



Analisis Daya Dukung Fondasi Rakit Pada Konstruksi Bangunan Hotel 8 Lantai

Christio H. Karundeng^{#a}, Roski R. I. Legrans^{#b}, Jack H. Ticoh^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^achristio005@gmail.com, ^blegransroski@unsrat.ac.id, ^cjack.ticoh@unsrat.ac.id

Abstrak

Konstruksi bangunan hotel 8 lantai yang menjadi objek penulisan artikel ini direncanakan menempati lahan yang berada kawasan permukiman dan kawasan niaga di Kota Manado. Dalam desain arsitektur bangunan hotel terdapat 1 lantai semi basement berada pada kedalaman 3 m dari elevasi rencana lantai 1 yang akan dimanfaatkan sebagai area parkir. Hal-hal tersebut menyebabkan tipe fondasi yang dipilih adalah fondasi rakit. Dalam melakukan analisis, data yang digunakan adalah data sekunder berupa data penyelidikan tanah lapangan CPT/sondir, data beban struktur atas serta denaha lantai semi basement. Analisis daya dukung fondasi rakit menggunakan metode Meyerhof dan Vesic pada kondisi *undrained* dan *drained*. Metode elastik digunakan untuk menganalisis penurunan fondasi rakit serta menggunakan perangkat lunak PLAXIS 3D untuk menganalisis penurunan secara numerik. Hasil analisis menunjukkan bahwa fondasi rakit yang direncanakan memiliki daya dukung izin pada kondisi *undrained* sebesar 193 kN/m² dan pada kondisi *drained* sebesar 430 kN/m². Faktor keamanan daya dukung pada kondisi *undrained* dan *drained* masing-masing adalah 7 dan 15. Estimasi penurunan yang terjadi pada fondasi rakit akibat beban desain struktur atas berdasarkan metode elastik dan metode numerik masing-masing adalah 6.4 mm dan 17.3 mm. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka disimpulkan bahwa fondasi rakit dapat digunakan dalam konstruksi.

Kata kunci: fondasi rakit, daya dukung fondasi, penurunan

1. Pendahuluan

Perencanaan fondasi adalah tahap kritis dalam konstruksi bangunan gedung yang seringkali menjadi penentu keberhasilan dan kestabilan struktur dalam jangka panjang. Fondasi menjadi elemen utama yang mendukung beban seluruh bangunan, sehingga perencanaannya harus dilakukan dengan cermat dan teliti. Pada perencanaan konstruksi bangunan hotel 8 lantai, akan digunakan fondasi rakit sebagai struktur bawah. Dalam perancangan, terdapat analisis, yaitu analisis dukung fondasi rakit dan penurunan yang terjadi pada fondasi rakit. Analisis daya dukung fondasi rakit dilakukan pada kondisi jangka pendek (*undrained*) dan kondisi jangka panjang (*drained*) dengan metode Meyerhof dan Vesic. Penurunan yang terjadi pada fondasi rakit akibat beban struktur atas dianalisis dengan metode elastik dan metode numerik menggunakan perangkat lunak PLAXIS 3D.

2. Tahapan Analisis

Tahapan analisis diawali dengan menyiapkan data tanah berupa indeks tanah, kuat geser tanah dan kekakuan tanah. Data tersebut diperoleh melalui korelasi terhadap hasil uji CPT/sondir. Data arsitektur gedung digunakan untuk mengetahui elevasi lantai semi basement yang menjadi dasar dalam menentukan kedalaman fondasi rakit. Tahap analisis daya dukung fondasi rakit adalah sebagai berikut:

- **Tahap 1 :** Perhitungan fondasi rakit dilakukan untuk mengetahui beban q_{des} yang bekerja pada fondasi rakit, dengan menggunakan metode kaku konvensional (*Conventional Rigid Method*).

