	dimensi pondasi 40 x 24 x 1 cm	dimensi pondasi 40 x 24 x 2 cm	dimensi pondasi 40 x 24 x 3 cm
0	0	0	0
10	0.4	0.79	0.86
20	1.11	1.51	1.74
30	2.03	2.09	2.12
40	Pondasi patah	2.25	2.27
50		2.31	2.38
60		2.35	2.43
70		Pondasi patah	2.44
80			2.45
90			2.46
100			2.46

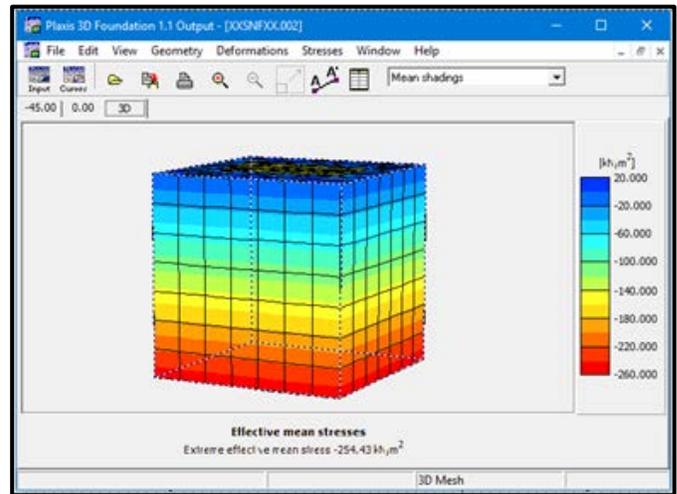


Gambar 4. Grafik Perbandingan Beban Dan Penurunan Tanah Pada Tanah Berlempung

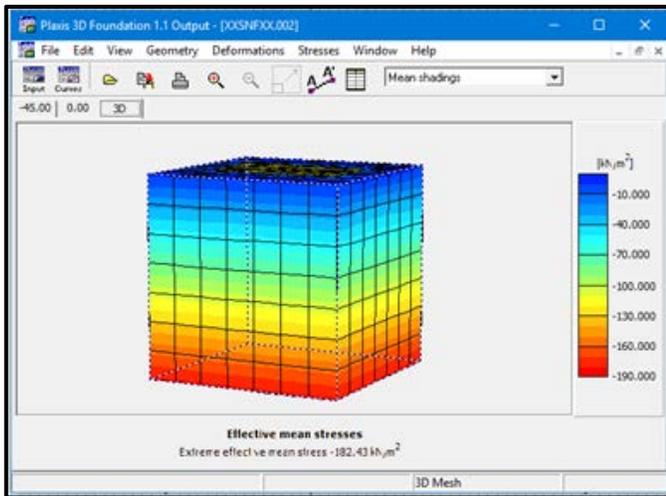
Hasil analisis daya dukung pondasi rakit dengan program Plaxis 3D ditampilkan pada Gambar 5 sd. Gambar 10.



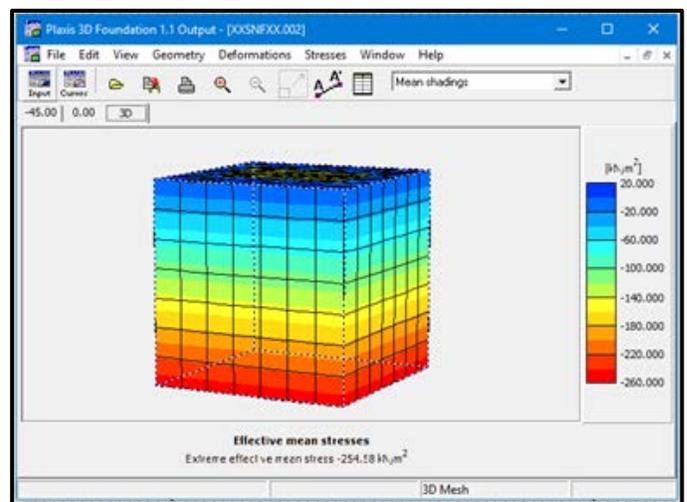
Gambar 5. Output Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Rakit 30 x 18 x 0.75 m Di Tanah Pasir



