

PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN STRUKTUR BALOK, KOLOM, PLAT LANTAI GEDUNG ASRAMA PUTRA SMK NEGERI 2 PURWODADI DI JL. MH. THAMRIN PURWODADI-GROBOGAN

Vivi Pangestuti¹, Ummi Chasanah², Soehartono³,

^{2,3} Dosen Teknik Sipil, Universitas Pandanaran, ⁴Dosen Polteka Semarang

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

Email : vivipangestu10@gmail.com, chasanah.ummi01@yahoo.co.id,
soehartono.sipilunpand@gmail.com,

Abstrak

Pembangunan asrama berlokasi di Jl. MH. Thamrin Purwodadi-Grobogan dan bertujuan menyediakan tempat tinggal yang aman dan nyaman bagi para siswa, terutama yang rumahnya jauh dari sekolah. Banyak siswa harus menempuh jarak jauh setiap hari, yang berisiko terhadap keselamatan dan mengurangi fokus belajar. Tujuan: mempelajari metodologi analisis struktur bangunan tahan gempa, menentukan dimensi struktur dan menghitung RAB (Rencana Anggaran dan Biaya) beserta gambar kerja struktur. Metode: tugas akhir ini mencakup kajian literatur dan pengumpulan data, diikuti dengan pemodelan struktur dan analisis pembebanan menggunakan SAPv.22, hingga penentuan perkuatan tulangan dan pendetailan gambar kerja untuk seluruh elemen struktur. Hasil: Perhitungan menggunakan program bantu Autocad versi 2021, SAP 2000v.22 dan Microsoft Excel. Kesimpulan: Berdasarkan analisis yang dilakukan, penentuan tulangan pada kolom, balok, dan pelat lantai struktur gedung ini didasarkan pada hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak SAP 2000v.22.

Kata Kunci : Perencanaan, Gedung Asrama, Tahan Gempa, SAP 2000v.22, RAB

Abstract

This dormitory project is located on Jln. MH. Thamrin Purwodadi-Grobogan and aims to provide safe and comfortable housing for students, particularly those who live far from school. Many students must travel long distances daily, which poses a safety risk and reduces their focus on learning. Objective: The goal is to study the methodology of earthquake-resistant building structure analysis, determine structural dimensions, and calculate the Bill of Quantities (BoQ) along with the structural drawings. Methodology: This final project includes a literature review and data collection, followed by structural modeling and load analysis using SAP 2000v.22. The process concludes with the determination of reinforcement specifications and the creation of detailed working drawings for all structural elements. Results: The calculations were performed using auxiliary software such as AutoCAD version 2021, SAP 2000v.22, and Microsoft Excel. Conclusion: Based on the analysis, the determination of reinforcement for the building's columns, beams, and floor slabs was based on the calculations performed using the SAP 2000v.22 software.

Keywords: Planning, Dormitory Building, Earthquake Resistant SAP 2000v.22, BoQ

Pendahuluan

Perencanaan pembangunan gedung asrama ini terdiri dari 6 lantai dan setiap lantainya memiliki fungsi yang berbeda. Perhitungan struktur gedung ini mengacu pada SNI 2847:2019 untuk desain beton bertulang, SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa dan SNI 1727:2020 untuk pembebanan. Analisis mekanika struktur menggunakan program SAP 2000 versi 22 dilakukan untuk memastikan sistem struktur mampu menahan semua gaya yang bekerja mencakup beban mati, beban hidup, dan beban gempa, serta perhitungan detail untuk semua elemen struktur, mulai dari balok, kolom, dan pelat lantai. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Perkiraan Biaya Pekerjaan adalah perhitungan biaya komponen tenaga kerja, bahan, dan alat yang dibutuhkan serta telah ditambah Biaya Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi dalam melaksanakan Pekerjaan Konstruksi bidang pekerjaan umum dan perumahan rakyat. Secara umum perkiraan biaya pekerjaan sama dengan Rencana Anggaran dan Biaya (RAB).

