

Studi Perbandingan Desain Fondasi Rakit Dengan Fondasi Tiang Bor Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi

Toar John Lapijan^{#1}, Fabian J.Manoppo^{#2}, Jack H. Ticoh^{#3}

#Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado Indonesia, 95115

¹toar.john.lapijan@gmail.com; ²fabian_jm@unsrat.ac.id; ³jack_ticoh@unsrat.ac.id

Abstrak

Bangunan tinggi biasanya dibangun menggunakan fondasi dalam seperti: fondasi tiang dan fondasi sumuran. Fondasi merupakan bagian terbawah dari sebuah bangunan, dimana fondasi berfungsi untuk meneruskan beban-beban yang bekerja ke tanah di bawahnya. Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi merupakan salah satu infrastruktur penunjang pendidikan yang dibangun pada tahun 2019. Gedung Fakultas Hukum terdiri dari 12 lantai dengan ketinggian sekitar 60 meter, dibangun di atas fondasi tiang bor dengan diameter tiang sebesar 0,8m. Hasil studi dan analisis menunjukkan bahwa fondasi rakit tidak ada permasalahan pada daya dukung, daya dukung ijin netto yang didapat berdasarkan uji N-SPT dengan Metode Vesic dengan desain fondasi yang direncanakan 40 m x 21 m dan ketebalan fondasi rakit 2 m menghasilkan daya dukung ijin 559.89 kPa. Sedangkan beban yang akan dipikul sebesar 553.611 kPa, sehingga masih di bawah nilai kapasitas dukung ijin tanah. Analisis penurunan menggunakan program Plaxis 3D dan hasil yang terjadi relatif kecil, yaitu sebesar 0.01 m. Nilai tersebut masih tergolong aman karena tidak melebihi nilai penurunan maksimum. Untuk hasil analisis fondasi tiang bor dengan diameter tiang sebesar 0.8 m dan kedalaman fondasi sedalam 12 m, didapat nilai daya dukung sebesar 1802.78 kPa dengan besar penurunan yang terjadi 0.006 m. Bila dilihat dari hasil analisis, fondasi rakit masih bisa dijadikan sebagai alternatif. Karena fondasi rakit mampu untuk memikul beban yang ada dan juga besar penurunan yang terjadi masih lebih kurang dari pada nilai maksimum penurunan. Tetapi fondasi tiang bor merupakan pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan fondasi rakit, walaupun kedua fondasi mampu untuk memikul beban yang ada tetapi besar penurunan yang terjadi pada fondasi tiang bor lebih kecil dibandingkan penurunan yang terjadi pada fondasi rakit.

Kata kunci – fondasi rakit, daya dukung tanah, penurunan, tiang bor

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada masa sekarang ada begitu banyak jenis fondasi yang digunakan untuk konstruksi bangunan. fondasi sendiri merupakan struktur bangunan bawah yang berfungsi untuk mentransfer beban yang dihasilkan oleh struktur bangunan atas ke lapisan tanah. Pemilihan jenis fondasi merupakan salah satu hal yang penting dalam merencanakan suatu konstruksi bangunan agar tidak terjadi kegagalan konstruksi. Pemilihan jenis fondasi dipengaruhi beberapa faktor, yaitu: keadaan tanah, beban konstruksi yang akan dipikul, waktu dan biaya. Salah satu jenis fondasi yang dikenal dalam dunia konstruksi adalah fondasi rakit. Fondasi rakit termasuk fondasi dangkal yang mampu menahan beban konstruksi yang berat. fondasi rakit merupakan pelat beton yang berbentuk rakit yang melebar keseluruhan bagian dasar bangunan. Selain untuk menambah fungsi fondasi, juga untuk menambah kapasitas daya dukung fondasi dan mengurangi penurunan yang terjadi. Dengan adanya pemakaian fondasi rakit, bila terjadi penurunan dalam suatu fondasi, fondasi rakit ini akan mengalami penurunan secara bersamaan. Sehingga kemungkinan terjadi differential settlement menjadi sangat kecil (Tri Cahyani, 2014).

Gedung fakultas hukum yang baru merupakan salah satu infrastruktur penunjang pendidikan yang telah dibangun pada tahun 2019 di Universitas Sam Ratulangi, Manado. Gedung fakultas hukum terdiri dari dua belas lantai dengan ketinggian total sekitar 60 meter. Beban mati yang dihasilkan gedung ini besar karena konstruksi gedung yang dirancang menggunakan beton bertulang. Fondasi yang digunakan pada gedung fakultas hukum ialah fondasi tiang bor dengan diameter 0.8 m. Fondasi tiang bor merupakan jenis fondasi dalam. Suatu fondasi dapat digolongkan sebagai fondasi dalam apabila kedalaman fondasi melebihi dari 6 m. Pada dasarnya fondasi tiang pancang dan fondasi tiang bor sama hanya saja metode pelaksanaannya berbeda. Namun fondasi pancang dan fondasi tiang bor memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas diatas, maka penelitian ini dimaksudkan untuk:

- Menghitung daya dukung fondasi rakit?

