

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

Perencanaan Struktur Tribun Penonton dan Kontruksi rangka Atap Baja**Planning of the Spectator Stand Structure and Steel Roof Frame Construction****Owen¹, Petrus Haryanto Wibowo¹**¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional BatamEmail Korespondensi: ptr_hw@yahoo.com**INFO ARTIKEL****ABSTRAK****Kata kunci :**Struktur Tribun,
Rangka Atap
Baja, dan
Lapangan
Olahraga..

Tingginya minat olahraga masyarakat di Kota Batam pada awal tahun 2020 seperti olahraga basket, voli, dan badminton berdampak pula pada tingginya aktivitas penggunaan sarana olahraga atau lapangan olahraga, tetapi tidak diiringi dengan ketersediaan lapangan olahraga yang cukup. Penulis melakukan penelitian yaitu melakukan perencanaan sarana olahraga yang mencakup 3 permainan olahraga sekaligus yang dapat mengurangi penggunaan lahan yang begitu luas. Sehingga penggunaan lapangan tersebut dapat digunakan sebagai sarana olahraga yang multifungsi. Penulis melakukan perencanaan lapangan dengan ukuran panjang 36 m dan lebar 28.3 m. Penulis merencanakan struktur tribun penonton lapangan olahraga dengan menggunakan rangka atap baja sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia. Beban yang dimasukkan ke dalam struktur rangka atap baja berupa beban mati, beban hidup dan beban angin. Beban mati mencakup beban profic CNP, atap spandek, dan beban hidup mencakup beban air hujan. Materual struktur yang digunakan adalah, kolom baja IWF dengan ukuran 400 x 400 x 120 kg/m dan atap baja dengan ukuran IWF 500 x 200 x 103 kg/m. Penulis melakukan analisa struktur dengan menggunakan bantuan program SAP2000. Hasil analisis plat dengan menggunakan SAP2000 yang menahan beban hidup 500 kg/m² dan beban mati sebesar 62 kg.m², dapat menahan beban yang diberikan dan tulangan pelat menggunakan D10-170. Hasil analisis balok dalam SAP2000 dan perhitungan perencanaan balok, balok dapat mendukung struktur yang ada dan menerima Mu sebesar 2.72 kNm, tulangan balok memakai 2D12 dan begel balok memakai Ø6-140. Penulis berharap perencanaan yang dibuat dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil dan orang lain sebagai acuan ataupun pedoman dalam perencanaan.

ARTICLE INFO**ABSTRACT****Keywords:**Tribune
Structure, Steel
Roof Frame, and
Sport Field.

The high interest in public sports in Batam City in early 2020, such as basketball, volleyball, and badminton, has an impact on the high activity of using sports facilities or sports fields. However, it is not accompanied by the availability of sufficient sports fields. The author conducted research, namely planning sports facilities that include 3 sports games that at the same time can minimize the use of such a large area. It, later, can be used as a multifunctional sports facility. The author conducted a field planning with a length of 36 m and a width of 28.3 m. The author planned the structure of the sports field spectator stands using a steel roof frame following the provisions of the Indonesian National Standard. The loads put into the steel roof truss structure were in the form of dead loads, live loads, and wind loads. The dead load includes CNP profic load, spandex roof, and the live load includes rainwater load. The material structure

Contents list available at journal.uib.ac.id

Journal of Civil Engineering and Planning

Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

used was the IWF steel column with size 400 x 400 x 120 kg/m and steel roof with IWF size 500 x 200 x 103 kg / m. The author analyzed the structure using the SAP2000 program. The results of plate analysis using SAP2000 that withstand a live load of 500 kg/ m² and a dead load of 62 kg.m², can withstand a given load and plate reinforcement using D10-170. The results of beam analysis in SAP2000 and beam planning calculations were the beam can support the existing structure and receive Mu of 2.72 kNm, beam reinforcement uses 2D12 and the block beam uses Ø6-140. The author expects the planning made can be useful for Civil Engineering students and others as a reference or guideline in planning.