Tinjauan Pustaka

Konsep Dasar Perencanaan Struktur

Dalam SNI 1726-2019 untuk ketahanan gempa diuraikan bahwa Struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan bawah. Struktur atas adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang berada di atas muka tanah. Struktur bawah adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang terletak di bawah muka tanah, yang dapat terdiri dari struktur basement, dan/atau struktur fondasinya. Menurut SNI 2047-2019, beton mutu "fc" adalah klasifikasi berdasarkan kekuatan tekan silinder standar beton yang diuji pada usia 28 hari, dalam satuan Megapascal (MPa). Sedangkan menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI), klasifikasi beton mutu K berdasarkan nilai karakteristik kekuatan tekan beton dalam satuan kg/cm². Perbedaan mendasar dari kedua mutu beton ini terletak pada metode pengujian dan satuan yang digunakan. Pengujian mutu K dilakukan dengan cetakan kubus, sedangkan mutu "fc" diukur melalui cetakan silinder yang menyebabkan hasil pengujian yang berbeda meskipun untuk beton yang sama.

Pembebanan Struktur

Kolom

Kolom adalah struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke pondasi. Kolom biasanya didesain untuk menahan beban aksial tekan dan dikombinasikan dengan momen lentur biaksial. Untuk meminimalisir dimensi kolom, biasanya digunakan beton dengan kuat tekan yang tinggi dan luas tulangan yang tinggi. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengan kolom. Biasanya kegagalan kolom tidak memiliki tanda yang jelas, maka dari itu merencanakan struktur kolom harus diperhitungkan dengan cermat (Indra Ariani et al., 2023).

Balok

Menurut (M. Darmansyah SKD et al., 2022) Balok merupakan salah satu bagian penting dalam sebuah struktur bangunan. Balok adalah bagian struktur yang berfungsi

menahan beban struktur atas dan menyalurkannya ke kolom. Material yang sering digunakan untuk struktur bangunan termasuk balok adalah beton bertulang.

Plat Lantai

Menurut (Arwina Nursanti et al., 2020) Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka *vertical* dari sistem struktur. Pelat beton bertulang yaitu struktur yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegakan balok portal.

Dalam perhitungan konstruksi bangunan perlu dihitung pembebanan yang akan ditanggung komponen struktural bangunan. Beban yang bekerja pada struktur adalah :

1. Beban mati (*dead load*)

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan yang tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut.

Tabel 1. Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

No.	Material	Berat
A. BAHAN BANGUNAN		
1.	Baja	7.850kg/m ³
2.	Batu alam	2.600 kg/m ³
3.	Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500 kg/m ³
4.	Batu karang (berat tumpuk)	700 kg/m ³
5.	Batu pecah	1.450 kg/m ³
6.	Besi tuang	7.250 kg/m ³
7.	Beton ⁽¹⁾	2.200 kg/m ³
8.	Beton bertulang ⁽²⁾	2.400 kg/m ³
9.	Kayu (Kelas I) ⁽³⁾	1.000 kg/m ³
10.	Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1.650 kg/m ³
11.	Pasangan batu merah	1.700 kg/m ³
12.	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200 kg/m ³
13.	Pasangan batu cetak	2.200 kg/m ³
18.	Pasangan batu karang	1.450 kg/m ³
19.	Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600 kg/m ³
20.	Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m ³
21.	Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850 kg/m ³
22.	Tanah, lempung dan lanau (kering sampai lembab)	1.700 kg/m ³
23.	Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000 kg/m ³
24.	Tanah hitam (timbel)	11.400 kg/m ³
B. KOMPONEN GEDUNG		
1.	Adukan, per cm tebal: - dari semen - dari kapur, semen merah atau tras	21 kg/m ² 17 kg/m ²
2.	Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambahan, per cm	14 kg/m ²

No.	Material	Berat
	tebal	
3.	Dinding pasangan batu bata merah - satu batu - setengah batu	450 kg/m ² 250 kg/m ²
4.	Dinding pasangan batako: Berlubang: - tebal dinding 20 cm (HB 20) - tebal dinding 10 cm (HB 10) Tanpa lubang - tebal dinding 15 cm - tebal dinding 10 cm	200 kg/m ² 120 kg/m ² 300 kg/m ² 200 kg/m ²
5.	Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari: - semen esbes (eternit dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm - kaca, dengan tebal 3-4 mm	11 kg/m ² 10 kg/m ²
6.	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m ²	40 kg/m ²
7.	Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m	7 kg/m ²
	Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso, per m ² bidang atap	50 kg/m ²
8.	Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso, per m ² bidang atap	40 kg/m ²
9.	Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng	10 kg/m ²
10.	Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton tanpa adukan, per cm tebal	24 kg/m ²
11.	Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11 kg/m ²

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983

Catatan:

- (1) Nilai ini tidak berlaku untuk beton pengisi.
- (2) Untuk beton geser, beton kejut, beton mampat dan beton padat lain sejenis, berat sendirinya harus ditentukan tersendiri.
- (3) Nilai ini adalah rata-rata; untuk jenis-jenis kayu tertentu lihat NI 5 Peraturan Kontruksi Kayu Indonesia.

