

DESAIN DAN ANALISIS STRUKTUR PELAT DI ATAS GORONG-GORONG UNTUK PENGENDALIAN AIR MENGGUNAKAN SAP 2000

Nasyiin Faqih ¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, UNSIQ Wonosobo
Email : nasyiin@unsiq.ac.id

ABSTRAK

Gorong-gorong digunakan sebagai saluran untuk mengalirkan air, limbah, atau cairan lainnya dari satu tempat ke tempat lain. Pelat di atas gorong-gorong dipasang untuk mengendalikan aliran air dan mencegah genangan atau banjir. Selain itu, pelat tersebut juga berfungsi untuk memberikan keamanan dan aksesibilitas, terutama di trotoar atau jalan pejalan kaki. Metode yang digunakan dalam perencanaan pelat ini adalah penelitian kuantitatif yang melibatkan pengukuran dan analisis numerik. Perhitungan struktur melibatkan penggunaan data terukur seperti dimensi struktur, beban yang diterapkan, sifat-sifat material, dan parameter-parameter lainnya untuk melakukan perhitungan dan analisis matematis. Selain itu, pembebanan pada atap gorong-gorong dan balok juga dihitung dan dianalisis. Properties penampang balok dan pelat ditentukan berdasarkan ketentuan standar, dan struktur secara keseluruhan dimodelkan menggunakan elemen kolom dan balok dalam program SAP2000. Dalam perencanaan ini, pelat lantai dihitung berdasarkan persyaratan batas, tebal pelat, beban mati, beban hidup, dan kombinasi pembebanan. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa Data Material: Tebal 20 cm. Resultan Momen Maksimum : Negatif: - 6.75296 Ton-m/m Positif: 2.58364 Ton-m/m.

Kata Kunci : perencanaan, plat, gorong-gorong.

ABSTRACT

Culvert are used as channels to facilitate the flow of water, waste, or other fluids from one location to another. Plates are installed on top of the culvert to control the water flow and prevent pooling or flooding. Additionally, these plates serve the purpose of providing safety and accessibility, especially on sidewalks or pedestrian walkways. The methodology employed in the design of these plates involves quantitative research that includes measurement and numerical analysis. Structural calculations involve the utilization of measurable data such as structural dimensions, applied loads, material properties, and other parameters to perform mathematical calculations and analysis. Furthermore, the loading on the manhole cover and beams is also computed and analyzed. The properties of the beam and plate cross-sections are determined based on standard requirements, and the overall structure is modeled using column and beam elements in the SAP2000 program. In this design, the floor plates are calculated based on boundary conditions, plate thickness, dead load, live load, and load combinations. The design results indicate the following data: Material Data: Thickness 20 cm. Maximum Resultant Moment: Negative: -6.75296 Ton-m/m Positive: 2.58364 Ton-m/m.

Keywords: planning, plate, culvert

1. PENDAHULUAN

Gorong-gorong merupakan sebuah struktur pipa atau saluran yang digunakan untuk mengalirkan air, limbah, atau cairan lainnya dari satu tempat ke tempat lain. (Yuliet et al., 2012). Gorong-gorong biasanya terbuat dari bahan yang tahan terhadap korosi dan tekanan, seperti beton, baja, atau bahan plastik. Gorong-gorong digunakan untuk mengalirkan air dari satu area ke area lain yang membutuhkan pengendalian air, seperti saluran pembuangan hujan atau sistem drainase (Faqih et al., 2019).

Dengan memasang plat di atas gorong-gorong, air dapat mengalir dengan lancar di atas permukaan plat, yang membantu mengendalikan aliran air dan mencegah genangan atau banjir (Wawan Handayani, Gunawan Noor, 2019).

Dalam beberapa kasus, plat di atas gorong-gorong digunakan untuk memberikan keamanan dan aksesibilitas. Misalnya, di trotoar atau jalan pejalan kaki, plat di atas gorong-gorong digunakan untuk melindungi pejalan kaki dari jatuh ke dalam gorong-gorong dan juga memungkinkan mereka untuk melewati dengan aman.