- Menghitung penurunan fondasi rakit?
- Menghitung kembali daya dukung dan penurunan fondasi tiang bor.
- Membandingkan daya dukung dan penurunan antara fondasi tiang rakit dan fondasi tiang bor.

C. Batasan Penelitian

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Tidak membahas teknis pelaksanaan.
- Analisis fondasi tiang bor menggunakan diameter tiang yang sama.
- Analisis fondasi tiang bor menggunakan data-data yang sudah ada. Seperti kedalaman fondasi, diameter fondasi dan juga data tanah.
- Analisis desain fondasi akibat beban vertikal.
- Beban struktur atas hanya meliputi beban mati, beban hidup dan beban mati tambahan.
- Pengambilan data tanah berupa data sekunder.
- Analisis pada fondasi statis.

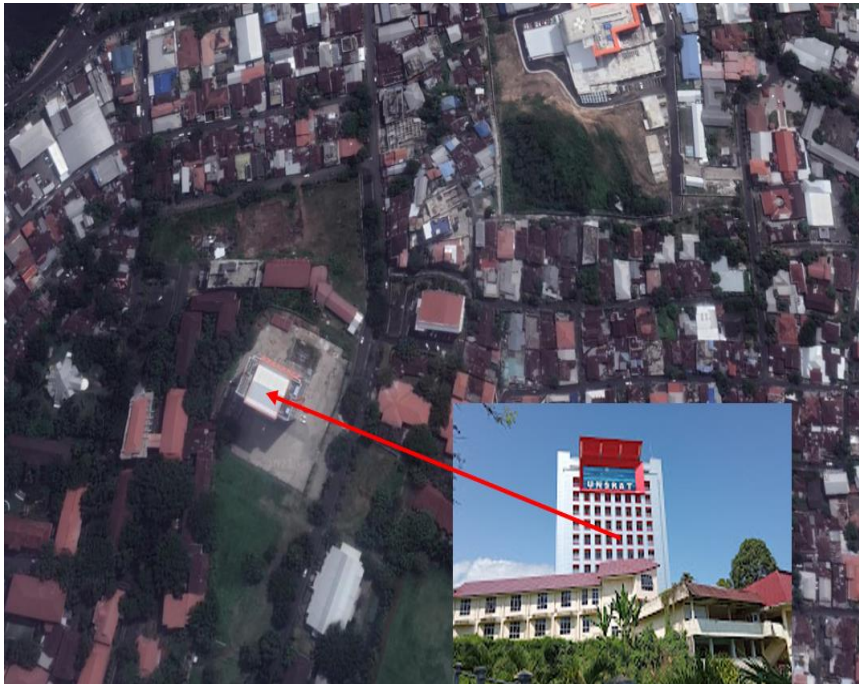
D. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan disusunnya Tugas Akhir ini adalah :

- Menganalisis daya dukung dan penurunan fondasi rakit
- Menganalisis daya dukung dan penurunan fondasi tiang bor
- Membandingkan hasil Analisis daya dukung dan penurunan pada fondasi rakit dan fondasi tiang bor
- Membandingkan penurunan yang terjadi pada kedua fondasi terhadap penurunan izin.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk menambah wawasan jika akan melakukan penelitian yang sama, juga bisa menjadi referensi dalam ilmu Teknik Sipil dalam hal ini menyangkut mendesain fondasi untuk bangunan dengan beban berat dengan melakukan perhitungan manual dan bantuan software.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Gedung Pendidikan Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi, Kota Manado, Sulawesi Utara. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam menganalisis menggunakan software *PLAXIS 3D FOUNDATION*, langkah-langkah yang dilakukan seperti pada Gambar 2. Prosedur penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 3.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Beban

Beban yang digunakan dalam skripsi ini merupakan beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), dan beban mati tambahan (*super imposed dead load*). Sedangkan dimensi kolom, balok dan tebal plat berdasarkan gambar eksisting proyek.

B. Analisis Pembebanan

- Beban mati
Plat = Panjang x lebar x tebal plat x berat jenis

Balok = $B \times H \times \text{jumlah panjang balok} \times \text{berat jenis}$
 Kolom = $B \times H \times \text{jumlah panjang kolom} \times \text{berat jenis}$
 Untuk hasil analisis beban mati di tampilkan pada Tabel 1.

- **Beban Hidup**

Beban hidup (live load) pada pelat lantai, bergantung pada fungsi bangunan. Karena bangunan didesain untuk perkantoran, maka beban hidupnya yaitu sebesar, $LL = 250 \text{ kg/m}^2$.

- **Beban Mati Tambahan**

Analisis beban mati tambahan di tampilkan pada Tabel 2.