- Perhitungan beban total :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$
(Sumber: Principles of Foundation Engineering Ninth Edition – Das)
- Perhitungan Eksentrisitas beban, e_x dan e_y , pada arah x dan y :

$$e_x = x' - \frac{B}{2}$$
(Sumber: Principles of Foundation Engineering Ninth Edition – Das)

$$e_y = y' - \frac{B}{2}$$
(Sumber: Principles of Foundation Engineering Ninth Edition – Das)
- **Tahap 2** : Perhitungan daya dukung fondasi rakit
 - Kondisi Drained :

$$q_{ult} = c' N_c s_c d_c i_c + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$
(Sumber: Bowles 1996)
 - Kondisi Undrained :

$$q_{ult} = c_u N_c s_c d_c i_c$$
(Sumber: Bowles 1996)
- **Tahap 3** : Perhitungan Tegangan Vertikal dibawah fondasi menggunakan metode 2 : 1 :

$$\Delta \sigma = \frac{q_0 \times B \times L}{(B+z)(L+z)}$$
(Metode 2 : 1)
- **Tahap 4** : Perhitungan Penurunan Elastik (*Elastic Settlement*) :

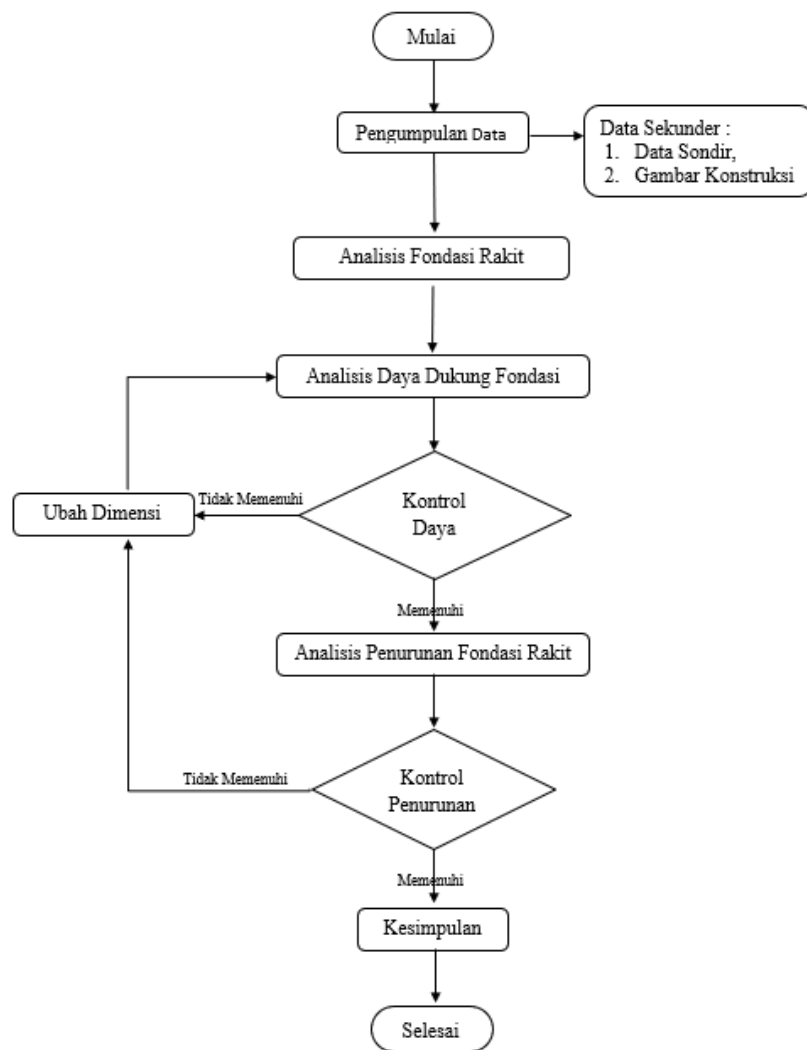
$$s_e = \Delta \sigma B' \frac{1-\mu^2}{E_s} m I_s I_F$$
(Sumber: Principles of Foundation Engineering Ninth Edition – Das)



