

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PKP-PK BARU DI BANDAR UDARA H.ASAN – SAMPIT KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR

Zalda Mutiara Rizky Maghfira¹, Agus Triyono², Linda Winiasri³

^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No.73, Siwalankerto, Kec. Wonocolo,
Surabaya, Jawa Timur 60236
Email: zaldamagfira100@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas perencanaan struktur atas Gedung PKP-PK baru di Bandar Udara H. Asan, Sampit, yang berfungsi sebagai pusat penanganan darurat penerbangan dan perlindungan keselamatan pengguna jasa bandara. Mengingat fungsi vitalnya, bangunan ini harus memenuhi standar kekuatan, kestabilan gempa, serta efisiensi biaya dan konstruksi. Tujuan utama penelitian adalah memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik sipil, khususnya perencanaan struktur bangunan operasional darurat dengan pendekatan sesuai regulasi dan perkembangan teknologi terkini. Metode penelitian meliputi analisis manual berdasarkan SNI serta pemodelan numerik menggunakan perangkat lunak SAP2000. Sistem struktur yang digunakan adalah *Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)* sesuai SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Hasil analisis menunjukkan struktur mampu menahan kombinasi beban mati, hidup, tambahan, dan gempa secara baik. Perencanaan menghasilkan dimensi balok induk 30×40 cm, balok anak 20×25 cm, kolom 45×45 cm, dan pelat dua arah tebal 12 cm, dengan estimasi anggaran Rp 1.637.100.000. Kontribusi penelitian ini adalah tersusunnya acuan teknis dan metode perencanaan struktur PKP-PK yang adaptif terhadap perkembangan perangkat lunak dan regulasi terbaru, sekaligus menjadi referensi bagi proyek sejenis di masa depan.

Kata Kunci: PKP-PK, Struktur Atas, SAP2000, SRPMM, Bandar Udara

Abstract

This study discusses the structural planning of the superstructure for the new PKP-PK Building at H. Asan Airport, Sampit, which functions as the emergency response center for aviation incidents and ensures passenger safety. Due to its critical role, the building must comply with standards of strength, earthquake resistance, cost efficiency, and construction feasibility in a dynamic airport environment. The main objective is to provide scientific contributions to civil engineering, particularly in designing operational emergency facilities using approaches aligned with current regulations and technological developments. The methodology includes manual analysis based on Indonesian National Standards (SNI) and numerical modeling with SAP2000 software. The structural system applied is the Intermediate Moment Resisting Frame (SRPMM), designed in accordance with SNI 2847:2019 and SNI 1726:2019. The analysis results confirm that the structure can withstand combinations of dead, live, additional, and seismic loads effectively. The final design specifies main beams of 30×40 cm, secondary beams of 20×25 cm, columns of 45×45 cm, and two-way slabs with 12

cm thickness. The estimated construction budget for the superstructure is Rp. 1,637,100,000. The key contribution of this research is providing a technical reference and planning method for PKP-PK structures that adapt to modern software tools and updated design codes, offering valuable guidance for future similar projects

Keywords: PKP-PK, Superstructure, SAP2000, SRPMM, Airport

PENDAHULUAN

Indonesia dengan 17.508 pulau merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, sehingga menghadapi tantangan besar dalam konektivitas antarwilayah yang dipisahkan laut dan samudra(1). Kondisi geografis ini menuntut sarana transportasi yang memadai, khususnya transportasi udara sebagai moda tercepat dan paling efisien untuk menghubungkan daerah maupun negara(2). Peran transportasi udara sangat penting dalam mendukung distribusi sumber daya, mobilitas manusia, serta pembangunan nasional, sehingga pemerintah perlu memfokuskan peningkatan kualitas bandara, modernisasi armada, serta aspek keselamatan dan kenyamanan penumpang.

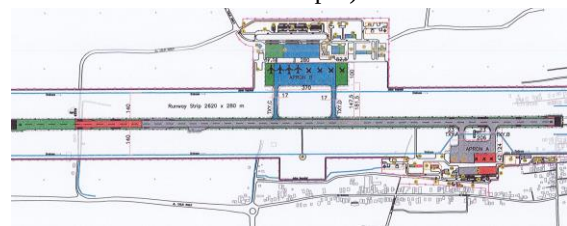
Bandar Udara H. Asan di Kota Sampit, Kab. Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah, melayani transportasi udara daerah tersebut dengan landasan pacu berukuran 2.060 m x 30 m berperkerasan fleksibel. Bandara ini menjadi salah satu pintu gerbang utama untuk mobilitas masyarakat dan distribusi barang di wilayah tersebut. Pesawat yang beroperasi yaitu pesawat jenis Boeing 737-500 dengan maskapai NAM AIR dan beberapa pesawat jet pribadi milik pengusaha di daerah Sampit. Selain itu, bandara ini juga melayani penerbangan carter dan evakuasi medis pada situasi tertentu, sehingga perannya tidak hanya terbatas pada penerbangan komersial.

Untuk peningkatan pelayanan penerbangan maka fasilitas bandar udara harus ditingkatkan. Dalam rencana tahapan

pengembangan bandar udara, pada tahap 1 akan dilakukan perpanjangan *runway* agar pesawat jenis A320 dapat beroperasi. Untuk lokasi eksisting PKP-PK sekarang yaitu tepat disebelah *apron*, hal tersebut akan mengganggu pengoperasian pesawat dengan tipe tersebut. Untuk rencana tahapan pengembangan tahap 1 akan dilaksanakan juga pemindahan posisi unit PKP-PK ini. Berikut merupakan gambar keadaan eksisting dan *masterplan* dari Bandar Udara H. Asan – Sampit. Untuk gambar PKP-PK ditunjukkan dengan angka 6.



Gambar 1. Denah eksisting gedung PKP-PK
(Sumber : *Aerodrome Manual* Bandar Udara H. Asan – Sampit)



Gambar 2. Denah *Masterplan* gedung PKP-PK
(Sumber : *Masterplan* Bandar Udara H. Asan – Sampit)

Unit PKP-PK adalah sebuah fasilitas di bandar udara yang berfungsi sebagai penanggulangan keadaan darurat(3). Untuk melakukan penanggulangan keadaan darurat maka lokasi dari gedung PKP-PK ini harus di tempat strategis. Pada *Masterplan* posisi dari gedung PKP-PK sendiri dilengkapi dengan *access road*. Untuk membangun sebuah gedung perlu diketahui mengenai

zona gempa wilayah tersebut. Berdasarkan peta zonasi gempa, wilayah Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah termasuk dalam zona 1 atau daerah rawan gempa rendah. Namun dikarenakan tanah pada lokasi ini merupakan tanah lunak maka metode dalam pelaksanaan perencanaan ini menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

Beberapa penelitian terkait perencanaan struktur gedung telah dilakukan dengan metode analisis berbasis standar SNI dan perangkat lunak *software* teknik sipil. (4) meneliti perencanaan portal beton bertulang pada Gedung PKP-PK Bandar Udara Depati Parbo menggunakan SAP2000 dengan hasil struktur memakai SRPMK karena daerah rawan gempa. (5) merancang Gedung Perkantoran Berliano 10 lantai di Palu menggunakan sistem SRPMK sesuai SNI 2847:2019 dan 1726:2019, hasilnya struktur memenuhi syarat *strong column weak beam*.