C. Data tanah

Data tanah yang digunakan berdasarkan hasil penyelidikan *bor log*. Dari hasil penyelidikan *bor log* dilakukan korelasi pada nilai N-SPT terhadap parameter tanah yang dibutuhkan, seperti: c_u dan E_s . Sebelum melakukan korelasi penulis merata-ratakan nilai N pada kedalaman 1 m – 10 m dan 11 m – 15 m agar bisa menghasilkan design line. Maka data tanah memiliki 2 lapisan dengan jenis tanah yang sama,

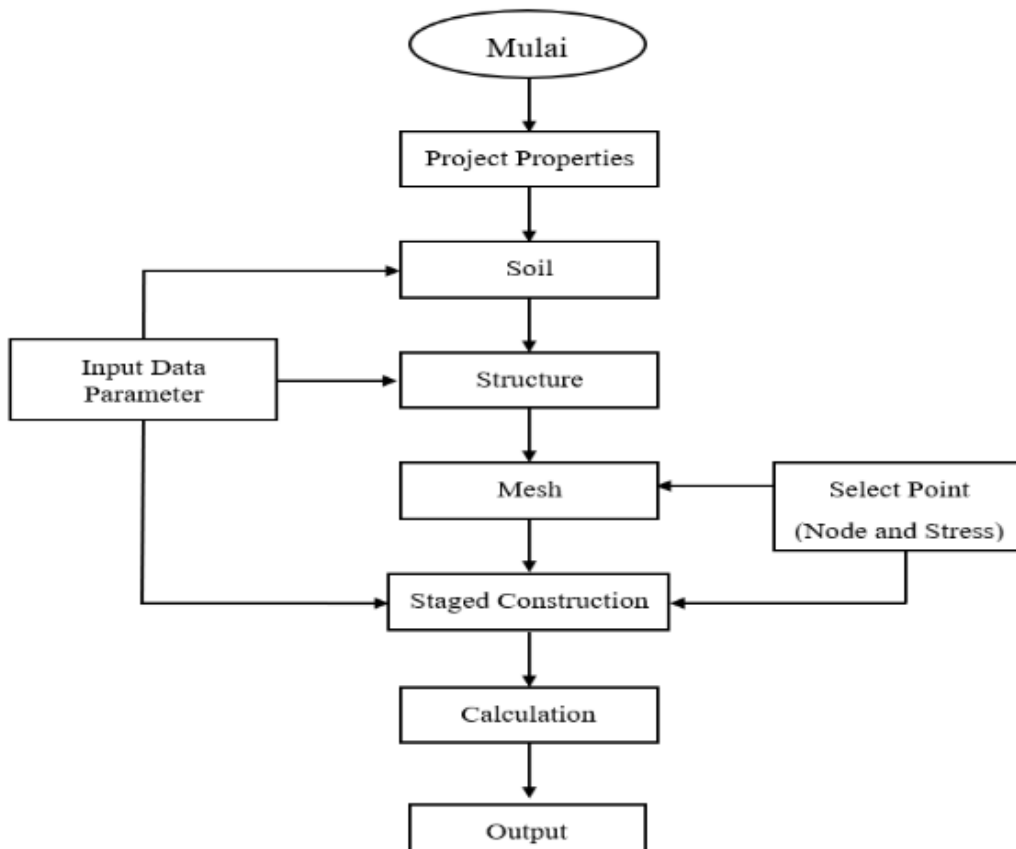
yaitu: Sandy Clay. Untuk perhitungan korelasi tanah dilakukan dengan menggunakan aplikasi NovoSPT. Untuk hasil penyelidikan *bor log* dapat di tampilkan pada Gambar 4 dan untuk hasil korelasi di tampilkan pada Tabel 3.

