Era Sains: Journal of Science, Engineering and Information Systems Research
Vol. 2, No. 3, September 2026
e-ISSN: xxxx-xxxx, p-ISSN: xxxx-xxxx, Hlm. 58-69

Analisis Rangka Batang Atap Stadion Sesuai SNI 1726:2019, SNI 1727:2020 dan SNI 1729:2020 Metode DFBT (Studi Kasus: Struktur Atap Stadion Capar, Desa Capar, Kec. Jatinegara, Kab. Tegal, Jawa Tengah)

Analysis of Stadium Roof Truss Structure in Accordance with SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729:2020 Using the DFBT Method (Case Study: Roof Structure of Capar Stadium, Capar Village, Jatinegara Subdistrict, Tegal Regency, Central Java)

Amrullah Rifai[1]*, M. Taufiq[2], Fatkhurrozak[3], Wahidin[4], Abdul Latif Nurdin[5]
[1,2,3,4,5]Program Studi Teknik Sipil, Fakulas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi, Brebes, Indonesia
Email: *[1]amroziguard@gmail.com, [2]muhammadtaufiq905@umus.ac.id, [3]fatkhurozak1.0@gmail.com, [4]wahidinnaures@gmail.com, [5]studiokp3k.brebes@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received: July, 13, 2026
Revised: August, 19, 2026
Accepted: September, 20, 2026

Keywords:
Portal Truss,
Stadium Roof,
DBFT Method

ABSTRACT

The construction of Capar Stadium in Capar Village, Jatinegara District, Tegal Regency, faces structural engineering challenges due to its location in an area prone to volcanic and tectonic earthquakes. The stadium roof design requires analysis to ensure user safety and comfort as well as compliance with Indonesian Building Standards, namely SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729:2020. This study employs a combination of quantitative methods through data collection and processing, and qualitative methods through evaluation of detailed engineering design (DED) documents with a scientific analytical approach. The structural analysis focuses on the members subjected to the highest loads using the Load and Strength Factor Design (DFBT) method to assess tensile, compressive, shear, and flexural strength. The primary materials consist of ASTM A53 Grade B pipes of various sizes, ASTM A36 baseplates, and A307 anchors. The results indicate that all structural members, baseplates, and anchors are safe, making the roof design of Capar Stadium feasible as a basis for construction implementation.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:
Amrullah Rifai
Email: amroziguard@gmail.com

Abstrak

Pembangunan Stadion Capar di Desa Capar, Kecamatan Jatinegara, Kabupaten Tegal, menghadapi tantangan rekayasa struktur karena lokasinya berada di kawasan rawan gempa vulkanik dan tektonik. Desain atap stadion perlu dianalisis untuk menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna sekaligus memastikan kesesuaian dengan Standar Bangunan Indonesia, yaitu SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020. Penelitian ini menggunakan kombinasi metode kuantitatif melalui pengumpulan serta pengolahan data dan metode kualitatif melalui evaluasi dokumen DED dengan pendekatan analisis ilmiah. Analisis struktur difokuskan pada batang-batang yang menerima beban terbesar menggunakan metode *Load and Strength Factor Design* (DFBT) untuk menilai kekuatan tarik, tekan, geser, dan lentur. Material utama meliputi pipa ASTM A53 Grade B dengan variasi ukuran, baseplate ASTM A36, serta angkur A307. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh batang struktur, *baseplate*, dan angkur dinyatakan aman, sehingga desain atap Stadion Capar dapat dijadikan dasar pelaksanaan konstruksi.
Kata kunci: Portal_Truss, Atap_Stadion, Metode_DBFT

1. PENDAHULUAN

Stadion merupakan salah satu fasilitas publik yang berfungsi sebagai pusat kegiatan olahraga, sosial, maupun budaya [1]. Keberadaan stadion di tingkat daerah memiliki peran strategis tidak hanya sebagai sarana olahraga, tetapi juga sebagai simbol pembangunan infrastruktur yang mendukung peningkatan kualitas hidup masyarakat. Salah satu aspek penting dalam pembangunan stadion adalah perencanaan struktur atap, mengingat bagian ini berfungsi sebagai pelindung penonton maupun pengguna dari faktor cuaca, sekaligus sebagai elemen arsitektural yang mencerminkan identitas bangunan [2].