1. Pendahuluan

Kota Batam merupakan salah satu kota yang ada di Provinsi Kepulauan Riau yang mempunyai prospek kedepan untuk perkembangan, khususnya dalam hal pembangunan, termasuk salah satunya adalah pembangunan stadium kampus di UIB Batam[1]. Stadium merupakan sebuah bangunan yang digunakan sebagai tempat olahraga ataupun pertandingan seperti bola basket, bola kaki, estafet, bulu tangkis, dan masih banyak lainnya. Stadium merupakan tempat berlangsungnya berbagai aktivitas olahraga yang dilakukan oleh berbagai kalangan dengan variasi olahraga yang berbeda-beda, dengan adanya bangunan stadium maka diharapkan masyarakat dapat meningkatkan kemampuannya didalam bidang olahraga yang merupakan hobinya. Bangunan stadium mencakup struktur tribun penonton sebagai tempat penonton, atap yang memakai rangka atap baja dengan atap yang mencakup seluruh lapangan agar terhindar dari panasnya terik matahari dan cuaca hujan, lapangan sesuai tema olahraga, ruangan ganti pemain, dan toilet. Tujuan penelitian ini adalah: 1) Mengetahui standar bangunan yang sudah memenuhi standar Indonesia, 2) Mengetahui beban kerja apa saja yang terjadi pada bangunan dan 3) Mengetahui langkah-langkah dalam perencanaan awal hingga selesai.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian Umum Baja

Baja adalah salah satu material yang merupakan bagian terpenting dalam konstruksi yang memiliki bentang tinggi dan lebar, seperti yang kita ketahui baja terbuat dari dua macam bahan campuran yaitu *carbon* dan besi dimana kedua bahan tersebut dibuat menjadi suatu kesatuan dan terbentukla baja. Besi umumnya digunakan pada struktur beton bertulang menjadi salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan [2]. Baja memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh beton yaitu baja dapat menahan gaya tarik yang besar daripada beton [3]. Baja memiliki dua jenis yaitu baja campuran dan baja asli, dimana baja campuran merupakan baja yang terbuat dari *carbon*, besi, dan bahan-bahan dasar kimia sebagai campurannya sedangkan baja asli adalah baja yang campuran besi dan *carbonnya* tidak memakai campuran kimia lagi.

2.2. Pengertian Umum Beton

Seperti yang kita ketahui beton merupakan salah satu material yang sering digunakan bahkan secara umum banyak digunakan dalam pembangunan-pembangunan seperti pembangunan rumah, hotel, gedung, lantai kerja, terowongan, jembatan dan masi banyak lagi [4][5][6]. Beton dihasilkan dari campuran beberapa bahan material seperti air, semen, pasir, dan terdapat beberapa batu kerikil. Bahan tersebut dicampurkan menjadi 1 kesamaan dan

itulah yang disebut dengan beton dan dengan perhitungan yang tepat dapat menghasilkan mutu beton yang kita inginkan sesuai dengan ketentuan pengecoran Indonesia (Yufiter, Ruslan, & Remigildus, 2012).

2.3. Benefit Dalam Menggunakan Material Baja

Baja merupakan bahan material wajib untuk sebuah bangunan besar ataupun yang memiliki bentang dan elevasi yang tinggi. Oleh karena itu baja dipakai dalam pembuatan jembatan jalan, bangunan *workshop*, bangunan *mall*, dan baja bukan hanya dipakai dalam material konstruksi saja, baja dapat ditemukan dalam peralatan bengkel, alat-alat rumah tangga dan masi banyak lagi. Dengan begitu beberapa keuntungan dalam pemakaian baja dalam dunia konstruksi yaitu:

1. Baja memiliki kekuatan yang sangat tinggi
Baja memiliki kekuatan yang tinggi memiliki suatu satuan yang dapat memberikan suatu bangunan struktur memiliki berat sendiri yang ringan.
2. Baja bersifat elastis
Baja bersifat elastis mempunyai arti jika baja mencapai suatu tingkat ketegangan tertinggi, dengan mengikuti hukum *hooke* maka modulus elastis untuk perhitungan baja dapat dihitung dengan tepat.
3. Baja dapat digunakan sebagai struktur tambahan
Baja dapat digunakan sebagai struktur tambahan, dengan arti baja dapat digunakan diatas bangunan berstruktur beton dengan memakai baut angkuh dengan perhitungan sebelum memasang angkuh, biasanya secara umum dapat kita amati bahan baja sebagai atap yang ada di lantai bangunan dengan struktur beton (Inggrid, Safrin, & K. Budi, 2019).

2.4. Benefit Dalam Menggunakan Material Beton

Seperti yang kita ketahui beton merupakan bahan dasar bangunan yang hampir ditemukan disetiap pembangunan seperti struktur, lantai kerja dan masi banyak lainnya, berikut kelebihan dalam memakai material beton:

1. Coran beton dapat dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan dengan cara membuat wadah atau tempat coran yang akan dibuat.
2. Dapat menahan gaya tekan yang diberikan dari berat sendiri maupun beban hidup.
3. Biaya material beton lebih murah dibandingkan material baja.
4. Lebih mudah dirawat dan memiliki umur yang sangat lama.
5. Dapat dimanipulasi kekuatannya, dengan perbandingan pasir, semen, dan batu kerikil agar mendapatkan kekuatan cor beton yang diinginkan (Inggrid, Safrin, & K. Budi, 2019).