(6) menganalisis Gedung Kantor Dishub Pagar Alam menggunakan SAP2000 untuk menentukan dimensi balok, kolom, dan pelat, hasilnya struktur aman menahan beban dengan spesifikasi baja BJ 37. (7) merencanakan gedung parkir lima lantai Universitas Semarang dengan SAP2000, AutoCAD, dan Microsoft Office, menggunakan beton f'_c 30 MPa dan baja f_y 400 MPa. Sementara itu, (8) meneliti Gedung Kuliah 5 lantai di Unsrat Manado dengan ETABS 2017 dan sistem SRPMK sesuai SNI, menghasilkan dimensi balok dan kolom yang memenuhi standar keamanan.

Tujuan penelitian ini adalah merencanakan pemodelan dan pembebanan struktur atas Gedung PKP-PK di Bandar Udara H. Asan–Sampit menggunakan *software* SAP2000, menganalisis gaya dalam berupa momen, gaya lintang, dan gaya

normal, menentukan dimensi serta detail penulangan struktur, serta menghitung estimasi biaya yang diperlukan untuk pembangunan gedung tersebut.

Berdasarkan uraian diatas maka permasalahan yang diangkat penulis untuk menyelesaikan Proyek Akhir yaitu **“PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PKP-PK BARU DI BANDAR UDARA H. ASAN – SAMPIT KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR”**

METODE

Observasi perencanaan dilakukan saat penulis melaksanakan OJT 1 di Bandar Udara H. Asan – Sampit, Kotawaringin Timur pada 01 April–19 September 2024, dengan fokus pada rencana perpanjangan runway menjadi 2200 meter agar pesawat Airbus A320 dapat beroperasi. Kondisi ini menuntut pemindahan lokasi PKP-PK yang saat ini berada di samping apron karena berpotensi menjadi obstacle, meskipun pada masterplan tahap 1 belum direncanakan struktur gedung baru. Data yang dikumpulkan meliputi hasil pengamatan langsung, dokumen Aerodrome Manual, serta literatur SNI terkait, mencakup dimensi dan material gedung lama (2 lantai, 8,5 m tinggi, struktur beton mutu 25–30 MPa).

Tahap preliminary design pembangunan Gedung PKP-PK Baru di Bandar Udara H. Asan – Sampit mencakup penyusunan layout dengan AutoCAD dan perhitungan dimensi struktur menggunakan SAP 2000 berdasarkan beban statis, dinamis, serta klasifikasi tanah dan respon gempa sesuai SNI terbaru (9). Hasil analisis digunakan untuk menentukan sistem rangka yang tepat, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) karena lokasi termasuk kategori desain seismik C dengan

resiko IV. Evaluasi dilakukan untuk memastikan struktur aman, kokoh, dan sesuai beban, sebelum masuk ke tahap penulangan beton bertulang, penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berbasis HSPK dan regulasi kementerian, serta kontrol berkelanjutan agar hasil desain memenuhi aspek kekuatan, efisiensi biaya, dan keselamatan konstruksi.

Sebelum dilaksanakannya suatu pekerjaan proyek, penyusunan RAB ini merupakan hal yang penting karena dapat menjadi acuan dasar perencanaan(10). Jika suatu proyek dijalankan tanpa dilengkapi dengan RAB, maka dapat menyebabkan lonjakan biaya akibat pembelian bahan material yang tidak sesuai dengan kebutuhan pekerjaan, pengeluaran upah pekerja yang tidak terkendali, pengadaan peralatan yang tidak sesuai, serta berbagai konsekuensi lainnya. Perhitungan RAB mengacu pada HSPK Kabupaten Kotawaringin Timur Tahun Anggaran 2024 dan Permenhub RI No. PM 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya Kementerian Perhubungan. (11)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design Balok

Merujuk SNI 2847 : 2019 pada tabel

1. Perhitungan balok induk (Bi) untuk bentang 600 x 500

Tinggi balok berdasarkan persamaan

$$h = \frac{l}{16} = \frac{600}{16} = 37.5 \text{ cm}$$

Lebar balok

$$b = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3} 37.5 = 25 \text{ cm}$$

Dimensi awal berdasarkan perhitungan tersebut untuk Balok induk (Bi) yaitu 37.5 cm x 25 cm, sehingga rencana balok induk (Bi) yang direncanakan yaitu 30 x 40 cm.

2. Perhitungan balok induk bentang 500 x 400

Tinggi balok

$$h = \frac{l}{16} = \frac{500}{16} = 31.25 \text{ cm}$$

Lebar balok berdasarkan persamaan 3.2

$$b = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3} 31.25 = 20.83 \text{ cm}$$

Dimensi awal berdasarkan perhitungan tersebut untuk Balok induk (Bi) yaitu 31.25 cm x 20.83 cm, sehingga rencana balok induk (Bi) yang direncanakan yaitu 35 x 25 cm.

3. Perhitungan balok anak (Ba)

Tinggi balok berdasarkan persamaan 3.1

$$h = \frac{l}{21} = \frac{500}{21} = 23.80 \text{ cm}$$

Lebar balok berdasarkan persamaan 3.2

$$b = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3} 23.80 = 15.88 \text{ cm}$$

Dimensi awal berdasarkan perhitungan tersebut untuk Balok anak (Ba) yaitu 23.8 cm x 15.88 cm, sehingga rencana balok anak (Ba) yang direncanakan yaitu 25 x 20 cm.

