

TINJAUAN STRUKTUR BAWAH BANGUNAN GEDUNG SERBAGUNA (MIXED-USE) 3 LANTAI TERHADAP SNI 1726:2019, 2847:2019 DAN 1727:2020 KOTA BUKITTINGGI

Muhammad Farhan^{ID}, Deddy Kurniawan^{ID}, Jon Hafnil^{ID}

Universitas Muhammadiyah
Sumatera Barat, Indonesia

Abstrak. Pertumbuhan kawasan perkotaan mendorong pembangunan gedung multifungsi (mixed-use) yang memerlukan perencanaan struktur bawah secara cermat. Penelitian ini bertujuan meninjau struktur bawah Gedung Serbaguna (Mixed-Use) Bintang Ilahi HQ 3 lantai di Jalan Dr. Hamka, Kota Bukittinggi berdasarkan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019. Data penelitian berupa hasil uji Cone Penetration Test (CPT/sondir) pada dua titik untuk menentukan profil tanah dan kapasitas daya dukung menggunakan metode Schmertmann. Analisis struktur dilakukan menggunakan SAP2000 dengan pemodelan beban gravitasi serta beban gempa statis dan dinamis (response spectrum). Hasil menunjukkan lapisan pendukung mulai pada kedalaman 1,00 m, sedangkan tanah keras berada pada kedalaman 3,80 m di S-1 dan 4,80 m di S-2. Kapasitas daya dukung izin sebesar 4,64 kg/cm². Footplat 1,60 m × 1,60 m × 0,35 m memenuhi kontrol geser, namun tegangan aktual 5,21 kg/cm² melebihi daya dukung urugan sirtu 0,40 kg/cm² sehingga digunakan sistem gabungan dengan borepile. Secara keseluruhan, struktur bawah memenuhi persyaratan keamanan berdasarkan SNI yang ditinjau.

Kata kunci : : struktur bawah, pondasi footplat, uji sondir, borepile, SNI, SAP2000, gedung mixed-use.

*Penulis Korespondensi : muhammadfarhan102003@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Bangunan mixed-use merupakan bangunan multifungsi yang mengintegrasikan lebih dari satu fungsi dalam satu massa bangunan. Penggunaan konsep ini semakin relevan di kawasan perkotaan karena dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan. Namun, perbedaan fungsi ruang

pada setiap lantai menyebabkan distribusi beban menjadi lebih kompleks sehingga struktur bawah harus direncanakan dan dievaluasi secara cermat.

Gedung Serbaguna Bintang Ilahi HQ berlokasi di Jalan Dr. Hamka, Kota Bukittinggi, Sumatera Barat, dan direncanakan sebagai bangunan mixed-use tiga lantai. Kondisi topografi Bukittinggi yang berbukit serta kedekatannya dengan Segmen Sesar Sianok menjadi pertimbangan penting dalam evaluasi struktur bawah. Struktur bawah harus mampu menyalurkan beban gravitasi dan beban gempa ke tanah secara aman serta memenuhi ketentuan standar yang berlaku.

Penelitian ini memanfaatkan data sondir pada dua titik, analisis kapasitas daya dukung tanah, perencanaan pondasi, serta pemodelan SAP2000. Acuan utama meliputi SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa, SNI 1727:2020 untuk beban desain minimum, dan SNI 2847:2019 untuk beton struktural. Tujuan penelitian adalah memperoleh gambaran profil tanah, menentukan kapasitas daya dukung dan dimensi pondasi, serta mengevaluasi respons struktur bawah terhadap pembebanan yang ditinjau.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan analisis kuantitatif berbasis studi kasus. Lokasi penelitian berada pada proyek Gedung Serbaguna Bintang Ilahi HQ di Jalan Dr. Hamka, Kota Bukittinggi. Data primer/teknis yang digunakan meliputi hasil uji sondir, sedangkan data pendukung berupa dokumen teknis proyek, gambar rencana, dan model struktur.