2.5. Kelemahan Dalam Pemakaian Material Baja

Selain memiliki keuntungan dalam pemakaian material baja, baja terdapat juga beberapa kelemahan seperti berikut:

1. Baja memiliki harga yang relatif mahal
Baja memiliki harga yang relatif mahal untuk digunakan dalam material bahan konstruksi, tetapi memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh beton yaitu dapat menahan gaya tarik, dan juga baja yang akan digunakan sebelumnya akan dilakukan perawatan berupa pengecatan dasar dan anti karat, dan dalam beberapa kurun waktu tertentu akan dilakukan pengecekan kembali.
2. Baja tidak baik untuk diberikan gaya tekuk

Baja tidak baik untuk menerima gaya tekuk, karena baja memiliki suatu tekanan yang bekerja secara langsung, baja bagus dalam pemakaian di balok dan tidak bagus di kolom.

3. Sifat daktilitas baja dapat mengalami kehilangan

Sifat daktilitas baja dapat mengalami kehilangan dalam arti dapat membahayakan struktur yang telah dibangun karena memiliki resiko akan gagal bangunan yaitu bangunannya akan runtuh karena mengalami keruntuhan getas (Inggrid, Safrin, & K. Budi, 2019).

2.6. Kelemahan Dalam Pemakaian Material Beton

Selain keuntungan yang didapat dalam pemakaian material beton, beton juga memiliki beberapa kekurangan seperti berikut:

1. Seperti yang kita ketahui beton sangatlah rentan terhadap gaya tarik, oleh karena itu beton tidak digunakan untuk jarak lantai dasar ke lantai atasnya terlalu tinggi.
2. Dalam pelaksanaan pemakaian material coran beton diperlukan pengamatan yang tinggi, yang dimana coran beton tidak boleh hanya digabungkan begitu saja tetapi harus dilihat dari kebutuhan air, semen dan batu kerikil, perlu diamati juga campuran beton yang bagus adalah coran yang bergabung menjadi suatu kesatuan dan tidak terlihat pasir yang masih belum tercampur ataupun semen yang masi belum tercampur.
3. Memerlukan wadah dalam pengecoran dan memerlukan ketelitian dalam pembuatan wadah tersebut karena jikalau salah coran dapat jatuh atau pun merembes kebawah, jika sudah terjadi seperti itu maka kualitas beton akan berkurang (Inggrid, Safrin, & K. Budi, 2019).

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian untuk perencanaan ini berada di tanah belakang Universitas Internasional Batam, lokasi dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian, sumber Google Earth (2020)

3.2. Data Penelitian

Pada saat melakukan penelitian penulis membuat simulasi terkait data-data perencanaan yang akan dilakukan oleh penulis sendiri seperti ukuran Lapangan Olahraga, ukuran *IWF* baja kolom, ukuran *IWF* baja atap, ukuran kolom beton, ukuran balok beton.

Material yang digunakan oleh penulis untuk baja adalah *ST-37*, untuk material beton penulis menggunakan mutu beton *K300* dan untuk mutu besi beton penulis menggunakan *BJTS-40*.

Untuk ukuran lapangan menggunakan ukuran lapangan yang sesuai dengan standar Permenpora.

Lapangan yang akan direncanakan berupa Lapangan Bulu Tangkis, Lapangan Voli, dan Lapangan Basket untuk Pertandingan Nasional maupun Internasional. Berikut beberapa ukuran lapangan yang didesain oleh penulis :

1. Lapangan Bulu Tangkis

Panjang lapangan	= 13.4m
Lebar lapangan	= 6.1m
Elevasi ketinggian	= ± 9.1m
2. Lapangan Voli

Panjang lapangan	= 18m
Lebar Lapangan	= 9m
Elevasi Ketinggian	= ± 12.5m
3. Lapangan Basket

Panjang Lapangan	= 28m
Lebar lapangan	= 15m
Elevasi Ketinggian	= ± 7m

Untuk ukuran baja *IWF* penulis menggunakan 2 jenis ukuran yang dimana memiliki fungsi yang berbeda yaitu kolom dan atap, berikut ukuran baja *IWF* yang digunakan:

1. *IWF* 400 x 400 x 120 kg/m kolom

<i>Outside height</i>	= 400 mm
<i>Top flange width</i>	= 400 mm
<i>Top flange thickness</i>	= 24 mm
<i>Web thickness</i>	= 16 mm
<i>Bottom flange width</i>	= 400 mm
<i>Bottom flange thickness</i>	= 24 mm
2. *IWF* 500 x 200 x 103 kg/m atap

<i>Outside height</i>	= 500 mm
<i>Top flange width</i>	= 200 mm
<i>Top flange thickness</i>	= 19 mm
<i>Web thickness</i>	= 11 mm
<i>Bottom flange width</i>	= 200 mm
<i>Bottom flange thickness</i>	= 19 mm

Untuk ukuran kolom dan balok beton yang digunakan penulis dalam perencanaan sebagai berikut:

1. Kolom beton ukuran 30 cm x 30 cm

Tebal selimut beton	= 6 cm
Jarak besi cincin	= 12 cm
Mutu beton	= <i>K300</i>
2. Balok beton ukuran 30cm x 15cm

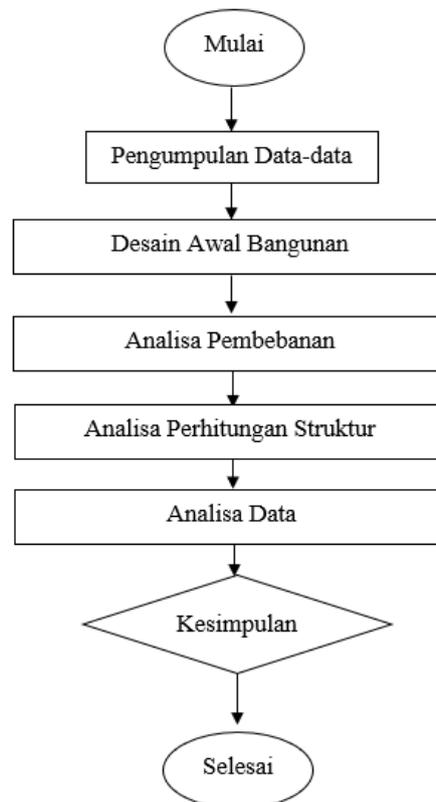
Tebal selimut beton	= 6.5 cm
Jarak besi cincin	= 14 cm
Mutu beton	= <i>K300</i>

Beberapa mutu bahan yang digunakan oleh penulis dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Mutu baja *ST-37*
Weight per unit volume = 7850 kgf m C
Modulus of Elasticity, E = 200000 n mm C
Fy = 240 n mm
Fu = 370 n mm
2. Mutu beton *K300*
Weight per unit volume = 2400 kgf m C
Modulus of Elasticity, E = 23025.204 n mm C
F'c = 24 Mpa
3. Mutu besi beton *BJTS-40*
Weight per unit volume = 7850 kgf m C
Modulus of Elasticity, E = 200000 n mm C
Fy = 390 n mm
Fu = 560 n mm
Fye = 429 n mm
Fue = 616 n mm

3.3. Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir yang telah direncanakan penulis dalam melakukan analisis dan perencanaan struktur tribun penonton dan rangka atap baja:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

4. Analisa Hasil dan Pembahasan

4.1. Perencanaan Mutu yang Digunakan

Pada penelitian perencanaan ini penulis menggunakan beberapa material yang dipakai antara lain:

1. Mutu beton
Menggunakan beton dengan kualitas *Readymix K300*, dengan berat jenisnya adalah 2,4 ton, modulus elastisitas 23025,203 N, dengan f_c sebesar 24N.
2. Mutu baja besi tulangan
Menggunakan mutu *BjTS40* dengan berat jenisnya yaitu 7,85 ton, dengan modulus elastisitas sebesar 200000 N, nilai F_y sebesar 390, nilai F_u sebesar 460, nilai F_{ye} sebesar 429, nilai F_{ue} sebesar 506.
3. Mutu baja yang digunakan
Baja yang digunakan dalam perencanaan menggunakan baja dengan mutu st-37 yang memiliki bentuk *iwf* atau *wide flange* yang dimana memiliki berat jenis sebesar 7,85 ton, dengan modulus elastisitas sebesar 200000 N, nilai F_u sebesar 370 MPA, nilai F_y sebesar 240 MPA.

4.2 Ukuran Volume yang Digunakan dalam Perencanaan

Dalam melakukan penelitian perencanaan penulis menggunakan beragam ukuran untuk ukuran kolom beton, balok beton, ukuran tapak tangga, pijakan anak tangga, tinggi anak tangga, panjang anak tangga dan tinggi tiang kolom beton serta ukuran baja untuk atap spandek.

