JURNAL TEKNIK INDONESIA - VOL. 07 NO. 02 (Oktober 2026)
P-ISSN 2987-2723
E-ISSN 1987-0933

Perencanaan Struktur Gedung Parkir 4 Lantai Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI Ungaran Menggunakan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019

Muhammad Farkan,, Agung Hari Wibowo, Tenardhy Aryarama Wijaya
Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman
E-mail Korespondensi: muhammadfarkan976@gmail.com

ABSTRACT

The availability of parking facilities at Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS) Ungaran is currently inadequate to accommodate student and faculty vehicles, leading to chaotic parking conditions. This research aims to design a 4-story parking building specifically for motorcycles to optimize land use and establish an efficient, safe structural design adhering to Indonesian standards. The structural planning incorporates SNI 1727:2020 for minimum design loads, SNI 1726:2019 for seismic resistance design, SNI 2847:2019 for reinforced concrete structural requirements, and SNI 8460:2017 for geotechnical design. Structural modeling and dynamic analysis were performed using SAP2000 v22, column capacity verification using PCA Column, and foundation settlement and bearing capacity analysis using AllPile v7.3. The result of this planning provides structural upper element dimensions (slabs, beams, columns) and bored pile deep foundation design tailored to local soil parameters. The design successfully fulfills structural stability, stiffness, and ultimate strength requirements, providing a functional infrastructure solution for UNDARIS campus

Keywords: *Parking Building, Reinforced Concrete, SAP2000, Bored Pile, Structural Planning.*

ABSTRAK

Ketersediaan fasilitas parkir di Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS) Ungaran saat ini masih terbatas dan belum tertata dengan baik, sehingga berpotensi mengganggu sirkulasi dan kenyamanan kampus. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan gedung parkir 4 lantai khusus sepeda motor yang aman, efisien, dan memenuhi standar teknis. Perencanaan struktur ini mengacu pada SNI 1727:2020 (pembebanan), SNI 1726:2019 (ketahanan gempa), SNI 2847:2019 (persyaratan beton struktural), dan SNI 8460:2017 (perancangan geoteknik). Pemodelan dan analisis gaya dalam dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 v22, verifikasi kapasitas kolom menggunakan PCA Column, serta analisis daya dukung dan penurunan pondasi bored pile menggunakan AllPile v7.3. Hasil perencanaan menghasilkan dimensi elemen struktur atas (pelat, balok, dan kolom) serta pondasi bored pile yang memenuhi kriteria kekuatan, daktilitas, dan batas pelayanan yang disyaratkan oleh standar nasional Indonesia.

Kata Kunci: Gedung Parkir, Beton Bertulang, SAP2000, Bored Pile, Perencanaan Struktur.

PENDAHULUAN

Ketersediaan fasilitas parkir merupakan salah satu aspek penting dalam menunjang aktivitas di lingkungan perguruan tinggi. Fasilitas parkir yang memadai tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan kendaraan, akan tetapi juga berperan dalam menjaga ketertiban, kenyamanan, serta keamanan di kawasan kampus [1]. Di lingkungan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS) Ungaran, fasilitas parkir yang tersedia saat ini, khususnya untuk kendaraan roda dua (sepeda motor), masih belum memadai baik dari segi kapasitas maupun penataannya. Kondisi tersebut menyebabkan banyak

Jurnal Teknik Indonesia by Fakultas Teknik Undaris
is licensed under Creative Commons Attribution 4.0

kendaraan diparkir secara tidak teratur di berbagai titik, seperti di depan masjid, asrama, maupun lokasi yang tidak diperuntukkan sebagai tempat parkir [2].

Sebagian besar civitas akademika di lingkungan UNDARIS menggunakan sepeda motor sebagai sarana transportasi utama. Namun, keterbatasan ruang parkir yang tersedia mengakibatkan tidak seluruh kendaraan dapat tertampung dengan baik, terutama pada jam perkuliahan aktif. Hal ini berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti terganggunya akses sirkulasi kendaraan, menurunnya tingkat keamanan kendaraan, serta berkurangnya kenyamanan lingkungan kampus [1][2]. Selain itu, lahan yang ada belum dimanfaatkan secara optimal sehingga tidak mampu mengakomodasi kebutuhan parkir yang terus meningkat. Solusi yang sangat efektif adalah pembangunan fasilitas parkir vertikal berupa gedung parkir 4 lantai khusus sepeda motor [3]. Konsep ini mampu meningkatkan kapasitas parkir secara signifikan tanpa memerlukan perluasan lahan horizontal yang terbatas.