D. Daya Dukung Fondasi

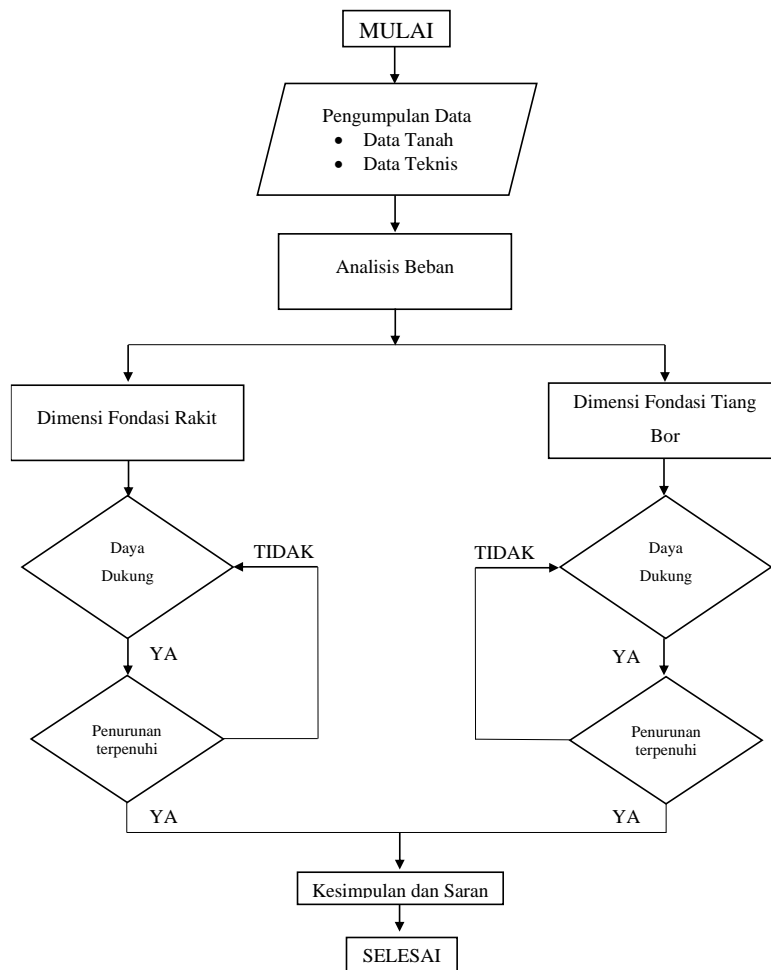
Daya dukung fondasi rakit dianalisis dengan menggunakan metode vesic sedangkan daya dukung fondasi tiang bor dianalisis menggunakan metode hansen. Untuk hasil analisis daya dukung fondasi di tampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Untuk daya dukung kelompok tiang di tampilkan pada Gambar 7. Dalam SNI 8460:2017 dikatakan daya dukung ijin fondasi diperoleh dari daya dukung ultimit dibagi suatu faktor keamanan yang besarnya minimum 3 untuk fondasi dangkal atau minimum 2,5 untuk fondasi dalam.

E. Penurunan Fondasi

Untuk penurunan kedua fondasi dilakukan analisis dengan menggunakan software *PLAXIS 3D FOUNDATION*. Untuk hasil analisis di tampilkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 2. Bagan Alur Analisis PLAXIS 3D FOUNDATION



Gambar 3. Bagan Alur Penelitian

TABEL 1
Analisis Beban Mati

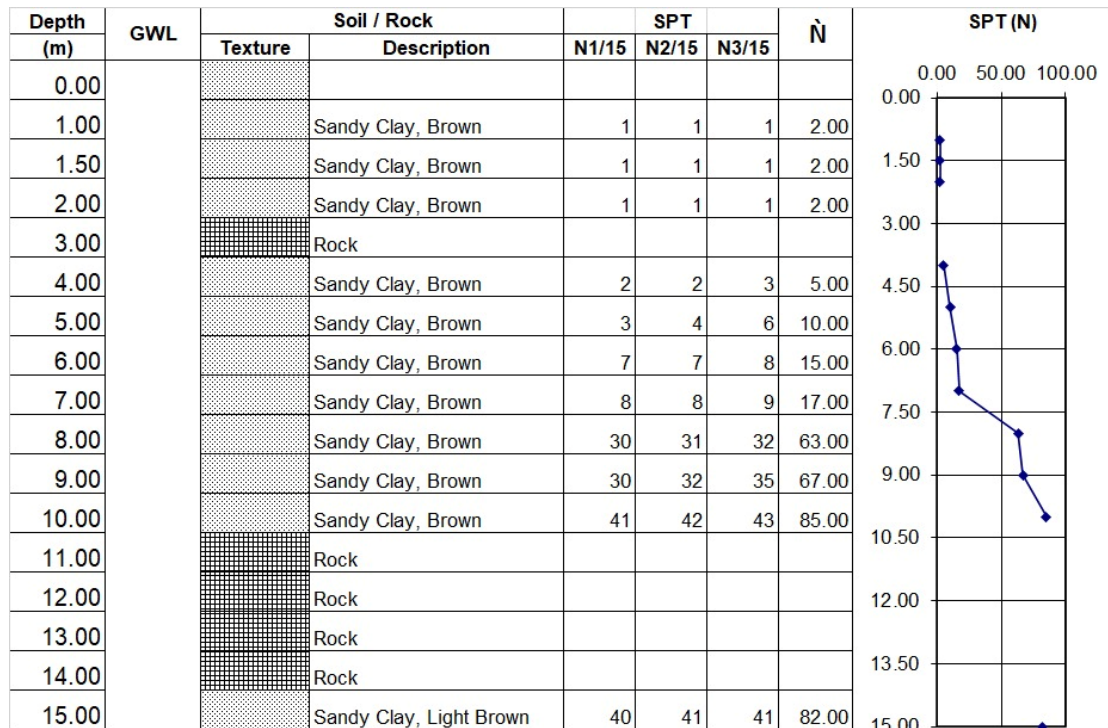
Total berat lantai 1	3984232	kg
Total berat lantai 2	2932624	kg
Total berat lantai 3,4,...,11	36486324	kg
Total berat lantai 12	4016992	kg
Total berat beban mati	47420167.2	kg
	56452.58	kg/m ²