1. Dalam penelitian perencanaan ini penulis menggunakan ukuran kolom sebesar 30 cm x 30 cm dengan ukuran besi diameter 12 mm.
2. Dalam penelitian perencanaan ini penulis menggunakan ukuran balok sebesar 35 cm x 25 cm dengan jumlah tulangan berjumlah 4 buah dengan ukuran besi diameter 12 mm.
3. Ukuran tempat duduk penonton memiliki tinggi 40cm dan lebar tempat duduk 80 cm.
4. Jarak antara kolom ke kolom adalah 3 m.
5. Tinggi atap baja memiliki elevasi ketinggian sebesar 16.021 m.

4.3 Perhitungan Beban Mati

Beban mati yang dihitung berupa beban atap spandek, beban cnp, dan beban mati tribun penonton. Beban mati penonton berupa kursi penonton dan adukan semen sedangkan beban mati atap adalah spandek dan beban CNP,

Berikut perhitungan beban mati:

$$\text{Berat spandek} = 4.86 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat CNP} = 5.5 \text{ kg/m}$$

a. Analisa Beban Mati Atap

$$\text{Berat spandek} \times \text{jarak kuda-kuda} \\ 4.86 \times 6 = 29.16 \text{ kg/m}$$

b. Analisa Beban Mati CNP

$$\text{Berat CNP} \times \text{jumlah CNP} \times \text{panjang CNP} / \text{panjang atap} \\ 5.5 \times 23 \times 6 / 29.136 = 26.05 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total beban mati} = \text{beban mati atap} + \text{beban mati CNP} \\ 29.16 + 26.05 = 55.21 \text{ kg/m}$$

c. Analisa Beban Mati Tribun Penonton

$$\begin{aligned} \text{Adukan semen} &= 21 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban kursi penonton tetap} &= 41 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Total beban mati tribun penonton} &= 62 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Beban Hidup

Beban hidup yang dihitung berupa air hujan, dan beban hidup tribun penonton, dengan beban air hujan sebesar 10 kg/m^2 dan beban hidup tribun penonton sebesar 500 kg/m^2 , berikut perhitungan beban hidup air hujan dan tribun penonton:

- a. Analisa Beban Hidup Air Hujan
Beban air hujan x jarak kuda-kuda
 $10 \times 6 = 60 \text{ kg/m}$
- b. Analisa Beban Hidup Tribun Penonton
Beban hidup pada tribun penonton = 500 kg/m^2

4.5 Perhitungan Beban Angin

Tekanan angin diambil sebesar 40 kg/m^2 dikarenakan desain bangunan dekat dengan laut maka diambil tekanan maksimum angin yaitu 40 kg/m^2 , berikut perhitungan beban angin:

- a. Analisa Beban Angin
Koefisien angin tekan
 $(0.02 \times \alpha) - 0.4 = (0.02 \times 11) - 0.4 = -0.18$
- b. Wt Angin Tekan
Koefisien x jarak kuda-kuda x tekanan angin
 $-0.18 \times 6 \times 40 = -43.2$, angin hisap
- c. Angin Hisap
Koefisien x jarak kuda-kuda x tekanan angin
 $-0.4 \times 6 \times 40 = -96 \text{ kg/m}$, angin hisap
- d. Angin Tekan
Koefisien x jarak kuda-kuda x tekanan angin
 $0.9 \times 6 \times 40 = 216 \text{ kg/m}$, angina tekan

4.6 Perhitungan Sambungan Baut

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= 30.265 \text{ Ton m} \\ \text{Shear V2} &= 4.993 \text{ Ton} \end{aligned}$$

- a. Tahanan Rencana Pada Baut Dalam Geser
 $\emptyset \times Rnv$
 $0.75 \times (0.5 \times fu^b) \times m \times Ab$
 $0.75 \times (0.5 \times 830) \times 1 \times \frac{1}{4} \times \pi \times db^2$
 $0.75 \times (0.5 \times 825) \times 1 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 22^2$
 $= 11.825 \text{ Ton}$
- b. Memakai 10 Baut 22mm
 $\epsilon y^2 = 4 \times (160^2 + 80^2) = 128000 \text{ mm}^2$
- c. Gaya Yang Bekerja Pada Baut Tarik
 $Tu = \frac{Mu \times y}{\epsilon y^2}$
 $= \frac{30.265 \times 150 \times 160}{128000}$
 $= 5.674 \text{ Ton}$
- d. Gaya Geser Pada Baut
 $Vu = \frac{\text{shear V2}}{n}$
 $= \frac{4.993}{10}$
 $= 0.499 \text{ Ton} < \emptyset Rnv$
- e. Baut Tanpa Ulir Pada Bidang Geser

