

**Analisis Struktur Atap Baja Lengkung pada Lapangan Tenis***Analysis of curved roof on a Tennis Court***Dhony Priyo Suseno^{1*}, Budiono Joko Nugroho², Achmad Kurniawan³**^{1,2}Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945, Semarang³Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945, Semarang*dhonyps@untagsmg.ac.id**Article History:**

Received: 20 Nov 2022

Revised: 28 Nov 2022

Accepted: 10 Dec 2022

Keywords: *review academic, representative, outdoor tennis court, semi-indoor, curved roof*

Abstract: *Building security is a mandatory requirement that must be met by a building. Before being built, it is necessary to review academic studies and structural analysis in advance regarding the technical requirements of the building whether it meets the standards or not against existing regulations in Indonesia. Currently, the Brebes Regency Education, Youth and Sports Office has an outdoor tennis court that is not yet representative. So it is planned that the field will be upgraded to become a semi-indoor field, by adding a curved roof in the 2022 fiscal year. The purpose of this community service activity is to determine the safety of semi-indoor roof coverings from a structural point of view. The method of activities carried out to achieve the goal of Community Service (PPM) is the method of literature, field surveys, data processing and report preparation.*

Keamanan bangunan adalah syarat wajib yang harus dipenuhi oleh sebuah gedung. Sebelum dibangun, perlu dilakukan review kajian akademik dan analisa struktur terlebih dahulu terkait syarat-syarat teknis dari bangunan tersebut apakah memenuhi standar atau tidak terhadap peraturan-peraturan yang ada di Indonesia. Saat ini, Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olahraga Kabupaten Brebes memiliki lapangan Tenis *outdoor* yang belum representatif. Sehingga direncanakan lapangan tersebut akan ditingkatkan menjadi lapangan semi *indoor*, dengan menambahkan atap lengkung pada tahun anggaran 2022. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk mengetahui keamanan bangunan penutup atap semi *Indoor* ditinjau dari segi struktur. Metode kegiatan yang dilakukan untuk tercapainya tujuan Pengabdian pada Masyarakat (PPM) ini adalah metode literature, survey lapangan, pengolahan data dan pembuatan laporan.

Kata Kunci: Kajian akademik, representatif, Lapangan Tenis *Outdoor*, semi *indoor*, atap lengkung

PENDAHULUAN

Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat merupakan salah satu kegiatan yang wajib dilakukan oleh dosen untuk memenuhi Tridharma Perguruan Tinggi. Pada kesempatan ini, PPM diselenggarakan dengan memberi pelayanan kepada masyarakat atau kegiatan lain yang menunjang pelaksanaan tugas umum pemerintah dan pembangunan berdasarkan bidang keahlian pada kegiatan kajian struktur Pembangunan Lapangan Tenis Indoor di Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga Kabupaten Brebes.



Keamanan bangunan adalah syarat wajib yang harus dipenuhi oleh sebuah gedung. Sebelum dibangun, perlu dilakukan review kajian akademik dan analisa struktur terlebih dahulu terkait syarat-syarat teknis dari bangunan tersebut apakah memenuhi standar atau tidak terhadap peraturan-peraturan yang ada di Indonesia. Saat ini, Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olahraga Kabupaten Brebes memiliki lapangan Tenis outdoor yang belum representatif. Sehingga direncanakan lapangan tersebut akan ditingkatkan menjadi lapangan semi indoor, dengan menambahkan atap lengkung pada tahun anggaran 2022.

Diharapkan setelah mendapatkan hasil kajian struktur ini, pihak Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga Kabupaten Brebes dapat mengetahui kekuatan struktur baja pelengkung sebagai atap penutup lapangan Tenis sehingga aman untuk digunakan

METODE

Pelaksanaan kegiatan ini bertempat di Ruang Rapat Kabid Pora kabupaten Brebes, pada hari Senin, 8 Agustus 2022. Metode kegiatan yang akan dilakukan untuk tercapainya tujuan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini adalah metode ceramah presentasi terkait kajian akademik dan kajian struktur dari narasumber kemudian dilanjutkan tanya jawab dan diskusi. Ceramah presentasi dengan penyampaian informasi berupa kajian akademik dan syarat-syarat teknis bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman para pegawai di dinas Dikpora Brebes mengenai standar lapangan dan atap lapangan struktur baja.

