

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

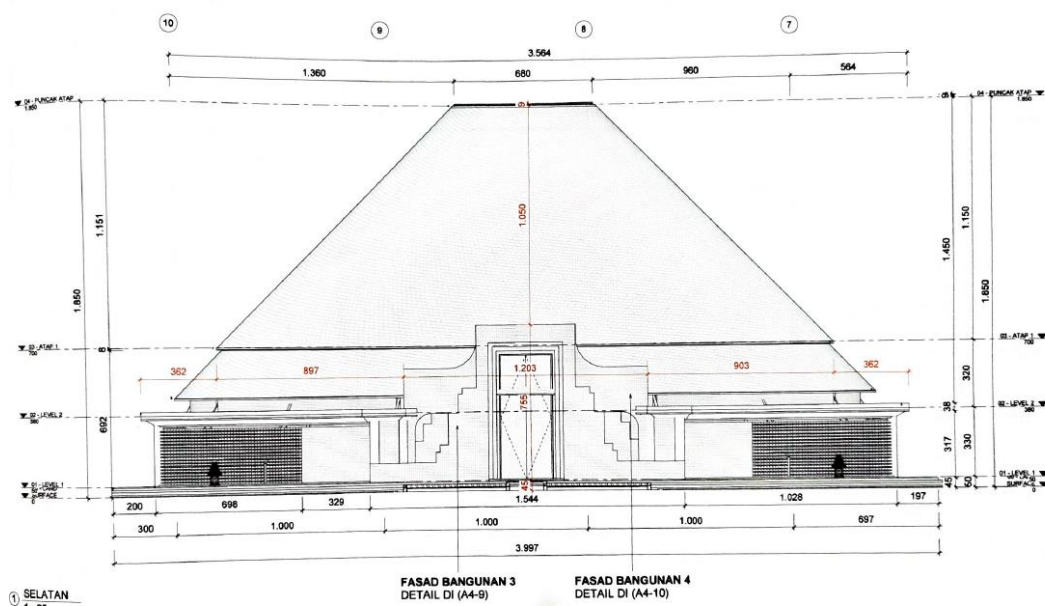
### 2.1. Struktur Baja

Struktur baja adalah sistem struktur yang menggunakan baja sebagai elemen utama dalam menahan beban. Keunggulan baja terletak pada kekuatan tinggi, fleksibilitas desain, dan daya tahan terhadap gaya luar. Standar desain baja di Indonesia mengacu pada SNI 1729:2020.

Agar struktur baja dapat berfungsi dengan baik dan sesuai standar, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi:

#### 1. Kualitas Material

Baja yang digunakan harus memenuhi spesifikasi teknis tertentu, seperti kekuatan tarik, ketahanan terhadap korosi, dan kemurnian bahan, serta harus sesuai dengan standar seperti SNI 1729:2020 di Indonesia.



Gambar 2,1 Fasad Rencana Struktur Bangunan

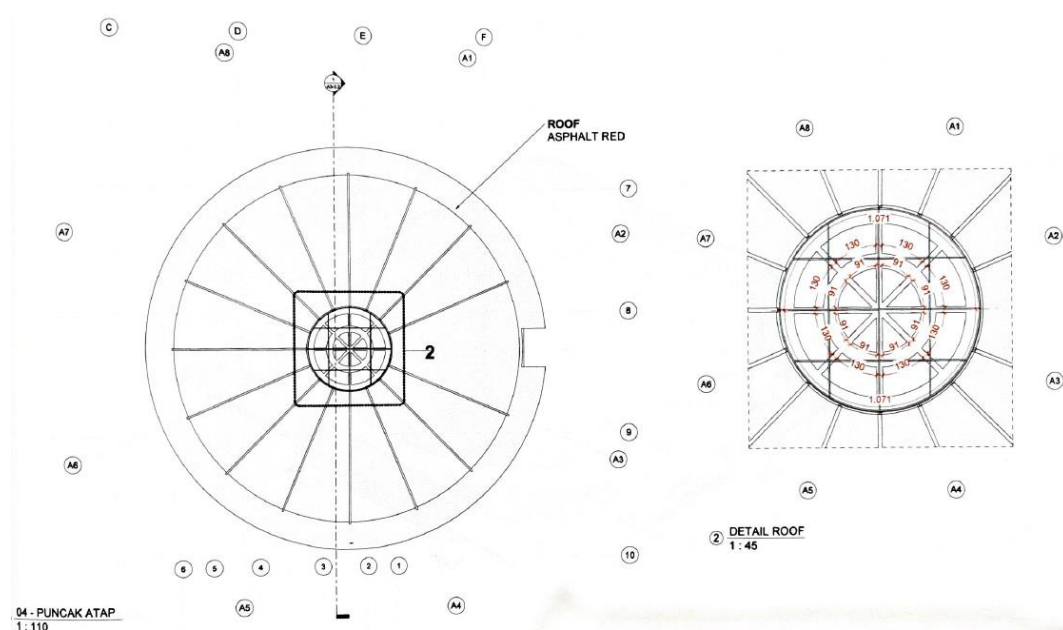
#### 2. Perencanaan dan Perhitungan yang Tepat