Preliminary Design Pelat

Pelat lantai 300 x 500 berdasarkan persamaan

$$L_n = 500 - \left(\frac{40}{2}\right) - \left(\frac{40}{2}\right) = 460 \text{ cm}$$

$$S_n = 300 - \left(\frac{40}{2}\right) - \left(\frac{25}{2}\right) = 267.5 \text{ cm}$$

$$\beta = \left(\frac{L_n}{S_n}\right) = \left(\frac{460}{267.5}\right) = 1.719 < 2 \text{ (Pelat dua arah)}$$

Lebar efektif balok 40 x 25

$$h_w = 40$$

$$b_w = 25$$

Diasumsikan ketebalan pelat $h_f = 12 \text{ cm}$

Lebar efektif dari lebar pelat berdasarkan persamaan yaitu

$$b_e = b_w + 2(h_w - h_f)$$

$$= 25 + 2(40 - 12)$$

$$= 81$$

$$b_e = b_w + (4 \times h_f)$$

$$= 25 + (4 \times 12)$$

$$= 73$$

Nilai b_e terkecil yaitu = 73

Nilai konstanta berdasarkan persamaan untuk momen inersia yaitu

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h_w}\right) \left[4 - 6 \left(\frac{h_f}{h_w}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h_w}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h_w}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h_w}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{73}{25} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right) \left[4 - 6 \left(\frac{12}{40}\right) + 4 \left(\frac{12}{40}\right)^2 + \left(\frac{73}{25} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{73}{25} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right)}$$

$$k = 1,589$$

Momen Inersia Penampang

$$I_b = k \times \frac{b_w \times h_w^3}{12} = 1,589 \times \frac{25 \times 40^3}{12} = 211879.85 \text{ cm}^4$$

Momen Inersia Pelat

$$I_p = \frac{b_p \times h_f^3}{12} = \frac{500 \times 12^3}{12} = 72.000 \text{ cm}^4$$

Rasio Kekakuan Balok Terhadap Pelat

$$\alpha = \frac{I_b}{I_p} = \frac{211879.85}{72.000} = 2.94$$

dengan hasil $\alpha = 2.94 > 2,0$, menurut SNI 2847 : 2019,

$$h_{min} = \frac{\ln \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} = \frac{460 \left(0.8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + 9(1.719)} = 9.83 \text{ cm}$$

h_{min} merupakan tebal dari pelat sehingga tebal pelat berdasarkan hitungan yaitu 9.83 cm. Tebal pelat yang akan direncanakan yaitu 12 cm.

Preliminary Design Kolom

Kolom 45 cm x 45 cm

Data yang dimiliki yaitu

- Tebal pelat = 12 cm
- Tinggi lantai 1 = 5.5 m
- Tinggi lantai 2 = 3.5 m
- Balok Induk (Bi) = 30 x 40 cm
- Balok Anak (Ba) = 20 x 25 cm

Beban Ultimate

$$= 1.2 \times DL + 1.6 \times LL$$

$$= 1.2 \times 42331 + 1.6 \times 17143$$

$$= 78226.000 \text{ kg}$$

Asumsi dimensi awal kolom yaitu 45 x 45 maka perhitungan dimensi kolom yang menahan beban diatasnya yaitu :

Dimensi kolom = 45 x 45, maka luas rencana kolom yaitu 2025 cm².

Mutu beton yang digunakan yaitu Beton K-300 atau 300 kg/ cm².

Perbandingan antara luas tekan beton dan nilai batasyang diizinkan berdasarkan persamaan 3.12 yaitu

$$A = \frac{W}{\phi f' c} < 2025$$

(OK)

$$A = \frac{78226.000}{0.85 \times 300} < 2025$$

(OK)

$$A = 306,96 < 2025$$

(OK)

$$A = \sqrt{306,96} < \sqrt{2025}$$

(OK)

$$A = 17,52 < 45$$

(OK)

Pembebanan dan Pemodelan Struktur

Beban Mati

a. Beban mati pada pelat lantai

$$\text{Beban sendiri pelat lantai} = 2400 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{Beban plafond} = 6.4 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban penggantung} = 7 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban ME + plumbing} = 25 \text{ kg/ m}^2$$

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

$$\text{Beban keramik} = 24 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban sanitasi} = 20 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban dinding toilet} = 756 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban dinding kamar} = 236.25 \text{ kg/ m}^2$$

b. Beban mati pada pelat atap

$$\text{Beban sendiri pelat atap} = 2400 \text{ kg/ m}^3$$

$$\text{Beban plafond} = 6.4 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban penggantung} = 7 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban ME + plumbing} = 25 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban sanitasi} = 20 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Waterproof Aspal tebal 2cm} = 28.53 \text{ kg/ m}^2$$

Beban Hidup

Pada SNI 1727 : 2020 pada tabel 4.3-1 beban hidup sebagai berikut :

$$\text{Beban hidup jenis perkantoran} = 2.40 \text{ kN/ m}^2 = 245 \text{ kg/ m}^2$$

$$\text{Beban hidup lantai atap} = 0.96 \text{ kN / m}^2 = 97.86 \text{ kg/ m}^2$$

Beban Gempa

Dari website RSA ciptakarya pada lokasi pembangunan dihasilkan data tanah berikut:

Ss	=	0.0307
S1	=	0.0380
SDS	=	0.05
SD1	=	0.11

Beban Hujan

Nilai beban hujan yang digunakan yaitu = 10 kg/ m². (SNI 1727 : 2020)

Beban Tangga

Sudut kemiringan

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{H}{L}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{5.5/2}{2}$$

$$\alpha = \tan^{-1} 1.375$$

$$\alpha = 54^\circ$$

Panjang atrede (injakan)

$$2x + y = 61 - 65 \text{ cm}$$

$$2(Y \cdot \tan \alpha) + Y = 61 - 65 \text{ cm}$$

$$2(Y \cdot \tan 54) + Y = 61 - 65 \text{ cm}$$

$$Y = 16.3 - 17.3 \text{ cm}$$

$$Y \text{ (yang direncanakan)} = 17 \text{ cm}$$

Menghitung Optride (tanjakan)

$$X = Y \cdot \tan \alpha$$

$$X = 17 \tan 54$$

$$X = 23.39 \text{ cm}$$

$$X = 24 \text{ cm}$$

Cek Syarat

$$(2 \times O) + A \leq 60 - 65 \text{ cm}$$

$$(2 \times 24) + 17 \text{ cm} \leq 60 - 65 \text{ cm}$$

$$65 \text{ cm} \leq 60 - 65 \text{ cm}$$

(OK Syarat Terpenuhi)

Menghitung Jumlah Optride

$$= 275 \text{ cm} / 17 \text{ cm} = 17 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah Optride} = 17 - 1 = 16 \text{ buah}$$

Menghitung Tebal Pelat Tangga dan Bordes

$$\text{Tebal selimut beton} = 2.5 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal pelat tangga} = \frac{L}{27} = \frac{2000}{27}$$

$$= 74.07 \text{ cm}$$

$$= 7.5 \text{ cm}$$

$$= 12 \text{ cm}$$

Tebal pelat tangga dan bordes yang direncanakan yaitu 12 cm

$$h' = h + (Op / 2) \times \cos \alpha$$

$$h' = 12 + (24 / 2) \times \cos 54$$

$$= 19.05 \text{ cm}$$

$$= 20 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal anak tangga} = 20 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

Beban Pelat Tangga

Beban Mati (D)

Berat Pelat Tangga

$$= h \times \text{berat jenis beton}$$

$$= 0.12 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 2.88 \text{ kN/m}^2$$

