

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG ERIC FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA

Ipung Abiansyah¹, Armin Naibaho², Agus Sguiarto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jur. Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jur. T. Sipil Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Email: ipungabiansyah77@gmail.com¹, ar_naibaho@yahoo.co.id², agussugiarto1030@gmail.com³

ABSTRAK

Gedung *Engineering Research and Innovation Center* Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada akan direncanakan ulang dengan mengubah struktur atap berupa rangka batang baja. Struktur beton bertulang meliputi pelat, balok, kolom dengan mengubah tata letaknya dan tangga. Mengubah struktur pondasi *bored pile* menjadi tiang pancang. Serta menghitung rencana anggaran biaya guna mendapatkan hasil yang lebih efektif dan efisien. Proses perhitungan struktur menggunakan RSAP 2021 Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan atap menggunakan konstruksi baja *double siku* L 60.60.5 dengan menggunakan sambungan baut 2 Ø 14 mm. Pelat lantai gedung (S1) menggunakan sistem dua arah dengan ketebalan 120 mm, dimensi dan jumlah tulangan balok induk 400/600 mm (6S22 & 4S22). Kolom 700/700 mm (16S22). Pelat lantai tangga menggunakan sistem satu arah dengan ketebalan 140 mm. Pondasi tiang pancang berdiameter 600 mm dan kedalaman 12 m. Dan total rencana anggaran biaya sebesar Rp. Rp1.796.178.132,97.

Kata kunci : Baja, Beton, Biaya, Pondasi, Struktur

ABSTRACT

The Engineering Research and Innovation Center building, Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada will be redesign by chang the roof structure steel truss. Reinforced concrete structures include slabs, beams, columns by chang their layout and stairs. Changing the bored pile foundation structure into spun pile. And calculate the cost budget plan in order to get more effective and efficient results. The process of calculating the structure using RSAP 2021. The alternative design resulted in : the roof uses a double angle steel L 60.60.5 construction using double connection Ø 14 mm. The building floor slab (S1) uses a two-way system with a thickness of 120 mm, dimensions and amount of reinforcement for the main beam 400/600 mm (6S22 & 4S22). Column 700/700 mm (16S22). Stair slabs use a one-way system with a thickness of 140 mm. Pile foundation with a diameter of 600 mm and a depth of 12 m. And the total budget plan is Rp. Rp1,796,178,132.97.

Keywords : Concrete, Cost, Foundation, Steel, Structure

1. PENDAHULUAN

Definisi Struktur dalam konteks hubungannya dengan bangunan adalah sebagai sarana untuk menyalurkan beban baik itu beban mati, beban hidup atau lainnya dari ujung struktur atap sampai kebawah tanah.

Setiap bagian struktur mempunyai fungsi masing-masing seperti struktur tengah bangunan yang meliputi pondasi, kolom, balok, dan pelat lantai merupakan suatu komponen yang sistem pembebanan gaya-gaya yang bekerja pada suatu bangunan sehingga bangunan dapat berdiri kokoh (Vindy, 2015). Dalam perencanaan suatu gedung memerlukan struktur yang aman, efisien, efektif dan ekonomis. Tentu juga

harus mampu menahan semua beban yang ada. (Karisoh dkk, 2018).

Letak Gedung ERIC ini dibangun di Jalan Grafika, Senowolo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta. Dalam menyusun skripsi ini penulis melakukan perencanaan ulang struktur sebagai alternatif lain yang sudah dimodifikasi dari perencanaan awal. Untuk struktur atap diubah menjadi menggunakan struktur rangka batang yang terbuat dari dari baja. Untuk struktur utama jumlah kolom, dimensi kolom, jarak antar kolom diubah. Untuk struktur bawah gedung menggunakan pondasi tiang pancang tetapi penempatannya berbeda sesuai dengan penempatan kolom. Dalam peencanaan struktur beton bertulang bangunan gedung ini digunakan Metode LRFD untuk struktur atap dan

untuk struktur beton bertulang menggunakan sistem SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

2. METODE

Letak Gedung ERIC ini dibangun di Jalan Grafika, Senowolo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta. Gedung ini memiliki 3 gedung yang dipisah oleh dilatasi yaitu gedung A dengan 3 lantai, gedung B 4 lantai, dan gedung C 5 lantai. Untuk Lantai 1 memiliki tinggi 6 m dan lantai 2-5 memiliki 4,2 m. Gedung ERIC memiliki luasan 4527 m² tetapi yang direncanakan ulang hanya gedung C saja.