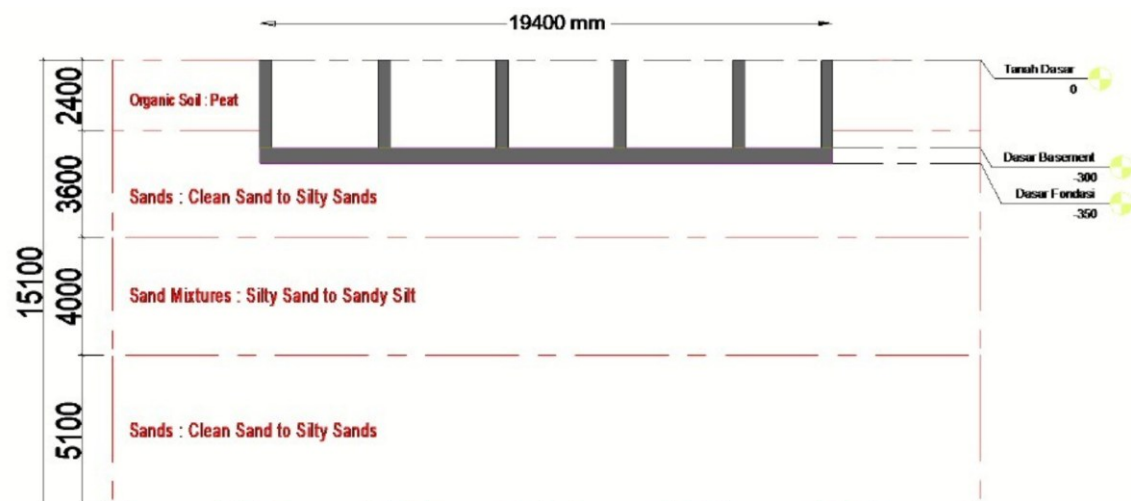
Gambar 1. Lokasi Penelitian
 (Sumber: Google Earth)

Tabel 1. Hasil Korelasi Data Sondir dan Parameter Tanah

Tebal Lapisan (m)	Soil Type	γ (kN/m ³)	c_u kN/m ²	c' kN/m ²	ϕ' °	E kN/m ²
2,4	Organic Soil - Peat	14,21	14,46	1,45	23,61	992,96
3,6	Sands : Clean Sand to Silty Sands	17,93	277,51	27,75	40,26	33752,43
4,0	Sand Mixtures : Silty Sand to Sandy Silt	17,05	46,73	4,67	32,44	9194,06
5,1	Sands : Clean Sand to Silty Sands	17,88	120,67	12,07	37,30	31005,21