Perencanaan struktur baja harus dilakukan dengan analisis struktural yang akurat menggunakan metode seperti LRFD (Load and Resistance Factor

**Design**), dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

### 3. Desain yang Efisien dan Aman

Desain struktur harus memenuhi syarat stabilitas, kekakuan, dan kekuatan, serta mempertimbangkan fleksibilitas bentuk dan fungsi arsitektural.



Gambar 2,2 Tampak Atas Rencana Struktur Bangunan

### 4. Konstruksi yang Teliti

Pemasangan dan penyambungan elemen baja (misalnya dengan baut atau las) harus sesuai prosedur teknik dan standar mutu. Ketelitian dalam pelaksanaan sangat penting untuk menghindari kegagalan struktur.

### 5. Perawatan dan Proteksi

Perlindungan terhadap karat dan cuaca (melalui pengecatan, galvanisasi, dll) wajib dilakukan agar struktur tetap awet dan aman dalam jangka panjang.

#### 2.2. Profil Baja

Terdapat berbagai jenis profil baja, di antaranya:

- **WF (Wide Flange):** umum digunakan dalam struktur utama.
- **Kanal (C):** cocok untuk sistem sekunder atau ringan.

- **Pipa (CHS):** efisien untuk gaya aksial dan momen pada sumbu mana pun.
- **Kotak (Box):** memberikan kekakuan tinggi dalam dua arah.

### 2.3. Struktur Kerucut

Struktur berbentuk kerucut memiliki distribusi beban yang menyebar dari puncak ke alas, cocok untuk struktur landmark atau atap dome. Keuntungan dari bentuk ini adalah kemampuannya dalam menahan beban lateral, seperti angin dan gempa.

Struktur kerucut merupakan salah satu bentuk geometris yang banyak digunakan dalam desain arsitektur dan teknik sipil, terutama pada bangunan dengan kebutuhan estetika tinggi serta kekuatan struktural yang handal. Bentuk kerucut memiliki distribusi beban yang menyebar dari puncak ke alas, sehingga beban vertikal dapat ditransfer secara merata ke pondasi. Hal ini memberikan keuntungan dalam hal stabilitas dan efisiensi transfer gaya, terutama saat bangunan harus menahan beban kombinasi seperti berat sendiri, angin, dan gempa.

Salah satu keunggulan utama dari struktur berbentuk kerucut adalah kemampuannya dalam menahan beban lateral. Bentuk tapak yang melebar memberikan kestabilan lebih besar, sedangkan puncak yang meruncing membantu meminimalkan gaya horizontal akibat angin dan gempa. Karena sifat aerodinamis dan struktur yang kokoh, bentuk ini juga umum digunakan pada bangunan landmark, atap dome, menara observasi, dan bahkan bangunan ibadah seperti masjid atau kuil.

Selain performa strukturalnya, kerucut juga memiliki nilai arsitektural yang tinggi. Bentuknya yang khas dan menjulang memberikan citra ikonik bagi sebuah bangunan, sekaligus efisien dari segi konstruksi bila dipadukan dengan sistem rangka baja atau beton bertulang yang tepat.