2. Beban hidup (*live load*)

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau penggunaan suatu gedung dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

Tabel 2. Beban Hidup Pada Lantai Gedung

No.	Material	Berat
a.	Lantai tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut b	200 kg/m ²
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m ²
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m ²
d.	Lantai ruang olah raga	400 kg/m ²
e.	Lantai ruang dansa	500 kg/m ²
f.	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m ²
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m ²
h.	Tangga, bordes dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m ²
i.	Tangga, bordes dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m ²
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut c, d, e, f dan g	250 kg/m ²
k.	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m ²
l.	Lantai gedung parkir bertingkat: - untuk lantai bawah - untuk lantai tingkat lainnya	800 kg/m ² 400 kg/m ²
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup ruang yang terbatas, dengan minimum	300 kg/m ²

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983

Tabel 3. Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum

Hunian atau penggunaan	Merata, L_o psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat (kN)	Juga Lihat Pasal
Apartemen (lihat rumah tinggal)					
Sistem lantai akses					
Ruang kantor	50 (2,4)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2000 (8,9)	
Ruang komputer	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2000 (8,9)	
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m^2)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat b (kN)	Juga Lihat Pasal
Ruang pertemuan					
Kursi tetap (terikat di lantai)	60 (2,87)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Lobi	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Panggung pertemuan	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Lantai podium	150 (7,18)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		4.14
Tribun penonton Stadion arena dengan kursi tetap (terikat di lantai)	60 (2,87)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		4.14
Ruang pertemuan lainnya	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf ($4,79 kN/m^2$)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	
Koridor					
Lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Lantai lain	Sama seperti pelayanan hunian kecuali disebut kan lain				

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m^2)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak? diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat (lb (kN))	Juga Lihat Pasal
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Hunian (lihat rumah tinggal)					
Dudukan mesin elevator					
(pada area 2 in x 2 in. [50 mm x 50 mm])		-	-	300 (1,33)	
Konstruksi pelat lantai <i>finishing</i> ringan					
(pada area 1 in x 1 in. [25 mm x 25 mm])		-	-	200 (0,89)	
Jalur penyelamatan saat kebakaran	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tangga permanen		-	-	Lihat Pasal 4.5.4	
Garasi/Parkir (Lihat Pasal 4.10) Mobil penumpang	40 (1,92)	Tidak (4.7.4)	Ya (4.7.4)	Lihat Pasal 4.10.1	
Truk dan bus	Lihat Pasal 4.10.2	-	-	Lihat Pasal 4.10.2	
Pegangan tangga dan pagar pengaman	Lihat 4.5.1	-	-	Lihat 4.5.1	
Batang pegangan				Lihat 4.5.2	
Helipad (Lihat Pasal 4.11)					
Helikopter dengan berat lepas landas sebesar 3.000 lb (13,35 kN) atau kurang	40 (1,92)	Tidak (4.11.1)	-	Lihat Pasal 4.11.2	
Helikopter dengan berat lepas landas Lebih	60 (2,87)	Tidak (4.11.1)	-	Lihat Pasal 4.11.2	
Rumah sakit					
Ruang operasi	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Ruang pasien	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak? diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat (kN)	Juga Lihat Pasal
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Hotel (lihat rumah tinggal)					
Perpustakaan					
Ruang baca	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	4.13
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Pabrik					
Ringan	125 (6,00)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	2.000 (8,90)	
Berat	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	3.000 (13,35)	
Gedung perkantoran Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian					
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)
Kantor	50 (2,40)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)
Lembaga hukum					
Blok sel	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Koridor	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tempat rekreasi					
Tempat bowling, billiard, dan penggunaan sejenis		Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Ruang dansa dan ballroom	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Gimnasium	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak? diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat (kN)	Juga Lihat Pasal
Rumah tinggal Hunian satu dan dua keluarga					
Loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang	10 (0,48)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		4.12.1
Loteng yang tidak dapat dihuni dengan gedung	20 (0,96)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		4.12.2
Loteng yang dapat dihuni dan ruang tidur	30 (1,44)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Semua ruang kecuali tangga	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Semua hunian rumah tinggal lainnya					
Ruang pribadi dan koridornya	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Ruang publik	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Koridor ruang publik	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Atap					
Atap datar, berbubung, dan lengkung	20 (0,96)	Ya (4.8.2)	-		4.8.1
Atap yang digunakan penghuni	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.2)	-		
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,70)	Ya (4.8.2)	-		
Atap vegetatif dan atap lansekap					
Atap bukan untuk hunian	20 (0,96)	Ya (4.8.2)	-		
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,79)	Ya (4.8.2)	-		
Atap untuk penggunaan lainnya	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.2)	-		