Stadion Capar yang berlokasi di Desa Capar, Kecamatan Jatinegara, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah, menjadi salah satu proyek pembangunan infrastruktur olahraga yang menarik untuk dikaji. Secara geografis, lokasi stadion berada di kawasan kaki Gunung Slamet, gunung api aktif dengan status Level II (Waspada) menurut PVMBG, sehingga memiliki potensi terjadinya gempa vulkanik sewaktu-waktu [3]. Pulau Jawa termasuk wilayah dengan kerentanan tinggi terhadap gempa tektonik akibat aktivitas tumbukan Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia yang masih berlangsung hingga kini [4]. Analisis struktur atap Stadion Capar perlu dilakukan secara cermat untuk mengantisipasi potensi kegagalan konstruksi yang diakibatkan oleh beban gempa maupun beban lainnya.

Indonesia telah menetapkan standar teknis yang menjadi acuan utama, antara lain SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung [5]. SNI 1727:2020 mengenai Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain [6]. SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural [7]. Ketiga standar ini menekankan pentingnya perencanaan struktur yang tidak hanya kuat secara teoritis, tetapi juga mampu memberikan keamanan, kenyamanan, serta umur layan yang panjang [8].

Metode *Design of Factor Based on Strength* (DFBT) digunakan dalam penelitian ini sebagai pendekatan analisis untuk mengevaluasi elemen-elemen struktur rangka batang atap stadion, khususnya pada batang yang menerima beban paling besar [9]. Analisis meliputi kekuatan tarik, tekan, geser, dan lentur yang dialami oleh batang, dengan mempertimbangkan kombinasi beban yang diatur dalam SNI [10]. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kesesuaian desain struktur atap Stadion Capar terhadap standar bangunan nasional, sekaligus memberikan rekomendasi bagi implementasi konstruksi yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Rencana pembangunan stadion capar yang terletak di Desa Capar Kecamatan Jatinegara Kabupaten Tegal secara geografis berada disekitar perbukitan kaki gunung slamet. Dari kejauhan, siluet tribun stadion tampak menyatu dengan kontur bukit, seakan menjadi bagian dari alam itu sendiri. Akses menuju stadion melewati jalan berkelok yang memanjakan mata dengan pemandangan hutan pinus, lembah berkabut, dan sungai yang mengalir tenang di kejauhan. Suasana ini membuat setiap pertandingan yang digelar terasa Istimewa, sebuah perpaduan antara adrenalin kompetisi dan ketenangan alam. Selain fungsi utamanya sebagai arena olahraga, stadion ini juga menjadi destinasi wisata, tempat di mana pengunjung tak hanya datang untuk menyaksikan pertandingan, tetapi juga untuk menikmati keindahan alam sekitar.

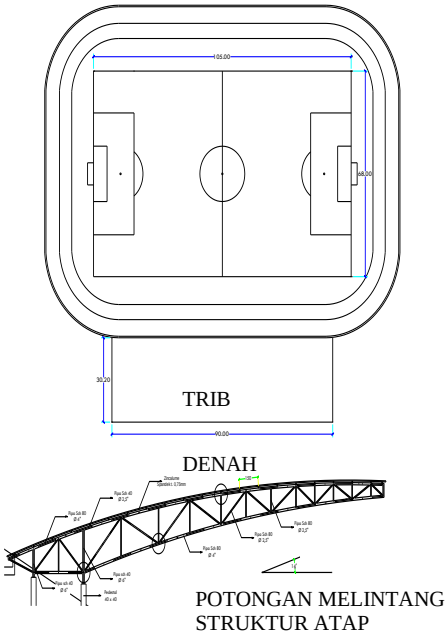
Penelitian ini merupakan studi kasus dengan pendekatan deskriptif-analitik yang bertujuan menganalisis kesesuaian perencanaan Atap Stadion Capar terhadap standar SNI 1726: 2019 (Ketahanan Gempa), SNI 1727: 2020 (Ketahanan terhadap beban angin dan hujan) dan SNI 1729: 2020 (Spesifikasi untuk bangunan struktur baja). Penelitian ini menggabungkan metode kuantitatif (pengumpulan dan pengolahan data) dan kualitatif (evaluasi dokumen DED) dengan penerapan analisis ilmiah untuk memastikan desain sesuai standar.

Pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi gambar DED serta spesifikasi material yang digunakan dalam perencanaan struktur rangka batang atap Stadion Capar [11]. Data ini diperoleh secara langsung dari dokumen teknis yang menjadi acuan dasar dalam analisis struktur. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber daring, meliputi hasil penelitian terdahulu, buku standar nasional, serta data pendukung terkait beban rencana [12]. Data beban tersebut mencakup informasi mengenai curah hujan, kecepatan angin, dan data respon spektrum yang digunakan sebagai parameter analisis beban sesuai ketentuan standar yang berlaku.