Data perencanaan ulang meliputi hal – hal sebagai berikut :

- 1) Gambar denah Gedung ERIC Fakultas Teknik UGM
- 2) Data Tanah N-SPT Gedung ERIC Fakultas Teknik UGM

Alat Bantu Perencanaan Ulang sebagai berikut :

- 1) Program Microsoft Office 2019
Program ini adalah program computer yang digunakan untuk membuat laporan, *flowchart*, perhitungan data dan juga , membuat tabel.
- 2) Program *Robot Strcutural Analysis Profesional 2021*
Program ini digunakan untuk menganalisis dan mendesain sutruktur
- 3) Program gambar AutCAD 2020
Program ini digunakan untuk membantu penggambaran detail – detail struktur yang telah direncanakan dan diperhitungkan.

Pada perencanaan ini digunakan peraturan – peraturan sebagai berikut :

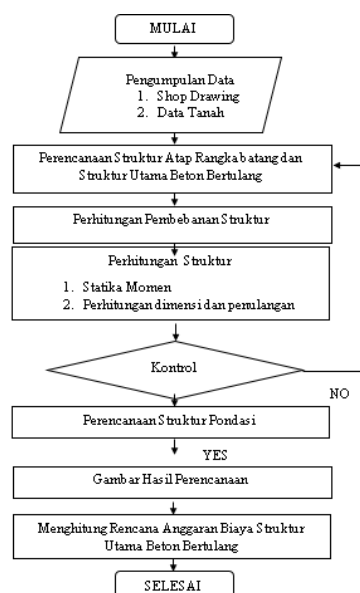
- 1) SNI-4153-2008 tentang Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT.
- 2) SNI-8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik.
- 3) SNI-1726-2019 tentang Tata cara Ketahanan Gempa dalam Bangunan Gedung .
- 4) SNI-1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- 5) SNI-2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.
- 6) SNI-03-1729-2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.

Pada Perencanaan ulang gedung ini dilaksanakan beberapa tahap sebagai berikut :

- 1) Pengumpulan data
Data sekunder seperti dilapangan serta data pendukung perhitungan seperti gambar perencanaan, fungsi bangunan, mutu bahan, referensi yang berlaku.
- 2) Menghitung struktur atap menggunakan rangka batang baja.
- 3) Menghitung Analisa struktur beton bertulang.
Menentukan asumsi dimensi pelat, balok, kolom dan tangga, menghitung pembebanan pada struktur beton

bertulang dengan ketentuan atau persyaratan yang berlaku. Setelah itu menganalisa struktur dengan menggunakan *RSAP 2021* dan didapatkan data data yang diperlukan untuk menghitung penulangan.

- 4) Mengontrol kekuatan penampang
Apabila hasil perhtungan tidak memenuhi makan bisa mengganti dimensi tulangan, mutu bahan, dan dimensi beton bertulang.
 - 5) Perencanaan Pondasi
Data N-SPT dapat diolah guna membantu perencanaan pondasi dengan menghitung daya dukung tiang tunggal sampai perencanaan *pile cap*.
 - 6) Penggambaran hasil perhitungan
Menggambar hasil perhitungan berupa denah, tampak dan detail-detail yang sudah diperjitungkan.
 - 7) Perencanaan Anggaran Biaya
Menghitung Volume dan dikalikan dengan harga satuan .
- Diagram alur perencanaan ulang struktur Gedung ERIC Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada **Gambar 1**.