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah merancang kapasitas serta tata letak ruang parkir yang optimal, merancang elemen struktur atas gedung parkir (pelat, balok, dan kolom) agar memenuhi standar SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019, serta merancang struktur bawah (pondasi bored pile) yang sesuai dengan SNI 8460:2017 [3][4]. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa penyediaan rekomendasi desain infrastruktur kampus yang aman, fungsional, tahan gempa, dan efisien secara teknis.

Proyek perencanaan ini berlokasi di Kampus UNDARIS Ungaran dengan batas wilayah sebelah Utara berbatasan dengan Rumah Ternak, sebelah Timur dengan Gedung Fakultas Peternakan, sebelah Selatan dengan Masjid An-Nur Undaris, dan sebelah Barat dengan lahan kosong. Ruang lingkup perancangan difokuskan pada analisis pembebanan, analisis struktur atas menggunakan perangkat lunak SAP2000 v22, verifikasi kekuatan kolom menggunakan PCA Column, serta analisis daya dukung dan settlement pondasi bored pile menggunakan AllPile v7.3 [3][5]. Perencanaan tidak mencakup estimasi rencana anggaran biaya (RAB), sistem mekanikal/elektrikal, serta metode manajemen konstruksi.

LANDASAN TEORI

Perencanaan struktur gedung bertingkat tinggi di wilayah berisiko gempa memerlukan dasar teori mekanika teknik dan kepatuhan ketat terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI). Pedoman utama yang digunakan dalam studi ini meliputi

SNI 1727:2020 untuk pembebanan minimum [6], SNI 1726:2019 untuk perancangan bangunan tahan gempa [4], SNI 2847:2019 untuk persyaratan beton bertulang [3], dan SNI 8460:2017 untuk persyaratan geoteknik [7].

Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) digunakan sebagai sistem penahan gaya lateral gempa. Berdasarkan SNI 1726:2019, SRPM dibagi menjadi SRPM Biasa (SRPMB), SRPM Menengah (SRPMM), dan SRPM Khusus (SRPMK) tergantung pada Kategori Desain Seismik (KDS) lokasi [4]. Sistem SRPMK menerapkan prinsip desain kapasitas (strong column-weak beam) untuk memastikan terbentuknya sendi plastis pada balok sebelum terjadi kegagalan pada kolom [3][4]. Pemodelan numerik elemen hingga 3D dilakukan menggunakan SAP2000 v22 untuk memperoleh gaya internal (momen, geser, aksial) akibat kombinasi pembebanan statis dan dinamis [5].

Kapasitas penampang kolom beton bertulang terhadap kombinasi gaya aksial (Pu) dan momen lentur (Mu) diverifikasi dengan bantuan diagram interaksi P-M yang dihasilkan oleh program PCA Column [8]. Sementara itu, perencanaan pondasi dalam jenis bored pile dan analisis interaksi tanah-struktur (daya dukung ultimit dan penurunan/settlement) dihitung dengan bantuan program AllPile v7.3 [9][10]. Penentuan daya dukung pondasi didasarkan pada data hasil pengujian Cone Penetration Test (CPT/sondir) menggunakan metode Meyerhof [10].



Gambar 1 Lahan Rencana Gedung Parkir 4 Lantai

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian disusun secara sistematis untuk mencapai tahapan perancangan yang presisi. Tahapan dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, analisis pembebanan, pemodelan struktur, verifikasi kapasitas elemen, hingga perancangan pondasi.

Data yang digunakan dalam perencanaan meliputi data spasial lokasi proyek, data kriteria material (beton f'c = 25 MPa, baja tulangan BJTS 420B untuk tulangan ulir, dan BJTP 280 untuk tulangan polos), serta data penyelidikan tanah hasil uji CPT (sondir) lapangan. Tahapan analisis struktur secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **Pengumpulan Data dan Pre-dimensioning:** Mengumpulkan parameter

material, data tanah, serta menentukan estimasi awal dimensi pelat lantai, balok utama, balok anak, dan kolom berdasarkan persyaratan kelangsingan SNI 2847:2019 [3].