Data DED

Data DED pada penelitian ini menggambarkan informasi teknis terkait struktur atap Stadion Capar. Bangunan yang dianalisis berupa atap stadion dengan bentang utama sepanjang 30 meter dan tinggi bangunan mencapai 16,8 meter, berlokasi di Desa Capar. Struktur utama terdiri atas beton pedestal dengan mutu fc' 30 MPa yang berfungsi sebagai pondasi penopang rangka atap [13]. Elemen rangka atap menggunakan pipa baja dengan spesifikasi tertentu, yaitu rafter atas dan rafter bawah menggunakan pipa schedule 80 berdiameter 4 inci, sedangkan diagonal rafter menggunakan pipa schedule 80 berdiameter 2,5 inci. Komponen gording menggunakan pipa schedule 40 berdiameter 2,5 inci yang berfungsi sebagai dudukan penutup atap [14]. Penutup atap memiliki berat 4,46 kg/m^2

dengan jarak antar gording sebesar 1,50 meter, sehingga distribusi beban atap dapat ditransfer secara merata ke rangka utama. Spesifikasi ini menjadi acuan dasar dalam analisis struktur, khususnya dalam menilai kekuatan dan kestabilan rangka atap terhadap beban gempa serta beban lingkungan lainnya [15].



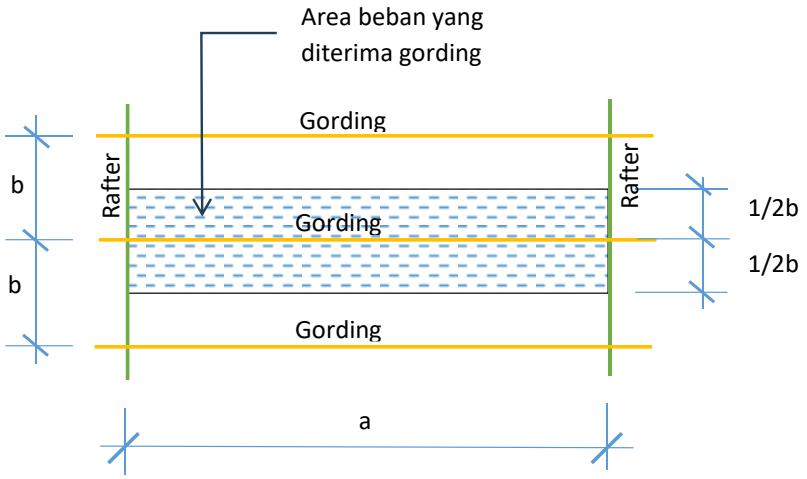
Gambar 1. DED

Nama bangunan	: Atap stadion capar
Lokasi	: Desa Capar
Bentang	: 30m
Tinggi bangunan	: 16,8m
Komponen struktur	
Beton pedestal	: Mutu fc' 30 Mpa
Rafter atas	: Pipa sch 80 Ø 4"
Rafter bawah	: Pipa sch 80 Ø 4"
Diagonal rafter	: Pipa sch 80 Ø 2,5"
Gording	: Pipa sch 40 Ø 2,5"
Berat penutup atap	: 4,46 kg/m2
Jarak antar gording	: 1,50 m

Gambar 1 menjelaskan bahwa luas area yang menanggung beban pada setiap gording adalah sebesar 9,00 m^2, diperoleh dari hasil perkalian jarak antar rafter (6,00 m) dengan jarak antar gording (1,50 m). Beban mati tambahan berupa berat penutup atap dihitung sebesar 6,69 kg/m', yang merupakan hasil dari berat penutup atap per satuan luas (4,46 kg/m^2) dikalikan dengan jarak gording (1,50 m). Beban pekerja juga diperhitungkan sebesar 100 kg dan ditempatkan di tengah gording sebagai representasi kondisi nyata saat aktivitas pemeliharaan atau perbaikan dilakukan. Kedua jenis beban ini akan didistribusikan pada elemen struktur rangka atap untuk dianalisis ketahanannya sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku.

Data Beban Mati dan Hidup

Beban pekerja dan beban mati tambahan atau beban penutup atap berdasarkan gambar DED dan data berat penutup atap dapat disimulasikan sebagai berikut.