Gambar 1 General Flowchart

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Atap Rangka Batang

Dalam perencanaan ulang struktur atap rangka batang mengacu pada peraturan SNI 03-1729-2020. Dengan data perenanaan sebagai berikut :

Lebar bangunan	: 21,60 m
Panjang bangunan	: 39,325 m
Tinggi bangunan	: 22,80 m
Bentang kuda – kuda	: 21,60
Sudut kemiringan (α)	: 30 ⁰
Tinggi kuda – kuda	: 6,235 m
Jarak antar kuda – kuda	: 3,6 m
Jarak antar gording	: 1,559 m
Berat penutup atap	: 0,45 kN/m ²
Tekanan angin minimum	: 0,38 kN/m ²

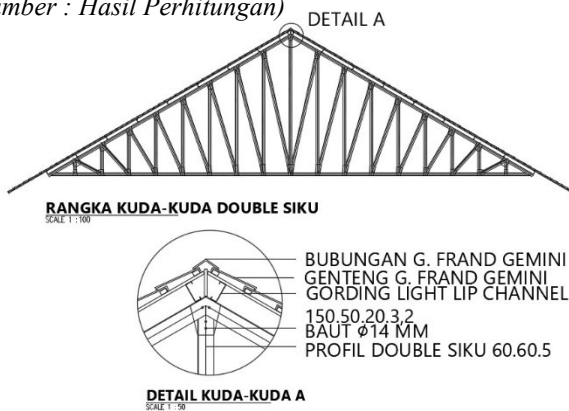
- Kuat leleh baja (f_y) : 210 Mpa
- Kuat tarik baja (f_u) : 340 Mpa
- Profil gording : *Light lip channel* 150 x 50 x 20 x 3,2
- Berat plafond : 0,15 kN/m²
- Profil rangka kuda – kuda : *Double siku* 60.60.5
- Ukuran baut : 14 mm
- Kuat tarik baut : 825 Mpa
- Tebal pelat simpul : 8 mm

Dengan data tersebut dihitung pembebanan pada struktur atap yang hasilnya nanti diinput dan dianalisis oleh *RSAP 2021* dengan kombinasi yang mengacu pada SNI 1727-2020. Setelah dianalisis dengan bantuan *software RSAP 2021* didapatkan dimensi profil dan komponennya sebagai berikut :

Tabel 1 Dimensi Profil dan Komponen Struktur Atap Ragka Batang

Nama	Dimensi/Ukuran
Gording	<i>Light lip channel</i> 150 x 50 x 20 x 3,2
Penggantung Gording	Tulangan P12 mm
Ikatan Angin	Tulangan P20 mm
Rangka Kuda – Kuda	<i>Double siku</i> 60.60.5
Sambungan Baut	Baut 2Ø14 mm
Perletakan Kuda – Kuda	Angkur 4Ø14 mm

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 2 Struktur Rangka Batang

STRUKTUR BETON BERTULANG

Acuan perencanaan ulang struktur beton bertulang sesuai denngan SNI-2847-2019 dan tata cara perencanaan ketahanan gempa sesuai SNI-1726-2019. Pembebanan yang diinputkan dalam *software RSAP 2021* sebagai berikut :

1. Beban Mati

Beban dapat dilihat pada SNI-1727-2020 pasal C3.1 Tabel. Contoh beban mati *Gypsum board* = 0,008 kN/m² atau *Mechanical duct allowed* = 0,19 kN/m²

2. Beban Hidup

Beban hidup dapat dilihat pada SNI-1727-2020 pasal 4.3.1 Tabel. Contoh beban hidup ruang kantor = 2,400 kN/m² atau Koridor = 3,830 kN/m²

3. Beban Angin

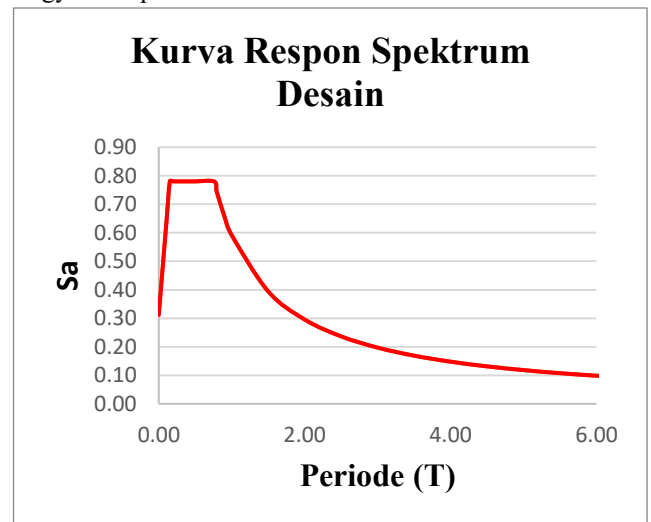
Beban angin dapat dilihat pada Data angin Kota Yogyakarta berdasarkan Badan Pusat Statistik Yogyakarta sebesar = 7 m/s