### 2.4. Metode Elemen Hingga (FEM)

Metode Elemen Hingga adalah teknik numerik yang membagi struktur menjadi elemen kecil, lalu menganalisis tiap elemen untuk mendapatkan perilaku keseluruhan. Metode ini cocok untuk struktur kompleks dan tak beraturan.

Metode Elemen Hingga (Finite Element Method/FEM) adalah teknik analisis numerik yang sangat penting dalam rekayasa struktur. Metode ini bekerja dengan

cara membagi struktur besar dan kompleks menjadi elemen-elemen kecil yang saling terhubung, seperti batang, segitiga, atau tetrahedron. Masing-masing elemen dianalisis secara individual berdasarkan hukum mekanika (gaya, deformasi, tegangan), kemudian hasilnya digabungkan untuk mengetahui perilaku struktur secara keseluruhan.

Keunggulan FEM terletak pada kemampuannya dalam menganalisis struktur yang bentuknya kompleks dan tidak beraturan, yang sulit diselesaikan dengan metode analitik biasa. FEM juga mampu menangani berbagai jenis beban (statik maupun dinamik), variasi material, serta kondisi batas yang berbeda-beda.

Dalam dunia teknik sipil, FEM banyak digunakan untuk analisis jembatan, gedung tinggi, struktur baja, beton bertulang, hingga analisis tanah dan fondasi. Salah satu perangkat lunak yang mengimplementasikan metode ini adalah SANSPro, SAP2000, ANSYS, dan lainnya.

Dengan FEM, insinyur dapat memperkirakan lendutan, gaya dalam, tegangan maksimum, serta mengetahui titik-titik lemah pada struktur sebelum dibangun. Hal ini menjadikan FEM sebagai alat analisis yang sangat penting dalam desain dan evaluasi struktur teknik secara akurat, efisien, dan aman.

## **2.5. SANSPRO**

SANSPro (Structural Analysis Software for Professionals) adalah perangkat lunak berbasis Finite Element Method (FEM) yang digunakan untuk analisis struktur dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D). SANSPro dirancang khusus untuk kebutuhan pendidikan dan profesional dalam bidang teknik sipil, khususnya pada struktur baja dan beton.

Salah satu keunggulan utama dari SANSPro adalah kemampuannya dalam mengakomodasi input beban, kombinasi beban, serta pemodelan elemen batang dan sambungan. Dengan antarmuka yang relatif mudah dipahami, pengguna dapat melakukan simulasi struktur dengan mengatur berbagai parameter beban (mati, hidup, angin, gempa), properti material, serta geometri dan konfigurasi sambungan antar elemen struktur.

SANSPro sangat berguna untuk analisis gaya dalam (momen, gaya geser, gaya aksial), lendir (defleksi), dan reaksi perletakan, serta memungkinkan

visualisasi deformasi dan distribusi tegangan dalam struktur. Oleh karena itu, perangkat ini dikenal luas dalam dunia pendidikan teknik sipil di berbagai perguruan tinggi, terutama di Indonesia, karena mendukung proses pembelajaran analisis struktur dengan metode elemen hingga (FEM) yang lebih realistis.

Selain digunakan untuk edukasi, SANSPRO juga cocok digunakan dalam studi kasus proyek atau penelitian mahasiswa yang membutuhkan simulasi perilaku struktur terhadap kombinasi beban kompleks, seperti pada struktur rangka kerucut atau struktur baja lainnya.