Data sondir diolah untuk mengidentifikasi jenis lapisan tanah berdasarkan nilai tahanan konus (q_c) dan friction ratio (R_f). Kedalaman lapisan pendukung ditentukan berdasarkan interpretasi data CPT. Kapasitas daya dukung pondasi dihitung menggunakan pendekatan Schmertmann dengan zona pengaruh dari kedalaman dasar pondasi hingga $D_f + 2B$. Dalam penelitian, pondasi direncanakan pada $D_f = 1,00$ m dengan lebar $B = 1,60$ m.

Pemodelan struktur dilakukan menggunakan SAP2000. Material yang digunakan adalah beton dengan kuat tekan $f_c' = 25$ MPa dan baja tulangan dengan $f_y = 420$ MPa. Pembebanan gravitasi mengacu pada SNI 1727:2020, sedangkan beban gempa dianalisis sesuai SNI 1726:2019 menggunakan pembebanan gempa statis dan dinamis (response spectrum). Desain beton bertulang dan kontrol pondasi mengacu pada SNI 2847:2019.

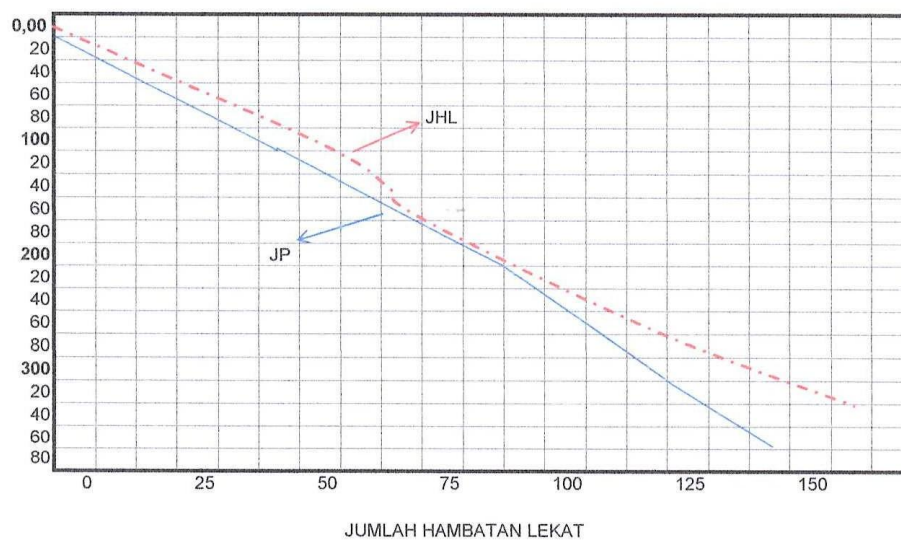
Tabel 1. Hasil Sondir Titik S-1

Kedalaman MT (m)	PK (kg/cm ²)	JP (kg/cm ²)	HL=JP-PK (kg/cm ²)	HL×20/10 (kg/cm ²)	JHL (kg/cm ²)	HS = HL/10 (kg/cm ²)
0,00	0	0	0	0	0	0
0,20	10	20	10	20	10	2
0,40	20	30	10	20	20	2
0,60	25	35	10	20	30	2
0,80	35	45	10	20	40	2
1,00	40	50	10	20	50	2
1,20	50	60	10	20	60	2

1,40	55	65	10	20	70	2
1,60	60	70	10	20	80	2
1,80	65	75	10	20	90	2
2,00	70	80	10	20	100	2
2,20	75	85	10	20	110	2
2,40	85	95	10	20	120	2
2,60	90	100	10	20	130	2
2,80	95	105	10	20	140	2
3,00	110	120	10	20	150	2
3,20	115	125	10	20	160	2
3,40	125	135	10	20	170	2
3,60	130	140	10	20	180	2
3,80	145	155	10	20	190	2