4. Beban Air Hujan

Beban air hujan dapat dihitung sesuai dengan SNI 1727-2020 pasal 8.3 sebesar 0,196 kN/m²

5. Beban Gempa

Penentuan percepatan rson spektrum menggunakan data desain spektrum Indonesia yang dikeluarkan PUPR, didapatkan nilai $S_s = 1,107$ dan $S_1 = 0,4905$. Kategori risiko bangunan IV, faktor keutamaan gempa dalah 1,4. Lokasi bangunan berada di kondisi tanah sedang (SD), sehingga struktur tersebut masuk dalam KDS D. Penentuan parameter gempa rencana yaitu $R = 8$, $\Omega_0 = 3$, dan $C_d = 5,5$. Berdasarkan parameter, didapatkan grafik respon spektrum Jl. Grafika Senowolo, Sinduadi, Kec. Mlati, D.I. Yogyakarta pada **Gambar 3**.



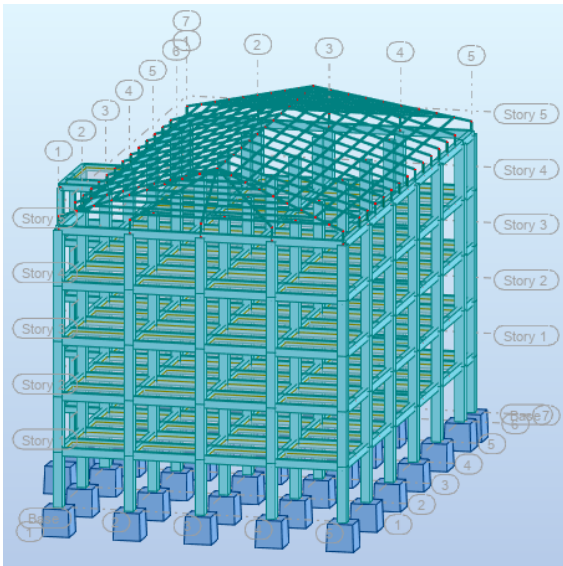
Gambar 3 Respon Spktrum Desain

Berdasarkan gaya geser dasar seismik, selanjutnya didistribusikan ke semua tingkat menjadi gaya gempa lateral pada **Tabel 2**

Story	Height (m)	Weight (Kg)	F(kN)
Stroy 1	6,00	1777179,20	980,75
Stroy 2	4,20	1657266,37	1673,44
Stroy 3	4,20	1657266,37	2478,15
Stroy 4	4,20	1654732,63	3311,45
Stroy 5	4,20	890745,08	2247,61

(Sumber : Hasil *RSAP 2021*)

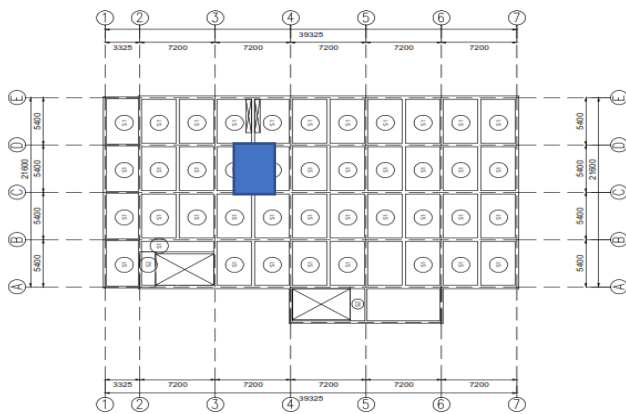
Setelah mendoatkan gaya geser dasar seismik maka menghitung simpang antar lantai yang kemudian dilanjutkan menghitung nilai *P-Delta Effect*. Untuk permodelan struktur bisa dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Permodelan 3D Gedung ERIC

Pelat

Denah pelat lantai gedung ERIC Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Denah Pelat

Pelat Lantai (S1) dengan tebal 12 cm

- f_c' = 25 MPa
- f_y = 420 MPa
- L_x = 5,4 m
- L_y = 7,2 m

Dari analisis perhitungan RSAP 2021 diperoleh momen untuk perhitungan pleat dengan rekapitulasi penulangan pada Tabel 4.