Gambar 2. Bagan Alir Analisis

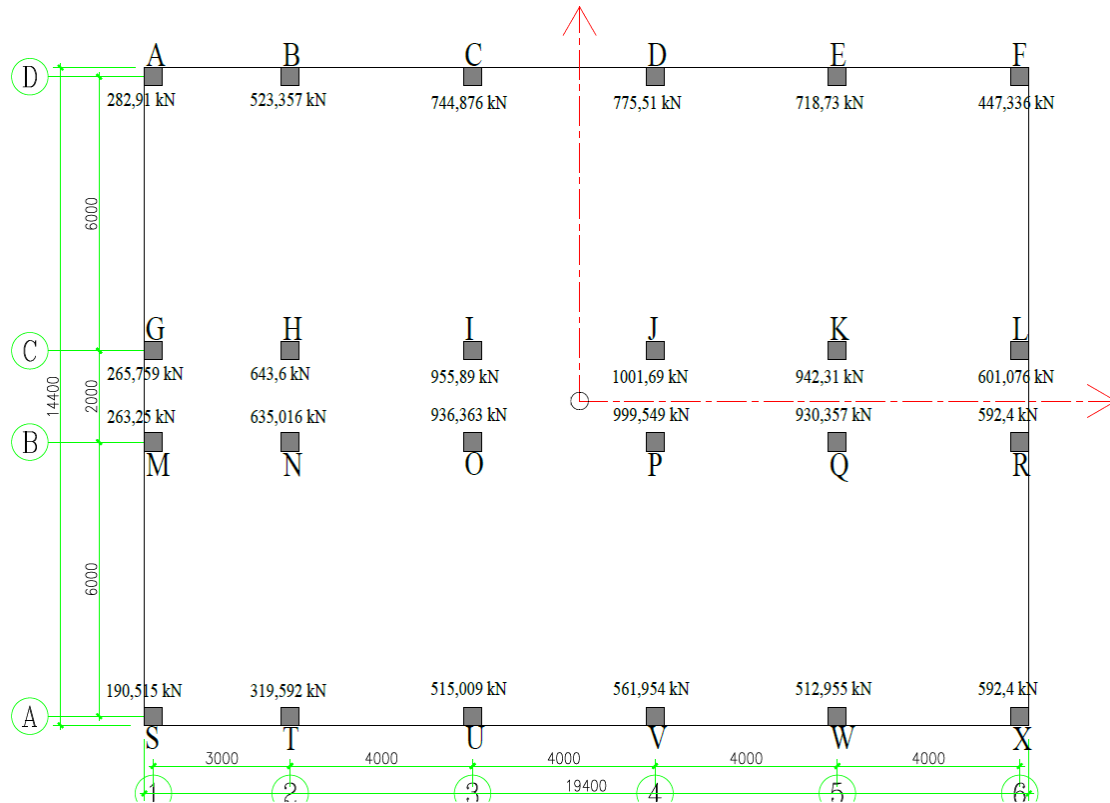


Gambar 3. Permodelan Fondasi Rakit dan Lapisan tanah

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Pembebanan pada Fondasi Rakit menggunakan Conventional Rigid Method

Analisis ini dilakukan untuk mencari beban maksimum yang bekerja pada kolom q_{\max} yang dipakai untuk beban desain q_{des} . Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan denah pada Gambar 4, maka dimensi fondasi rakit adalah 14.4 m x 19.4 m.



Gambar 4. Denah Kolom dan Beban Pada tiap Fondasi

3.2. Perhitungan Daya Dukung Fondasi Rakit

Rekapitulasi perhitungan daya dukung fondasi rakit pada kondisi Drained dan Undrained dengan menggunakan metode Meyerhof (1951) dan metode Vesic (1973, 1975) ditampilkan pada Tabel 3.

3.3. Perhitungan Tegangan Vertikal dan batas Pengaruh Penurunan Fondasi Rakit

Kedalaman zona pengaruh (*influence zone*) tegangan akibat konstruksi pada analisis penurunan dibatasi pada kondisi $\Delta\sigma \leq 0,2 \sigma_{\text{vo}}$. $\Delta\sigma$ dihitung menggunakan metode 2:1. Berdasarkan perhitungan, zona pengaruh akibat beban desain (Q_{des}) terpenuhi pada kedalaman 8 m dengan nilai $\Delta\sigma = 23,929 \text{ kN/m}^2$. Sedangkan zona pengaruh akibat beban izin (Q_{all}) terpenuhi pada kedalaman 22 m dengan nilai $\Delta\sigma = 70,62 \text{ kN/m}^2$.

3.4. Perhitungan Penurunan Elastik (Elastic Settlement)

Analisis penurunan fondasi rakit dihitung menggunakan metode elastik dari Timoshenko dan Goodier, 1951. Analisis penurunan dilakukan pada 2 (dua) tinjauan, yaitu penurunan yang ditinjau pada kolom pojok dan kolom tengah. Kemudian dilakukan Beda Penurunan (*Differential Settlement*) antara kedua tinjauan. Dibawah ini adalah hasil perhitungan penurunan elastik.