HASIL

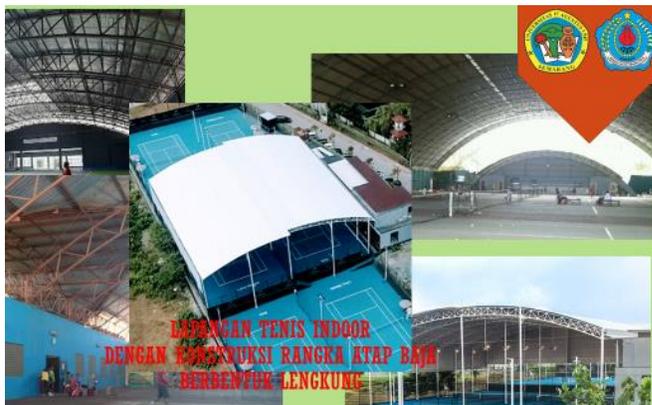
Kegiatan pengabdian pada masyarakat yang berupa pelayanan untuk menunjang pelaksanaan tugas pemerintah dan pembangunan ini memberikan hasil yang signifikan terkait Pemberian dan penyampaian informasi tentang kajian akademik struktur baja pelengkung yang digunakan sebagai penutup lapangan tenis semi *indoor* kepada pihak pemilik kegiatan, perencana, konsultan pengawas, dan kontraktor. Informasi tersebut adalah pemahaman standar lapangan tenis terutama standar internasional dan pengetahuan tentang pengujian standar untuk rangka atap yang berbahan baja profil dan berbentuk lengkung demi keselamatan pengguna lapangan. Penyampaian hasil kajian struktur yang sudah aman juga disampaikan kepada semua pihak.

DISKUSI

Berikut materi yang disampaikan saat kegiatan PPM terkait lapangan tenis Brebes yang sudah sesuai dengan standar.



A. Kajian akademik



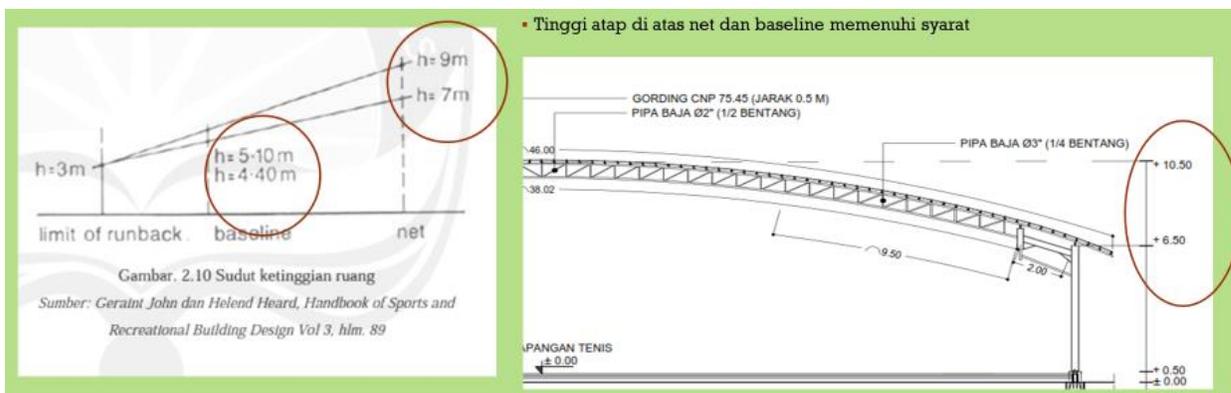
Standar Ketinggian Ruang pada Gelanggang

Dalam fasilitas lapangan indoor terdapat criteria untuk ketinggian ruang.

Tabel.2.4 Kriteria Minimum Ketinggian Ruang Dalam Lapangan Tenis Indoor

Titik ketinggian	Event Standar	Event Internasional
Area tengah di atas net	7m	9-11 m
Bagian atas garis baselines	4,40 m	5,10 m
Dinding keliling lapangan	3 m	3 m

Sumber: Geraint John dan Helend Heard, Handbook of Sports and Recreational Building Design Vol 3, hlm. 89



• Tinggi atap di atas net dan baseline memenuhi syarat

YANG PERLU DIPERHATIKAN :