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m^2)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat (kN)	Juga Lihat Pasal
Awning dan kanopi					
Atap konstruksi fabric yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	5 (0,24)	Tidak (4.8.2)	-		
Rangka penutup layar penutup	5 (0,4) Berdasarkan area tributari dari atap yang didukung oleh komponen struktur rangka	Tidak (4.8.2)	-	200 (0,89)	
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)	Ya (4.8.2)			4.8.1
Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai tempat bekerja					
Titik panel tunggal dari kord bawah rangka batang atap atau suatu titik sepanjang komponen struktur utama pendukung atap diatas pabrik, gudang penyimpanan dan pekerjaanya, dan garasi bengkel				2000 (8,90)	
Semua komponen struktur atap utama lainnya		-	-	300 (1,33)	
Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan		-	-	300 (1,33)	
Sekolah					
Ruang kelas		Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak? diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat b (kN)	Juga Lihat Pasal
Koridor di atas lantai pertama		Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Koridor lantai pertama		Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Scuttles, rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses				200 (0,89)	
Jalan di pinggir untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan, dan lahan/jalan untuk truk-truk	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	8.000 (35,60)	4.15
Tangga dan jalan keluar	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	4.16
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	4.16
Gudang diatas langit-langit	20 (0,96)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Gudang penyimpanan dan pekerja (harus dirancang untuk beban lebih berat jika diperlukan)					
Ringan	125 (6,00)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)		
Berat	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)		
Toko					
Eceran					
Lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Lantai diatasnya	75 (3,59)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Grosir, di semua lantai	125 (6,00)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	1.000 (4,45)	
Penghalang kendaraan				Lihat Pasal 4.5.3	

Hunian atau penggunaan	Merata, L_o psf (kN/m^2)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat (kN)	Juga Lihat Pasal
Susunan jalan dan panggung yang ditinggikan (selain jalan keluar)	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Pekarangan dan teras, jalur pejalan kaki	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		

Sumber : Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain SNI 03-1727-2020

3. Beban gempa (*earthquake load*)

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

Tabel 2. Prosedur analisis yang diizinkan

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuivalen pasal 0	Analisis spektrum respons ragam pasal 0	Prosedur respons riwayat waktu seismik pasal 0
B, C	Semua struktur	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan kategori risiko I atau II yang tidak melebihi 2 tingkat diatas dasar	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dengan ketinggian melebihi 48,8 m dan $T < 3,5 T_s$	I	I	I

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuivalen pasal 0	Analisis spektrum respons ragam pasal 0	Prosedur respons riwayat waktu seismik pasal 0
	Struktur dengan ketinggian tidak melebihi 48,8 m dan hanya memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 2,3,4 atau 5 atau ketidakberaturan vertikal tipe 4, 5a atau 5b	I	I	I
	Semua struktur lainnya	TI	I	I

