

Modifikasi Perencanaan Struktur Atas Gedung Rawat Inap Irna Merpati Rumah Sakit Dr Soedono Madiun

Setiyo Daru Cahyono¹, Rosyid Kholilur Rohman², Wahyu Tri Kuncoro³

^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun, Jalan Serayu No. 79, Madiun, 63133

* E-mail: setiyodaru@unmer-madiun.ac.id , rosyid@unmer-madiun.ac.id , wahyutrikuncoro7@gmail.com

Abstract— Penelitian ini bertujuan memodifikasi perencanaan struktur atas gedung dengan mempertimbangkan kekuatan, keamanan, dan efektivitas biaya. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000, mengacu pada SNI 1726:2019 untuk beban gempa dan SNI 2847:2019 untuk struktur beton bertulang. Gedung Rawat Inap Irna Merpati Rumah Sakit dr. Soedono dimodifikasi dari 4 lantai menjadi 5 lantai. Struktur atap menggunakan rangka baja dengan gording tipe light lip C 150.50.20.3,2 dan kuda-kuda baja profil WF 250.125.6.9. Pelat atap memakai tulangan D10 berjarak 200 mm, dan pelat lantai menggunakan tulangan D10 berjarak 130 mm. Balok B1 (70x40 cm) memakai 4 batang D22 tarik, 7 batang D22 tekan, serta sengkang D10 berjarak 200 mm. Balok B2 (60x30 cm) menggunakan 3 batang D19 tarik, 3 batang D19 tekan, dan sengkang D10 berjarak 250 mm. Balok B3 (40x20 cm) menggunakan 2 batang D16 tarik, 3 batang D16 tekan, dan sengkang D10 berjarak 150 mm. Kolom K1 (55x55 cm) memakai 20 batang D22 dan sengkang D13 berjarak 150 mm. Kolom K2 (45x45 cm) memakai 12 batang D22 dan sengkang D13 berjarak 150 mm.

Keywords—: *Modifikasi Struktur Atas, Rumah sakit, Beton Bertulang, Sap 2000.*

I. PENDAHULUAN

Rumah sakit yaitu wadah penting bagi manusia yang mempunyai peran penting sebagai sarana sosial dan kesehatan yang menyediakan pelayanan bagi masyarakat. Berdasarkan Undang-Undang (UU) No. 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit, bahwa Rumah Sakit sebuah institusi layanan medis secara lengkap kepada individu, mencakup perawatan rawat jalan, rawat inap, serta layanan darurat [1]. RSUD Dr. Soedono sebelumnya memiliki Gedung Rawat Inap dengan eksisting 4 lantai dengan kapasitas 8 ruang rawat. Karena banyaknya pasien dan ruang rawat yang kurang mencukupi sehingga membangun Gedung baru sebagai penunjang kelancaran kesehatan Rumah Sakit Dr. Soedono maka diperlukan dengan penambahan Gedung rawat inap baru yang sebelumnya 4 lantai menjadi 5 lantai [2]. Dilihat dari tujuan modifikasi gedung tersebut memerlukan perencanaan yang cermat serta harus mampu menahan beban dengan kuat dan diharapkan dapat bekerja secara baik dan efisien. Dengan adanya penambahan pada gedung, diperlukan perencanaan ulang terhadap struktur yang meliputi kolom, balok, pelat, dan tangga [3].

Bangunan Gedung Rawat Inap Merpati Rumah Sakit Dr. Soedono sebelumnya hanya terdiri dari empat lantai dengan kapasitas terbatas, yakni delapan ruang rawat inap, yang dalam implementasinya belum mampu memenuhi kebutuhan pelayanan kesehatan yang terus meningkat [4]. upaya pengembangan dengan melakukan penambahan satu lantai, sehingga gedung tersebut menjadi lima lantai. Penambahan ini tentu memerlukan evaluasi dan perencanaan ulang terhadap struktur bangunan eksisting agar modifikasi yang dilakukan tidak mengganggu kestabilan dan keamanan struktur secara keseluruhan [5].

Melihat kondisi tersebut, maka diperlukan upaya pengembangan dengan melakukan penambahan satu lantai, sehingga gedung tersebut menjadi lima lantai. Penambahan ini tentu memerlukan evaluasi dan perencanaan ulang terhadap struktur bangunan eksisting agar modifikasi yang dilakukan tidak mengganggu kestabilan dan keamanan struktur secara keseluruhan. Perubahan ini tidak hanya bersifat fungsional dalam meningkatkan kapasitas ruang, tetapi juga teknis karena menuntut rekayasa struktur yang dapat menjamin kelayakan dan ketahanan bangunan. Berdasarkan penjabaran di atas dapat disimpulkan berbagai permasalahan sebagai berikut. Berapa dimensi struktur atap rangka baja, berapa dimensi dan penulangan struktur pelat dan tangga. Bagaimana pembebanan Struktur Atas Gedung, berapa

dimensi dan penulangan pada struktur balok, berapa dimensi dan penulangan pada struktur kolom.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1) Perencanaan Struktur Atap Rangka Baja (Gording)

Karakteristik mekanis baja dalam perencanaan struktur baja pada bangunan ini mengacu pada SNI 1729:2020.

- a. Menghitung kelangsingan pelat sayap dan badan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\lambda_f = \frac{b}{t_f} \text{ dan } \lambda_w = \frac{h_w}{t_w} \dots\dots\dots(1)$$

- b. Menghitung penampang kompak dan tak kompak menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M_n = M_p = Z \cdot f_y \dots\dots\dots(2)$$

$$M_n = M_r = (f_y - f_x) \cdot S \dots\dots\dots(3)$$

- c. Menghitung defleksi yang diijinkan terjadi dan defleksi yang terjadi pada pertengahan batang menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{L}{180} \dots\dots\dots(4)$$

$$\frac{5 \cdot M \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I} \dots\dots\dots(5)$$

2) Perencanaan Struktur Pelat Atap, lantai dan Tangga

Perencanaan pelat mengacu pada SNI 2847:2019 dan PBI 1971.