Sumber: Hasil Analisis, 2022

TABEL 2
Analisis Beban Mati Tambahan dan Total Berat Gedung

Screed (adukan setebal 20 mm)	42	kg/m ²
Finishing (keramik 10 mm)	24	kg/m ²
Penggantung dan penutup plafond	18	kg/m ²
Mekanikal dan Elektrikal	20	kg/m ²
SDL	104	kg/m ²
Jadi total berat Gedung	=	56452.58 + 250 + 104
	=	56806.58 kg/m ² x 0.00981
	=	557.272 kPa

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 4. Hasil Penyelidikan Bor Log
 Sumber: Lokasi Penelitian

TABEL 3
 Hasil Korelasi NovoSPT

Kedalaman (m)	C (kPa)	Es (kPa)	Gmax (kPa)
1	148.1	118000	125000
1.5	148.1	118000	125000
2	148.1	118000	125000
3	148.1	118000	125000
4	148.1	118000	125000
5	148.1	118000	125000
6	148.1	118000	125000
7	148.1	118000	125000
8	148.1	118000	125000
9	148.1	118000	125000
10	148.1	118000	125000
11	374.6	35700	405000
12	374.6	35700	405000
13	374.6	35700	405000
14	374.6	35700	405000
15	374.6	35700	405000

Sumber: Hasil Analisis, 2022

TABEL 4
Hasil Perhitungan Daya Dukung per Kedalaman

Kedalaman	qu	qa
		qu/3
m	kPa	kPa
1	1654.211	551.4037
1.5	1666.962	555.6539
2	1679.669	559.8898
3	1704.9	568.3
4	1729.797	576.599
5	1754.263	584.7543
6	1778.21	592.7366
7	1801.562	600.5208
8	1824.258	608.086
9	1846.247	615.4156
10	1867.491	622.4969
11	4919.426	1639.809
12	4970.727	1656.909
13	5019.968	1673.323
14	5067.155	1689.052
15	5112.314	1704.105

Sumber: Hasil Analisis, 2022

TABEL 5
Hasil Analisis Q_p , Q_s , Q_u dan Q_{all}

Ke+AU10:BB7 Sdalam (m)	TEBAL LAPISAN	JENIS TANAH	Qp	Qs	Qu	Qall	Qall
						kN	kPa
0.00	0	-	-	-	-	-	-
0.20	0.2		672.25	41.08	713.33	285.33	285.33
0.40	0.2		672.25	82.16	754.41	301.77	301.77
0.60	0.2		672.25	123.25	795.50	318.20	318.20
0.80	0.2		672.25	164.33	836.58	334.63	334.63
1.00	0.2		672.25	205.41	877.66	351.06	351.06
1.20	0.2		672.25	246.49	918.74	367.50	367.50
1.40	0.2		672.25	287.57	959.82	383.93	383.93
1.60	0.2		672.25	328.66	1000.91	400.36	400.36
1.80	0.2		672.25	369.74	1041.99	416.80	416.80
2.00	0.2		672.25	410.82	1083.07	433.23	433.23
2.20	0.2		672.25	451.90	1124.15	449.66	449.66
2.40	0.2		672.25	492.98	1165.23	466.09	466.09
2.60	0.2		672.25	534.07	1206.32	482.53	482.53
2.80	0.2		672.25	575.15	1247.40	498.96	498.96
3.00	0.2		672.25	616.23	1288.48	515.39	515.39
3.20	0.2		672.25	657.31	1329.56	531.82	531.82
3.40	0.2		672.25	698.39	1370.64	548.26	548.26
3.60	0.2		672.25	739.48	1411.73	564.69	564.69
3.80	0.2		672.25	780.56	1452.81	581.12	581.12
4.00	0.2		672.25	821.64	1493.89	597.56	597.56
4.20	0.2		672.25	862.72	1534.97	613.99	613.99
4.40	0.2		672.25	903.80	1576.05	630.42	630.42
4.60	0.2		672.25	944.89	1617.14	646.85	646.85
4.80	0.2		672.25	985.97	1658.22	663.29	663.29
5.00	0.2		672.25	1027.05	1699.30	679.72	679.72
5.20	0.2		672.25	1068.13	1740.38	696.15	696.15
5.40	0.2		672.25	1109.21	1781.46	712.59	712.59
5.60	0.2		672.25	1150.30	1822.55	729.02	729.02
5.80	0.2		672.25	1191.38	1863.63	745.45	745.45
6.00	0.2		672.25	1232.46	1904.71	761.88	761.88
6.20	0.2		672.25	1273.54	1945.79	778.32	778.32
6.40	0.2		672.25	1314.62	1986.87	794.75	794.75
6.60	0.2		672.25	1355.71	2027.96	811.18	811.18
6.80	0.2		672.25	1396.79	2069.04	827.62	827.62
7.00	0.2		672.25	1437.87	2110.12	844.05	844.05
7.20	0.2		672.25	1478.95	2151.20	860.48	860.48
7.40	0.2		672.25	1520.03	2192.28	876.91	876.91
7.60	0.2		672.25	1561.12	2233.37	893.35	893.35
7.80	0.2		672.25	1602.20	2274.45	909.78	909.78
8.00	0.2		672.25	1643.28	2315.53	926.21	926.21
8.20	0.2		672.25	1684.36	2356.61	942.64	942.64
8.40	0.2		672.25	1725.44	2397.69	959.08	959.08
8.60	0.2		672.25	1766.53	2438.78	975.51	975.51
8.80	0.2		672.25	1807.61	2479.86	991.94	991.94
9.00	0.2		672.25	1848.69	2520.94	1008.38	1008.38