Gambar 2. Tributari Beban Mati Tambahan dan Beban Pekerja

Jarak Rafter (a) : 6,00 m
Jarak Gording (b) : 1,50 m
Luas area beban (c).a.b : 9,00 m^2
Berat penutup atap : 4,46x1,5 = 6,69 kg/m'
Berat pekerja : Ditengah gording = 100 kg

Gambar 2 menjelaskan jarak rafter sebesar 6,00 m dan jarak gording 1,50 m, luas area beban yang diterima setiap gording adalah 9,00 m^2. Berdasarkan data DED, berat penutup atap dihitung sebesar 4,46 kg/m^2, yang jika dikalikan dengan jarak gording menghasilkan beban linier sebesar 6,69 kg/m'. Beban pekerja juga diperhitungkan dengan asumsi beban titik sebesar 100 kg yang ditempatkan di tengah gording. Kedua jenis beban ini kemudian disimulasikan sebagai beban terdistribusi dan beban terpusat dalam analisis struktur rangka atap Stadion Capar.

Data Beban Hujan

Ditinjau dari lokasi rencana bangunan dari situs website resmi BMKG diperoleh data ekstrim 10 tahun terakhir sebagai berikut.



Gambar 3. Data Cuaca 10 Tahun Terahir dari BMKG

Terbaca
a. Curah hujan: 189,10 mm
b. Kecepatan angin: 21.00 m/s

Reduksi beban hujan dari data curah hujan maka dianalisis dan didistrubusikan ke gording sebagai berikut:

ds = Kedalaman air pada atap yang tidak melendut meningkat ke lubang masuk system drainase sekunder apabila sistem drainase primer tertutup (tinggi statis) [16] = 50mm

dh = Tambahan kedalaman air pada atap yang tidak melendut diatas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran air rencana (tinggi hidrolik) [17] = 50mm

Data curah hujan = 189,1 mm

Beban hujan (R) = 0,1891 x (0,05+0,05) x 1,50 x1000kg

= 28,365 kg/m'

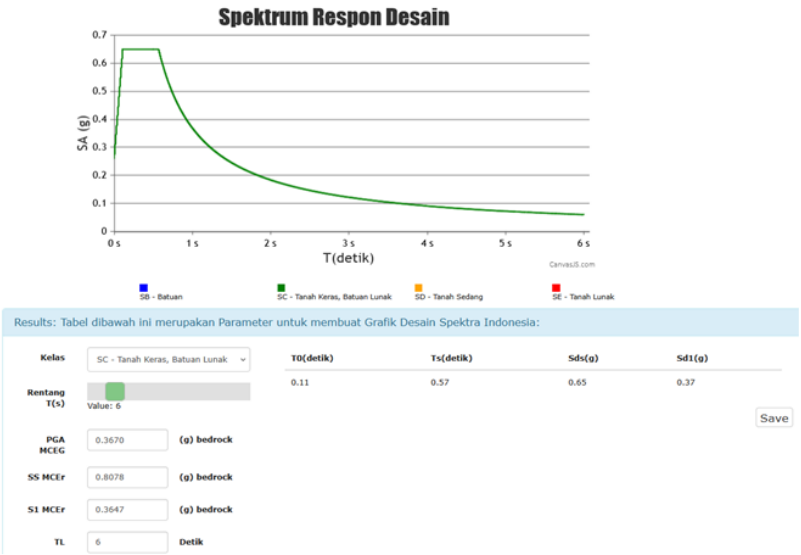
Data beban angin

Tinggi bangunan	: 16,8 m
Kecepatanangin	: 21m/s=45,97Mph
Faktor arah angin, Kd	: 0,85
Kategori eksposur	: B
Faktor topografi, Kzt	: 1
Efek tiupan angin	: 2,3 > 1 Hz (kaku)
Faktor elevasi, Ke	: 1
Koefisien tekanan, Kz	: 0,866
Hembusan angin	: 0,85
Tekanan kecepatan, qz	: 20,3 kg/m2
Koefisien tekan netto	: Cnw Cnl
Kasus beban A	-0,9 -1,3
Kasus beban B	-1,9 0

Bangunan dengan tinggi 16,8 m direncanakan untuk menahan kecepatan angin sebesar 21 m/s (45,97 mph) dengan parameter perhitungan meliputi faktor arah angin (Kd = 0,85), kategori eksposur B, faktor topografi (Kzt = 1), faktor elevasi (Ke = 1), dan koefisien tekanan (Kz = 0,866). Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur bersifat kaku dengan efek tiupan angin 2,3 > 1 Hz, sehingga tekanan kecepatan angin diperoleh sebesar 20,3 kg/m^2 dengan hembusan angin 0,85. Koefisien tekanan netto ditentukan untuk dua kasus beban, yaitu kasus A (Cnw = -0,9 dan Cnl = -1,3) serta kasus B (Cnw = -1,9 dan Cnl = 0).

Data Beban Gempa

Ditinjau dari lokasi rencana bangunan struktur atap stadion capar maka dari website resmi Kementerian Pekerjaan Umum https://rsa.ciptakarya.pu.go.id diperoleh data seperti pada gambar berikut [18].