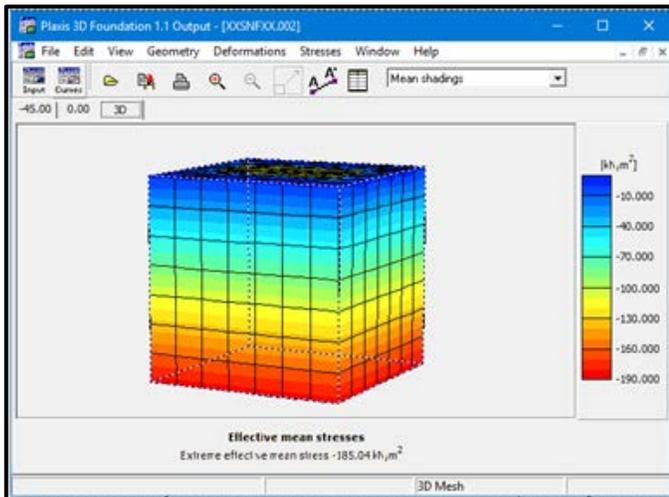
Gambar 8. Output Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Rakit 30 x 18 x 0.75 m Di Tanah Pasir Berlempung



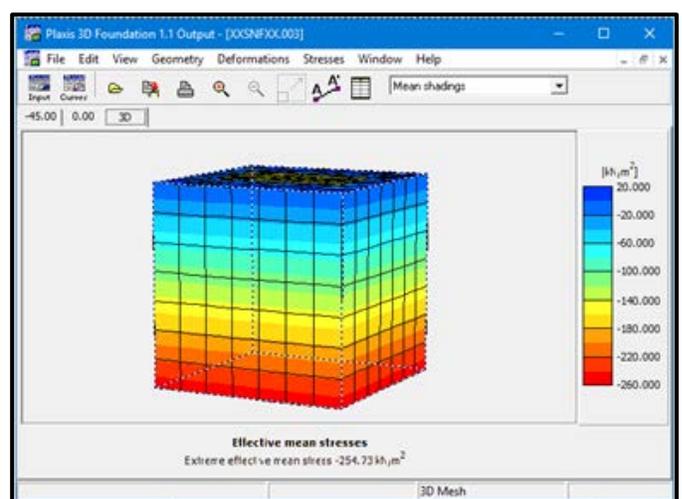
Gambar 6. Output Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Rakit 30 x 18 x 1.5 m Di Tanah Pasir



Gambar 9. Output Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Rakit 30 x 18 x 1.5 m Di Tanah Pasir Berlempung



Gambar 7. Output Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Rakit 30 x 18 x 2.25 m Di Tanah Pasir



Gambar 10. Output Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Rakit 30 x 18 x 2.25 m Di Tanah Pasir Berlempung

B. Pembahasan

Output penurunan pemodelan pondasi rakit skala kecil di laboratorium dibandingkan dengan hasil output penurunan dari pemodelan pondasi rakit dengan menggunakan program Plaxis 3D Foundation sehingga diperoleh, untuk tanah Pasir memiliki selisih sekitar 12.063% dengan nilai output program Plaxis 3D Foundation lebih besar dari hasil laboratorium, sedangkan untuk tanah Pasir Berlempung memiliki selisih sekitar 6.055% dengan nilai output program Plaxis 3D Foundation lebih kecil dari hasil laboratorium.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Output Penurunan Pondasi Rakit Di Tanah Pasir