Berat Anak Tangga

$$= h_{\text{anak}} \times \text{berat jenis beton}$$

$$= 0.08 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 1.92 \text{ kN/m}^2$$

Berat Spesi

$$= t_{\text{spesi}} \times \text{berat jenis spesi}$$

$$= 0.02 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3 = 0.4 \text{ kN/m}^2$$

Berat Keramik

$$= t_{\text{keramik}} \times \text{berat jenis keramik}$$

$$= 0.01 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 0.22 \text{ kN/m}^2$$

Q_u

$$= 5.42 \text{ kN/m}^2$$

Berat Pelat Bordes

$$= h \times \text{berat jenis beton}$$

$$= 0.12 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 2.88 \text{ kN/m}^2$$

Berat Spesi

$$= t_{\text{spesi}} \times \text{berat jenis spesi}$$

$$= 0.02 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3 = 0.4 \text{ kN/m}^2$$

Berat Keramik

$$= t_{\text{keramik}} \times \text{berat jenis keramik}$$

$$= 0.01 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 0.22 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_u = 3.5 \text{ kN/m}^3$$

-

Beban Hidup (L)

$$\text{Fungsi Bangunan Kantor} = 2.4 \text{ kN/m}^2$$

Kombinasi Pembebanan

Beban yang sudah dihitung tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi SAP2000 dengan menggunakan kombinasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_u \text{ tangga} &= 1,2 D + 1,6 L \\ &= 1,2 (8.92) + 1,6 (4.8) \\ &= 18.38 \text{ kN/m}^2 \\ &= 1874.17 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Momen

Momen untuk pelat tangga :

$$\begin{aligned} M_{\text{tangga}} &= \frac{1}{10} X q x l^2 \\ &= \frac{1}{10} X 10,344 x 2^2 \\ &= 4,1376 \text{ kN} \end{aligned}$$

M_{bordes} = Beban terpusat pelat bordes

$$P = 1.5 x 0.5 x q x l$$

$$P = 1.5 x 0.5 x 8,04 x 1$$

$$P = 6,03 \text{ kN/ m}^2$$

$$L = L - (0,5 x 1,2)$$

$$L = 1 - (0,5 x 1,2)$$

$$L = 0.4$$

$$\begin{aligned} M_{\text{bordes}} &= \frac{0.9 x p x l}{l} \\ &= \frac{0.9 x 6,03 x 1}{1} \\ &= 5,427 \text{ kN/ m}^2 \end{aligned}$$

Penulangan

Penulangan Tangga

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{11} x q_u x l^2 \\ &= \frac{1}{11} x 10,344 x 6,8^2 \\ &= 43,49 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{43,49}{\phi} = 48,32 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b x d^2} = \frac{48.320.000 \text{ Nmm}}{1000 x (87)^2} = 6,386 \text{ N/mm}^2 \\ m &= \frac{f_y}{0,85 x f_c} = \frac{420}{0,85 x 25} = 19,76 \end{aligned}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 x \beta x f_c}{f_y} x \left[\frac{600}{600 + f_c} \right]$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 x 0,85 x 25}{420} x \left[\frac{600}{600 + 420} \right] \\ \rho_b &= 0,0253 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 x \rho_b$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,018975$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = 0,00333$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 x m x R_n}{f_y}} \right\}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 19,70 x 6,386}{420}} \right\}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0186$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}} \quad (\text{OK})$$

$$0,0033 < 0,0186 < 0,0189$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan utama (As)} &= \rho_{\text{perlu}} \\ &x b x d \end{aligned}$$

$$= 0,0186 x 1000 x 87 = 1618,2 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tulangan} &= 0,25 x \pi x 16^2 \\ &= 201,06 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan

$$= \frac{As}{\text{tulangan}} = \frac{1618,2}{201,06}$$

$$= 8,05 \text{ batang} \approx 9 \text{ batang}$$

Jarak tulangan dalam 1 m

$$= \frac{1000}{9} = 111,11 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak maks} &= 2 x h \\ &= 2 x 120 \\ &= 240 \text{ m} \end{aligned}$$

As yang timbul

$$= n x 0,25 x \pi x \phi^2$$

$$= 9 x 0,25 x \pi x 16^2$$

$$= 1809,54 \text{ mm}^2$$

$$1809,54 \text{ mm}^2 > 1618,2 \text{ mm}^2$$

(OK)

Jadi tulangan utama yang digunakan yaitu

$$= \text{Ø}16 - 110$$

Penulangan Bordes

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{11} x q_u x l^2 \\ &= \frac{1}{11} x 8,04 x 3^2 \\ &= 6,578 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{6,578}{\phi} = 7,42 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b x d^2} = \frac{7.400.000 \text{ Nmm}}{1000 x (89)^2} = \\ &0,9344 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 x f_c} = \frac{420}{0,85 x 25} = 19,76$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta \times f_c}{f_y} \times \left[\frac{600}{600 + f_c} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 25}{420} \times \left[\frac{600}{600 + 420} \right]$$

$$\rho_b = 0,0253$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0,018975$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,00333$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right\}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{19,76} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 19,70 \times 0,9344}{420}} \right\}$$

$$\rho_{perlu} = 0,00227$$

$$\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$$

$$0,0033 < 0,00227 < 0,0189$$

$$\rho_{min} > \rho_{perlu}$$

0,00333 > 0,00227, sehingga digunakan **ρ_{min}** untuk perhitungan selanjutnya

Luas tulangan utama (A_s)

$$= \rho_{perlu} \times b \times d$$

$$= 0,00333 \times 1000 \times 90$$

$$= 299,7 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan} = 0,25 \times \pi \times 12^2$$

$$= 113,1 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan

$$= \frac{A_s}{\text{tulangan}} = \frac{299,7}{113,1}$$

$$= 2,65 \text{ batang} \approx 3 \text{ batang}$$

Jarak tulangan dalam 1 m

$$= \frac{1000}{3} = 333,33 \text{ mm}$$

Jarak maksimum

$$= 2 \times h$$

$$= 2 \times 120$$

$$= 240 \text{ mm}$$

A_s yang timbul

$$= n \times 0,25 \times \pi \times \varphi^2$$

$$= 3 \times 0,25 \times \pi \times 12^2$$

$$= 339,3 \text{ mm}^2$$

$$339,3 \text{ mm}^2 > 299,7 \text{ mm}^2$$

(OK)

$$\text{Jarak tulangan} = 333,33 \text{ mm} < 240$$

(TIDAK OK)

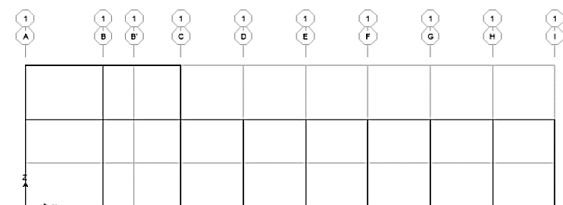
Sehingga jumlah tulangan harus ditambah menjadi $\approx 5 \text{ batang}$