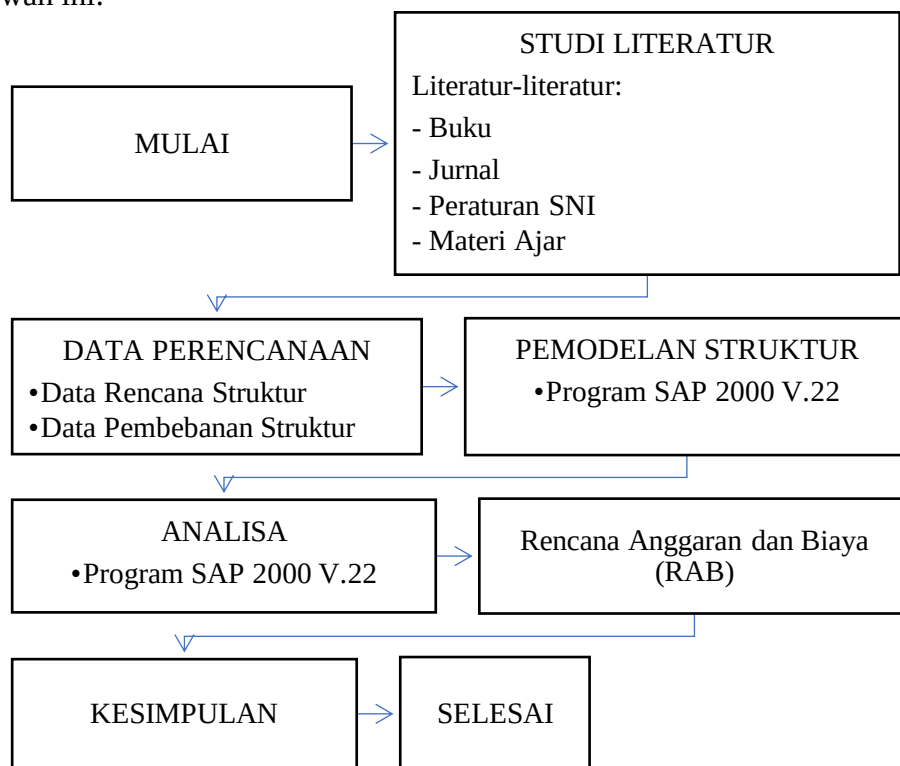
Sumber: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726-2019

CATATAN:

I: Diizinkan, TI: Tidak Diizinkan

Metodologi Penelitian

Diagram alir metode penelitian yang digunakan, sehingga hasil yang dicapai sesuai rencana. Diagram alir penelitian yang menggambarkan tahapan proses ini disajikan di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan
Sumber: Dokumen Penulis, 2025

Hasil dan Pembahasan

Memasukkan semua jenis beban yang akan ditanggungnya. Beban mati sudah terhitung otomatis oleh SAP2000 V22, untuk beban mati tambahan dan beban hidup masukan sesuai data pembebanan struktur yang sudah ada setiap lantainya. Beban mati tambah yang bekerja pada lantai 2 sampai 4 sebagai berikut:

- Berat spesi = 0,21 kN/m²
- Berat keramik = 0,24 kN/m²
- Berat plafon & penggantung = 0,11 kN/m²
- Berat instalasi ME = 0,25 kN/m²
- Total beban mati tambahan pada lantai 2 sampai 4 = 0,81 kN/m²

Beban mati tambah yang bekerja pada lantai 5 dan atap sebagai berikut:

- Berat waterproofing = 0,05 kN/m²
- Berat plafon & penggantung = 0,11 kN/m²
- Berat instalasi ME = 0,25 kN/m²
- Total beban mati tambahan pada lantai 5 dan atap = 0,41 kN/m²

Beban mati pada balok lantai sebagai berikut:

- Beban dinding tinggi 3,5 m = 8,8 kN/m
- Beban dinding tinggi 3,6 m = 9,0 kN/m
- Beban dinding tinggi 3,5 m = 9,3 kN/m
- Beban dinding parapet tinggi 1,5 m = 3,5 kN/m

Beban hidup pada lantai

- Beban orang & perlengkapan = 2,5 kN/m²

Beban hidup pada lantai atap

- Beban orang & perlengkapan = 1,0 kN/m²

Kontrol Analisis Beban Gempa Dinamis

Jumlah ragam atau partisipasi masa

Tabel 5. Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	1,1273 36	0,837 77	0,0013	0,837 77	0,001 3	7,076E- 10	0,000 89	0,000 16	0,014 4	0,000 89
Modal	2	1,1173 66	0,001 69	0,8095	0,839 46	0,810 8	4,357E- 08	0,027 1	0,098 01	0,014 43	0,027 99
Modal	3	1,0327 7	0,000 55	0,02736	0,840 01	0,838 17	4,903E- 08	0,810 93	0,100 72	0,014 43	0,838 92
Modal	4	0,4322 32	1,102 E-07	0,00741	0,840 01	0,845 58	1,055E- 07	0,001 75	0,130 91	0,014 43	0,840 67
Modal	5	0,3634 75	0,100 52	0,00074	0,940 53	0,846 31	1,264E- 07	0,000 82	0,133 59	0,068 91	0,841 49
Modal	6	0,3576 49	0,001 29	0,08761	0,941 82	0,933 92	2,833E- 07	0,013 57	0,444 94	0,069 59	0,855 06
Modal	7	0,3272 94	0,000 42	0,01321	0,942 24	0,947 13	0,000000 325	0,091 29	0,486 03	0,069 77	0,946 35
Modal	8	0,2515 5	0,013 73	0,00001 548	0,955 97	0,947 15	0,000002 015	0,000 57	0,486 06	0,071 66	0,946 92