Gambar 4. Respon Spektrum Dari RSA Cipta Karya Kordinat Sesuai Lokasi Stadion

Lokasi bangunan	: Desa Capar Kecamatan Jatinegara Kabupaten Tegal
Kelas situs	: C (batuan lunak)
Jenis bangunan	: Stadion
Kategori resiko	: III
Faktor keutamaan	: 1,25
Ss	: 0,8078
S1	: 0,3647
Tl	: 6
Tmax	: 0,97
Koefisien situs Fa	: 1,2
Koefisien situs Fv	: 1,5
Sms (SS x Fa)	: 0,9690
Sm1 (S1 x Fv)	: 0,5471
SDS (2/3 Sms)	: 0,6462
SD1 (2/3 Sm1)	: 0,3647
KDS	: D
Faktor reduksi, R	: 7
Faktor kuat lebih, Ω	: 3
Faktor pembesaran defleksi Cd	: 5,5

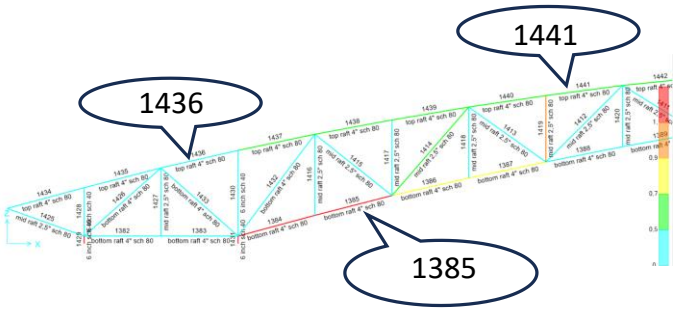
Berdasarkan data gempa dari RSA Cipta Karya untuk lokasi Stadion Capar di Desa Capar, Kecamatan Jatinegara, Kabupaten Tegal, diketahui bahwa struktur berada pada kelas situs C (batuan lunak) dengan kategori risiko III dan faktor keutamaan 1,25. Parameter spektrum respons menunjukkan nilai Ss = 0,8078, S1 = 0,3647, serta periode Tl = 6 dan Tmax = 0,97. Koefisien situs Fa = 1,2 dan Fv = 1,5, diperoleh nilai Sms = 0,9690 dan Sm1 = 0,5471, sehingga nilai SDS = 0,6462 dan SD1 = 0,3647 dengan kategori desain seismik (KDS) D. Untuk perencanaan, digunakan faktor reduksi gempa R = 7, faktor kuat lebih Ω = 3, dan faktor pembesaran defleksi Cd = 5,5.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisisi program SAP2000 didapat nilai gaya aksial Tarik, Tekan, gaya Normal dan gaya Momen maskimal terjadi pada batang 1441, 1436 dan 1385 seperti terlihat pada tabel dan gambar berikut ini [19].

TABLE: Element Forces - Frames

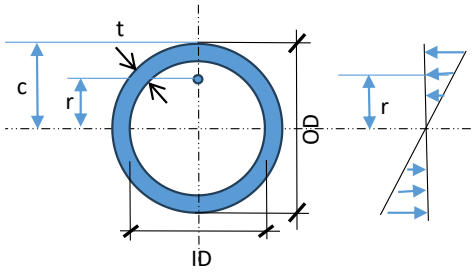
Frame	P	V2	M3
Text	KN	KN	KN-m
1441	41,589	-26,684	13,4987
1436	214,229	-1,119	0,9624
1385	-163,765	-4,567	-4,5317



Gambar 5. Rangka Batang Dianalisis

Beberapa komponen rafter yang akan dibahas dalam Kontrol kekuatan batangnya tidak semua akan tetapi beberapa batang yang menerima beban terbesar dan akan dianalisis terhadap segi kekuatan Tarik, tekan, geser dan lentur dengan metode Desain Faktor Beban dan Kekuatan (DFBT).