GRAFIK SONDIR

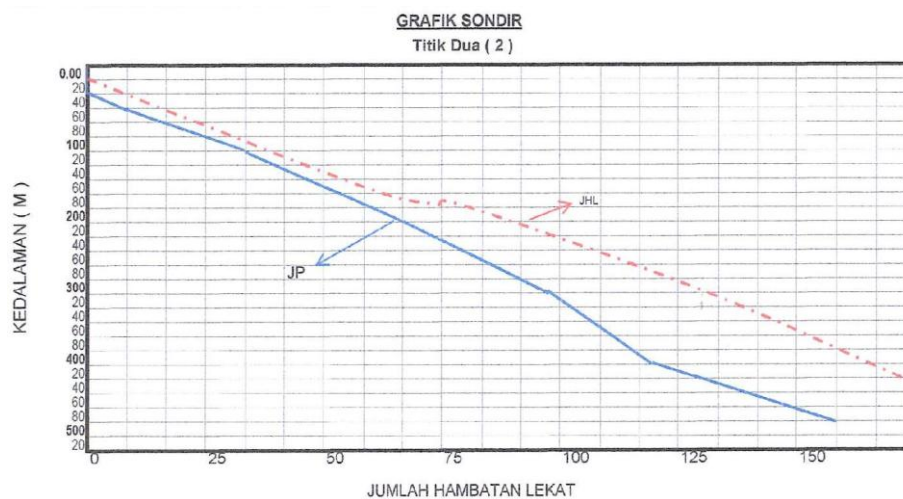
Titik 1

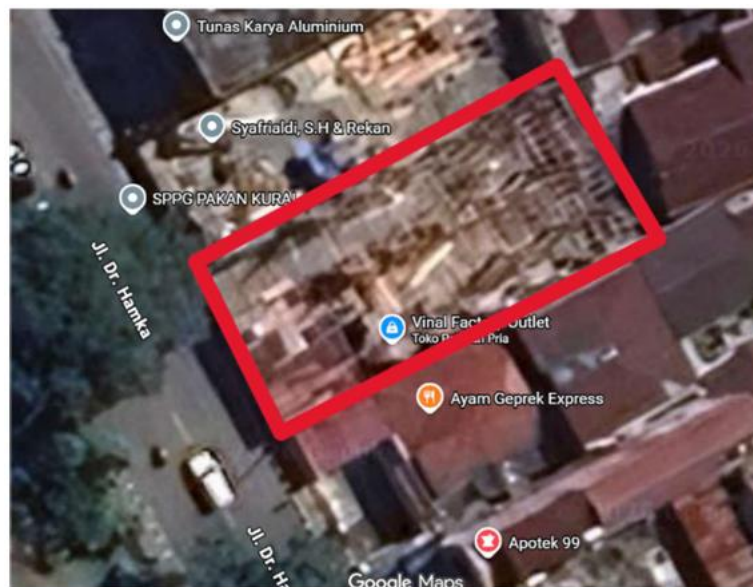


Tabel 2. Hasil Sondir Titik S-2

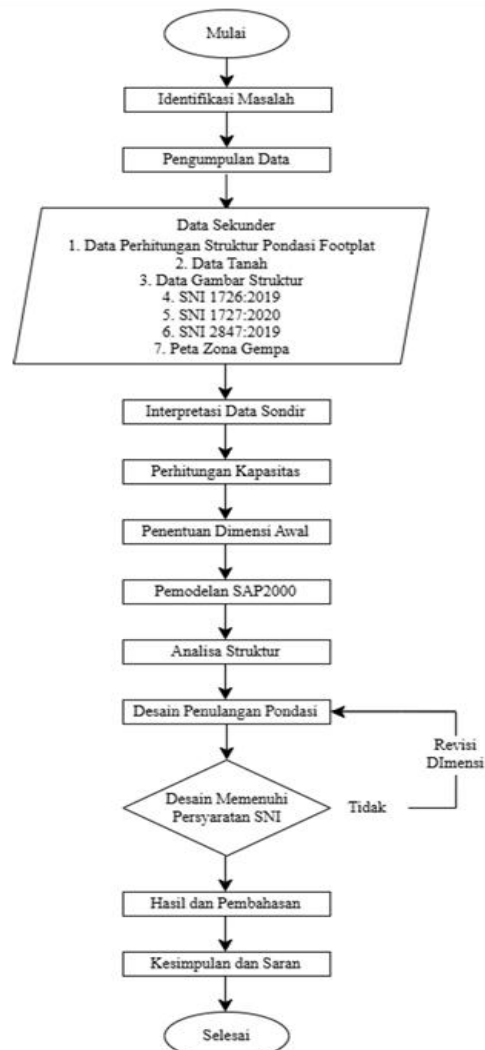
Kedalaman MT (m)	PK (kg/cm ²)	JP (kg/cm ²)	HL=JP-PK (kg/cm ²)	HL×20/10 (kg/cm ²)	JHL (kg/cm ²)	HS=HL/10 (kg/cm ²)
0,00	0	0	0	0	0	0
0,20	10	20	10	20	10	2
0,40	15	25	10	20	20	2
0,60	20	30	10	20	30	2
0,80	25	35	10	20	40	2
1,00	30	40	10	20	50	2
1,20	35	45	10	20	60	2
1,40	40	50	10	20	70	2