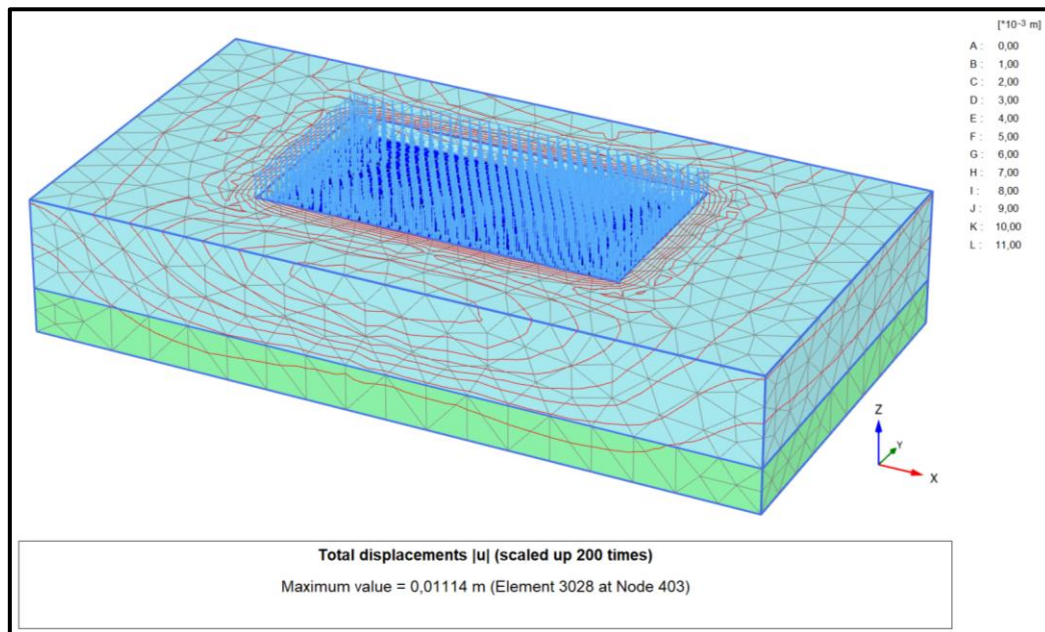
9.20	0.2		672.25	1889.77	2562.02	1024.81	1024.81
9.40	0.2		672.25	1930.85	2603.10	1041.24	1041.24
9.60	0.2		672.25	1971.93	2644.19	1057.67	1057.67
9.80	0.2		672.25	2013.02	2685.27	1074.11	1074.11
10.00	0.2		672.25	2054.10	2726.35	1090.54	1090.54
10.20	0.2		672.25	2095.18	2767.43	1106.97	1106.97
10.40	0.2		672.25	2136.26	2808.51	1123.41	1123.41
10.60	0.2		672.25	2177.34	2849.60	1139.84	1139.84
10.80	0.2		672.25	2218.43	2890.68	1156.27	1156.27
11.00	0.2		1694.65	2321.99	4016.64	1606.66	1606.66
11.20	0.2		1694.65	2425.55	4120.20	1648.08	1648.08
11.40	0.2		1694.65	2529.11	4223.76	1689.51	1689.51
11.60	0.2		1694.65	2632.67	4327.33	1730.93	1730.93
11.80	0.2		1694.65	2736.24	4430.89	1772.35	1772.35
12.00	0.2		1694.65	2839.80	4534.45	1813.78	1813.78
12.20	0.2		1694.65	2943.36	4638.01	1855.20	1855.20
12.40	0.2		1694.65	3046.92	4741.57	1896.63	1896.63
12.60	0.2		1694.65	3150.48	4845.14	1938.05	1938.05
12.80	0.2		1694.65	3254.05	4948.70	1979.48	1979.48
13.00	0.2		1694.65	3357.61	5052.26	2020.90	2020.90
13.20	0.2		1694.65	3461.17	5155.82	2062.33	2062.33
13.40	0.2		1694.65	3564.73	5259.38	2103.75	2103.75
13.60	0.2		1694.65	3668.29	5362.94	2145.18	2145.18
13.80	0.2		1694.65	3771.86	5466.51	2186.60	2186.60
14.00	0.2		1694.65	3875.42	5570.07	2228.03	2228.03
14.20	0.2		1694.65	3978.98	5673.63	2269.45	2269.45
14.40	0.2		1694.65	4082.54	5777.19	2310.88	2310.88
14.60	0.2		1694.65	4186.10	5880.75	2352.30	2352.30
14.80	0.2		1694.65	4289.67	5984.32	2393.73	2393.73
15.00	0.2		1694.65	4393.23	6087.88	2435.15	2435.15