Jadi, jarak tulangnya menjadi =

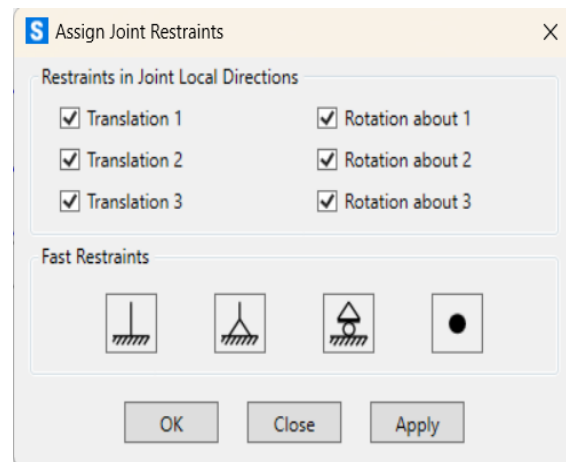
$$\frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}$$

Jadi tulangan utama yang digunakan yaitu = $\varnothing 12 - 200$

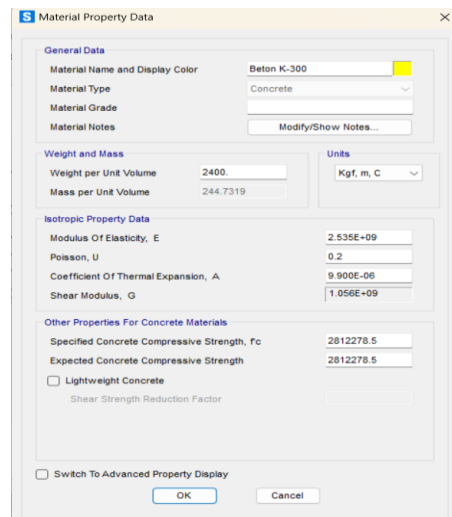
Analisa Struktur menggunakan SAP2000 Membuat Model Struktur



Gambar 1. Gambar Pemodelan Struktur PKP-PK Arah X-Z

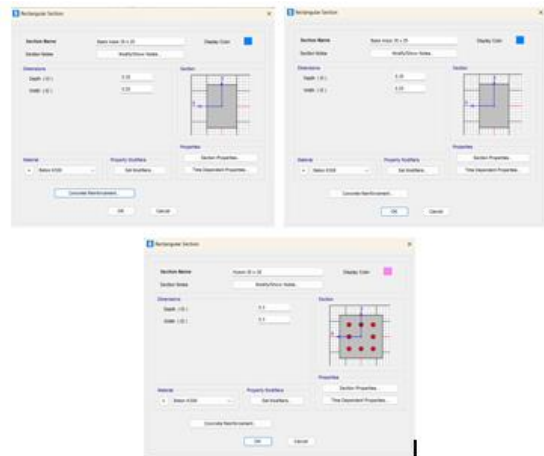


Gambar 2. Gambar Pemilihan Perletakan

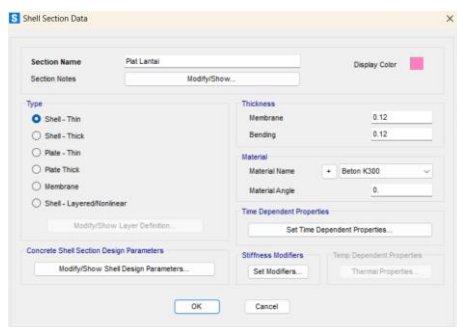


Gambar 3. Gambar Menentukan Material

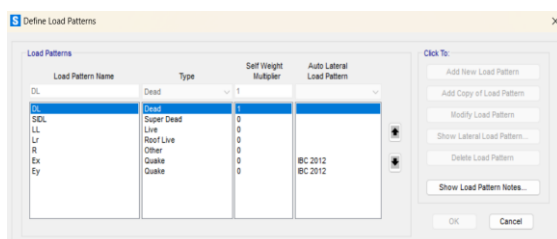
Penampang yang dibuat pada tahap ini meliputi balok, kolom, dan pelat. Dimensi masing- masing penampang sudah dilakukan perhitungan pada tahap *preliminary design*. Untuk membuat penampang balok dan kolom klik *Define – Section Properties – Frame Section – Add New Property – Properties Type* Pilih *Concrete*.



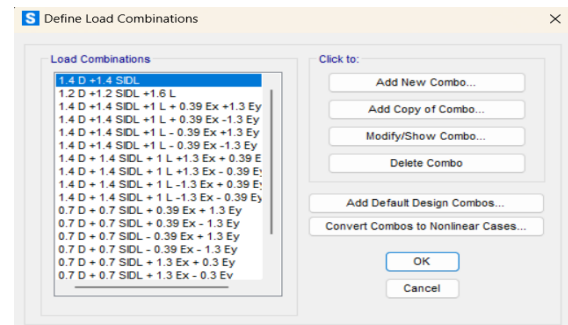
Gambar 4. Gambar Penampang Untuk Balok dan Kolom



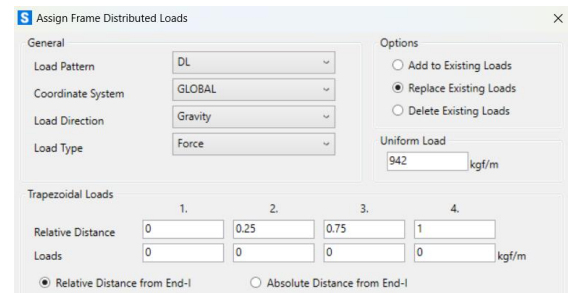
Gambar 5. Gambar Penampang Untuk Pelat



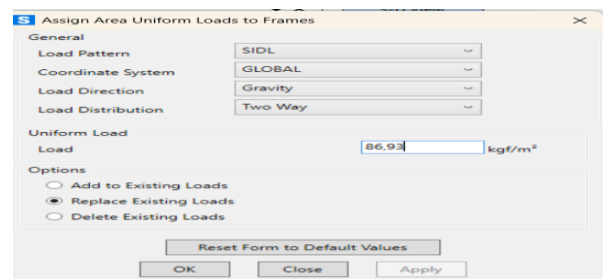
Gambar 6. Gambar Penginputan Beban



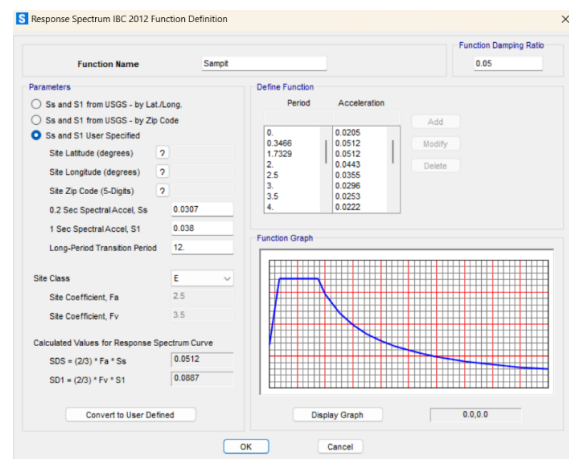
Gambar 7. Gambar Menginput Kombinasi Pembebanan