Periksa Interaksi Geser tarik

$$\begin{aligned} ft &= \emptyset \times (807 - 1.5 \times f_{uv}) < 621 \times \emptyset \\ &= 0.75 \times (807 - 1.5 \times \frac{0.499 \times 10^4}{n \times \frac{1}{4} \times \pi \times 22^2}) < 621 \times 0.75 \\ &= 603.772 \text{ Mpa} < 465.75 \end{aligned}$$

Gunakan $ft = 465.75 \text{ Mpa}$

f. Syarat Perencanaan Sambungan Yang Memikul Kombinasi Geser Dan Tarik

$$\begin{aligned} \emptyset R_{nt} &= \emptyset \times ft \times A_b \\ &= 0.75 \times 465.75 \times \frac{1}{4} \times \pi \times db^2 \\ &= 0.75 \times 465.75 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 22^2 \\ &= 13.271 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$T_u = 5.485 < \emptyset R_{nt}$$

4.7 Perhitungan Kontruksi Balok

a. Jumlah maksimal tulangan perbaris

$$\begin{aligned} m &= b - 2 \times ds / (D + sn) \\ &= 250 - (2 \times 65) / (12 + 40) \\ &= 2.3 \text{ (maksimal memakai 2 batang)} \end{aligned}$$

b. Tulangan 20% $A_{s,u}$

$$\begin{aligned} A_{s,b} &= 20 \% \times A_{s,u} \\ &= 20 \% \times 249.375 \\ &= 49.875 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. jumlah Tulangan

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{s,b}}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \\ &= \frac{49.875}{\frac{1}{4} \times 3.14 \times 12^2} \\ &= 0.441 \text{ (memakai 2 batang)} \end{aligned}$$

4.8 Perhitungan Pelat Beton

a. Data perhitungan

$$\begin{aligned} f_c' &= 25 \text{ Mpa} \\ f_y &= 390 \text{ Mpa} \\ \text{berat beton} &= 25 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Tulangan D10 dan D8} \end{aligned}$$

b. Perhitungan pembebanan

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat} &= 0.15 \times 25 = 3.75 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat anak tangga} &= (0.4/2) \times 25 = 5 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat kursi penonton tetap} &= 41 \text{ kg/m}^2 = 0.4 \text{ kN/m}^2 \\ q_D &= 9.15 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban perlu

$$\begin{aligned} q_U &= 1.2 \times q_D + 1.6 \times q_L \\ &= 1.2 \times 9.15 + 1.6 \times 4.9 \\ &= 18.82 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

d. Kondisi tumpuan pelat terjepit penuh

$$\begin{aligned} L_y/l_x &= 3/2.8 \\ &= 1.07 \text{ (diambil 1.1)} \end{aligned}$$

$$C_{lx} = 25, C_{ly} = 21$$

$$C_{tx} = 59, C_{ty} = 54$$

e. Momen Perlu

$$\begin{aligned}
 M_{lx+} &= 0.001 \times C_{lx} \times qU \times lx^2 \\
 &= 0.001 \times 25 \times 18.82 \times 2.8^2 = 3.68 \text{ kNm} \\
 M_{ly+} &= 0.001 \times C_{ly} \times qU \times lx^2 \\
 &= 0.001 \times 21 \times 18.82 \times 2.8^2 = 3.09 \text{ kNm} \\
 M_{tx-} &= 0.001 \times C_{tx} \times qU \times lx^2 \\
 &= 0.001 \times 59 \times 18.82 \times 2.8^2 = 8.7 \text{ kNm} \\
 M_{ty-} &= 0.001 \times C_{ty} \times qU \times lx^2 \\
 &= 0.001 \times 54 \times 18.82 \times 2.8^2 = 7.96 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

4.9 Perhitungan Fondasi Beton

Perencanaan fondasi menggunakan ukuran lebar fondasi sebesar 1.5 m dengan mutu beton f_c' 25 Mpa, f_y 390 Mpa, berikut perhitungan perencanaan fondasi:

$$P_u = 81.745 \text{ kN}$$

$$M_u = 1.48 \text{ kNm}$$

$$\text{Tebal tanah di atas fondasi (ht)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Berat tanah } (\gamma_t) = 18.071 \text{ kN/m}^3$$