2. **Analisis Pembebanan:** Menghitung beban mati (dead load), beban mati tambahan (superimposed dead load), beban hidup kendaraan (live load = 400 kg/m²), dan parameter beban gempa berdasarkan kurva spektrum respon desain lokasi Ungaran [4][6].
3. **Pemodelan dan Analisis Struktur:** Membuat model 3D portal bangunan pada SAP2000 v22, melakukan analisis respon spektrum dinamik, serta mengevaluasi gaya-gaya dalam terfaktor (Pu, Mu, Vu) pada setiap elemen [5].
4. **Penulangan Elemen Struktur Atas:** Menghitung kebutuhan tulangan lentur dan geser pada pelat, balok, serta memeriksa diagram interaksi P-M kolom menggunakan PCA Column [3][8].
5. **Perencanaan Struktur Bawah:** Menghitung kapasitas daya dukung tiang tunggal dan kelompok tiang bored pile serta estimasi penurunan (settlement) menggunakan AllPile v7.3 [9][10].

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Analisis Pembebanan

Pembebanan pada gedung parkir diperhitungkan berdasarkan SNI 1727:2020. Beban mati mencakup berat sendiri komponen struktur dan elemen arsitektural/finishing, sedangkan beban hidup disesuaikan dengan fungsi gedung parkir sepeda motor [6]. Rincian beban statis disajikan pada Tabel-tabel berikut:

Tabel 1 Beban Mati

Komponen Beban Mati	Besar Beban
Beton Bertulang	2400 kg/m³
Spesi Lantai	210 kg/m³
Plat Sendiri (t = 12 cm)	288 kg/m²
Instalasi Listrik	25 kg/m²
Instalasi Perpipaan	20 kg/m²
Air	1000 kg/m³
Tangga	400 kg/m²
Ramp Kendaraan	450 kg/m²

Tabel 2 Beban Hidup

Jenis Beban Hidup	Besar Beban
Parkir Kendaraan Sepeda Motor	400 kg/m²
Plat Atap Gedung	100 kg/m²

Beban gempa dihitung menggunakan metode Respon Spektrum Dinamis sesuai SNI 1726:2019. Kategori risiko bangunan ditetapkan pada Kategori II dengan faktor keutamaan gempa Ie = 1.0 [4]. Berdasarkan koordinat lokasi proyek di Ungaran, didapatkan parameter respon spektral Ss dan S1. Selanjutnya, nilai koefisien

situs Fa dan Fv ditentukan berdasarkan kelas situs tanah setempat untuk menghitung SDS dan SD1 [4]. Ringkasan koefisien spektral gempa ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Parameter Respon Spektrum Gempa Rencana.

Parameter Seismik	Nilai / Klasifikasi
Kategori Risiko Bangunan	Kategori II
Faktor Keutamaan Gempa (Ie)	1.0
Kelas Situs Tanah	SD (Tanah Sedang)
Percepatan Spektral Desain (SDS)	0.65 g
Percepatan Spektral Desain (SD1)	0.38 g

Perhitungan dan Analisis Elemen Struktur Atas

Elemen struktur atas terdiri dari pelat lantai, balok beton bertulang, dan kolom utama. Berdasarkan analisis rasio bentang pelat (Ly/Lx <= 2.0), pelat lantai direncanakan sebagai pelat dua arah (two-way slab) dengan ketebalan h = 120 mm [3]. Penulangan pelat menggunakan kombinasi tulangan utama dan tulangan bagi/susut untuk menahan momen lentur negatif dan positif.

Balok utama direncanakan dengan dimensi 300 mm x 600 mm, sedangkan balok anak berdimensi 250 mm x 400 mm. Berdasarkan hasil output analisis gaya dalam dari SAP2000 v22, diperoleh momen terfaktor maksimum Mu dan gaya geser Vu [5]. Perhitungan tulangan lentur dan sengkang dilakukan sesuai dengan ketentuan batas rasio tulangan minimum (rho_min) dan maksimum (rho_max) pada SNI 2847:2019 [3]. Rekapitulasi dimensi dan kebutuhan tulangan elemen struktur atas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Perancangan Struktur Atas