Tabel 4 Penulangan Pelat

Pelat (S1)			
Bentang 5400 mm x 3600 mm			
Tulangan Utama			
Mtx ⁽⁻⁾	Mlx ⁽⁺⁾	Mty ⁽⁻⁾	Mly ⁽⁺⁾
S10-200	S10-200	S10-200	S10-200

Pelat Bordes (S2)

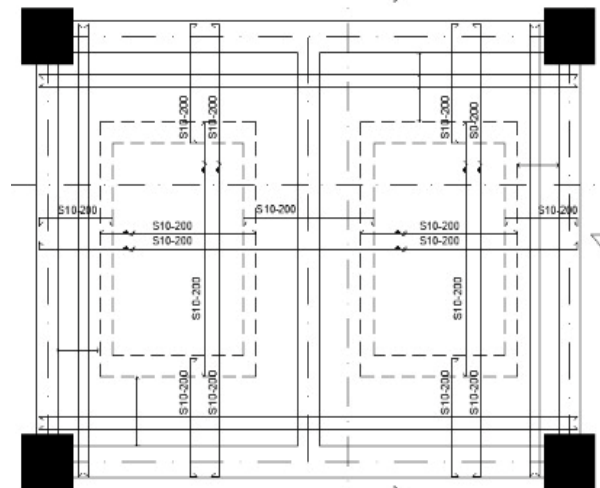
Bentang 4025 mm x 1500 mm

Tulangan Utama

Mt	MI
S10-200	S10-200

(Sumber : Hasil Perhitungan)

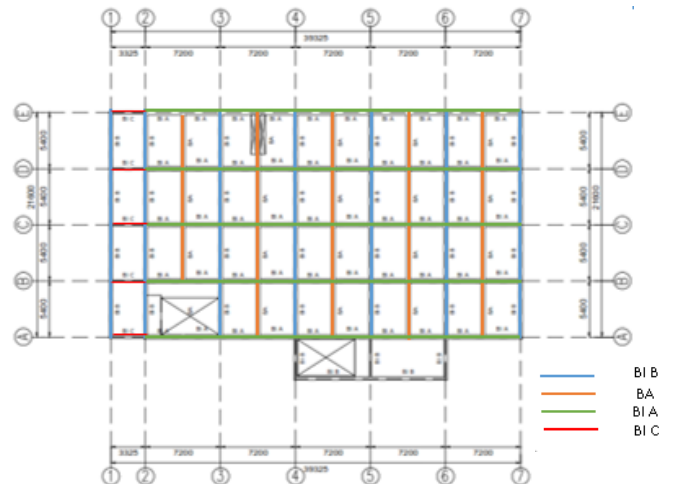
Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan denah penulangan pelat pada Gambar 6.



Gambar 6 Denah Penulangan Plat

Balok

Denah pembalokan gedung ERIC Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Denah Balok

- | | |
|-------------------|------------------|
| Panjang balok (L) | Tinggi Balok (L) |
| BI A = 7,2 m | BI A = 600 m |
| BI B = 5,4 m | BI B = 450 m |
| BI C = 3,325 m | BI C = 300 m |
| BA = 5,4 m | BA = 450 m |
| BB = 4,025 m | BB = 300m |
| f_c' = 25 MPa | |
| f_y = 420 MPa | |

Dari hasil analisis RSAP 2021 diperoleh momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser untk perhitungan penulangan balik dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Penulangan Balok

Tipe Balok	Dimensi Balok (m)	Tul. Utama			
		Tul. Tump		Tul.Lap	
		Tarik	Tekan	Tarik	Tekan
BI A	0,4 x 0,6	6S22	4S22	4S22	3S22
BI B	0,3 x 0,45	5S19	4S19	4S19	3S19
BI C	0,2 x 0,3	2S14	2S14	2S14	214
BA	0,3 x 0,45	4S18	3S18	3S18	2S18
BB	0,2 x 0,3	3D16	3D16	2D16	2D16