Untuk mencari daya dukung tanah

$$Q_{All} = \frac{N}{4 \times k} \text{ (untuk } B < 4 \text{ ft)}$$

$$Q_{All} = \frac{N}{6} \times \left[\frac{B+1}{B} \right]^2 / K \text{ (untuk } B > 4 \text{ ft)}$$

$$N = 22$$

$$\text{Lebar fondasi} = 1.5 \text{ m}$$

$$D = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 K_1 &= 1 + (D/B) \times 0.33 \leq 1.33 \\
 &= 1 + (2/1.5) \times 0.33 \leq 1.33 \\
 &= 1.44 \leq 1.33 \text{ (menggunakan 1.33)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{All} &= \frac{N}{6} \times \left[\frac{B+1}{B} \right]^2 / K \\
 &= \frac{22}{6} \times \left[\frac{1.5+1}{1.5} \right]^2 / 1.33 \\
 &= 7.622 \text{ Ton/m}^2 \\
 &= 74.695 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Daya dukung tanah } (\sigma_t) = 74.695 \text{ kPa}$$

4.10 Perhitungan Kolom

Perencanaan kolom menggunakan ukuran 300 x 300 mm dengan mutu beton f_c' 25 Mpa, f_y 390 Mpa, menahan beban P_u sebesar 101.252 kN, M_u sebesar 1.732 kNm, tebal selimut beton 60mm menggunakan tulangan besi 12mm, berikut perhitungan perencanaan kolom:

- a. Mencari Penampang Kolom Pada Kondisi Menentukan untuk Menentukan kolom Dalam Kondisi Tarik Atauipun Tekan Menentukan

$$\begin{aligned}
 ac &= \frac{P_u}{\phi \times 0.85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{101.252 \times 10^3}{0.65 \times 0.85 \times 25 \times 300} \\
 &= 24.43 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ab &= \frac{600 \times \beta_1 \times d}{600 + f_y} \\
 &= \frac{600 \times 0.85 \times 240}{600 + 390} \\
 &= 123.636 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh $a_c < a_b$, maka penampang kolom berada pada kondisi tulangan tarik menentukan

Dihitung a_{t1} dan a_{t2}

$$\begin{aligned} a_{t1} &= \frac{600 \times \beta_1 \times d_{s'}}{600 - f_y} \\ &= \frac{600 \times 0.85 \times 60}{600 - 390} \\ &= 145.714 \text{ mm} \\ a_{t2} &= \beta_1 \times d_s \\ &= 0.85 \times 60 \\ &= 51 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh $a_{t2} > a_c$, maka kondisi tulangan tarik menentukan tanpa tulangan tekan, beban aksial pada kolom diabaikan karena nilai eksentrisitas e terlalu besar, dan kolom dapat dikatakan hanya menahan gaya lentur saja.

5. Kesimpulan

5.1. Kesimpulan

Pada pembahasan Bab IV perencanaan bangunan struktur dan perhitungan struktur bangunan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beban yang digunakan berupa beban mati, beban hidup dan beban angin, beban mati mencakup beban *profic CNP*, atap spandek, dan beban hidup mencakup beban air hujan.
2. Untuk struktur atap baja, kolom baja *IWF* dengan ukuran 400 x 400 x 120 kg/m dan atap baja dengan ukuran *IWF* 500 x 200 x 103 kg/m dapat mendukung bangunan dan dapat menahan beban mati, beban hidup dan beban angin yang diterima
3. Dengan melakukan perhitungan sambungan pada baut didapati kekuatan tarik dan tekan baut melebihi gaya tarik dan tekan yang terjadi pada baut akibat gaya momen dan gaya geser yang dimana sambungan baut aman saat terjadi gaya yang diakibatkan oleh momen dan gaya geser
4. Berdasarkan perhitungan pelat dan analisis plat dalam *SAP2000* yang menahan beban hidup 500 kg/m² dan beban mati sebesar 62 kg.m², pelat dapat menahan beban yang diberikan dan tulangan pelat menggunakan D10-170
5. Hasil analisis balok dalam *SAP2000* dan perhitungan perencanaan balok, balok dapat mendukung struktur yang ada dan menerima M_u sebesar 2.72 kNm, tulangan balok memakai 2D12 dan begel balok memakai Ø6-140
6. Berdasarkan perhitungan perencanaan fondasi dan analisa dalam *SAP2000*, didapatkan data fondasi menerima gaya aksial P_u sebesar 70.068 kN, M_u sebesar 1.475 kNm, daya dukung tanah sebesar 74.695 Kpa, dan berat tanah sebesar 18.071 kN/m³. untuk kontrol tenggangan geser 1 arah dan 2 arah gaya tekan ke atas dari tanah lebih kecil dari gaya geser yang dapat ditahan oleh beton yang artinya aman, tulangan sisi panjang menggunakan D16-170, tulangan pusat menggunakan D16-200 dan untuk tulangan tepi menggunakan D16-450
7. Berdasarkan analisa *SAP2000* dan perhitungan perencanaan kolom, kolom menahan gaya aksial P_u sebesar 101.252 Kn, M_u sebesar 1.732 kNm, kolom memiliki kondisi tulangan tarik menentukan tanpa tulangan tekan, maka beban aksial diabaikan karena nilai e sangat besar dan kolom hanya menahan gaya lentur saja, untuk tulangan kolom menggunakan 3D12 untuk sisi kiri dan kanan, dan untuk tulangan begel kolom menggunakan Ø6-120