- a. Tebal minimum untuk pelat dua arah nonprategang dengan balok diantara tumpuan pada semua sisinya sebagai berikut : untuk pelat tanpa penebalan 100 mm dan untuk pelat dengan penebalan 125 mm.

- b. Menghitung tinggi efektif pelat menggunakan persamaan sebagai berikut :
 $d = h - p - 1/2 \cdot \emptyset \text{ tulangan utama} \dots\dots\dots(6)$

- c. Menghitung beban terfaktor pada pelat menggunakan persamaan sebagai berikut :
 $q_u = 1,2 q_d + 1,6 q_l \dots\dots\dots(7)$

- d. Menghitung momen-momen didalam pelat berdasarkan PBI 1971 menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Momen tumpuan arah x (M}_{tx}) = - 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{tx} \text{ (kg.m)} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Momen lapangan arah x (M}_{lx}) = + 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{lx} \text{ (kg.m)} \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{Momen tumpuan arah y (M}_{ty}) = - 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{ty} \text{ (kg.m)} \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Momen tumpuan arah y (M}_{ly}) = + 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot C_{ly} \text{ (kg.m)} \dots\dots\dots(11)$$

- e. Menghitung rasio tulangan dalam kondisi seimbang dan rasio tulangan minimum menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\rho_{balance} = \left(\frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(12)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_{balance} \dots\dots\dots(13)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(14)$$

- f. Menghitung rasio tulangan perlu dan menghitung tulangan pelat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset \cdot b \cdot d \cdot x^2} \dots\dots\dots(15)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \dots\dots\dots(16)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (17)$$

3) Perencanaan Distribusi Pembebanan Struktur Atas Gedung

Untuk menentukan pembebanan struktur atas pada Gedung menggunakan klasifikasi beban yang disesuaikan pada beberapa kombinasi beban dibawah ini :

a. Beban Mati

Beban mati yang mempengaruhi struktur bangunan mencakup material baja dengan berat jenis 1850 kg/m³, beton 2200 kg/m³, beton bertulang 2400 kg/m³, dan pasir 1850 kg/m³. Selain itu, beban dari plafond sebesar 11 kg/m² serta beban dari penggantung plafond sebesar 7 kg/m², seluruhnya mengacu pada ketentuan PPPURG tahun 1987. [9]

b. Beban Hidup

Beban hidup yang diterapkan pada lantai bangunan untuk ruang pasien yaitu 200 kg/m², dan untuk lantai koridor ditentukan sebesar 383 kg/m², sesuai dengan fungsi bangunan sebagai gedung sekolah. Sementara itu, beban hidup pada atap ditetapkan sebesar 100 kg/m², dan untuk area tangga sebesar 479 kg/m², semuanya merujuk pada ketentuan dalam SNI 1727:2020. [10]

c. Beban Angin

Beban angin merupakan gaya yang muncul akibat adanya tekanan maupun hisapan angin yang bekerja pada permukaan bangunan atau struktur. Perhitungan beban ini memperhatikan adanya perbedaan tekanan, yaitu tekanan positif (tekanan angin) dan tekanan negatif (hisapan angin), yang bertindak secara tegak lurus terhadap bidang permukaan yang sedang dianalisis.

d. Beban Gempa

Beban gempa termasuk dalam kategori beban dinamis yang memiliki sifat bolak-balik dan tidak terjadi secara terus-menerus pada struktur bangunan, sehingga digolongkan sebagai beban sementara. Besarnya beban gempa dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah tingkat aktivitas seismik di area tempat bangunan berdiri.

Beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019, dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V = C_s W \dots\dots\dots (18)$$

Oleh karena itu, nilai koefisien wilayah (kd) ditetapkan berdasarkan letak geografis bangunan tersebut.

4) Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan yang digunakan mengacu pada SNI 2847:2019 dengan persamaan sebagai berikut : [11]

$$U = 1,4D \dots\dots\dots (19)$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) \dots\dots\dots (20)$$

$$U = 1,2D + 1,6 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,W) \dots\dots\dots (21)$$

$$U = 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) \dots\dots\dots (22)$$

$$U = 1,2D + 1,0 E + Ll \dots\dots\dots (23)$$

$$U = 0,9D + 1W \dots\dots\dots (24)$$

$$U = 0,9D + 1E \dots\dots\dots (25)$$

Berdasarkan perhitungan pembebanan diatas, maka selanjutnya dilakukan analisisi struktur menggunakan bantuan program SAP2000.

5) Perencanaan Struktur Atap Rangka Baja (Kuda-Kuda Baja WF)

Perhitungan pembebanan kuda-kuda dilakukan sama halnya pada perencanaan gording pada poin 1 dengan menghitung kelangsingan pelat sayap dan badan, dilanjutkan dengan menghitung penampang kompak dan tak kompak, dilanjutkan dengan menghitung defleksi

yang diijinkan dan defleksi yang terjadi pada pertengahan badan. Selanjutnya dilakukan perhitungan gaya geser menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_u \leq V_n \dots\dots\dots (26)$$

6) Perencanaan Struktur Balok

Perencanaan struktur balok mengacu pada SNI 2847:2019.