(Sumber : Hasil Perhitungan)

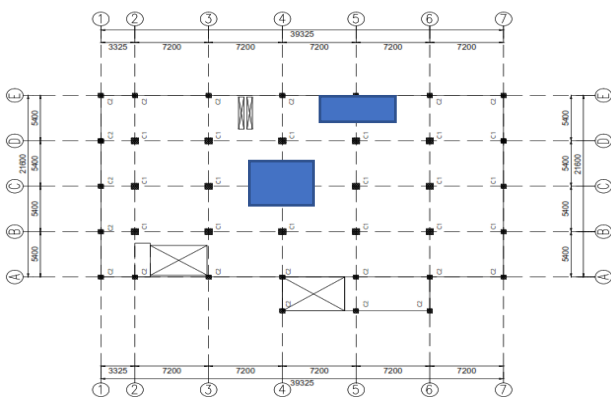
Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan balok pada **Gambar 8**.

KETERANGAN	RING INDUK B1A	
	TUMPUAN	LAPANGAN
SKETSA		
DIMENSI	400 x 600	400 x 600
TUL. ATAS	6S22	3S22
TUL. TENGAH	-	-
TUL. BAWAH	4S22	4S22
SENGKANG	S10-100	S10-200

Gambar 8 Detail Penulangan Balok

Kolom

Denah kolom pada Gedung ERIC Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada ditunjukkan pada **Gambar 9**.



Gambar 9 Denah Kolom

	K1	K2
Panjang kolom (L)	4,2 m	4,2 m

Dimensi Kolom 700x700 mm 500x500 mm
 f_c' 30 MPa 30 Mpa
 f_y 420 Mpa 420 Mpa
 Dari hasil analisis RSAP 2021 diperoleh momen, gaya aksial, dan gaya geser untuk perhitungan penulangan kolom dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Penulangan Kolom

Tipe Kolom	Dimensi (m)	Tul.Ut ama	Sengkang Lap	Sengkan g Tump.
C1	0,7 x 0,7	16S22	4S12-150	4S12-100
C2	0,5 x 0,5	20S20	4S12-150	4S12-100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan kolom pada **Gambar 10**.

KETERANGAN	KOLOM C1
SKETSA	
DIMENSI	700 x 700
TUL. UTAMA	16S22
SENGKANG LAP	S12-100
SENGKANG TUMP	S12-150
SENGKANG TUMP	S12-150

Gambar 10 Detail Penulangan Kolom

Pelat Tangga

Pelat Tangga dengan tebal 14 cm

f_c' = 25 Mpa
 f_y = 420 Mpa
 L_x = 1,9 m
 L_y = 4,025 m

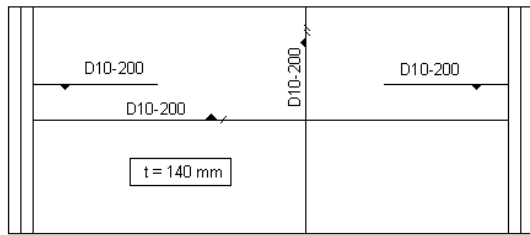
Dari analisis perhitungan RSAP 2021 diperoleh momen untuk perhitungan pelat tanggat dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 7**.

Pelat Tangga

Dimensi (m)	Tulangan Tumpuan	Tulangan Lapangan	Tulangan Bagi
1,9 x 4,025	S10-200	S10-200	S10-200

(Sumber : Hasil Perhitungan)

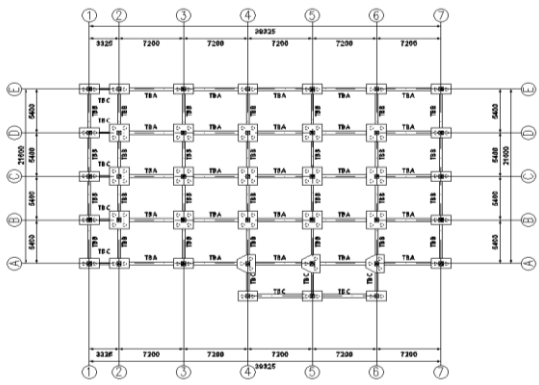
Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan pelat tangga pada **Gambar 11**.