Modal	9	0,231056	4,134E-09	0,0134	0,95597	0,96054	0,000002376	0,00695	0,49882	0,07166	0,95387
Modal	10	0,195755	0,03204	0,0004	0,98801	0,96094	0,000003359	0,00069	0,49933	0,07835	0,95456
Modal	11	0,193087	0,00053	0,02714	0,98854	0,98808	0,000006027	0,00402	0,53559	0,07846	0,95858
Modal	12	0,182183	0,00018	0,00095	0,98873	0,98903	0,000006223	0,02998	0,53761	0,07854	0,98856

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

Tabel 6. Titik Berat Tulangan

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Jumlah Jarak $n_i \times y_i$
1	4	68,00	272,00
2	2	109,00	218,00
3	0	0,00	0,00
n =	6	$\Sigma[n_i \times y_i] =$	490,00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Perencanaan Balok

Secara perhitungan kasar dalam menentukan dimensi balok dapat dilakukan dengan rumus dibawah ini:

Tinggi balok, $h = \frac{1}{12} \times \text{panjang bentang terpanjang}$

Lebar balok, $b = \frac{1}{2} \times h$

Namun untuk perencanaan dimensi balok pada struktur ini akan difokuskan pada satu sampel balok yang menghasilkan momen lentur terbesar dari seluruh hasil analisis. Sampel tersebut diambil dari bentang sepanjang 5 meter, dan perhitungan detailnya akan mewakili perancangan tulangan balok yang paling menentukan.

Perencanaan Kolom

Secara perhitungan kasar dalam menentukan dimensi kolom dapat dilakukan dengan rumus, lebar kolom = lebar balok + (2 x 5 cm). Namun untuk perencanaan dimensi kolom pada struktur ini akan direpresentasikan oleh satu sampel kolom yang menghasilkan kombinasi gaya aksial dan momen lentur terbesar dari seluruh hasil analisis.

Tabel 7. Perencanaan Penulangan Kolom

b	h	d_s	f_c	f_y	n	ϕ_{tul}	ϕ_{tul_v}	d	y_{bar}	$A_s = A_{s'}$	β_1	c	a	f_s'	$f_s'_{pakai}$	ϕ_{Mn}	ϕ_{Pn}
$\frac{m}{m}$	$\frac{m}{m}$	$\frac{m}{m}$	$\frac{Mpa}{Mpa}$	$\frac{Mpa}{Mpa}$		$\frac{mm}{mm}$	$\frac{mm}{mm}$	$\frac{mm}{mm}$	$\frac{mm}{mm}$	$\frac{mm^2}{mm^2}$		$\frac{mm}{mm}$	$\frac{mm}{mm}$	$\frac{Mpa}{Mpa}$	$\frac{Mpa}{Mpa}$	$\frac{kNm}{kNm}$	$\frac{kN}{kN}$
200	200	50	25	400	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	261,00	221,85	447,13	400,00	0	754
200	200	50	25	400	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	230,85	196,22	427,16	400,00	10	667
200	200	50	25	400	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	200,70	170,60	401,20	400,00	17	580

b	h	ds	f'_c	f_y	n	ϕ_{tul}	ϕ_{tulv}	d	y_{bar}	$As = As'$	β_1	c	a	f'_s	f'_{pakai}	ϕ_{Mn}	ϕ_{Pn}
mm	mm	mm	MPa	MPa		mm	mm	mm	mm	mm^2		mm	mm	MPa	MPa	kNm	kN
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	170,55	144,97	366,05	366,05	22	482
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	140,40	119,34	315,81	315,81	24	379
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	110,25	93,71	238,10	238,10	24	267
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	80,10	68,09	101,87	101,87	21	137
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	77,44	65,83	84,79	84,79	20	123
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	74,79	63,57	66,50	66,50	20	110
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	72,13	61,31	46,86	46,86	19	96
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	69,48	59,06	25,72	25,72	19	82
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	66,82	56,80	2,89	2,89	18	67
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	64,17	54,54	-21,82	-21,82	18	51
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	61,51	52,28	-48,66	-48,66	17	35
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	58,86	50,03	-77,93	-77,93	16	18
200	200	50	25	40	3	13	10	133,5	100	398,00	0,85	56,20	47,77	-109,96	-109,96	15	0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

- Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,
 $d' = ds + \phi_{tulv} + (\phi_{tul} : 2) = 66,5 \text{ mm}$
- Moment dari titik sampel di SAP2000 = 0,8 kNm
- Gaya aksial dari titik sampel di Sap 2000 = 27 kN

Perencanaan Plat Lantai

Merunut SNI 2847-2019 pelat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu pelat satu arah (*one way slab*) dan pelat dua arah (*two way slab*). Pelat satu arah apabila perbandingan bentang panjang (l_y) terhadap bentang pendek (l_x) ≥ 2 , sedangkan Pelat dua arah apabila

perbandingan bentang pajang (l_y) terhadap bentang pendek (l_x) ≤ 2 . Menentukan tebal pelat dapat dilakukan dengan rumus, tebal pelat = $\frac{1}{40} \times$ panjang bentang (l_n).

Rencana Anggaran Biaya

Rekapitulasi RAB merupakan rangkuman dari seluruh perhitungan biaya, di mana total biaya setiap item pekerjaan dikelompokkan berdasarkan kategorinya. Hasil rekapitulasi total Rencana Anggaran Biaya sebagai berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Rencana dan Anggaran Biaya

NO.	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL HARGA (Rp.)
1	2	3
A.	PEKERJAAN PEMBANGUNAN BANGUNAN LANTAI 1	
I	PEKERJAAN BETON	Rp1.215.239.474,76
	Rp1.215.239.474,76	Rp1.205.571.671,14
B	PEKERJAAN PEMBANGUNAN BANGUNAN LANTAI 2	
I	PEKERJAAN BETON	Rp1.248.890.637,68
	Rp1.248.890.637,68	Rp1.239.222.834,05
C	PEKERJAAN PEMBANGUNAN BANGUNAN LANTAI 3	
I	PEKERJAAN BETON	Rp1.248.890.637,68
	Rp1.248.890.637,68	Rp1.239.222.834,05
D	PEKERJAAN PEMBANGUNAN BANGUNAN LANTAI 4	
I	PEKERJAAN BETON	Rp1.249.680.214,22
	Rp1.249.680.214,22	Rp1.239.222.834,05
E	PEKERJAAN PEMBANGUNAN BANGUNAN LANTAI 5	
I	PEKERJAAN BETON	Rp109.415.668,46
	Rp109.415.668,46	Rp108.900.984,88
	JUMLAH A+B+C+D+E:	Rp5.072.116.632,79
	PPN 11%:	Rp557.932.829,61
	JUMLAH TOTAL:	Rp5.630.049.462,40
	DIBULATKAN:	Rp5.630.049.000,00
Terbilang : Lima Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Juta Empat Puluh Sembilan Ribu Rupiah		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Time Schedule

Berdasarkan rincian Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan urutan pekerjaan, disusunlah jadwal pelaksanaan (*time schedule*) proyek. Penjadwalan pembangunan gedung asrama ini direncanakan membutuhkan waktu 120 hari kalender, mengacu pada bobot biaya per pekerjaan. Jadwal ini disajikan dalam bentuk Kurva S, yang merepresentasikan tingkat kemajuan akumulatif proyek dari 0% hingga 100%.

Kesimpulan

Kesimpulan dari Perencanaan dan Perhitungan Struktur Gedung Asrama Putra SMK Negeri 2 Purwodadi di Jl. MH. Thamrin Purwodadi-Grobogan sebagai berikut:

a) Analisa Pembebanan

Hasil akhir analisa pembebanan menunjukkan bahwa model gedung asrama putra dapat divalidasi karena ketiga persyaratan kontrol telah berhasil dipenuhi. Hal ini mencakup keberhasilan dalam kontrol jumlah ragam atau partisipasi masa yang menunjukkan tingkat kepatuhan persyaratan mencapai 98%, melampaui batas minimal yang ditetapkan yaitu 90%. Perbandingan geser dasar statis dan dinamis pada arah x maupun y telah memenuhi kriteria SNI 1726:2019. Pembatasan simpangan antar lantai dari arah x maupun y menunjukkan sudah memenuhi kriteria yang disyaratkan. Dengan terpenuhinya ketiga kriteria ini, struktur dinyatakan siap untuk dilanjutkan ke tahapan selanjutnya.