Plat di atas gorong-gorong dapat berfungsi sebagai pelat penyebar beban yang meratakan beban yang diterapkan di atasnya. Dalam beberapa kasus, beban struktur di atas gorong-gorong dapat sangat tinggi, seperti lalu lintas kendaraan atau beban struktural lainnya. (Meliya, 2019). Dengan memasang plat di atas gorong-gorong, beban dapat didistribusikan secara merata ke gorong-gorong di bawahnya, mengurangi tekanan yang diterapkan pada struktur tersebut. (Nur, 2019)

2. METODE

Perhitungan struktur dalam metode perencanaan ini termasuk jenis penelitian kuantitatif. Yaitu didasarkan pada pengukuran dan analisis numerik yang menghasilkan hasil yang dapat diukur dan dihitung secara matematis. Dalam konteks perhitungan struktur, penelitian kuantitatif melibatkan penggunaan data yang terukur, seperti dimensi struktur, beban yang diterapkan, sifat-sifat material, dan parameter-parameter lainnya,

untuk melakukan perhitungan dan analisis matematis yang menghasilkan angka-angka yang dapat digunakan dalam perencanaan dan desain struktur.

2.1. Langkah-langkah Perencanaan Pelat

- Menetapkan persyaratan batas, dukungan, dan panjang bentangan.
- Menentukan ketebalan pelat lantai sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam SK SNI 2002 Pasal 11 Butir 5 Sub Butir 3 dan melakukan pemeriksaan terhadap lendutan yang diizinkan.
- Menghitung beban yang diterapkan pada pelat, termasuk beban mati (DL) dan beban hidup (LL).
- Menghitung kombinasi pembebanan.
- Mengidentifikasi gaya-gaya internal dan defleksi menggunakan SAP2000.

2.2. Penentuan Tebal Pelat

Penentuan tebal pelat lantai mengacu pada rumus sebagai berikut :

$$h_{(mak)} \leq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36} \quad h_{(min)} \geq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta}$$

Sumber : SK SNI 2002 ayat 11 butir 5 sub butir 3

dimana :

h = ketebalan pelat

l_n = bentang terpanjang f_y = mutu baja tulangan

β = l_y/l_x

Untuk memodelkan pelat lantai, dianggap lantai mampu menahan gaya-gaya dari arah horizontal/gempa maupun arah vertikal. Dalam SAP2000, pada menu Define Area Section, terdapat 3 pilihan untuk memodelkan pelat berdasarkan gaya-gaya atau momen yang diwakilinya, yaitu : (Faqih & Aji Laksono, 2022)

- Element Membrane, hanya memperhitungkan gaya-gaya sebidang atau momen yang berputar pada sumbu yang tegak lurus bidangnya.
- Element Plate, hanya memperhitungkan momen dan gaya transversal yang dihasilkan oleh gaya-gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang element tersebut.

c. Element Shell, adalah element yang mempunyai kemampuan element Membrane dan Shell sekaligus.

Dari pengertian tersebut, maka dipilih element Shell dengan type Shell Thick dengan asumsi pelat lantai sebagai pelat kaku yang mampu berperan untuk menahan gaya gempa dengan cara lantai tersebut harus dikekang (constraint).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan tebal pelat lantai mengacu pada rumus sebagai berikut :

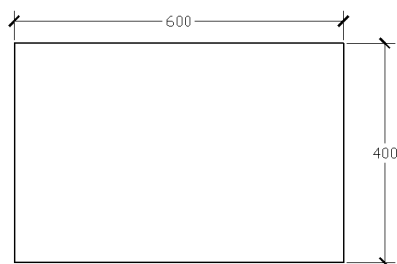
$$h_{(mak)} \leq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36} \quad h_{(min)} \geq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta}$$

dimana :

h = ketebalan pelat

ln = bentang terpanjang fy = mutu baja tulangan

β = ly/lx



Gambar 1. Dimensi pelat lantai atas

Ditetapkan :

Lx = 4000 mm

Ly = 6000 mm

$$h_{max} \leq (6000(0,8 + 240/1500))/36 = 160 \text{ mm}$$

$$h_{min} \leq (6000(0,8 + 240/1500))/(36 + 9 \cdot 6000/4000) = 116 \text{ mm}$$

Diambil tebal pelat lantai semi basement, h = 200 mm = 0,20 m

Untuk memodelkan pelat lantai, dianggap lantai mampu menahan gaya-gaya dari arah horizontal / gempa maupun arah vertikal. Dalam SAP2000, pada menu Define Area

Section, dipilih element Shell dengan type Shell Thick dengan asumsi pelat lantai sebagai pelat kaku yang mampu berperan untuk menahan gaya gempa dengan cara lantai tersebut harus dikekang (constraint).