Gambar 9 Detail Penulangan Pelat Tangga

Struktur Pondasi

Denah pondasi pada Gedung ERIC Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Denah Pondasi

- Diameter Tiang = 0,60 m
- Panjang Tiang = 12 m
- Jarak antar Tiang = 2,5 D = 1,5 m

Setelah diasumsikan data perencanaan tiang pancang kemudian dilakukan perhitungan. Tiang pancang yang ditinjau C2 8(COMB 6A) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Perhitungan Analisa Pondasi Tiang Pancang (12 m)

Nama	Hasil Perhitungan
Daya Dukung Tiang Tunggal	2.768,623 kN
Jumlah Tiang yang Diperlukan	4
Efisiensi Kelompok Tiang	1
Daya Dukung Tiang Kelompok	OK
Penurunan Pondasi	0,083 m

(Sumber :Hasil Perhitungan)

PILE CAP

Titik yang ditinjau adalah C2 8(COMB 6A) dengan data perencanaan sebagai berikut :

- Jumlah Tiang = 4 Buah
- Diameter Tiang Pancang = 0,60 m
- Dimensi Kolom = 500 x 500 mm

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

- f_c' = 30 MPa
- f_y = 420 MPa
- Gaya Aksial (FZ) = 2.565,54 kN
- Tebal selimut (p) = 75 mm
- Dimensi Pile Cap
 - Lebar = 2.700 mm
 - Panjang = 2.700 mm
 - Tebal = 550 mm

Jarak antar tiang = 1.500 mm

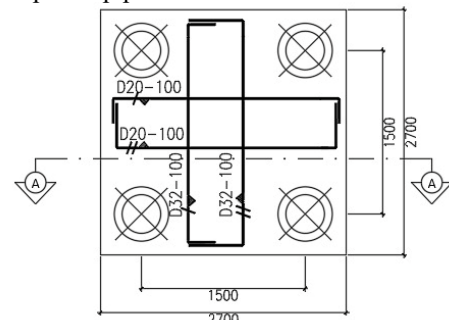
Perhitungan pile cap mengacu pada SNI 2847-2019 yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Perhitungan Pile Cap

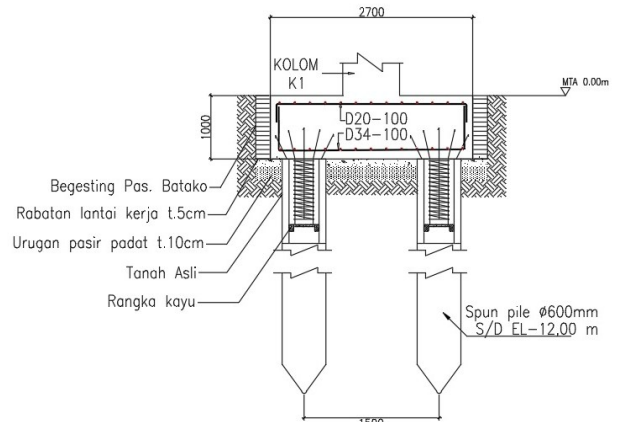
Nama	Hasil Perhitungan
Lebar Efektif (d)	442 mm
Geser Dua Arah Disekitar Kolom	2.737,06 kN
Geser Dua Arah Disekitar Tiang	1.608,20 kN
Geser 1 Arah	Tidak Perlu
Tulangan Lentur Arah Y	S32-100
Tulangan Lentur Arah X	S20-100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan pile cap pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11 Denah Penulangan Pile Cap



Gambar 12 Potongan A-A Pile Cap

Pada sub bab sebelumnya telah menghitung elemen struktur yang telah direncanakan untuk menghitung rencana anggaran biaya. Perhitungan rencana anggaran biaya ini hanya menghitung pekerjaan beton saja. Hara Satuan Dasar yang digunakan adalah Peraturan Walikota Yogyakarta tentang standar satuan harga barang/jasa pemerintahan tahun 2021. Contoh perhitungan volume pekerjaan Kolom C1 seperti pada Tabel 10.