Tabel 2. Tegangan pada Fondasi berdasarkan *Conventional Rigid Method*

At	x	y	q
	m	m	kN/m ²
A	-9,5	7	56,05
B	-6,3	7	58,55
C	-2,3	7	61,67
D	1,7	7	64,80
E	5,7	7	67,92
F	9,7	7	71,05
G	-9,5	1	46,71
H	-6,3	1	49,21
I	-2,3	1	52,33
J	1,7	1	55,46
K	5,7	1	58,58
L	9,7	1	61,71
M	-9,5	-1	43,60
N	-6,3	-1	46,10
O	-2,3	-1	49,22
P	1,7	-1	52,34
Q	5,7	-1	55,47
R	9,7	-1	58,59
S	-9,5	-7	34,26
T	-6,3	-7	36,75
U	-2,3	-7	39,88
V	1,7	-7	43,00
W	5,7	-7	46,13
X	9,7	-7	49,25
q _{max}			71,05

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Fondasi Rakit

Metode	Kondisi	q _{ult} kN/m ¹	q _{ult E} kN/m ²	q _{all} kN/m ²	Q _{all} kN	FK	Kontrol (FK<3)
Meyerhof (1951)	Drained	1190	1052	351	86800	14,81	Memenuhi
	Undrained	567	492	164	47854	6,93	Memenuhi
Vesic (1973,1975)	Drained	1459	1290	430	106427	18,16	Memenuhi
	Undrained	580	513	193	47854	7,22	Memenuhi

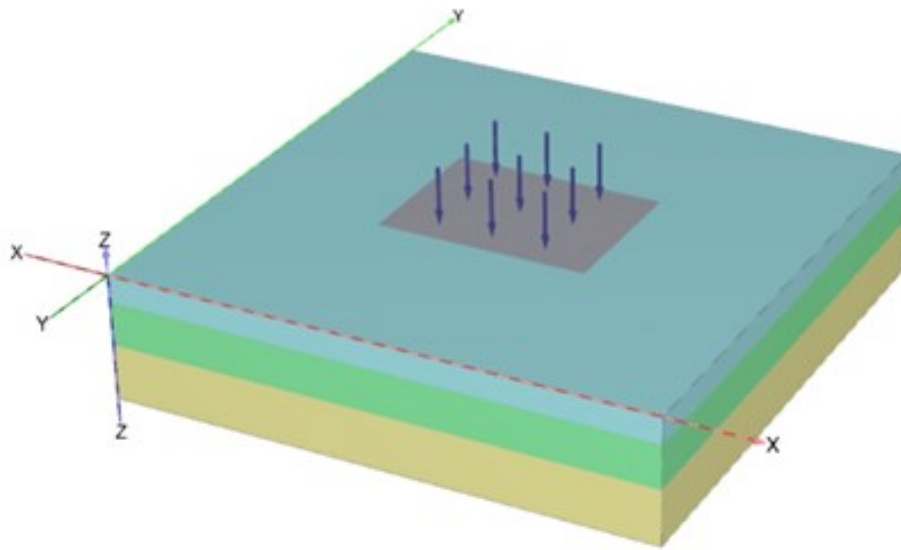
Tabel 4. Hasil Analisis Penurunan Elastik

Penurunan	Se, corner	Se, center	ΔSe
	mm	mm	mm
Penurunan Akibat Beban Desain (Q _{des})	1,21	7,58	6,36
Penurunan Akibat Beban Izin (Q _{all})	7,79	23,54	15,75