1,60	45	55	10	20	80	2
1,80	50	60	10	20	90	2
2,00	55	65	10	20	100	2
2,20	60	70	10	20	110	2
2,40	65	75	10	20	120	2
2,60	70	80	10	20	130	2
2,80	75	85	10	20	140	2
3,00	80	90	10	20	150	2
3,20	85	95	10	20	160	2
3,40	90	100	10	20	170	2
3,60	95	105	10	20	180	2
3,80	100	110	10	20	190	2
4,00	105	115	10	20	200	2
4,20	110	120	10	20	210	2
4,40	115	125	10	20	220	2
4,60	120	130	10	20	230	2
4,80	140	155	15	30	245	3





Gambar 1: Lokasi Penelitian



Gambar 2: Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Profil Lapisan Tanah

Hasil interpretasi data sondir menunjukkan tiga zona utama. Zona pertama pada kedalaman 0,00–0,40 m berupa tanah lunak, yaitu lempung atau lempung organik, dengan R_f sekitar 10–20%. Zona kedua pada kedalaman 0,40–1,00 m merupakan tanah transisi berupa lempung berpasir hingga pasir berlempung dengan R_f sekitar 5–10%. Zona ketiga mulai dari kedalaman 1,00 m berupa lapisan pasir dengan tingkat kepadatan yang meningkat seiring kedalaman. Lapisan keras tercapai pada kedalaman 3,80 m untuk S-1 dan 4,80 m untuk S-2.

Tabel 3. Hasil Analisa (Klasifikasi Jenis Tanah Titik S-1 Berdasarkan Nilai R_f)

Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	HS (kg/cm ²)	R_f (%)	Jenis Tanah
0,20	10	2	20,00	Lempung/tanah lunak
0,40	20	2	10,00	Lempung berpasir
0,60	25	2	8,00	Pasir berlempung
0,80	35	2	5,71	Pasir berlempung
1,00	40	2	5,00	Pasir berlempung
1,20–1,80	50–65	2	3,08–4,00	Pasir sedang
2,00–2,80	70–95	2	2,11–2,86	Pasir padat
3,00–3,80	110–145	2	1,38–1,82	Pasir sangat padat

Tabel 4. Hasil Analisa (Klasifikasi Jenis Tanah Titik S-2 Berdasarkan Nilai R_f)

Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	HS (kg/cm ²)	R_f (%)	Jenis Tanah
0,20	10	2	20,00	Lempung/tanah lunak
0,40–0,60	15–20	2	10,00–13,33	Lempung berpasir
0,80–1,00	25–30	2	6,67–8,00	Pasir berlempung
1,20–2,00	35–55	2	3,64–5,71	Pasir berlempung-sedang
2,20–3,20	60–85	2	2,35–3,33	Pasir sedang-padat
3,40–4,40	90–115	2	1,74–2,22	Pasir padat
4,60–4,80	120–140	2–3	2,00–2,50	Pasir sangat padat