5.2. Saran

Beberapa saran dari penulis yang mungkin dapat membantu pembaca dalam mengambil data pada *SAP2000*, sebagai berikut:

1. Pada saat menentukan data berupa momen dan gaya geser yang bekerja pada beton maupun baja, diambil angka paling maksimal.
2. Untuk menentukan beban mati pada atap, cnp tidak didesain dalam *SAP2000*, berat cnp dihitung dan dimasukkan kedalam beban mati atap.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Setyaning Astutik and A. Jaya Saputra, "Analisis Kelayakan Studi Pada Proyek Pembangunan Ruko Di Batam (Studi Kasus Pada Pembangunan Ruko Papa Mama Residence)," *Jurnal Aspirasi Teknik Sipil (ASPAL)*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.35438/aspal.v1i1.7.
- [2] D. Arifin *et al.*, "Efektifitas Pembesian pada Proyek Panbill Mall menggunakan Bar Bending Schedule SNI-2847-2019, BS-8666-2005, dan Linear Programming Linear Programming," *Borneo Eng. J. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 192–202, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.
- [3] N. J. M. Nanulaitta and E. R. M. A. P. Lillipaly, "ANALISA SIFAT KEKERASAN BAJA St-42 DENGAN PENGARUH BESARNYA BUTIRAN MEDIA KATALISATOR (TULANG SAPI (CaCO 3)) MELALUI PROSES PENGARBONAN PADAT (PACK CARBURIZING)," *J Teknol*, vol. 9, no. 1, pp. 985–994, 2012.
- [4] Jason and Indrastuti, "Analisis Perencanaan Ketebalan Perkerasan Lentur Jalan Diponegoro, Kota Batam," *Journal of Civil Engineering and Planning*, vol. 2, no. 1, pp. 53–63, 2021.
- [5] P. H. Wibowo and D. Dony, "Comparative Study of Reinforced Concrete Beams in School Buildings Using Prestressed Concrete Beams," *Journal of Civil Engineering and Planning*, vol. 3, no. 2, pp. 169–181, Dec. 2022, doi: 10.37253/jcep.v3i2.1237.
- [6] H. Wardhana, H. * Wibowo, and A. J. Saputra, "Analisis Pengaruh Batu Sedimen Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Kuat Tekan Beton Normal," *Jurnal Aspirasi Teknik Sipil (ASPAL)*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.35438/aspal.v1i1.8.
- [7] Anonim4. 2015. Spesifikasi untuk bangunan baja gedung baja struktural, SNI 1729-2015. Badan Standardisasi Nasional.
- [8] Asroni, Ali. 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang. Yogyakarta : GRAHA ILMU.
- [9] Asroni, Ali. 2010. Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- [10] Batak, Ingrid L. T., Zuraidah, Safrin., & Hastono, K. Budi. (2019). Kajian Desain Struktur Beton Bertulang Dengan Struktur Baja. Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil, Vol. 2 , September 2019.
- [11] Dewobroto, Wiryanto. 2015. Struktur Baja Perilaku, Analisis Dan Desain – AISC 2010. Tangerang : LUMINA Press.
- [12] Kandi, Yufiter Silas., Ramang, Ruslan., & Cornelis, Remigildus. (2012). Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 1, No. 4, September 2012.
- [13] Saprudin, Achmad., & Chayati, Nurul. (2013). Perbandingan Perancangan Jumlah Luasan Tulangan Balok Dengan Cara ACI dan Menggunakan Program STAAD2004. Jurnal Teknik Sipil.

- [14] Setiawan, Agus . 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Jakarta : PENERBIT ERLANGGA.