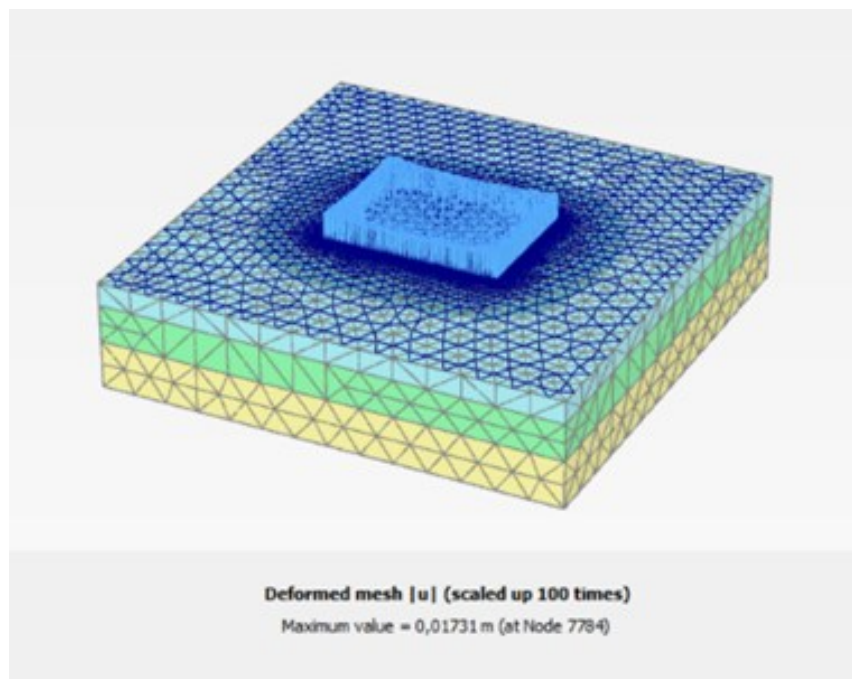
3.5. Analisis Penurunan Fondasi Rakit dengan Metode Numerik

Analisis penurunan fondasi rakit dengan metode numerik dilakukan dengan bantuan perangkat lunak PLAXIS 3D. Fase yang digunakan dalam PLAXIS 3D adalah:

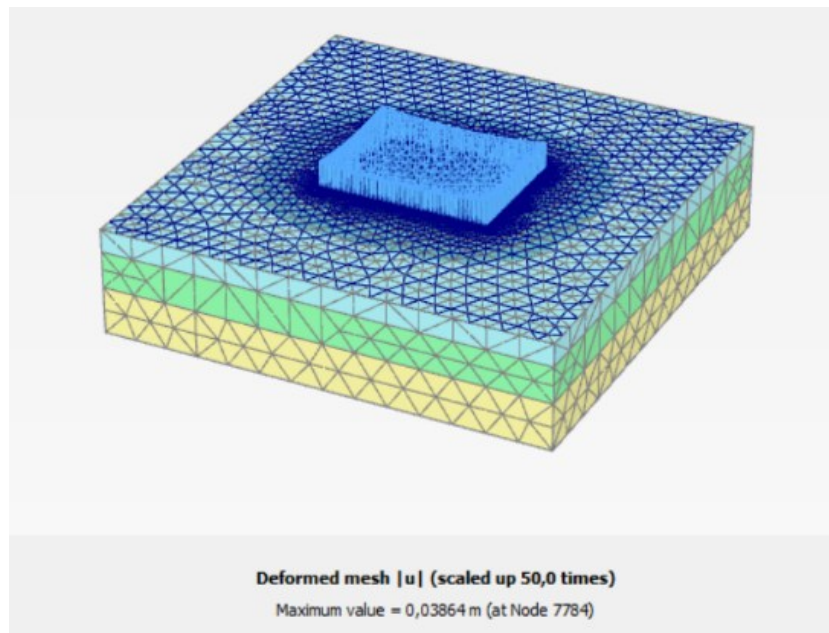
1. Initial Phase, *calculation type* yang digunakan adalah K0 procedure. Model explorer pada fase ini hanya pada soils (lapisan tanah nya saja).
2. Structure, *calculation type* yang digunakan adalah Plastic. Model explorer berlaku pada soils dan plates;
3. Beban akibat Q_{des} & Q_{all} , *calculation type* yang digunakan masih sama dengan fase structure, yang berbeda pada fase ketiga ini sudah ditambahkan surface load atau beban yang bekerja di atas structure.