a. Menetapkan dimensi balok menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$h = \frac{1}{12} L \dots\dots\dots (27)$$

$$b = \frac{1}{2} \text{ sampai } \frac{2}{3} h \dots\dots\dots (28)$$

b. Menentukan tinggi efektif balok menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$d \text{ efektif} = h - d' - \emptyset \text{ sengkang} - (0,5 D \text{ Tul. Utama}) \dots\dots\dots (29)$$

c. Menghitung rasio tulangan balok menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\rho_{\text{balance}} = \left(\frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (30)$$

$$\rho_{\text{max}} = \frac{0,003 + \frac{f_y}{E_s}}{0,008} \cdot \rho_{\text{balance}} \dots\dots\dots (31)$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (32)$$

Menghitung momen nominal menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots (33)$$

$$m = \frac{f_y}{0,8 \cdot f_c} \dots\dots\dots (34)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (35)$$

d. Menghitung luas tulangan utama yang diperlukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (36)$$

e. Kontrol kekuatan penampang balok menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \dots\dots\dots (37)$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (38)$$

f. Menghitung gaya geser nominal menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \dots\dots\dots (39)$$

Menghitung gaya geser yang ditahan oleh beton menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (40)$$

Menghitung gaya geser yang ditahan oleh sengkang menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = V_n - V_c \dots\dots\dots (41)$$

g. Menghitung jarak tulangan dan kebutuhan sengkang menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$A_v = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots (42)$$

$$S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots (43)$$

7) Perencanaan Struktur Kolom

Perencanaan struktur kolom mengacu pada SNI 2847:2019.

a. Menentukan kelangsingan kolom menggunakan persamaan sebagai berikut :

- $\frac{k.l_u}{r} \leq 34-12 \left[\frac{M1}{M2} \right] \leq 40$ (44)
- b. Menghitung eksentrisitas kolom menggunakan persamaan sebagai berikut :
- $e = \frac{M_{ult}}{P_{ult}}$ (45)
- $e_{min} = 15+0,003.h$ (46)
- d. Menghitung luas tulangan longitudinal menggunakan persamaan sebagai berikut :
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$ (47)
- e. Kontrol kekuatan penampang kolom menggunakan persamaan sebagai berikut:
- Kolom dengan kehancuran tarik : $P_n = 0,85.f_c'.b.d.\left(\frac{h-2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h-2e}{2d}\right)^2 + 2 \cdot m \cdot \rho} \left(1 - \frac{d'}{d}\right)\right)$.. (48)
- Kolom dengan kehancuran tekan : $P_n = \left(\frac{A_s.F_y}{(d-d') + 0,5}\right) + \left(\frac{b \cdot h \cdot f_c}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2}}\right) + 1,18$ (49)
- f. Menghitung gaya geser yang mampu ditahan oleh beton menggunakan persamaan sebagai berikut :
- $V_c = 0,17 \cdot (1+P_u/(14 \cdot A_g)) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$ (50)
- g. Menghitung gaya geser yang ditahan oleh Sengkang menggunakan persamaan sebagai berikut :
- $V_s = V_n - V_c$(51)
- h. Menghitung jarak tulangan dan kebutuhan sengkang menggunakan persamaan sebagai berikut :
- $A = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$ (52)
- $S_{perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$ (53)
- i. Menghitung Menghitung jarak terjauh tulangan menggunakan persamaan sebagai berikut :
- $S_{maks} = \frac{d}{2}$(54)

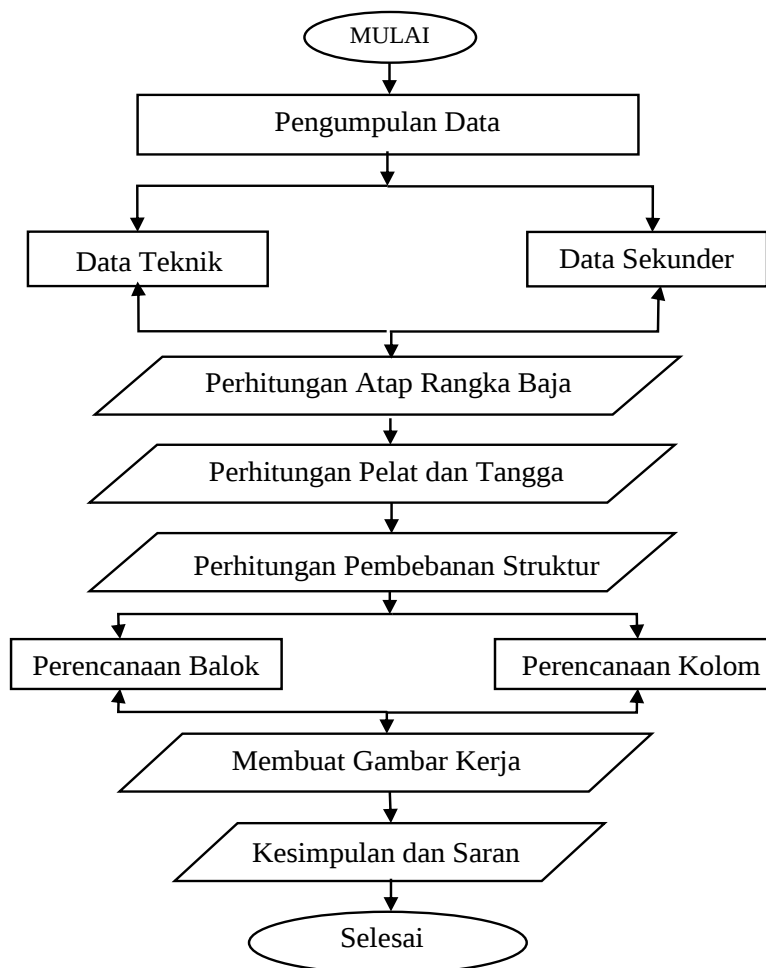
III. METODE PENELITIAN

Gedung Rawat Inap Irna Merpati RSUD Dr. Soedono Madiun berlokasi di Jl. Dr. Soetomo No. 59, Kecamatan Kartoharjo, Kota Madiun dirancang sebagai bangunan eksisting dengan jumlah empat lantai. Metode yang digunakan dalam modifikasi perencanaan struktur atas Gedung Rawat Inap Irna Merpati RSUD Dr. Soedono Madiun, penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif. Data diperoleh melalui proses analisis yang kemudian digunakan untuk menentukan alternatif perencanaan guna mendapatkan dimensi elemen struktural bangunan, seperti dimensi pelat, balok, kolom, dan tangga. Selanjutnya, proses ini dilanjutkan dengan pembuatan gambar desain detail engineering design (DED) untuk struktur atas gedung. Data alternatif Gedung Rawat Inap Irna Merpati Rumah sakit Dr. Soedono Madiun sebagai berikut:

- Lokasi = Terletak di Jl. Dr. Soetomo no. 59
Madiun, Jawa Timur 63117
- Lebar bangunan = 15,60 m
- Panjang bangunan = 22,00 m
- Tipe struktur atap = Pelat Atap Beton bertulang dan WF
- Jumlah lantai = 4 lantai
- Tinggi bangunan = 18,30 m
- Tinggi antar lantai = 4,00 m, 2,35 m
- Letak geografis = Jauh dari pantai

- Zona gempa = Zona 4
- Dimensi Kolom K1A = 750 mm x 750 mm
- Dimensi Kolom K1B = 750 mm x 750 mm
- Dimensi Kolom K2 = 250 mm x 250 mm
- Dimensi Kolom KL = 350 mm x 500 mm
- Dimensi Balok B1A = 350 mm x 700 mm
- Dimensi Balok B1B = 350 mm x 700 mm
- Dimensi Balok B2A = 250 mm x 500 mm
- Dimensi Balok B2B = 250 mm x 500 mm
- Dimensi Balok B3A = 250 mm x 400 mm
- Dimensi Balok B3B = 250 mm x 400 mm
- Dimensi Balok B4 = 250 mm x 300 mm
- Mutu Beton f_c' = 30 Mpa (K350)
- Mutu Tulangan f_y = 420 Mpa
- Mutu Baja = SS400

Berikut merupakan langkah dari perencanaan secara menyeluruh, mulai dari tahap awal hingga tahap akhir, dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Gambar 1. Bagan Diagram Alir

IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

1) Perhitungan Struktur Atap Rangka Baja (gording)

Dalam analisis struktur atap rangka baja (gording) yang menggunakan penampang profil CNP 150.50.20.3,2, diperoleh hasil sebagai berikut:

- Perhitungan beban merata akibat air hujan

$$\frac{93,74}{0,9 \times 596} + \frac{5,73}{0,9 \times 405} = 0,3 < 1,0$$

- Perhitungan beban terpusat akibat pekerja

$$\frac{172,73}{0,9 \times 596} + \frac{24,13}{0,9 \times 405} = 0,10 < 1,0$$

2) Perhitungan Struktur Pelat Atap, Lantai dan Tangga

a. Perhitungan Struktur Pelat Atap

Pembebanan pelat atap

Beban mati meliputi

Berat Sendiri Pelat (t = 10cm)	= 0,10 x 2.400	= 240 kg/m ²
Spesi	= 0,02 x 2.200	= 44 kg/m ²
Penggantung	=	= 11 kg/m ²
Plafond	=	= 7 kg/m ²
Berat air hujan	= 0,05 x 1.000	= 50 kg/m ²
qD		= 352 kg/m ²

Beban hidup

Beban guna = qL = 100 kg/m²

Beban terfaktor qU = 1,2 qD + 1,6 qL = 1,2 (352) + 1,6 (100) = 582,4 kg/m²

Momen yang bekerja pada pelat atap

Dari hasil analisis momen pada pelat atap, diperoleh data sebagaimana tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Perhitungan Momen Alat Atap

Tipe pelat	Lx (m)	Ly (m)	qU (kg/m ²)	Koefisien momen pelat	Momen arah x (kgm)		Momen arah y (kgm)		Ly / Lx
					Mtx	Mlx	Mty	Mly	
A	1.3	2	582,4	Ctx = 76 Clx = 36 Cty = 57 Cly = 17	-74.80	35,43	-56,10	16,73	1.5
B	2.5	3	582,4	Ctx = 64 Clx = 28 Cty = 56 Cly = 20	-232.96	101.92	-203.84	72.80	1.2
C	3	3	582,4	Ctx = 52 Clx = 21 Cty = 52 Cly = 21	-272.56	110.07	-272.56	110.07	1
D	2	2.7	582,4	Ctx = 69 Clx = 31 Cty = 57 Cly = 19	-160.74	72.22	-132.79	44.26	1.35

Berdasarkan tabel diatas, maka diambil nilai momen terbesar pada pelat atap tipe C

Sebesar Mtx -272.56 kg.m, Mlx 110.07 kg.m, Mty -272.56 kg.m, Mly 110.07 kg.m.