Jenis lapangan indoor : The Permanent Tennis Hall

1. Pondasi

- perlu dilakukan soil test
- berdasarkan kajian survey konsultan pengawas, maka perlu dibuat pondasi tersendiri, karena akan menerima beban atap lapangan
- dari hasil soil test, maka didapatkan data tanah, untuk menentukan jenis pondasinya

2. Material baja (kolom, kuda-kuda, dan lainnya)

Baja merupakan salah satu bahan yang sering digunakan untuk bangunan struktur, diantaranya bangunan Lapangan Tenis Indoor. Baja cocok digunakan untuk bangunan yang memiliki jarak antar kolom yang cukup jauh dan tidak memungkinkan adanya kolom di tengah bentang

- Mutu baja
- spesifikasi yang sesuai dengan hasil hitungan
- Erection
- Sambungan
- Tenaga kerja

3. Sambungan baja

- jenis las
- kekuatan las
- tenaga
- uji las : Uji penetrant

Suatu metode NDT yang cepat dan handal untuk mendeteksi cacat pada permukaan yang terbuka

4. Analisa struktur

- Cek pembebanan : beban Mati, hidup, angin (tekan dan hisap)
- Kontrol terhadap : Tegangan dan lendutan, kolom dan balok, sambungan, baseplate, pondasi)
- Gunakan standar persyaratan dari aturan berikut :
- Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727 2020
- Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, SNI 1729 2020
- Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, SNI 1726 2019



B. Kajian Struktur

ANALISIS RANGKA ATAP BAJA BERBENTUK LENGKUNG**1.) LANDASAN TEORI**

a.) Beban Mati/Dead Load

$$q_x = q \cdot \sin a \quad (1.1)$$

$$q_y = q \cdot \cos a \quad (1.2)$$

Momen maksimum akibat beban mati :

$$M_x = 1/8 \cdot q_x \cdot (l)^2 \dots (1.3)$$

$$M_y = 1/8 \cdot q_y \cdot (l)^2 \dots (1.4)$$

b.) Beban Hidup/Live Load

$$P_x = P \cdot \sin a \quad (1.5)$$

$$P_y = P \cdot \cos a \quad (1.6)$$

Momen maksimum akibat beban hidup

$$M_x = 1/4 \cdot P_x \cdot l \quad (1.7)$$

$$M_y = 1/4 \cdot P_y \cdot l \quad (1.8)$$

c.) Beban Angin

• Angin Tekan

$$W_{\text{tekan}} = (0,02 \cdot \alpha - 0,4) \cdot W \cdot r \quad (1.9)$$

$$M_{\text{tekan}} = \frac{1}{8} \cdot W_{\text{tekan}} \cdot l^2 \quad (1.10)$$

• Angin Hisap

$$W_{\text{tekan}} = -0,4 \cdot W \cdot r \quad (1.11)$$

$$M_{\text{tekan}} = \frac{1}{8} \cdot W \cdot l^2 \quad (1.12)$$

d.) Kontrol Kolom

$$L_k = 0,7 \times H \quad (1.16)$$

$$r_{\min} \geq \frac{L_k}{250} \dots \dots \dots (1.17)$$

e.) Base Plate

$$\tau_b = \frac{NA}{F} + \frac{M}{W_n} \dots \dots \dots (1.18)$$



f.) Tiang Pancang

$$P_{\text{tiang}} = \frac{(q_c \times A_p)}{3} + \frac{(T_f \times A_s)}{5} \dots\dots(2.21)$$

Mutu bahan yang digunakan yaitu :

Mutu beton (f'c)	= 225 kg/cm ²
Mutu tulangan polos (fy)	= 2400 kg/cm ²
Tegangan Ijin Baja	= 1600 kg/cm ²

Peraturan yang menjadi pedoman adalah sebagai berikut :

- SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.
- SNI 03-1726-1989 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung atau penggantinya.
- SNI 03-1727-1989 tentang Berat Sendiri Bahan Bangunan.

2.) Perencanaan Awal Struktur

a.) Perencanaan struktur

lapangan tenis indoor yang kuat dan aman harus berdasarkan kebutuhan tata ruang dan desain secara arsitektural tentang lapangan tenis indoor. Hal ini dilakukan agar adanya kesesuaian antara elemen struktur yang direncanakan dan fungsinya.