Kontrol Batang Tarik
Batang 1436



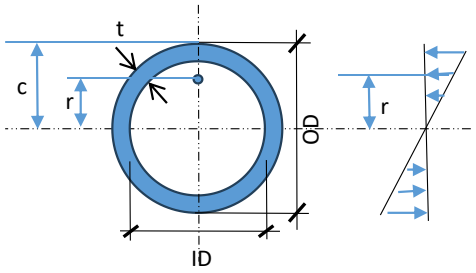
Gambar 6. Batang 1436

Diketahui:
Gaya aksial (P) : 214229 N
Diameter luar (OD) : 114,3 mm
Diammeter dalam (OD) : 97,1 mm
Tebal pipa (t) : 8,6 mm
Tegangan leleh (fy) : 240 Mpa
Tegangan putus (fu) : 415 Mpa
Modulus elastisitas (E) : 200000
Faktor Panjang efektif (K) : 1
Panjang batang (L) : 2050 mm

A = 0,25 π OD^2 - 0,25 π ID^2
= 0,25x3,14x$114,3^2$ – 0,25x3,14x$97,1^2$
= 2854,32 mm^2

Kontrol terhadap gaya Tarik
Batang tidak ada lubang terslot sehingga kuat Tarik dikontrol terhadap leleh Tarik dengan luas penampang bruto (Ag)
Pn = Fy . Ag
= 240 x 2854,32
= 685037 N
Cek batang
Ru ≤ ϕRn
Pu ≤ 0,9 x 685037
214229 N ≤ 616533 N ..... Ok!

Kontrol Batang Tekan
Batang 1385



Gambar 7. Batang 1385

Diketahui:
Gaya aksial (P) : -163765 N
Diameter luar (OD) : 114,3 mm
Diammeter dalam (OD) : 97,1 mm
Tebal pipa (t) : 8,6 mm

Tegangan leleh (fy) : 240 Mpa
Tegangan putus (fu) : 415 Mpa
Modulus elastisitas (E) : 200000
Faktor Panjang efektif (K) : 1
Panjang batang (L) : 2064 mm

A = 0,25 π OD^2 - 0,25 π ID^2
= 0,25x3,14x$114,3^2$ – 0,25x3,14x$97,1^2$
= 2854,32 mm^2

I = $\frac{\pi}{64}$ x (OD^4 - ID^4)
= $\frac{3,14}{64}$ x ($114,3^4$ - $97,1^4$)
= 4012625 mm^4

r = $\sqrt{\frac{I}{A}}$
= $\sqrt{\frac{4012625}{2854,32}}$
= 37,49

Batas kelangsingan
KL/r < 200
2064/37,49 < 200
55,05 < 200 …….. Ok!

Keadaan batang:
D/t ≤ λr
$\frac{114,3}{8,6}$ ≤ 0,11 ($\frac{200000}{240}$)
13,29 ≤ 91,67 …….. Non langsing

Keadaan tegangan kritis:
$\frac{Lc}{r}$ ≤ $4,71\sqrt{(E/Fy)}$
$\frac{2064}{37,49}$ ≤ $4,71\sqrt{(200000/240)}$
55,05 ≤ 135,97

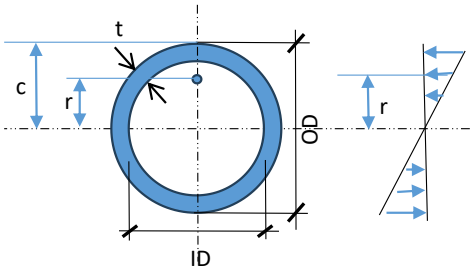
Mencari nilai fe
fe = $\frac{\pi^2 E}{(Lc/r)^2}$ = 650,72
fy/fe = $\frac{240}{650,72}$ = 0,37

Nilai Fcr
Fcr = ($0,658.^{fy/fe}$) Fy
= 205,67

Pn = Fcr x Ag
= 205,67 x 2854,32
= 587046 N

Kontrol terhadap gaya tekan
Ru ≤ ϕ Rn
Pu ≤ 0,9 Pn
163765 N ≤ 0,9 x 587046
163765 N ≤ 528341 N …….. Ok!

Kontrol Batang Terhadap Gaya Geser dan Gaya Momen
Batang 1441



Gambar 8. Batang 1441

Diketahui:

Gaya Normal (V)	: 26684 N
Gaya Momen (M)	: 13498700 Nmm
Diameter luar (OD)	: 114,3 mm
Diammeter dalam (OD)	: 97,1 mm
Tebal pipa (t)	: 8,6 mm
Tegangan leleh (fy)	: 240 Mpa
Tegangan putus (fu)	: 415 Mpa
Modulus elastisitas (E)	: 200000
Faktor Panjang efektif (K)	: 1
Panjang batang (L)	: 2017 mm

$S = \frac{I}{C}$ Z = (2x0,5A) r

$= \frac{I}{0{,}5.OD}$ = A . r

A = 0,25 π OD^2 - 0,25 π ID^2
= 0,25x3,14x$114{,}3^2$ – 0,25x3,14x$97{,}1^2$
= 2854,32 mm^2