Penulangan pada pelat atap

Data hasil perhitungan kebutuhan penulangan pada pelat atap dapat ditemukan dalam tabel berikut :

Tabel 4.2. Rekapitulasi Penulangan Pelat Atap

Tipe pelat	Tulangan lapangan		Tulangan tumpuan		Tipe Pelat
	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Pelat Dua Arah
A	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	Pelat Dua Arah
B	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	Pelat Dua Arah
C	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	Pelat Dua Arah
D	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	D10 – 200	Pelat Dua Arah

b. Perhitungan Struktur Pelat Lantai

Pembebanan pelat lantai

Beban mati

Beban sendiri pelat ($t = 13\text{cm}$) = $13 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 312 \text{ kg/m}^2$

Pasir = $0,02 \times 1600 \text{ kg/m}^3 = 32 \text{ kg/m}^2$

Spesi = $0,02 \times 2200 \text{ kg/m}^3 = 44 \text{ kg/m}^2$

Keramik = $0,01 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 24 \text{ kg/m}^2$

Plafon + Penggantung = $11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$
= 430 kg/m^2

Beban Hidup

Beban guna

Beban guna ruang pasien = $qL = 200 \text{ kg/m}^2$

Beban guna lantai koridor = $qL = 383 \text{ kg/m}^2$

Beban Terfaktor

$qU = 1,2 qD + 1,6 qL = 1,2 (118) + 1,6 (200) = 461,6 \text{ kg/m}^2$

$qU = 1,2 qD + 1,6 qL = 1,2 (118) + 1,6 (383) = 754,4 \text{ kg/m}^2$

Momen yang bekerja pada pelat lantai

Dari perhitungan momen pada pelat lantai, diperoleh hasil sebagaimana tercantum dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.3. Rekapitulasi Perhitungan Momen Pelat Lantai Dengan Beban Guna Rumah Sakit Sebagai Ruang Pasien dan Koridor

Tipe pelat	Lx (m)	Ly (m)	qU (kg/m ²)	Koefisien momen pelat	Momen arah x (kgm)		Momen arah y (kgm)		Ly/Lx
					Mtx	Mlx	Mty	Mly	
A	2,5	4	461,6	Ctx =79 Clx=37 Cty=57 Cly=16	-227,9	106,75	-164,45	46,16	1,6
B	3	4	1128,8	Ctx = 69 Clx = 31 Cty = 57 Cly = 19	-701,0	314,94	-579,07	193,02	1,33

C	2,5	3	461,6	Ctx = 64 Clx = 28 Cty = 56 Cly = 20	-184,6	80,78	-161,56	57,70	1,2
D	3	3	1128,8	Ctx = 52 Clx = 21 Cty = 52 Cly = 21	-528,3	213,34	-528,28	213,34	1
E	2	2,7	461,6	Ctx = 73 Clx = 34 Cty = 57 Cly = 18	-134,8	62,78	-105,24	33,24	1,35

Berdasarkan tabel diatas maka digunakan momen terbesar yaitu pada pelat lantai tipe B Sebesar Mtx-701,0 kg.m, Mty 314,94 kg.m, Mty -579,07 kg.m, Mly 1,33 kg.m.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai Pada Tiap Lantai

Tipe pelat	Tulangan lapangan		Tulangan tumpuan		Arah Pelat
	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	
A	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	Pelat Dua Arah
B	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	Pelat Dua Arah
C	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	Pelat Dua Arah
D	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	Pelat Dua Arah
E	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	D10 – 130	Pelat Dua Arah

c. Perhitungan Struktur Pelat Tangga

Pembebanan pelat tangga

Beban mati

$$\text{Berat pelat sendiri} = 0,23 \times 2,400 / \cos 29^\circ = 631,8 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat spesi} = 0,02 \times 2,100 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat keramik} = 0,01 \times 2,400 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat sandaran} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban mati total (qD)} = 747,8 \text{ kg/m}^2$$

Beban hidup

$$\text{Beban berat hidup total} = 500 \text{ kg/m}^2$$

Beban terfaktor

$$qU = 1,2 D + 1,6 L = 1,2 (747,8) + 1,6 (500) = 1.697,32 \text{ kg/m}^2$$

Penulangan pelat tangga

Hasil perhitungan penulangan pelat tangga menunjukkan bahwa tulangan utama pada tumpuan tangga menggunakan baja tulangan D13 dengan jarak 250 mm, sedangkan tulangan bagi tumpuan menggunakan D12 – 250 mm. Untuk bagian lapangan, digunakan tulangan utama D13 – 250 mm dan tulangan bagi lapangan menggunakan D12 – 250 mm

3) Perhitungan Distribusi Pembebanan Struktur Atas Gedung

a. Perhitungan beban mati

Beban mati pada pelat atap

$$\text{Berat Sendiri Pelat (t = 10 cm)} = 0,10 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat air hujan} = 0,05 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi} = 0,02 \times 2200 \text{ kg/m}^3 = 44 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Plafond + penggantung} = 11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$$

	qD	$= 352 \text{ kg/m}^2$
Beban mati pada pelat lantai		
Beban sendiri pelat ($t=13 \text{ cm}$)	$= 13 \times 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 312 \text{ kg/m}^2$
Pasir	$= 0,02 \times 1600 \text{ kg/m}^3$	$= 32 \text{ kg/m}^2$
Spesi	$= 0,02 \times 2200 \text{ kg/m}^3$	$= 44 \text{ kg/m}^2$
Keramik	$= 0,01 \times 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 24 \text{ kg/m}^2$
Plafon + Penggantung	$= 11 + 7$	$= 18 \text{ kg/m}^2$
	qL	$= 430 \text{ kg/m}^2$

b. Perhitungan beban hidup

Beban hidup pada pelat atap

Beban guna = $qL = 100 \text{ kg/m}^2$

Beban hidup pada pelat lantai

Beban guna ruang pasien = $qL = 200 \text{ kg/m}^2$.