Sumber : Hasil Analisis, 2022

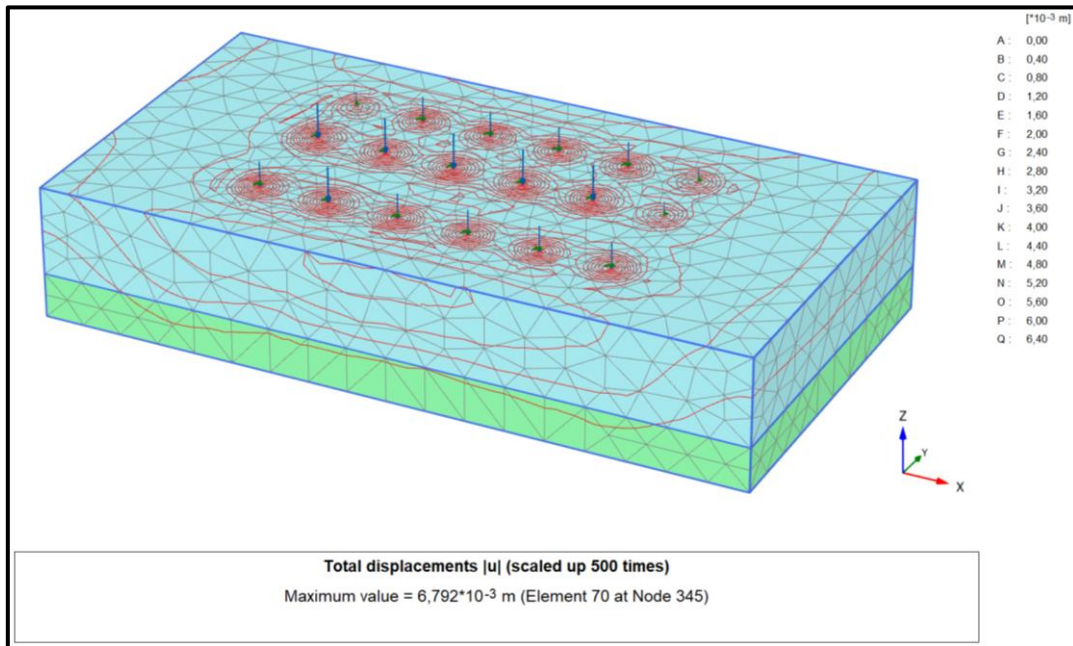
TABEL 6
Analisis Daya Dukung Kelompok Tiang

no.	S	n	Qv	γ isi	P	L	t	Wp	Qv tot	Eg	Q_g
G1	1.2	9	14.106	2.4	4.4	4.4	0.6	279	14384.774.	0.994362868	40579.99098
G2	1.2	6	10.452	24	4	2.8	0.6	161	10613.57	0.99128885	10787.87738
G3	1.2	4	6.770	24	2.4	2.4	0.4	55	6825.296	0.986933275	7160.318039
G4	1.2	2	3.569	24	3.2	1.2	0.3	28	3597.088	1	3627.559338