Tabel 10 Perhitungan Volume Pekerjaan

Pekerjaan	b (m)	h (m)	l (m)	Jml lt.	Jml/ lt.	Total (m3)
Beton kolom						
C1 lt. 1	0.4	0.5	6	5	15	90
C1 lt. 2 - lt.5	0.4	0.5	4.2	5	15	63

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Kebutuhan anggaran biaya proyek ini ditabelkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Beton

URAIAN PEKERJAAN Beton	VOL (m3)	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
PEKERJAAN BETON			
Kolom			
Kolom lantai 1	297,00	Rp 1.484.613,66	Rp 440.930.257,00
Kolom lantai 2 - 5	207,00	Rp 1.484.613,66	Rp 308.651.179,91
Balok			
Balok lantai 1 - 5	399,99	Rp 1.361.874,62	Rp 544.738.272,07
Pelat			
Pelat Lantai (S1)	340,42	Rp 1.361.874,62	Rp 463.603.910,64
Pelat Lantai (S2)	6,38	Rp 1.361.874,62	Rp 8.694.207,57
Pelat Tangga Lt 1	12,77	Rp 1.361.874,62	Rp 17.388.415,15
Pelat Tangga Lt 2	8,94	Rp 1.361.874,62	Rp 12.171.890,60
JUMLAH TOTAL			Rp 1.796.178.132,97

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perhitungan struktur atap rangka batang berdasarkan SNI 1729-2020 didapatkan dimensi untuk gording : *Light lip channel* 150 x 50 x 20 x 3,2, Penggantung Gording : Tulangan P12 mm, Ikatan Angin : Tulangan P20 mm, Rangka Kuda-Kuda : *Double siku* 60.60.5, Sambungan Baut : Baut 2 ø14 mm, dan Perletakan Kuda-Kuda : Angkur 4 ø14 mm.
2. Perhitungan struktur beton berdasarkan SNI 2847-2019 didapatkan dimensi untuk pelat S1 menggunakan tebal 120 mm dan tulangan utama S10-200. Balok BI A berukuran 400/600 mm, tulangan utama tumuan tarik

6S22 tekan 4S22 dan tulangan lapangan tarik 4S22 tekan 3S22. Kolom C1 berukuran 700 x 700 mm , tulangan utama 16S22.

3. Perhitungan struktur pondasi tiang pancang dengan cara *mayerhof 1976* didapatkan dimensi tiang pancang dengan diameter 600 mm dengan kedalaman 12 m dan pile cap berukuran 2700 x 2700 mm dengan tebal 550 mm, tulangan utama arah y S32-100, tulangan utama arah x S20-100.
4. Pada perhitungan rencana anggaran biaya hanya menghitung struktur bangunan atas (pelat, balok, kolom dan tangga), total rencana anggaran biaya pada pekerjaan struktur atas beton Gedung ERIC Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada sebesar Rp 1.796.178.132,97.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 4153-2008 tentang *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT*. Jakarta.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 8460-2017 tentang *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI-2847-2019 tentang *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dn Penjelasan*. Jakarta.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI-1726-2019 tentang *Tata Cara Ketahanan Gempa dalam Bangunan Gedung*. Jakarta.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI-1727-2020 tentang *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI-03-1729-2020 tentang *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*.
- [7] Comac, Jack C. 2014. *Design of Reinforced Concrete*. Hoboken, New Jersey
- [8] Hanses, Katrin. 2015. *Basics Concrete Construction*. Basel : Birkhuser Verlag Bm bH.
- [9] Karisoh, Patrisko Hirel, Servie O. Dapas, and Ronny E. Pandelege. "Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pmeikul Momen Khusus". Jurnal Sipil Statik 6.6 (2018)
- [10] Khasan, M. 202. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Lima Lantai Di Kampus Dua Unisnu Jeparu*. Beton Bertulang.
- [11] Kiriw, vindy Prisilya. 2015. *Desain Struktur Atas dan Metode Pelaksanaan Bangunan Ruko "Mega Style" Megamas Manado*.
- [12] Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode SRPMKedisi kedua*. Jakarta : Erlangga.
- [13] Susanta dan Kusjuliadi. 2008. *Cara Praktis Menghitung Kebutuhan Material Rumah*.