Beban guna lantai koridor = $qL = 383 \text{ kg/m}^2$.

c. Perhitungan distribusi beban gempa

$$S_s = 0,74 \text{ g} \quad F = 2,003$$

$$S_1 = 0,33 \text{ g} \quad S_{DS} = 0,5968$$

$$F_a = 1.203 \quad S_{MS} = 0,8951$$

$$T_0 = 0.15 \text{ detik} \quad S_{M1} = 0,6484$$

$$T_s = 0.74 \text{ detik}$$

$$S_{D1} = 0,4323$$

d. Analisa kombinasi pembebanan struktur

Berikut ini merupakan kombinasi beban yang diterapkan pada struktur gedung:

- Kombinasi 1 : 1,4 D
- Kombinasi 2 : 1,2 DL + 1,6 LL
- Kombinasi 3 : 1,2 DL + 1,6 LL $\pm$ 1 EX $\pm$ 0,3 EY
- Kombinasi 4 : 1,2 DL + 1,6 LL $\pm$ 0,3 EX $\pm$ 1 EY

Pemodelan struktur menggunakan software SAP2000 menghasilkan output seperti yang disajikan dalam tabel di bawah ini :

4) Perhitungan Struktur Atap Rangka Baja (Kuda Kuda Baja WF)

1) Balok Atap WF 250.125.6.9

Berdasarkan hasil analisis struktur yang dilakukan menggunakan bantuan software SAP2000 pada atap rangka baja WF 250.125.6.9, diperoleh hasil $M_u = 1626,44 \text{ kgm}$ dan $V_u = 1110,06 \text{ kg}$. Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan struktur atap rangka baja (kuda-kuda baja WF) dengan hasil sebagai berikut :

$$\phi \cdot V_n = 0,9 \cdot 25200 = 22680 \text{ kg} > V_u = 1110,1 \text{ kg (aman)}$$

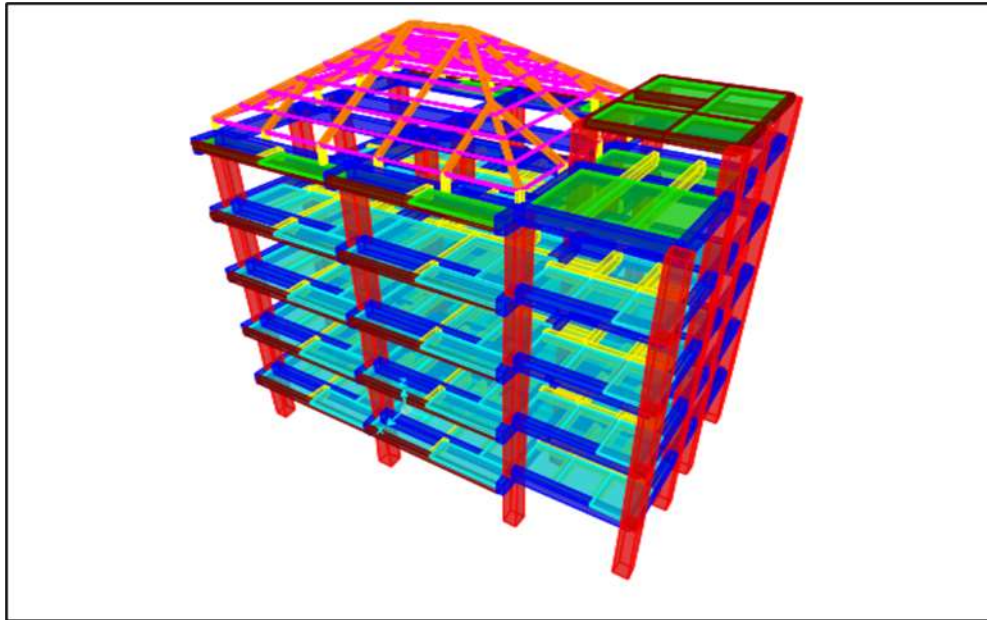
2) Kolom Atap WF 200.200.8.12

Berdasarkan hasil analisis struktur yang dilakukan menggunakan bantuan software SAP2000, diperoleh hasil $N_u = 3956,78 \text{ kg}$, $M_u = 1385,37 \text{ kgm}$ dan $V_u = 1562,58 \text{ kg}$. Didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\phi \cdot V_n = 0,9 \cdot 25200 = 22680 \text{ kg} > V_u = 1562,58 \text{ kg (aman)}$$

5) Analisis Hasil Permodelan dan Analisis Struktur

Analisis struktur dilakukan untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil untuk memenuhi syarat kekuatan, sesuai dengan peraturan yang berlaku. Untuk hasil pemodelan dan analisis struktur Gedung Rawat Inap Irna Merpati Rumah Sakit Dr. Soedono Madiun dapat dilihat dalam gambar dibawah ini.



Sumber : Analisis Struktur SAP2000 V2

Gambar 4. 1 Pemodelan dan Analisis Struktur Gedung Rawat Inap Rumah Sakit.

6) Perhitungan Struktur Balok

- a. Balok B1 (70 x 40 cm)
 Pada balok B1 didapatkan hasil momen (Mu) Tumpuan = 567948300 Nmm dan gaya geser Tumpuan (Vu) = 271605,5 N. Penulangan yang digunakan pada bagian ini terdiri dari 7 batang tulangan atas D22 dan 4 batang tulangan bawah D22, serta tulangan geser berdiameter D10 dengan jarak 200 mm. (Mu) Lapangan = 289163300 Nmm kg dan gaya geser Lapangan (Vu) = 273493,4 N . Penulangan yang digunakan pada bagian ini terdiri dari 4 batang tulangan atas D22 dan 7 batang tulangan bawah D22, serta tulangan geser berdiameter D10 dengan jarak 200 mm.
- b. Balok B2 (60 x 30 cm)
 Pada balok B2 didapatkan hasil momen (Mu) Tumpuan = 143275300 Nmm dan gaya geser Tumpuan (Vu) = 80511 N. Penulangan yang digunakan pada bagian ini terdiri dari 3 batang tulangan atas D19 dan 3 batang tulangan bawah D19, serta tulangan geser berdiameter D10 dengan jarak 250 mm. (Mu) Lapangan = 114023200 Nmm kg dan gaya geser Lapangan (Vu) = 86729,8 N . Penulangan yang digunakan pada bagian ini terdiri dari 3 batang tulangan atas D19 dan 3 batang tulangan bawah D19, serta tulangan geser berdiameter D10 dengan jarak 250 mm.
- c. Balok B3 (40 x 20 cm)
 Pada balok B3 didapatkan hasil momen (Mu) Tumpuan = 66539800 Nmm dan gaya geser Tumpuan (Vu) = 52353,8 N. Penulangan yang digunakan pada bagian ini terdiri dari 3 batang tulangan atas D16 dan 2 batang tulangan bawah D16, serta tulangan geser berdiameter D10 dengan jarak 150 mm. (Mu) Lapangan = 32766200 Nmm kg dan gaya geser Lapangan (Vu) = 53036,5 N . Penulangan yang digunakan pada bagian ini terdiri dari 2 batang tulangan atas D16 dan 3 batang tulangan bawah D16, serta tulangan geser berdiameter D10 dengan jarak 150 mm.