b) Perancangan Struktur

Setelah seluruh tahapan analisis dan perhitungan selesai dilakukan, desain struktur ini terbukti aman dan secara resmi dinyatakan lulus terhadap semua persyaratan kinerja dan kriteria kelayakan yang ditetapkan oleh SNI terbaru. Oleh karena itu, dimensi akhir serta kebutuhan penulangan untuk setiap elemen struktural utama yang didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

- Perencanaan balok

Tabel 9. Perencanaan Balok

Balok	Dimensi (cm)	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan	Tul. Ekstra	Tul. Sengkang
B1	30 x 50	6-D16	4-D16	2-D13	Ø10-150
B2	25 x 40	5-D13	3-D13	2-Ø12	Ø10-150
B3	20 x 30	2-D13	2-D13	2-Ø12	Ø8-100

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

- Perencanaan kolom

Tabel 10. Perencanaan Kolom

Kolom	Dimensi (cm)	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan	Tul. Sengkang
K1	45 x 45	16-D16	16-D16	Ø10-150
K2	20 x 20	8-D13	8-D13	Ø10-150

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

- Perencanaan plat

Tabel 11. Perencanaan Pelat

Balok	Tebal (cm)	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan
-------	------------	--------------	---------------

Balok	Tebal (cm)	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan
Pelat Lantai	12	Ø10-100	Ø10-100
Pelat Atap	10	Ø10-100	Ø10-100

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

c) Rencana Anggaran dan Biaya

Berdasarkan perhitungan Rencana Anggaran dan Biaya (RAB) yang telah diselesaikan, rencana pembangunan gedung asrama putra ini memerlukan anggaran sebesar Rp. 5.630.049.000,00. Terbilang : Lima Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Juta Empat Puluh Sembilan Ribu Rupiah.

d) *Time Schedule*

Waktu pelaksanaan atau *time schedule* untuk bangunan gedung asrama putra direncanakan dalam waktu 120 hari kalender. Durasi sekitar 4 bulan ini merupakan batas waktu *dead-line* yang harus dipatuhi, di mana progres pekerjaan harus mengikuti Kurva-S yang telah disusun untuk memastikan jalur kritis proyek tercapai tanpa penundaan.

Daftar Pustaka

- Ariani, I., Aditya, R.M., & Jamal, M. 2023. Analisis Elemen Struktur Balok Dan Kolom Beton Bertulang (Studi Kasus Gedung Dealer Honda Astra Kota Samarinda). Jurnal Teknologi Sipil.
- Badan Standar Indonesia. 2019. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (*SNI 1726:2019*). Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standar Indonesia. 2019. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (*SNI 2847:2019*). Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Darmansyah SKD,M., Chairani, E. Analisa Struktur Balok Beton Pada Pembangunan Rumah Tempat Usaha 6 Lantai di Jalan Perniagaan *N0.55 Medan*. Vol. 1, No. 1 (2022), hlm 28.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. Peraturan Pembebanan Indonesi Untuk Gedung 1983. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Faton Hilal Choirul , Fahrizal Syafri Ferry. 2022. Analisa Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Proses Tender Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Kota Pangandaran. Fakultas Teknik Universitas Semarang.
- Hariyono. 2017. Evaluasi Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Gedung Kuliah 5 Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah di Wilayah Surakarta. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ilham Arbana. 2017. Analisa Rencana Anggaran Biaya Terhadap Pelaksanaan Pekerjaan Perumahan Dengan Melakukan Perbandingan Perhitungan Harga Satuan Bahan Berdasarkan Survey Lapangan. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- KBBI. *Asrama* (Online). Tersedia di: <https://kbbi.web.id/asrama> [diakses pada 11 Agustus 2025].
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat .2018. Modul Penyusunan Jadwal Pelaksanaan.Bandung.

- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2023. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Musmawati Ema, Alifita Aprian Rizky. 2020. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Serta Proses Pelelangan Pada Proyek Pembangunan Jembatan Wanarata Pemalang. Fakultas Teknik Universitas Semarang.
- Nursanti, A., Rivai, I. & Rahmat, T. *Analisis* Kapasitas Balok Dan Pelat Lantai Pada Proyek Gedung Pusat Pembelajaran ARTNZ-GEISE Tahap II Parahyangan Universitas Parahyangan-Bandung. Vol. 19, No. 2 (2020), hlm. 20.
- Wilar, K.N. Analisis Struktur Atas Dengan Respon Spektrum Gedung Rumah Sakit Umum Magnum Opus Manado. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, 2024.