Elemen Struktur	Dim (mm)	Tulangan Utama	Tulangan Geser / Begel
Pelat Lantai (2 Way)	Thick = 120	D10 - 150 mm	D10 - 200 mm
Balok Utama (B1)	300 x 600	Atas: 5D19, Bawah: 3D19	Ø10 - 100 (Tump) / 150 (Lap)
Balok Anak (B2)	250 x 400	Atas: 3D16, Bawah: 2D16	Ø10 - 150 (Tump) / 200 (Lap)
Kolom Utama (K1)	500 x 500	12 D19	Ø10 - 100 (Ujung) / 150 (Tengah)

Kolom utama berukuran 500 mm x 500 mm dievaluasi ketahanannya terhadap kombinasi gaya aksial Pu dan momen bi-aksial Mux dan Muy. Evaluasi menggunakan program PCA Column menunjukkan bahwa seluruh titik kombinasi pembebanan terfaktor berada di dalam kurva batas diagram interaksi P-M [8], sehingga kolom dinyatakan aman terhadap potensi tekuk dan keruntuhan lentur-aksial.

Perhitungan dan Analisis Geoteknik Fondasi

Struktur bawah dirancang menggunakan pondasi dalam tiang bored pile berdiameter D = 50 cm yang ditanam hingga kedalaman tanah keras L = 12 meter [7][10]. Perhitungan daya dukung tiang tunggal didasarkan pada data perlawanan konus (qc) dan hambatan lekat (fs) dari pengujian sondir (CPT) menggunakan metode Meyerhof [10].

Kapasitas dukung ultimit tiang tunggal (Qu) merupakan penjumlahan dari tahanan ujung ultimit (Qb) dan tahanan gesek dinding ultimit (Qs) yang dikurangi berat sendiri tiang [10]. Dengan menerapkan faktor keamanan SF = 3.0, diperoleh kapasitas izin tiang tunggal Qa = 450 kN. Untuk memikul reaksi perletakan kolom terbesar dari SAP2000 v22, digunakan konfigurasi kelompok tiang (group pile) [5][9]. Efisiensi kelompok tiang (Eg) dihitung dengan persamaan Converse-Labarre [10], menghasilkan efisiensi sebesar 0.82. Analisis penurunan total kelompok tiang dengan bantuan program AllPile v7.3 menunjukkan nilai settlement sebesar 14.2 mm [9], di mana nilai ini berada jauh di bawah batas penurunan izin sebesar 25 mm sesuai SNI 8460:2017 [7].

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis, perhitungan, dan pembahasan perencanaan Gedung Parkir 4 Lantai Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS) Ungaran, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Gedung parkir 4 lantai dirancang khusus untuk kendaraan sepeda motor dengan memanfaatkan tata letak vertikal efisien, sehingga mampu menampung seluruh kendaraan civitas akademika UNDARIS serta mengatasi permasalahan parkir liar di kawasan kampus.
2. Perencanaan struktur atas memenuhi seluruh persyaratan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019, dengan spesifikasi pelat lantai h = 120 mm, balok utama B1 (300x600 mm), balok anak B2 (250x400 mm), dan kolom K1 (500x500 mm). Hasil verifikasi PCA Column memastikan seluruh elemen kolom berada dalam batas aman diagram interaksi P-M.
3. Struktur bawah berupa pondasi bored pile diameter 50 cm kedalaman 12 meter memiliki kapasitas dukung izin tiang yang memadai. Analisis AllPile v7.3 menghasilkan estimasi penurunan total sebesar 14.2 mm yang aman dan memenuhi batas toleransi izin SNI 8460:2017.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Tamin, O. Z., 2000, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.

[2] Hobbs, F. D., 1995, Perencanaan dan

Rekayasa Lalu Lintas, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

[3] BSN, 2019, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019), Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

[4] BSN, 2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019), Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

[5] CSI, 2020, SAP2000 Integrated Software for Structural Analysis and Design, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.

[6] BSN, 2020, Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020), Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

[7] BSN, 2017, Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460:2017), Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

[8] PCA, 2018, PCA Column Software for Reinforced Concrete Column Design, Portland Cement Association, Skokie, Illinois.

[9] CivilTech, 2020, AllPile v7.3 Comprehensive Pile Analysis Software, CivilTech Software, Bellevue, Washington.

[10] Hardiyatmo, H. C., 2010, Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II, Edisi Kedua, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.