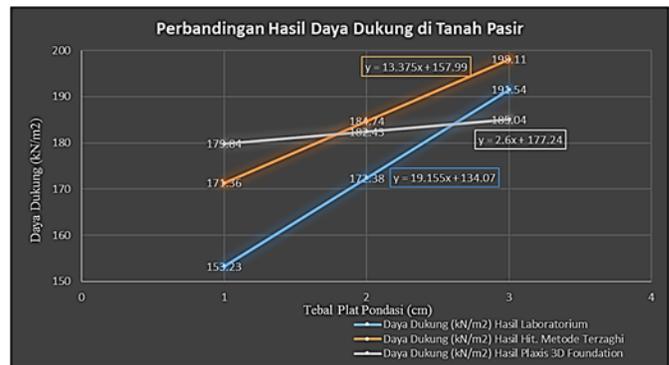


Gambar 12. Grafik Perbandingan Output Penurunan Pondasi Rakit Di Tanah Pasir Berlempung

Perbandingan daya dukung pondasi rakit dilakukan dengan membandingkan antara hasil output laboratorium, perhitungan Metode Terzaghi, dan analisis program *Plaxis 3D Foundation*.

TABEL 4. DAYA DUKUNG MODEL PONDASI RAKIT DI TANAH PASIR

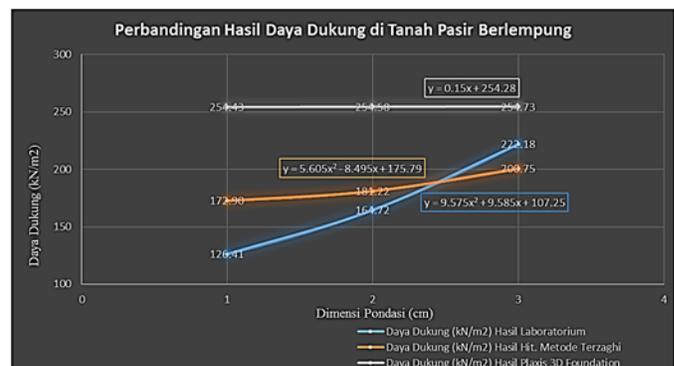
Tipe Pondasi	Laboratorium kN/m ²	Metode Terzaghi kN/m ²	Plaxis 3D kN/m ²
Tipe 1 (beban max 30 kg)	153.23	171.36	179.84
Tipe 2 (beban max 40 kg)	172.38	184.74	182.43
Tipe 3 (beban max 50 kg)	191.54	198.11	185.04



Gambar 13. Grafik Perbandingan Output Daya Dukung Pondasi Rakit Di Tanah Pasir

TABEL 5. DAYA DUKUNG MODEL PONDASI RAKIT DI TANAH PASIR BERLEMPUNG

Tipe Pondasi	Laboratorium kN/m ²	Metode Terzaghi kN/m ²	Plaxis 3D kN/m ²
Tipe 1 (beban max 30 kg)	126.41	172.90	254.43
Tipe 2 (beban max 50 kg)	164.72	181.22	254.58
Tipe 3 (beban max 100 kg)	222.18	200.75	254.73



Gambar 14. Grafik Perbandingan Output Daya Dukung Pondasi Rakit Di Tanah Pasir Berlempung

Hasil Uji Kruskal Wallis untuk daya dukung pondasi rakit di tanah pasir dan tanah pasir berlempung di laboratorium adalah sama, diperoleh bahwa probabilitas (sig) = 0.004 < 0.05, yang berarti Tebal Plat Pondasi Rakit berpengaruh terhadap Daya Dukung Tanah Pondasi.

TABEL 6. UJI KRUSKAL-WALLIS UNTUK DAYA DUKUNG PONDASI

Hypothesis Test Summary			
Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1 The distribution of Thickness of Mat is the same across categories of Bearing Capacity.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.004	Reject the null hypothesis.
Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.			