## 2.6. PENELITIAN SEBELUMNYA

Penelitian menggunakan SANSPRO

No	Referensi	Ringkasan & Link
1	Madutujuh. (2024). <i>SANSPRO V.5.30 64-bit - Release Notes</i> . ResearchGate. <a href="https://www.researchgate.net/publication/380006444_SANSPRO_V530_64-bit_Release_Notes">https://www.researchgate.net/publication/380006444_SANSPRO_V530_64-bit_Release_Notes</a>	Catatan rilis resmi versi terbaru SANSPRO. Menjelaskan fitur baru seperti analisis atap kerucut, sambungan otomatis, dan output grafik 3D.
2	Madutujuh. (2019). <i>SANSPRO - Integrated Structural Modelling, Analysis, Design, Drawing and Volume Estimation Program - Tutorial</i> . ResearchGate. <a href="https://www.researchgate.net/publication/315688019_SANSPRO_-_Integrated_Structural_Modelling_Analysis_Design_Drawing_and_Volume_Estimation_Program_-_TUTORIAL">https://www.researchgate.net/publication/315688019_SANSPRO_-_Integrated_Structural_Modelling_Analysis_Design_Drawing_and_Volume_Estimation_Program_-_TUTORIAL</a>	Panduan lengkap penggunaan SANSPRO dalam analisis struktur batang (portal, rangka atap, jembatan) untuk keperluan pendidikan teknik sipil.
3	Madutujuh. (2022). <i>SANSPRO V.5.22: Wood and Bamboo Structures</i> . ResearchGate. <a href="https://www.researchgate.net/publication/362712050_SANSPRO_V522_SANSPRO_V522_Wood_and_Bamboo_Structures_-_Wood_and_Bamboo_material_database_-_3D_Building_modeler_-_Bolted_connection_design_-_Automatic_Pile_and_Raft_Foundation_Tie_Beam_and_Pilecap_Design_a">https://www.researchgate.net/publication/362712050_SANSPRO_V522_SANSPRO_V522_Wood_and_Bamboo_Structures_-_Wood_and_Bamboo_material_database_-_3D_Building_modeler_-_Bolted_connection_design_-_Automatic_Pile_and_Raft_Foundation_Tie_Beam_and_Pilecap_Design_a</a>	Pengembangan SANSPRO khusus struktur kayu dan bambu, termasuk analisis pondasi tiang dan pelat.
4	ESR Center. (2020). <i>Engineering Software Research Center SANSPRO V.5.20 Brochure</i> . Scribd. <a href="https://www.scribd.com/document/461524024/Brochure-SANS-2020">https://www.scribd.com/document/461524024/Brochure-SANS-2020</a>	Brosur resmi yang menjelaskan fitur utama SANSPRO: analisis statik & dinamik, gambar kerja, dan estimasi biaya.
5	Madutujuh. (2021). <i>Simplified Method for Sequential Load Analysis of Tall Buildings with Transfer Beam and Diagonal Bracing</i> . Academia.edu. <a href="https://www.academia.edu/32297279/Simplified_Met">https://www.academia.edu/32297279/Simplified_Met</a>	Studi analisis konstruksi bertahap (sequential load) pada gedung tinggi menggunakan fitur SANSPRO.

No	Referensi	Ringkasan & Link
6	<p><a href="#">hod_for_Sequential_Load_Analysis_of_Tall_Building_with_Transfer_Beam_and_Diagonal_Bracing</a></p> <p>Simbolon, R. (2021). <i>Analisis Efisiensi Profil Baja pada Rangka Atap Menggunakan SANSPro</i> [Skripsi, Universitas Sumatera Utara].</p>	<p>Skripsi membandingkan profil IWF dan kanal pada struktur atap dengan variabel lendutan dan berat total.</p>

Penelitian menggunakan SAP2000

No	Judul	Fokus Utama
1	Parametric Study on Performance of Conical Shell Foundation...	Studi parametrik kerucut menggunakan SAP2000
2	Analysis of Parabolic Shell by Different Models Using Software: SAP 2000	Variasi shell (silinder/parabola), parameter radius & tebal
3	Finite Element Modelling and Free Vibration... SAP2000	Modeling shell & dome, analisis dinamis dan getaran struktur
4	Dome and Cone on SAP2000 (Video Tutorial)	Demo praktis pemodelan kubah dan kerucut di SAP2000

Kolom Pipa Baja dapat memikul beban pada cantilever, Panggabean, I.P.T. (2017) dan Baja WF juga dapat meredam getaran pada bangunan, Panggabean, I.P.T. (2018). Hal ini menunjukkan kegunaan baja profil dalam aspek struktur bangunan.