Gambar 5. Denah Kolom dan Beban Pada tiap Fondasi



Gambar 6. Deformasi Tanah di bawah Fondasi akibat Q_{des}



Gambar 7. Deformasi Tanah di bawah Fondasi akibat Q_{all}

4. Kesimpulan

Hasil analisis daya dukung fondasi rakit memberikan kesimpulan yakni:

- Daya dukung fondasi rakit pada kondisi *undrained* dan *drained* masing-masing adalah 193 kN/m² dan 430 kN/m². Faktor keamanan daya dukung pada kondisi *undrained* dan *drained* masing-masing adalah 7 dan 15;
- Estimasi penurunan yang terjadi pada fondasi rakit akibat beban desain struktur atas berdasarkan metode elastik dan metode numerik masing-masing adalah 6.4 mm dan 17.3 mm;
- Fondasi rakit berukuran 14.4 m x 19.4 m dengan kedalaman fondasi 3 m, dapat digunakan dalam konstruksi.

Referensi

- Anton Fian Widiyanto.2020. "Perencanaan pondasi rakit gedung 5 lantai dan 1 basement pada bangunan hotel Di kab. Sukoharjo Jawa Tengah". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- BSN. (2008). SNI 2847:2019. "Penetapan Standar Nasional Indonesia 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2017). SNI 8460:2017 "Persyaratan Perancangan Geoteknik". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2019). SNI 1726:2019 "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung.". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2020). SNI 1727:2020 "Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2020). SNI 1729:2020. "Penetapan Standar Nasional Indonesia 1729:2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 1729:2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- DAF Munsir, FJ Manoppo, SG Rondonuwu. "Analisis Fondasi Tiang Bor Dan Fondasi Rakit Di Tanah Berpotensi Likuifaksi (Studi Kasus: Daerah Pinggiran Jembatan Megawati Kota Manado)". TEKNO, 2024
- Das, Braja M. & Sivakugan, Nagaratnam. (2017). *Principles of Foundation Engeneering, Ninth Edition, SI Edition*. Boston: Cengage.
- Das, Braja M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M., Dean Emeritus, & Khaled Sobhan. (2014, 2010). *Principles of Geotechnical Engineering, Eight Edition*, SI. USA: Cengage Learning.
- Dr. Eng. Halwan Alfisa Saifullah. (2021). "Perancangan Struktur Beton Perencanaan Pelat Metode PBI 71". Universitas Sebelas Maret.

- FJ Butiti, OBA Sompie, AT Mandagi. "Analisis Dan Desain Fondasi Telapak Pada Pembangunan Kantor Balai Latihan Kerja Dinas Ketenagakerjaan Di Minahasa Utara". *TEKNO*, 2024
- Inggrid A. Ering, Roski R. I Legrans, Steeva G. Rondonuwu. 2024. Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Rakit Dan Fondasi Sumuran Pada Konstruksi Gedung Kuliah Jurusan Farmasi FMIPA UNSRAT. *TEKNO*.
- Olivia Stephani Mentang, S. Balamba, O. B. A. Sompie, A. N. Sarajar (2013). Analisis Penurunan pada Pondasi Rakit Jenis Pelat Rata dengan Metode Konvensional. *Jurnal Sipil Statik*.
- Plaxis 3D Tutorial Manual Connect Edition V20 (2020)*. *PLAXIS 3D*.
- Ryan Y. M. Pinaria, Alva N. Sarajar, Roski R. I . Legrans (2025). Desain Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geogrid untuk Konstruksi Reservoir Kawasan Perumahan. *TEKNO*.
- Seno Aryo Wibowo. (2020). "Analisis Pondasi Rakit Pada Gedung Rajawali Palace Dalam Menahan Beban Bangunan". *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- TJ Lopian, FJ Manoppo, JH Ticoh. "Studi Perbandingan Desain Fondasi Rakit Dengan Fondasi Tiang Bor Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi".- *TEKNO*, 2022