Tabel 5. Lapisan Tanah

Parameter	Titik S-1	Titik S-2	Nilai desain
Kedalaman pondasi, Df (m)	1,00	1,00	1,00
Lebar pondasi, B (m)	1,60	1,60	1,60
Zona pengaruh (m)	1,0–4,2	1,0–4,2	1,0–4,2
qc,avg (kg/cm ²)	65,6	50,0	57,8
qc pada Df = 1 m (kg/cm ²)	40	30	35
Kedalaman tanah keras (m)	3,80	4,80	4,80

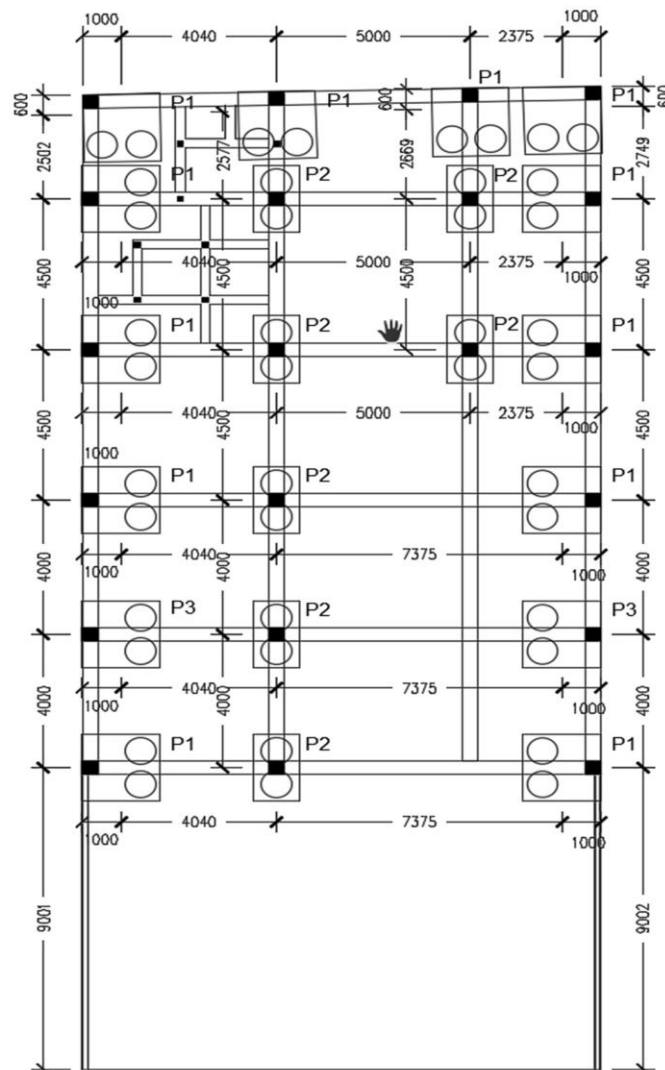
3.2. Kapasitas Daya Dukung dan Pondasi

Berdasarkan perhitungan dengan metode Schmertmann, nilai qc rata-rata pada zona pengaruh pondasi adalah 57,8 kg/cm². Dengan kedalaman dasar pondasi

1,00 m dan dimensi awal 1,60 m × 1,60 m, kapasitas daya dukung izin yang diperoleh adalah 4,64 kg/cm² atau sekitar 46,40 ton/m². Nilai tersebut digunakan sebagai salah satu dasar dalam menentukan dimensi pondasi.

Hasil desain menunjukkan pondasi footplat berukuran 1,60 m × 1,60 m dengan tebal 0,35 m memenuhi kontrol geser pons dan geser satu arah. Tulangan pelat yang digunakan adalah Ø22-280 dan Ø10-280. Namun, pada pemeriksaan tegangan kontak, tegangan aktual sebesar 5,21 kg/cm² lebih besar daripada daya dukung urugan sirtu sebesar 0,40 kg/cm². Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan pelat pondasi tunggal pada kondisi tersebut belum memadai.

Untuk mengatasi kondisi tersebut, sistem pondasi dikombinasikan dengan borepile berdiameter 40 cm pada kedalaman sekitar 4,80–5,00 m, sebanyak dua buah pada setiap titik. Pile cap direncanakan berukuran 200 cm × 120 cm × 40 cm. Sistem gabungan ini digunakan untuk meningkatkan kemampuan struktur bawah dalam meneruskan beban ke lapisan tanah yang lebih mampu mendukung beban.