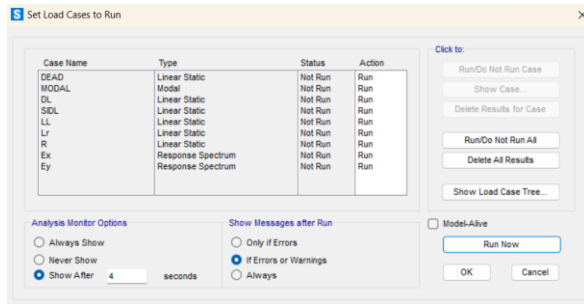
Gambar 8. Gambar Input Pembebanan Balok



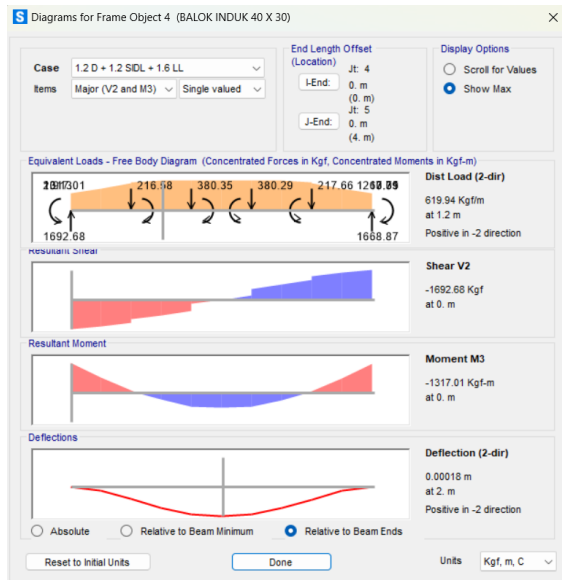
Gambar 9. Gambar Input Pembebanan Pelat



Gambar 10. Gambar Input Beban Gempa Response Spectrume



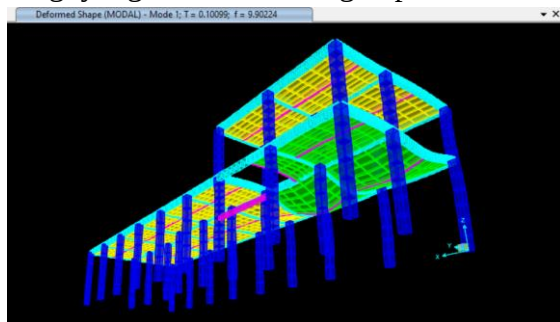
Gambar 11. Gambar Run Analysis Program SAP2000



Gambar 12. Gambar Analysis Output Pemodelan Software SAP2000

Kontrol

Periode getar T bukan hanya menunjukkan lama waktu untuk kembali ke posisi semula setelah satu getaran penuh, tetapi juga menggambarkan bagaimana suatu bangunan akan bergerak saat terganggu dari keadaan diam. Nilai T digunakan untuk melihat seberapa besar kecenderungan bangunan bergoyang ketika terkena gempa.



Gambar 13. Nilai Periode Struktur

$$\begin{aligned} T_{amin} &= Ct \times h_m^x \\ T_{amin} &= 0.0466 \times 9^{0.9} = 0,33666 \\ T_{amax} &= 1,4 \times T_{amin} \\ T_{amax} &= 1,4 \times 0,3065 = 0,4291 \\ T_{sap} &< T_{min} < T_{amax} \\ 0,10099 &< 0,33666 < 0,4291 \end{aligned}$$

(Tidak Ok)

Sehingga untuk $T_{sap} < T_{min}$ diasumsikan bahwa $T = T_{min}$. Nilai T dipakai adalah 0,33666.

Gambar 14. Gambar Gaya Geser Dinamis

GlobalFX untuk QUAKE_x = 21039.46

GlobalFY untuk QUAKE_y = 21052.25

$V_{sx} = V_{sy} \geq \text{GlobalFX, GlobalFY}$

$41262.06 \geq 21039.46, 21052.25$

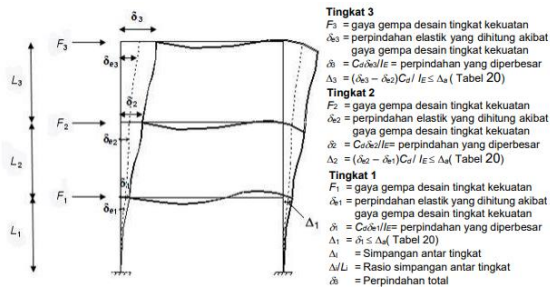
Faktor Gempa $x = 1.96$, Faktor Gempa $y = 1.96$

Partisipasi Massa

Analisis gempa statik tetap mempertimbangkan jumlah mode getar untuk memastikan respon dinamis struktur tergambarkan dengan akurat. Walaupun metode ini berbasis statik, partisipasi massa ini harus mencapai minimal 90% untuk memastikan bahwa mode dominan struktur telah terpenuhi dalam perhitungan.

Gambar 15. Rasio Partisipasi Massa

Simpangan Antar Lantai



Gambar 16. Gambar Simpangan

Hasil perpindahan(displacement) pada sambungan antara kolom dan balok menunjukkan nilai nol karena beban gempa hanya bekerja pada arah z. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kekakuan kolom yang cukup tinggi dalam desain struktur. Oleh karena itu, simpangan pada lantai 1 dan 2 menjadi nol, yang berarti nilainya berada di bawah batas maksimum simpangan yang diizinkan.

Lendutan

Lendutan ini harus lebih kecil dari batas lendutan yang diizinkan yaitu $L/240$.

$$= \frac{L}{240} = \frac{4000}{240} = 16,67$$

$$= 4,01 \text{ mm} \leq 16,67 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Strong Column Weak Beam (SCWB)

Karena nilai ini lebih besar dari 1,2, maka sambungan dianggap memenuhi kriteria SCWB. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas kolom cukup kuat untuk memastikan sendi plastis hanya terjadi pada balok ketika struktur menerima beban gempa.