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan perbandingan antara hasil output daya dukung program *Plaxis 3D Foundation* dan hasil perhitungan Metode Terzaghi, diperlukan faktor reduksi terhadap pemodelan beban pada program *Plaxis 3D Foundation* sebesar 0.9.
- 2.a. Pengaruh variasi penambahan tebal plat pondasi rakit terhadap daya dukung di tanah Pasir, mengikuti persamaan; untuk hasil Laboratorium $y = 19.155x - 134.07$; untuk hasil perhitungan Metode Terzaghi $y = 13.375x + 157.99$; dan untuk hasil analisis *Plaxis 3D* $y = 2.6x + 177.24$.
- b. Pengaruh variasi penambahan tebal plat pondasi rakit terhadap daya dukung di tanah Pasir Berlempung, mengikuti persamaan; untuk hasil Laboratorium $y = 9.575x^2 + 9.585x + 107.25$; untuk hasil perhitungan Metode Terzaghi $y = 5.605x^2 - 8.495x + 175.79$; dan untuk hasil analisis *Plaxis 3D* $y = 0.15x + 254.28$.
3. Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi rakit, baik menggunakan metode-metode perhitungan daya dukung cara konvensional maupun dengan menggunakan analisis program *Plaxis 3D Foundation*, yang kemudian di analisis dengan Uji *Kruskal-Wallis* dengan program SPSS, ditemukan adanya pengaruh hubungan antara daya dukung pondasi rakit dan tebal plat pondasi rakit, dimana pengaruh tersebut mengikuti persamaan diatas.

B. Saran

1. Perlu diperbanyak jumlah sampel untuk tiap tipe pondasi, dalam pengujian pondasi rakit skala kecil di laboratorium.
2. Perlu di jaga kondisi tanah dalam kotak pemodelan selama proses pemodelan, karena sangat berpengaruh terhadap penurunan tanah yang dapat terjadi.

3. Perlu ketelitian dalam mengisi parameter tanah dalam program *Plaxis 3D Foundation*.

V. KUTIPAN

A. Buku

- [1] Joseph E. Bowles, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga, 1991.
- [2] Gogot Setyo Budi, *Pondasi Dangkal*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2011.
- [3] Braja M. Das, *Principles of Foundation Engineering 7th Edition*. USA: Cengage Learning, 2011.
- [4] Sharat Chandra Gupta, *Raft Foundation - Design and Analysis with a Practical Approach*. India: New Age International (P) Limited, 1997.
- [5] Hary C. Hardyatmo, *Teknik Pondasi I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1996.
- [6] Hary C. Hardyatmo, *Analisis dan Perancangan Pondasi I : Edisi Kedua*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2011.
- [7] Syofian Siregar, *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Pranada Media, 2013.
- [8] David Muir Wood, *Geotechnical Modelling*. USA: Spoon Press, 2004.

B. Jurnal

- [7] Jesicha G. Eman, Joseph E. R. Sumampouw, Arens E. Turangan, "Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Campuran Semen," dalam *Jurnal Sipil Statik* Vol. 5, No. 5, 2017.
- [8] Hasrudin, Sjachrul Balamba, Joseph E. R. Sumampouw, "Pengaruh Jenis Tanah Dan Bentuk Tiang Pancang Terhadap Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Grup Akibat Beban Vertikal," dalam *Jurnal Sipil Statik* Vol. 6, No. 5, 2018.
- [9] Pentagon F. P. Kiriho, Steeva G. Rondonuwu, O. B. A. Sompie, "Percepatan Konsolidasi Dengan Menggunakan Horizontal Drain, *Jurnal Sipil Statik*," dalam *Jurnal Sipil Statik* Vol. 16, No. 70, 2018.
- [10] Olivia S. Mentang, Sjachrul Balamba, O. B. A. Sompie, Alva N. Sarajar, "Analisis Penurunan Pada Pondasi Rakit Jenis Pelat Rata Dengan Metode Konvensional," dalam *Jurnal Sipil Statik* Vol. 1, No. 11, 2013.
- [11] George Roschedy, Fabian J. Manoppo, Agnes T. Mandagi, "Analisis Daya Dukung Pondasi Jembatan Gorr I." dalam *Jurnal Sipil Statik* Vol. 7, No. 4, 2019.