Berikut ini adalah data teknis perencanaan :

- Gording : C 75.45.20.2,3
- Ikatan Angin : 16 mm
- Trackstang : 16 mm
- Balok : IWF 200.100.5,5.8
- Kolom : IWF 400.200.8.13

b.) Rencana Kolom

Perhitungan berat struktur digunakan sebagai beban gempa yang akan bekerja pada bangunan. Diketahui Berat struktur baja dari RAB dengan total asumsi 25.070 kg, kemudian dibagi ke 10 titik pedestal, sehingga Pu kolom sebesar 2507 kg, dimana nilai kc pada kolom dengan asumsi ujung jepit sendi : 0,7

Tinggi Pedestal = 1,7 m = 170 cm

Lk = 0,7 x 170 = 119 cm

$r_{\text{min}} \geq \frac{L}{250} = 0,476 \text{ cm}$

$$\text{➤ Mencari luas bruto minimum : Min } A_g = \frac{P_u \cdot \omega}{\phi \cdot f_y}$$

: dimana $\phi = 0,85$



Nilai ω berdasarkan nilai λ :

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{Lk}{r_{min}} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{1}{3,14} \times \frac{119}{0,47} \sqrt{\frac{2400}{2,1 \cdot 10^6}}$$

Karena nilai $\lambda_c > 1,2$ maka nilai $\omega = 1,25$

$$\lambda_c^2 = 1,25 (2,72)^2 = 9,25$$

$$\text{Maka nilai } A_g = \frac{2507 \cdot (9,25)}{0,85 \cdot 2400} = 11,3675 \text{ cm}^2$$

Kolom yang digunakan IWF 400.200.8.13 dengan luas area 84,1 cm²
11,38 cm² < 84,1 cm²OK

c.) Rencana Base Plate

Ukuran Baseplate direncanakan 50 cm x 50 cm dan tebal 12 mm = 1,2 cm

DA (gaya Lintang) = 4020,15 kg

NA (gaya Normal) = 4105,11 kg

Mmax = 6054,60 kgm = 605460 kgcm

➤ Kontrol tegangan yang timbul

$$\tau_b = \frac{NA}{F} + \frac{M}{Wn} < \bar{\sigma}_b = 225 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = a \cdot b = 50 \cdot 50 = 2500 \text{ cm}^2$$

$$Wn = 1/6 \cdot a^2 \cdot b = 1/6 \cdot 50^2 \cdot 50 = 20833,33 \text{ cm}^3$$

$$\tau_b = \frac{4105,11}{2500} + \frac{605460}{20833,3} = 30,70 < 225 \text{ kg/cm} \quad \dots\text{OK}$$

➤ Angker baut

Angker baut yang digunakan sebanyak 8 buah

Akibat beban gaya geser tiap baut memikul beban

$$\frac{DA}{8} = \frac{4020}{8} = 502,52 \text{ kg}$$



$$d = \sqrt{\frac{4020,15}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 999,6}} = 5,12 \text{ cm} = 51,2 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Ambil baut } \phi 16 \text{ mm sebanyak 8 buah } F_{gs} &= 8 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 8 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot (1,6)^2 \\ &= 16,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau = \frac{502,5}{16,08} = 31,25 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\tau} = 999,6 \text{ kg/cm} \dots \text{OK}$$

KESIMPULAN

Dalam segi keindahan struktur atap lengkung memiliki kelebihan dan segi arsitektur, namun tetap harus mengutamakan aspek kenyamanan, keamanan, serta dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Pembangunan lapangan tenis indoor ini harus menggunakan material terbaik. Artinya jangan sampai ada pengurangan baik kualitas maupun kuantitas dari perencanaan material yang digunakan. Untuk merealisasikan hasil perhitungan struktur mulai dari rangka atap, kolom, sambungan dan pondasi dalam pelaksanaan di lapangan maka diperlukan pengawasan yang baik, agar setiap pekerjaan yang dilaksanakan sesuai mutu, waktu dan biaya yang direncanakan. Pemilihan rangka atap baja baik itu berbentuk lengkung dan pelana memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Maka dari itu pemilihan rangka atap harus sesuai dengan fungsi bangunan, biaya yang tersedia, waktu pengerjaan, serta keberadaan bahan material.

DAFTAR REFERENSI

- Abi NS, Gelanggang Olahraga Tenis di Magelang Dengan Pendekatan Arsitektur Bioklimatik
- Geraint John dan Helend Heard, *Handbook of sport and Recreational Building Design Volume 3*