I = $\frac{\pi}{64}$ x (OD^4 - ID^4)
= $\frac{3{,}14}{64}$ x ($114{,}3^4$ - $97{,}1^4$)
= 4012625 mm^4

r = $\sqrt{\frac{I}{A}}$
= $\sqrt{\frac{4012625}{2854{,}32}}$
= 37,49

Kontrol terhadap Gaya Geser

Panjang ke V0 = (Lv) = 2017

D/t = 114,3/8,6
= 13,29

Lv/D = 2017/114,3
= 17,65

Persamaan 1 nilai Fcr

Fcr = $\frac{1{,}60\ E}{\sqrt{Lv/D(D/t).^{5/4}}}$
= $\frac{1{,}60 \times 200000}{\sqrt{17{,}65(13{,}29).^{5/4}}}$
= 235,58

Persamaan 2 nilai Fcr

Fcr $= \frac{0{,}78\ E}{(D/t).^{3/2}}$

$= \frac{0{,}78 \times 200000}{(13{,}29).^{3/2}}$

$= 132{,}90$

Persamaan 3 nilai Fcr

Fcr $= 0{,}6\ fy$

$= 0{,}6 \times 240$

$= 144$

Maka dipakai Fcr yang paling besar tetapi tidak boleh melebihi 0,6 fy maka:

Vn $= Fcr\ .\ Ag/2$

$= 144 \times \frac{2854{,}32}{2}$

$= 205511\ N$

Syarat desain:

Vu $< \phi\ Vn$

26684 N $< 0{,}9 \times 205511\ N$

26684 N $< 184960\ N$ ..... Ok!

Kontrol terhadap gaya momen

Modulus penampang plastis (Z):

Z $= A\ .\ r$

$= 2854{,}32 \times 37{,}49$

$= 107020{,}22$

Modulus Penampang elastis (S)

S $= \frac{I}{0{,}5\ OD}$

$= \frac{4012625}{0{,}5\ x\ 114{,}3}$

$= 70212{,}16$

Leleh

Mn $= Fy\ .\ Z$

$= 240 \times 107020{,}22$

$= 25684851$

Keadaan batang:

$\frac{D}{t} > 0{,}31\sqrt{(E/Fy)}$

$\frac{144{,}3}{8{,}6} > 0{,}31\ \sqrt{\frac{200000}{240}}$

13,29 > 8,95 ..... Elemen langsing

Maka:

Mn $= \frac{0{,}33\ E}{(D/t)} S$

$= \frac{0{,}33\ x\ 200000}{13{,}29}\ x\ 70212{,}16$

$= 348665100$

Dipakai leleh maka

Mu $< \phi$ Mn

13498700 Nmm $< 0{,}9 \times 25684851$ Nmm

13498700 Nmm < 23116367 Nmm ..... Ok!

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan program SAP2000, diperoleh bahwa gaya aksial tarik, gaya aksial tekan, gaya normal, serta momen maksimum terjadi pada batang 1436, 1385, dan 1441. Ketiga batang tersebut dipilih sebagai fokus analisis dalam kontrol kekuatan menggunakan metode DFBK. Pemilihan ini bertujuan untuk menilai kapasitas elemen struktur yang menerima beban terbesar sehingga dapat diketahui tingkat keamanan dan kelayakan struktur secara keseluruhan [20]. Batang 1436 yang menerima gaya tarik sebesar 214.229 N, hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas tarik izin batang adalah 616.533 N. Karena gaya tarik aktual lebih kecil dibandingkan kapasitas izin, maka batang ini dinyatakan aman terhadap beban tarik. Selanjutnya, batang 1385 yang menerima gaya tekan sebesar 163.765 N juga dianalisis melalui evaluasi rasio kelangsingan, tegangan kritis, serta kapasitas tekan nominal. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas tekan izin batang adalah 528.341 N, yang berarti masih lebih besar daripada beban tekan aktual. Batang 1385 dinyatakan aman terhadap beban tekan.