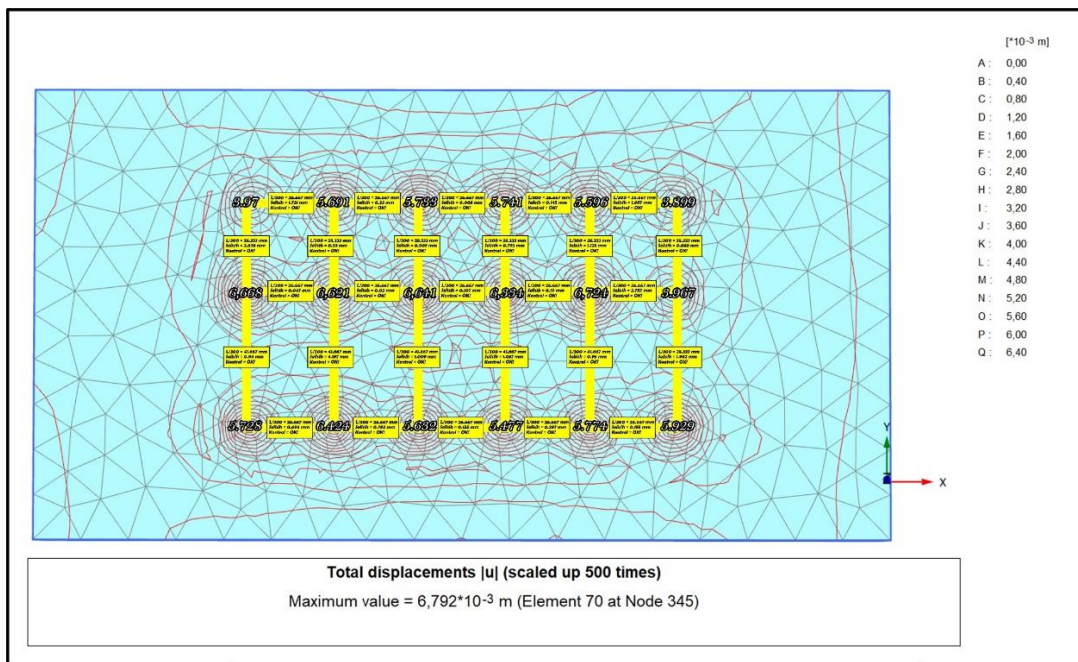
Sumber : Hasil Analisis, 2022



Gambar 7. Total Displaement Fondasi Rakit
Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 8. Total Displacement Fondasi Tiang Bor
 Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 9. Differential Settlement Fondasi Tiang Bor
 Sumber : Hasil Analisis, 2022

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pada desain Fondasi Rakit direncanakan dimensi 40 m x 21 m dan ketebalan Fondasi 2m dapat menghasilkan nilai daya dukung sebesar 559.89 kPa, Dengan beban yang dipikul sebesar 557.272 kPa dan Besar penurunan total yang terjadi 0.01 m.
2. Pada Analisis Fondasi tiang bor dengan diameter 0,8 m dan kedalaman 12 m. Didapat nilai daya dukung sebesar 1802.78 kPa dengan besar penurunan total yang terjadi 0.006 m.
3. Apabila dilihat dari hasil Analisis, Fondasi rakit bisa dijadikan sebagai alternatif. Karena Fondasi rakit mampu untuk memikul beban yang ada dan juga penurunan yang terjadi masih lebih kurang dari pada maksimal penurunan.

4. Fondasi tiang bor adalah pilihan yang lebih baik dibandingkan fondasi rakit walaupun sama-sama mampu untuk memikul beban yang ada tetapi nilai penurunan fondasi tiang bor lebih kecil dibandingkan penurunan fondasi rakit.

B. Saran

Adapun yang menjadi saran dari peneliti setelah melakukan penelitian/analisis ini adalah:

1. Perlu adanya pemahaman lebih mengenai cara mengoperasikan program Plaxis 3D, teori-teori dasar analisis serta ketepatan dalam memberikan parameter-parameter agar diperoleh hasil analisis yang lebih akurat.
2. Perlu adanya perhitungan penulangan pada Fondasi rakit.
3. Mengumpulkan lebih banyak data yang dibutuhkan untuk melakukan Analisis, seperti: data pengujian laboratorium, data beban dan data perhitungan biaya konstruksi.
4. Melakukan perbandingan biaya konstruksi pada Fondasi rakit dan Fondasi tiang bor. Agar bisa dilihat Fondasi mana yang lebih ekonomis.

KUTIPAN

- [1] Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [2] Hardiyatmo, Hary Christady. 1996 *Teknik Fondasi I*. Jakarta: Erlangga
- [3] Bowles, Joseph E. 1988, *Analisis dan Desain Fondasi*, Jakarta: Erlangga
- [4] M. Das, Braja. 2007. *Principle of Foundation Engineering*. Canada: Thomson Canada Limited
- [5] Cahyani, R.A.T. 2014. *Studi Perbandingan Fondasi Rakit dengan Fondasi Tiang Strauss Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Universitas Brawijaya*
- [6] Poulos, Harry G. 2016. *Tall Building Foundation: design method and applications*
- [7] Pratiwi, Desti Sandi, dkk. 2021. *Evaluasi kekuatan Fondasi Bored Pile dan Tower ATC Di Bandar Udara Radin Inten II Kota Bandar Lampung*
- [8] Saputra, Maarif Ravi. 2020. *Evaluasi Kinerja Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi Akibat Beban Gempa*.
- [9] Nasional, Badan Standarnisasi. 2017. *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*
- [10] Afifah, Rahma Nur. 2021. *Analisis Daya Dukung Bored Pile Pada Pembangunan Jembatan Kereta Api Antara Araskabu-Tebing Tinggi Dan Lintas Tebing-Siantar*.
- [11] Adityawan, Muh. Handy Dwi. 2016. *Analisis Daya Dukung Fondasi Dalam Pembangunan Rs Pendidikan Uho Berdasarkan Simulasi Numeris*.