7) Perhitungan Struktur Kolom**a. Kolom K1 (55 x 55 cm)**

Pada kolom K1 didapatkan hasil $P_u = 245.903,91$ kg dan $V_u = 17.833,13$ kg menggunakan tulangan pokok 6 D 22 dan tulangan geser D13 – 150.

b. Kolom K2 (45 x 45 cm)

Pada kolom K1 didapatkan hasil $P_u = 63.700,23$ kg dan $V_u = 10.270,77$ kg menggunakan tulangan pokok 4 D 22 dan tulangan geser D13 – 150.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Kolom

Kolom	Tulangan tumpuan		Tulangan Geser	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
K1	20D22	20D22	D13 - 150	D13 - 150
K2	12D22	12D22	D13 - 150	D13 - 150

V. KESIMPULAN DAN SARAN**A. Kesimpulan**

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dimensi rangka atap baja (Gording) direncanakan menggunakan Gording profil baja berbentuk kanal ringan dengan spesifikasi ukuran LLC 150.50.20.3,2. Dengan kemiringan atap 30° dan jarak 1 meter.
2. Perhitungan Dimensi penulangan mendapatkan hasil :
 - Penulangan pelat atap dirancang dengan ketebalan pelat sebesar 10 cm. Penulangan pelat atap pada arah X, di daerah tumpuan maupun di lapangan, menggunakan tulangan D10-150. penulangan pada arah Y, di tumpuan maupun di lapangan, menggunakan tulangan D10-150.
 - Pelat lantai 2, 3, 4 dan 5 direncanakan dengan ketebalan pelat sebesar 13 cm. Penulangan pelat arah X, pada daerah tumpuan maupun lapangan, menggunakan tulangan D10-130. untuk arah Y, digunakan tulangan D10 130 pada daerah tumpuan maupun lapangan.
 - Penulangan tangga dirancang dengan ketebalan pelat tangga sebesar 15 cm. Penulangan tarik menggunakan baja tulangan D13-250 dengan luas penampang tulangan terpasang sebesar $531,143 \text{ mm}^2$, sedangkan penulangan tekan menggunakan D12-250 dengan luas penampang tulangan terpasang sebesar $339,43 \text{ mm}^2$.
3. Berdasarkan perhitungan pembebanan struktur atas gedung yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :
 - a. Perhitungan beban hidup untuk pelat atap didapatkan nilai sebesar 100 kg/m^2 , sedangkan untuk pelat lantai untuk ruang pasien sebesar 200 kg/m^2 . dan untuk Lantai koridor diatas lantai 1 adalah 383 kg/m^2 . serta pelat tangga didapatkan nilai sebesar 479 kg/m^2 .
 - b. Perhitungan beban mati pada pelat atap didapatkan nilai sebesar 352 kg/m^2 , sedangkan untuk pelat lantai didapatkan nilai sebesar 430 kg/m^2 , serta pelat tangga didapatkan nilai sebesar $747,8 \text{ kg/m}^2$.
 - c. Perhitungan beban gempa gedung rawai inap irna merpati rumah sakir Dr. Soedono Madiun direncanakan menggunakan Respon spektrum IBC 2013. Wilayah Madiun termasuk di zona gempa IV (KDS D). Gedung Rawat Inap Irna Merpati Rumah Sakit Dr. Soedono Madiun didesain dan direncanakan ulang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
4. Berdasarkan perhitungan struktur atap rangka baja (Kuda-kuda baja WF) pada Modifikasi Perencanaan struktur atas Gedung Rawat Inap Irna Merpati Rumah Sakit Dr. Soedono

Madiun dihitung menggunakan profil baja WF dengan ukuran 250.125.6.9. Dengan jarak kuda 3 m dan bentang 13 m.

5. Perincian penulangan balok dalam perencanaan struktur atas adalah sebagai berikut:
 - a. Balok B1 berukuran 70 x 40 cm menggunakan penulangan di tumpuan berupa tulangan tarik 7D22, tulangan tekan 4D22, dan sengkang D10-200. Di lapangan, digunakan tulangan tarik 4D19, tulangan tekan 7D19, serta sengkang D10-200.
 - b. Balok B2 dengan dimensi 60 x 30 cm memiliki penulangan tumpuan dan lapangan berupa tulangan tarik dan tekan masing-masing 3D19, serta sengkang D10-250.
 - c. Balok B3 berukuran 40 x 20 cm direncanakan dengan tulangan tarik 3D16, tulangan tekan 2D16, dan sengkang D10-150 di tumpuan, serta tulangan tarik 2D19, tulangan tekan 3D19, dan sengkang D10-150 di lapangan.
6. Dimensi dan penulangan kolom dalam perencanaan struktur atas terdiri atas:
 - a. Kolom K1 berukuran 55 x 55 cm dengan tulangan pokok 6D22 dan sengkang D13-150.
 - b. Kolom K2 memiliki ukuran 45 x 45 cm, menggunakan tulangan utama 4D19 dan sengkang D13-150.

B. Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada Bab IV, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat menyempurnakan laporan ini. Perhitungan struktur sebaiknya dilakukan secara cermat dan berpedoman pada standar serta ketentuan yang berlaku, guna memperoleh hasil yang lebih optimal dan akurat. Selain itu, pemilihan mutu beton dan baja perlu diperhatikan dengan seksama, karena kualitas material sangat berpengaruh terhadap mutu bangunan yang direncanakan. Dalam perhitungan beban yang bekerja, khususnya pada struktur atas bangunan, asumsi-asumsi yang digunakan sebaiknya mendekati kondisi nyata atau sesuai dengan kondisi saat bangunan akan didirikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan keterbatasan penulis dalam penulisan jurnal ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ibu Dosen Pembimbing, Bapak Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis serta rekan-rekan dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam segala hal yang berkaitan dengan penulisan skripsi, demi terselesainya skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan sebagai bekal untuk pengembangan pengetahuan penulis kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adib Zamroni, M., Windarto, Y. A., Widorini, T., & Crista, N. H. (2023). P Perencanaan Struktur Gedung Perkuliahan Dan Aula 7 Lantai. *Jurnal Civil Engineering Study*, 3(02), 71–79. <https://doi.org/10.34001/ces.v3i02.723>
- Darmiyanti, L., Rodji, A. P., & Mumtaz, A. (2022). Perencanaan Struktur Atap Fprofil Baja Wf. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 4(02), 99–121. <https://doi.org/10.47080/josce.v4i02.2258>
- Dewi, A. T. P. (2022). Perencanaan Struktur Gedung Hotel 5 Lantai di Desa Linggajati Kecamatan Cilimus Kabupaten Kuningan. *Jurnal Civil Engineering Study*, 2(02), 22–34. <https://doi.org/10.34001/ces.02022022.3>
- Dewi, S. U., & Munfarid, M. (2024). Studi Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Rumah Susun Institut Teknologi Sumatera (ITERA) dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 8(2), 163–175. <https://doi.org/10.24967/teksis.v8i2.2762>

- Hamdani, YN, A. R.-R. J. T., & 2022, U. (2022). Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Pratama Unimuda Sorong. Unimuda.E-Journal.Id, 1–15.
- Natalina, R., Simanungkalit, H. M., Istiningsih, T., & Nurjanah, A. (2022). Tiga Aspek Penting dalam Kesehatan. Jurnal Forum Kesehatan : Media Publikasi Kesehatan Ilmiah, 12(1), 9–12. <https://doi.org/10.52263/jfk.v12i1.238>
- Prima Arga Rumbyarso, Y. (2022). Analisis Perkuatan Rangka Atap Baja pada Bangunan Gedung Heritage 1921 Menggunakan Software SAP 2000. Jurnal Teknik Indonesia, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.58860/jti.v1i1.2>
- Prima, Y., & Rumbyarso, A. (2021). Perencanaan Struktur Bangunan Atas (Upper Structure) Gedung Stie Bank Bpd Jateng Kota Semarang. Jurnal Teknokris, 24(1), 1–7.
- raga, hynthya novita, Sugiarto, A., & Wahiddin, W. (2021). Perencanaan Ulang Struktur Atas Dan Utama Gedung Perkantoran Bumi Mandiri Surabaya Jawa Timur. Jurnal JOS-MRK, 2(2), 136–142. <https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2021.02.02.136-142>
- Rendi, R., Ishak, I., & Kurniawan, D. (2021). Perencanaan Struktur Atas Gedung Fakltas Hukum Universitas Muhammdiyah Sumatera Barat. Ensiklopedia Research and Community Service Review, 1(1), 121–129. <https://doi.org/10.33559/err.v1i1.1101>
- Roesdiana, T. (2022). Analisis Struktur Rumah Susun 3 Lantai di Desa Margamekar Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. Jurnal Civil Engineering Study, 2(02), 1–12. <https://doi.org/10.34001/ces.02022022.1>
- Rohmah, F. N., Naibaho, A., & ... (2023). Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Menara 17 Pwnu Jawa Timur. Jurnal Online Skripsi ..., 4(September), 213–219.
- Salimah, A., & Qaribullah, I. (2022). JOURNAL OF RESEARCH AND INOVATION IN CIVIL ENGINEERING AS APPLIED SCIENCE (RIGID) Pengaruh Penambahan Kapur terhadap Nilai Plastisitas Tanah Lunak. 1(1), 26–30.
- Subagyo, S., Nurokhman, N., & Suharyanto, I. (2022). Analisis Struktur Atas Rangka Baja Pada Bangunan Industri Peternakan Unggas. CivETech, 4(2), 65–77. <https://doi.org/10.47200/civetech.v4i2.1304>
- Sumantri, Y., Setia Budi Wibowo, L., Shofwan Donny Cahyono, M., Kunci, K., & Bertulang, B. (2022). Perbandingan Analisis Struktur Atas Gedung 16 Lantai STATUS ARTIKEL. Surabaya Jurnal Anggapa, 1(1), 1–8.
- Ulumiyah, N. H. (2018). Meningkatkan Mutu Pelayanan Kesehatan Dengan Penerapan Upaya Keselamatan Pasien Di Puskesmas. Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia, 6(2), 149. <https://doi.org/10.20473/jaki.v6i2.2018.149-155>
- Usman, A., & Rifdan. (2023). Pengembangan Kualitas Sumber Daya Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat Makassar. 5th Conference on Research and Community Services STKIP PGRI Jombang, 387–400.
- Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI-1726-2019, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. SNI-2847, 2019. Badan Standarisasi Nasional, Bandung