Penulangan Struktur

Penulangan Balok Induk

Jumlah tulangan torsi perlu untuk tulangan utama $n_l = \frac{(A_l - A_{s_{\text{badan}}})}{A_s} = 0.26 \text{ bar}$

Jumlah tulangan momen $n_m = 6.28 \text{ bar}$

Jumlah tulangan perlu total

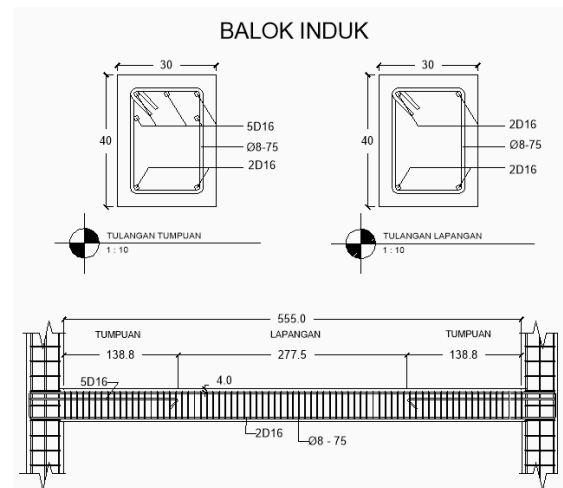
$$n_{\text{total}} = n_l + n_m = 0.26 + 6.2$$

$$= 6.54 \text{ bar}$$

Tulangan untuk momen negatif = 5 D 16

Tulangan untuk momen positif = 2 D 16

Digunakan tulangan transversal $\emptyset 8$ – 75



Gambar 17. Penulangan Pada Balok Induk

Penulangan Balok Anak

Rekapitulasi tulangan longitudinal untuk tepi

Diameter tulangan pakai utama

$D = 10 \text{ mm}$

Luas tulangan pakai utama per satu bar

$$A_s = \frac{\pi}{4} \times D^2 = 78.54 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan momen

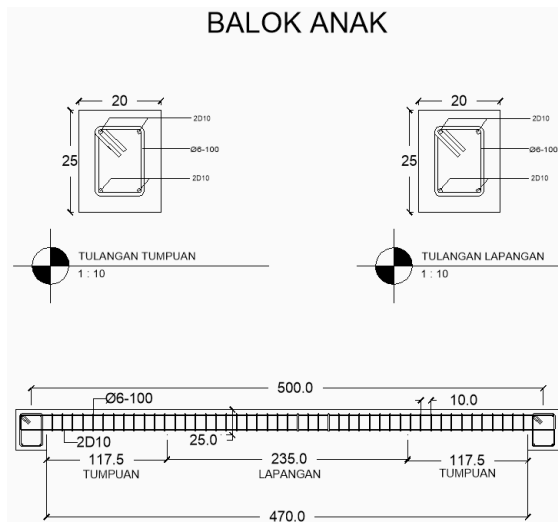
$$n_m = 3.38 \text{ bar}$$

Jumlah tulangan perlu total $n_{\text{total}} = n_l + n_m = 3.38 \text{ bar}$

Tulangan untuk momen negatif = 2 D 10

Tulangan untuk momen positif = 2 D 10

Digunakan tulangan transversal $\emptyset 6$ – 100



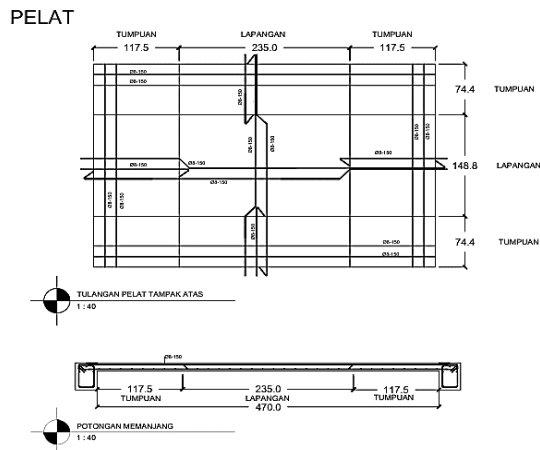
Gambar 18. Penulangan Pada Balok Anak

Penulangan Pelat

$$\delta_{total} = \delta_e + \delta_g$$

$$\delta_{total} = 1.422 + 2.421 = 3.843 \text{ mm}$$

Syarat	δ_{total}	$\leq$	$\frac{l_x}{240}$
	3.842	$\leq$	12.500
	(OK)		



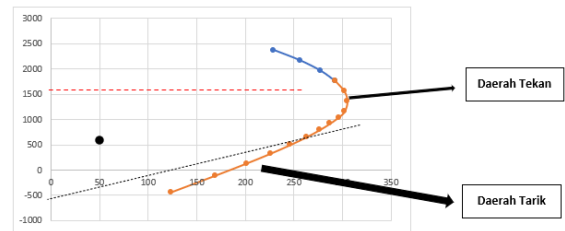
Gambar 19. Penulangan Pada Pelat

Penulangan Kolom

Momen nominal setelah reduksi

$$\phi P_n = 0.8 \times 469.39 = 375.5 \text{ kNm}$$

ϕP_n	$>$	M_u
375.5 kN	$>$	53,2905kN
(OK)		



Gambar 20. Gambar Diagram Reaksi Gaya Aksial

Kebutuhan tulangan geser

$$\phi V_c = 0.6 \times 14.85 = 8.91 \text{ kN}$$

ϕV_c	$<$	V_u
8.91 kN	$<$	33,406

kN (OK) Perlu sengkang

Luas sengkang tulangan geser

$$A_v = n \times \frac{\pi}{4} \times p^2$$

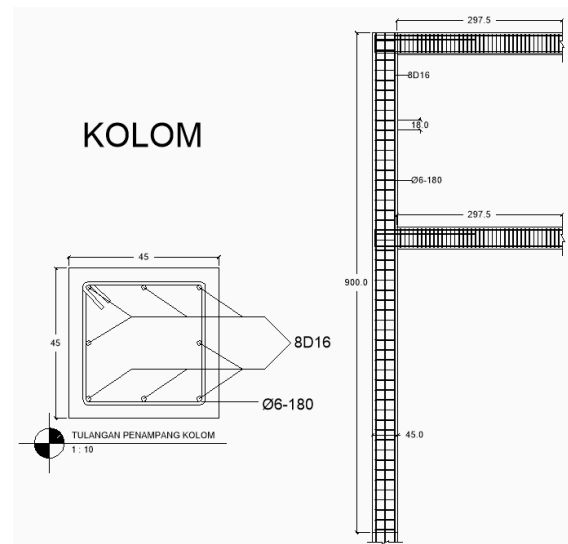
$$A_v = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 6^2 = 56.55 \text{ mm}^2$$

Jarak sengkang maksimum

$$s_{max} = \frac{d}{2} = \frac{396}{2} = 198 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