Gambar 3. Denah Pondasi

3.3. Rekapitulasi Hasil Utama

Tabel 6 : Rekapitulasi Hasil Utama

Aspek	Hasil	Keterangan
Kedalaman tanah keras	S-1 = 3,80 m; S-2 = 4,80 m	Menunjukkan variasi kondisi tanah
qc,avg zona pengaruh	57,8 kg/cm ²	Nilai desain rata-rata
Daya dukung izin	4,64 kg/cm ²	≈ 46,40 ton/m ²
Footplat	1,60 × 1,60 × 0,35 m	Kontrol geser pons dan satu arah terpenuhi
Tulangan pelat	Ø22-280 dan Ø10-280	Sesuai hasil desain
Borepile	Ø40 cm; 4,80–5,00 m; 2 buah/titik	Sistem gabungan
Pile cap	200 × 120 × 40 cm	Pendukung sistem borepile
Sloof	40 × 60 cm dan 25 × 40 cm	Pengikat antar pondasi
Mutu beton / baja	fc' = 25 MPa; fy = 420 MPa	Material pemodelan

4. Kesimpulan

Profil tanah pada lokasi penelitian terbagi menjadi tiga zona, yaitu tanah lunak pada 0,00–0,40 m, zona transisi pada 0,40–1,00 m, dan lapisan pasir yang semakin padat mulai sekitar 1,00 m. Tanah keras teridentifikasi pada kedalaman 3,80 m di S-1 dan 4,80 m di S-2.

Kapasitas daya dukung izin hasil metode Schmertmann pada kedalaman pondasi 1,00 m diperoleh sebesar 4,64 kg/cm². Pondasi footplat 1,60 m × 1,60 m dengan tebal 0,35 m memenuhi kontrol geser pons dan geser satu arah.

Tegangan aktual 5,21 kg/cm² yang lebih besar daripada daya dukung urugan sirtu 0,40 kg/cm² menunjukkan perlunya sistem pondasi gabungan. Sistem yang digunakan terdiri atas footplat/pile cap dengan borepile Ø40 cm pada kedalaman sekitar 4,80–5,00 m sebanyak dua buah per titik.

Pemodelan SAP2000 dengan beton fc' = 25 MPa dan tulangan fy = 420 MPa, serta sloof 40 × 60 cm dan 25 × 40 cm, menunjukkan distribusi gaya dalam yang wajar. Analisis gempa statis dan dinamis arah X dan Y menghasilkan desain struktur bawah yang dinyatakan memenuhi persyaratan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019.

Pada pemeriksaan qmax, ditemukan kondisi beban yang lebih besar dari qijin sehingga aspek kapasitas dukung perlu menjadi perhatian utama dalam penerapan desain.

5. Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017: Persyaratan perancangan geoteknik. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). SNI 1726:2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). SNI 2847:2019: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020: Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. BSN.
- Bowles, J. E. (2012). Foundation analysis and design (5th ed.). McGraw-Hill.

- Computers and Structures, Inc. (2020). SAP2000: Integrated software for structural analysis and design— Version 23 reference manual. CSI.
- Das, B. M. (2016). Principles of foundation engineering (8th ed.). Cengage Learning.
- Dipohusodo, I. (1994). Struktur beton bertulang. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. (2018). Teknik fondasi 1 (Edisi ke-7). Beta Offset.
- Meigh, A. C. (1987). Cone penetration testing: Methods and interpretation. CIRIA/Butterworths.
- Robertson, P. K., & Cabal, K. L. (2015). Guide to cone penetration testing for geotechnical engineering (6th ed.). Gregg Drilling & Testing, Inc.
- Terzaghi, K. (1943). Theoretical soil mechanics. John Wiley & Sons.
- UPT LMTEK Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. (2023). Laporan sondir uji penetrasi lapangan: Perencanaan pembangunan Gedung Serbaguna Bintang Ilahi HQ.