3.1. Pembebanan Pada Atap Parkir

Pembebanan lantai untuk parkir (h = 0.20 m)

Beban Mati (DL)

$$\text{Beban sendiri pelat} = 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban spesi cm} = 2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban penutup lantai 1 cm} = 1 \times 24 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total DL} = 354 \text{ kg/m}^2 = 0.354 \text{ T/ m}^2$$

Beban Hidup (LL) untuk lantai gedung parkir (PPI untuk Gedung 1983) = 800 kg/ m²

$$\text{Total LL} = 800 \text{ kg/ m}^2 = 0.8 \text{ T/m}^2$$

Pembebanan atap Gorong-gorong

(h = 0,12 m)

Beban Mati (DL)

$$\text{Spesi (tebal = 3cm)} = 3 \cdot 21 \text{ kg/ m}^2/\text{cm} = 63 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Total DL} = 105 \text{ kg/ m}^2 = 1050 \text{ N/ m}^2$$

$$\text{Beban Hidup (LL) (PPI untuk Gedung 1983)} = 250 \text{ kg/ m}^2 = 2500 \text{ N/ m}^2$$

Pembebanan balok

Beban Mati (DL)

$$\text{Beban sendiri pelat} = 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban spesi cm} = 2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban penutup lantai 1 cm} = 1 \times 24 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total DL} = 354 \text{ kg/m}^2 = 0.354 \text{ T/ m}^2$$

Beban Hidup (LL) untuk lantai gedung parkir (PPI untuk Gedung 1983)
 $= 800 \text{ kg/ m}^2$
 $= 0.8 \text{ T/ m}^2$

3.2. Properties Penampang :

a. Balok

Dimensi balok dihitung berdasarkan ketentuan SNI :

Pendimensian Balok didesign berdasarkan panjang bentang antar kolom atau tumpuan yaitu :

$$h = \frac{1}{15} l - \frac{1}{10} l$$

$$b = \frac{1}{2} h - \frac{2}{3} h$$

Keterangan :

l = jarak antar kolom atau tumpuan

h = Tinggi balok

b = Lebar balok

Jarak antar kolom terbesar = 600 cm

h = 40 cm – 60 cm, diambil h = 60 cm

b = 20 cm – 40 cm, diambil b = 40 cm

Adapun properties penampang balok yang digunakan pada Plat Parkir Adalah

Tabel 1. Properties Penampang Balok

No	Notasi	b x h (cm)	Keterangan
1	B-40/60	60x100	balok induk tengah, plat parkir
2	BT-30/50	30x50	balok induk tepi, plat parkir
3	B-30/40	30x40	Balok Gorong-gorong

b. Properti penampang Pelat

Analisa Gaya Dalam pada pelat lantai dilakukan berdasarkan hasil analisa momen positif dan momen negatif menggunakan metode Finite Element dengan bantuan program sap2000. Hasil analisa Momen dan maximum displacement pada plat dengan program sap2000 berdasarkan kategori pembebanan dan fungsi tiap lantai. Tinjauan

momen maksimum pada Area yang ditinjau dianggap mewakili tiap lantai sehingga tinjauan tidak dilakukan berdasarkan per-element Area (tiap-tiap jalur mesh). Penulangan dilakukan 2 arah (two way slab) jika $l_y/l_x \leq 3$ dan 1 arah (one way slab) jika $l_y/l_x > 3$.

Dimana: l_y = bentang terpanjang l_x = bentang terpendek

Dalam perencanaannya pelat lantai struktur Gorong-Gorong di Jalan Banyumas Km. 3 ini dibagi dalam 2 kelompok, yaitu :

Pelat lantai Parkir

Data :

Tebal pelat : 20 cm

Diameter tulangan arah x : 1,6 cm

Diameter tulangan arah y : 1,6 cm

Pelat lantai Gorong-gorong

Data :

Tebal pelat : 12 cm

Diameter tulangan arah x : 1,0 cm

Diameter tulangan arah y : 1,0 cm

Pemodelan Struktur :

Struktur dimodelkan dalam 3 dimensi dengan menggunakan elemen kolom dan balok

Ukuran arah x = 8m

Ukuran arah y = 6 m

Ukuran arah z = 3 m + 3,5 = 7,5 m

Beban-beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) disalurkan dari pelat ke balok, kemudian didistribusikan ke pondasi. Struktur dan komponen struktur direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor sesuai dg aturan.