Digunaka tulangan geser

nilai sengkang = 180 mm digunakan
sengkang Ø6 – 180



Gambar 21. Gambar Penulangan Pada Kolom

Perhitungan RAB

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)				
PEMBANGUNAN STRUKTUR ATAS				
: BANDAR UDARA H. ASAN SAMPIT KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR				
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)
I. PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pek. Pembersihan Lapangan & Peralatan	340.00	m ²	472,909
2	Pek. Pengaliran dan Pemasangan Bowlsplank	88.00	m ¹	108,229
3	Pek. Pemadatan Tanah Konvensional	170.00	m ²	71,250
	SUBTOTAL			182,425,382
II. PEKERJAAN BETON				
PEK. BETON LANTAI 1				
1	Pek. Beton Kolom 45x45 - K300			
	Pek. Cor Beton K-300	30.97	m ³	1,588,022
	Pek. Pembersihan Tul. Uhir	2075.10	kg	20,799
	Pek. Pembersihan Tul. Polos	512.64	kg	20,799
	Pek. Regraining	267.20	m ²	516,170
2	Pek. Beton Balok induk 30/40 - K300			
	Pek. Cor Beton K-300	23.52	m ³	1,588,022
	Pek. Pembersihan Tul. Uhir	2965.53	kg	20,799
	Pek. Pembersihan Tul. Polos	1283.51	kg	20,799
	Pek. Regraining	235.20	m ²	530,315
3	Pek. Beton Balok anak 20/25 - K300			
	Pek. Cor Beton K-300	3.15	m ³	1,588,022
	Pek. Pembersihan Tul. Polos	178.81	kg	21,114
	Pek. Pembersihan Tul. Polos	68.34	kg	20,799
	Pek. Regraining	47.65	m ²	530,315
4	Pek. Plat Lantai Beton t=12 cm K300	40.80	m ²	6,755,012
	SUBTOTAL			800,865,524
PEK. BETON LANTAI 2 (Atap)				
1	Pek. Beton Kolom 45/45 - K300			
	Pek. Cor Beton K-300	19.14	m ³	1,588,022
	Pek. Pembersihan Tul. Uhir	464.32	kg	20,799
	Pek. Pembersihan Tul. Polos	188.74	kg	20,799
	Pek. Regraining	170.10	m ²	516,170
2	Pek. Beton Balok induk 30/40 - K300			
	Pek. Cor Beton K-300	7.20	m ³	1,588,022
	Pek. Pembersihan Tul. Uhir	832.31	kg	20,799
	Pek. Pembersihan Tul. Polos	364.98	kg	20,799
	Pek. Regraining	72.00	m ²	530,315
3	Pek. Beton Balok anak 20/25 - K300			
	Pek. Cor Beton K-300	1.00	m ³	1,588,022
	Pek. Pembersihan Tul. Uhir	55.58	kg	21,114
	Pek. Pembersihan Tul. Polos	29.08	kg	20,799
	Pek. Regraining	15.00	m ²	530,315
4	Pek. Plat Atap Beton t=12 cm K300	40.80	m ²	6,755,012
	SUBTOTAL			491,553,059
	TOTAL			1,474,844,166
	FPN 11 %			162,232,858
	TOTAL			1,637,077,024
	DIBULATKAN			1,637,100,000
Terbilang: Satu miliar enam ratus tiga puluh tujuh juta seratus ribu rupiah.				

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur gedung PKP-PK dua lantai di Bandar Udara H. Asan – Sampit dengan sistem SRPMM mengacu pada SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 menggunakan SAP2000, diperoleh dimensi utama bangunan berupa balok induk 30x40 cm, balok anak 20x25 cm, pelat 12 cm, serta kolom 45x45 cm, dengan pembebanan meliputi beban mati, hidup, gempa, dan hujan sesuai standar. Analisis menghasilkan gaya dalam berupa momen, geser, dan aksial yang menjadi dasar perencanaan detail penulangan pada balok, kolom, dan pelat. Hasil perencanaan menunjukkan struktur aman dan sesuai

ketentuan, dengan total biaya pembangunan diperkirakan sebesar Rp1.637.100.000.

Saran

Pengembangan Bandar Udara H. Asan – Sampit disarankan berfokus pada perencanaan pondasi yang kokoh mengingat kondisi tanah lunak, melakukan analisis biaya terbaru serta penyusunan jadwal secara detail untuk menjaga efisiensi tanpa mengurangi aspek keselamatan, serta melaksanakan monitoring dan pemeliharaan berkala pasca proyek guna mendeteksi potensi kerusakan dini pada struktur bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Annex 14 – Aerodrome, 1983, *Aerodrome Design and Operations the Convention on Internasional Civil Aviation (ICAO)*.
2. Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI – 1726 – 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
3. Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI – 1727 – 2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
4. Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI – 2847 – 2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan Penjelasan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
5. Durrademantar, B., Priantoro, S., & Machmoed, S. (2023). Perencanaan Gedung Perkantoran Berlano 10 Lantai di Kota Palu Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, Vol 12(1), 1–11.

6. Dwiyani, K., Fatimah, S., & Eka Putri, K. M. (2023). *Perencanaan Struktur Atas Gedung PKP-PK di Unit Penyelenggara Bandar Udara Umu Meheng Kunda Waingapu*. (Tugas Akhir tidak dipublikasikan), Politeknik Penerbangan Surabaya.
7. Hilmi, M., Erizal, & Febrita, J. (2021). Analisis kinerja struktur pada bangunan bertingkat dengan metode analisis respon spektrum berdasarkan SNI 1726:2019. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan (JTSL)*, 6(3), 143–158.
8. Mellyana, Shopy. (2021). Perencanaan Portal Beton Bertulang pada Gedung PKP-PK Baru di Bandar Udara Depati Parbo Kerinci.(Tugas Akhir tidak dipublikasikan). Politeknik Penerbangan Surabaya.
9. Patty, M. P., Frans, P. L., & Gaspersz, W. (2024). Tinjauan Perhitungan Rab Pembangunan Gedung Berdasarkan Permen PUPR No. 1 Tahun 2022 (Pada Pembangunan Ruang Kelas Baru Madrasah Tsanawiyah Negeri 6 Maluku Tengah). *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, Vol 19 No 1(2024)), 89–100.
10. Riva'i, A. (2021). Perencanaan Struktur Beton pada Menara Air Traffic Controller dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus di Satuan Pelayanan Atung Bungsu Pagar Alam, (Tugas Akhir tidak dipublikasikan). Politeknik Penerbangan Surabaya.
11. Suriani, E., & Parmo. (2025). Studi Gaya Dalam Pada Konstruksi Balok Sederhana Dengan Pemodelan Beban. *NALARS: Jurnal Arsitektur*, 24(1), 1–10