Batang 1441 yang mengalami gaya normal sebesar 26.684 N dan momen lentur sebesar 13.498.700 Nmm juga diuji terhadap kapasitas geser dan lentur. Hasil perhitungan, kapasitas geser izin batang sebesar 184.960 N dan kapasitas momen izin sebesar 23.116.367 Nmm. Gaya geser dan momen yang terjadi masih lebih kecil dari kapasitas izin, maka batang 1441 dinyatakan aman terhadap geser maupun momen. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa ketiga batang yang menerima beban terbesar telah memenuhi persyaratan kekuatan sesuai metode DFBK. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur rangka atap yang dianalisis memiliki tingkat keamanan yang memadai dan dapat diandalkan dalam menahan beban kerja yang terjadi

4. KESIMPULAN

Hasil analisis dan pembahasan perencanaan struktur atap Stadion Capar menunjukkan bahwa seluruh batang struktur aman dan dapat dijadikan dasar pelaksanaan konstruksi. Baja pipa yang digunakan pada DED struktur atap adalah ASTM A53 Grade B dengan tegangan leleh (fy) 240 MPa, tegangan putus (fu) 415 MPa, dan modulus elastisitas (E) 200.000 MPa. Jumlah batang yang digunakan sebanyak 2.739 batang. Dimensi pipa disesuaikan dengan fungsinya: pipa diameter 6 inci schedule 40 digunakan sebagai tumpuan dengan diameter luar 165,2 mm, diameter dalam 151 mm, dan tebal pipa 7,1 mm; pipa diameter 4 inci schedule 80 digunakan sebagai batang utama rafter atas dan bawah dengan diameter luar 114,3 mm, diameter dalam 97,1 mm, dan tebal pipa 8,6 mm; pipa diameter 2,5 inci schedule 80 digunakan sebagai batang pembagi rafter vertikal dan diagonal dengan diameter luar 76,3 mm, diameter dalam 62,3 mm, dan tebal pipa 7 mm.

DAFTAR REFERENSI

[1] KBBI, *KBBI*. 2008. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sistem_Pembetungan_Terpusat_Strategi_Melestari

[2] R. Rasyidin, "Sistim Struktur Rangka Ruang," *J. Appl. Eng. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 20–35, 2019, [Online]. Available: https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/article/view/5

[3] K. ESDM, "Aktivitas Vulkanik Gunung Slamet Meningkat, Masyarakat Diminta Tidak Beraktivitas dalam Radius 2 Kilometer dari Kawah." [Online]. Available: https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/aktivitas-vulkanik-gunung-slamet-meningkat-masyarakat-diminta-tidak-beraktivitas-dalam-radius-2-kilometer-dari-kawah

[4] P. Setyaningrum, "4 Lempeng Tektonik di Indonesia dan Wilayahnya," Apr. 05, 2023. [Online]. Available: https://regional.kompas.com/read/2023/01/19/141159978/4-lempeng-tektonik-di-indonesia-dan-wilayahnya?page=all

[5] Sitaba, "SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung."

[6] B. S. Nasional, "SNI 1727:2020 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain," Badan Standardisasi Nasional, 2020.

[7] B. S. Nasional, "SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural," Badan

Standardisasi Nasional, 2020.
[8] S. P. M.T, "3 Tipe Struktur Bangunan Baja Industrial," Apr. 16, 2024. [Online]. Available: https://eticon.co.id/tipe-struktur-bangunan-baja/
[9] I. Satyarno, *Struktur Beton Bertulang*. UGM Press, 2017.
[10] J. McCormac and R. Brown, *Design of Steel Structures*. McGraw-Hill, 2018.
[11] B. Nugroho, "Evaluasi Struktur Baja pada Bangunan Publik di Daerah Rawan Gempa," in *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 2021, pp. 45–53.
[12] Y. Kim and J. Lee, "Seismic Performance of Steel Space Trusses," *Eng. Struct.*, vol. 200, pp. 109–122, 2019, doi: 10.1016/j.engstruct.2019.109122.
[13] H. Pratama, "Analisis Struktur Atap Baja Ringan Menggunakan Metode LRFD," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 18, no. 3, pp. 155–164, 2022.
[14] Hugverfastokan, "Advancing Standards Transforming Markets." [Online]. Available: http://www.astm.org
[15] L. Zhang and T. Wang, "Structural Reliability Analysis of Stadium Roofs under Seismic Loads," *J. Constr. Steel Res.*, vol. 168, p. 105965, 2020, doi: 10.1016/j.jcsr.2020.105965.
[16] D. D. S and A. K.N, "Menggunakan Profil Baja (WF) pada Gudang Swalayan di Semarang," 2020.
[17] AISC, "American Institute of Steel Construction," May 04, 2025, *AISC*. [Online]. Available: https://www.aisc.org/
[18] K. P. Umum, "Peraturan Menteri PUPR No. 22 Tahun 2018," Kementerian PUPR, 2018.
[19] A. Setiawan, *Analisis Struktur dengan SAP2000*. Erlangga, 2019.
[20] A. Santosa, "Studi Perbandingan Perencanaan Struktur Baja dengan Metode ASD dan LRFD," *J. Tek. Sipil*, vol. 15, no. 1, pp. 77–86, 2018.