Kombinasi Pembebanan

Semua Komponen struktur dirancang memiliki kekuatan minimal sebesar kekuatan yang dihitung berdasarkan beban kombinasi berikut ini;

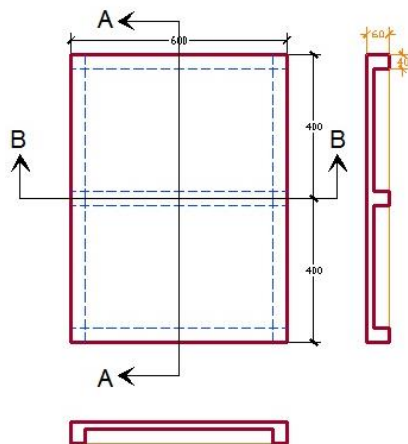
1. Kombinasi 1 1,4D

2. Kombinasi 2 1,2D + 1,6 L

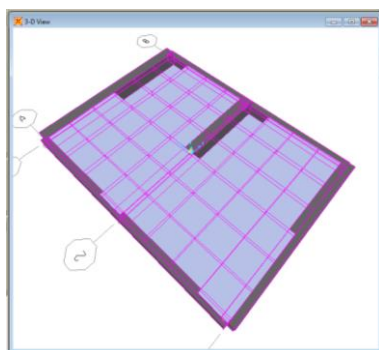
dengan

D = Dead Load (Mati)

L = Live Load (Hidup)



Gambar 2 : Denah dan Potongan perletakan Plat dan Balok



Gambar 3: Perspektif 3D Plat dan Balok

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Pada perencanaan balok dihasilkan:

- Tulangan perlu bagian atas $A = 1548 \text{ mm}^2$
- Digunakan : 6 D 19; $A = 6 \times 284 \text{ mm}^2 = 1701 \text{ mm}^2 > 1548 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$
- Tulangan perlu bagian bawah $A = 746 \text{ mm}^2$
- Digunakan : 3 D 19 ; $A = 3 \times 284 \text{ mm}^2 = 851 \text{ mm}^2 > 746 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$

Tulangan plat:

- Data Material : Tebal 20 cm.
- Resultan Momen Maksimum:

Negatif : - 6.75296 Ton-m/m

Positif : 2.58364 Ton-m/m

Besar momen bervariasi. Tetapi untuk keseragaman penulangan digunakan momen yang terbesar. Semakin tua warna dari warna momen tersebut maka momen akan semakin besar. Merah tua berarti momen semakin besar dengan nilai negatif, biru tua berarti nilai momen semakin besar dengan nilai positif.

Untuk mendesain plat digunakan momen dari M 11 dan M 22 yang terbesar. Dari hasil analisis diketahui bahwa M11 negatif terbesar = - 6.75296 Ton-m/m. M 11 positif terbesar : 2.58364 Ton-m/m. Sementara itu M 2-2 negatif terbesar = -2.980 Ton-m/m, M12 positif terbesar = 1.621 Ton-m/m

4.2. Saran

- Pastikan untuk memahami dan menganalisis beban yang akan diterapkan pada plat lantai. Ini termasuk beban mati (berat sendiri struktur, lapisan penutup, peralatan, dll.) dan beban hidup (beban yang dihasilkan oleh manusia, peralatan, dan furnitur).
- Diharapkan untuk melakukan Analisis Struktural yang teliti. Melakukan analisis struktural yang komprehensif sangat penting untuk memastikan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas plat lantai.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Faqih, N., Abdussalam, A., & Indriyati, O. (2019). Potential Analysis of Muncar River for Utilization of Micro Hydro Power Plant (MHPP). 2(5), 1–8.
- Faqih, N., & Aji Laksono, E. (2022). Pemodelan Komputasional Untuk Menentukan Kekuatan Struktur Bangunan. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, 12(2), 63–68.
- Meliya, R. (2019). Analisis Perilaku Balok Beton Mutu Tinggi Bertulang Berpenampang T Akibat Beban Statik Monotonik. scholar.unand.ac.id. <http://scholar.unand.ac.id/50320/>
- Nur, A. (2019). *Kinerja Seismik Kolom Beton Bertulang Mutu Tinggi Berpenampang*

Persegi Akibat Beban Statik Monotonik.
scholar.unand.ac.id.
<http://scholar.unand.ac.id/51924/>

Wawan Handayani, Gunawan Noor, M. T. R.
(2019). *Perencanaan Bangunan Penahan Sedimen (Check Dam II) Di Daerah Aliran Sungai Ciliman Desa Leuwikopo, Kecamatan Gunungkencana, Kabupaten Lebak.* Journal of Sustainable Civil Engineering, 1(1), 41–60.

Yuliet, R., Hakam, A., Firtsilova, I., & Anafwil, F. (2012). *Pembuatan Program Aplikasi Konstruksi Dinding Penahan Tanah Untuk Kondisi Gempa Dengan Visual Basic 6.0.* Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand), 8(2), 75.
<https://doi.org/10.25077/jrs.8.2.75-84.2012>