

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA BANGUNAN ATAS MENARA *AIR TRAFFIC CONTROLLER* DI BANDAR UDARA ATUNG BUNGSU PAGAR ALAM

M. Nudzulul Purnama¹, Wiwid Suryono², Ranatika Purwayudhaningsari³

^{1,2,3}) Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl Jemur Andayani 1 No 73, Surabaya, 60236

Email: purnamanudzulul@gmail.com

Abstrak

Ruang *Controller* di Bandar Udara Atung Bungsu di Kota Pagar Alam masih menggunakan gedung AirNav satu lantai, sehingga membatasi pandangan personel terhadap area sisi udara, terutama di ujung landas pacu. Selain itu, bandar udara ini berada di wilayah dengan risiko gempa tinggi, sehingga diperlukan perencanaan struktur bangunan tahan gempa. Proyek ini merancang struktur baja menara *Air Traffic Controller* (ATC) setinggi 19 meter menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dengan analisis elemen struktur melalui perangkat lunak SAP2000 v14 berdasarkan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020. Struktur dirancang menggunakan profil baja HB dan WF, serta mencakup perencanaan sambungan seperti HBK, HBB, *end plate*, dan *base plate*. Hasil analisis menunjukkan seluruh elemen dan sambungan struktur memenuhi standar kekuatan dan keamanan, sehingga desain dinyatakan aman dan sesuai ketentuan.

Kata Kunci: SRPMK, *Air Traffic Controller*, Baja, SAP2000

Abstract

The controller room at Atung Bungsu Airport in Pagar Alam City still uses a single-story AirNav building, which limits personnel visibility of the airside area, especially at both ends of the runway. Additionally, the airport is located in a high seismic risk zone, necessitating the design of an earthquake-resistant building structure. This project involves the design of a 19-meter-tall steel Air Traffic Controller (ATC) tower structure using the Special Moment Resisting Frame (SMRF) method, with structural element analysis performed using SAP2000 v14 software based on SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729:2020. The structure is designed using HB and WF steel profiles and includes connection planning such as HBK, HBB, end plate, and base plate joints. Analysis results indicate that all structural elements and connections meet strength and safety standards, thus the design is declared safe and compliant with regulations.

Keywords: SRPMK, *Air Traffic Controller*, steel. SAP2000

PENDAHULUAN

Bandar Udara Atung Bungsu yang terletak di Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Selatan, telah mengalami pengembangan sejak tahun 2020, mencakup perpanjangan landas pacu, perluasan apron, serta pembangunan GSE road. Namun,

hingga saat ini bandara tersebut belum memiliki fasilitas menara Air Traffic Controller (ATC). Kegiatan operasional lalu lintas udara masih mengandalkan metode *Visual Flight Rules* (VFR), sedangkan keberadaan *obstacle* seperti pepohonan pada sisi landas pacu arah 06 serta keterbatasan

pandangan dari ruang kontrol pada gedung AirNav yang hanya satu lantai, menyebabkan gangguan terhadap pandangan pengawasan visual area udara secara menyeluruh. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Riva'i (2018), telah dirancang menara ATC dengan struktur beton bertulang setinggi 16 meter. Namun, seiring dengan perkembangan dimensi landas pacu yang kini memiliki panjang 1500 meter, ketinggian tersebut tidak lagi memadai.

Kota Pagar Alam memiliki risiko gempa yang tergolong tinggi berdasarkan Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) tahun 2023. Oleh karena itu, perencanaan struktur menara harus mempertimbangkan ketahanan terhadap beban gempa. Struktur baja dinilai lebih tepat digunakan karena memiliki fleksibilitas dan kemampuan menyerap energi seismik lebih baik dibandingkan struktur beton. Dengan pendekatan sistem struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), rancangan menara ATC diharapkan dapat memenuhi tuntutan visibilitas pengawasan lalu lintas udara sekaligus menjamin ketahanan struktur terhadap potensi bencana alam.

Berdasarkan uraian yang telah di jelaskan diatas, maka permasalahan tersebut dituangkan ke dalam artikel ini dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR BAJA DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA BANGUNAN ATAS MENARA AIR TRAFFIC CONTROLLER DI BANDAR UDARA ATUNG BUNGSU PAGAR ALAM”**.

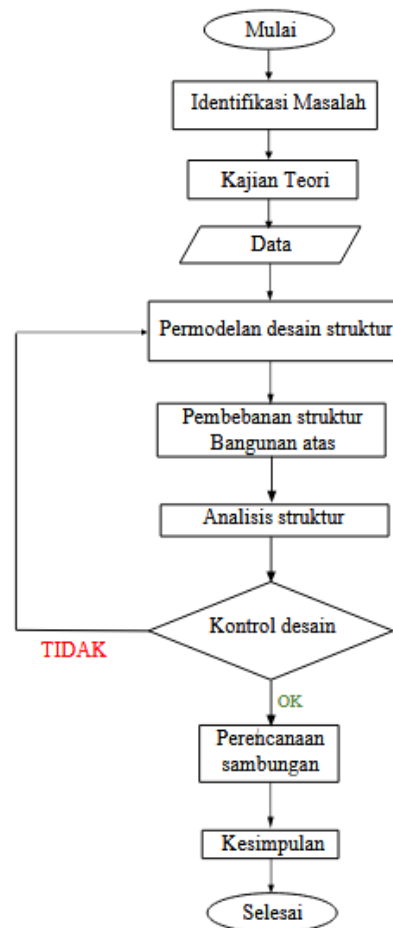
Dapat diketahui rumusan masalah pada penulisan artikel ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan struktur baja dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus pada bangunan atas Menara Air Traffic

Controller di Bandar Udara Atung Bungsu Pagar Alam?

2. Bagaimana analisis esleşmeşn struktur baja pada bangunan atas Menara Air Traffic Controller di Bandar Udara Atung Bungsu Pagar Alam?
3. Bagaimana gambar detail struktur baja bangunan atas Menara Air Traffic Controller di Bandar Udara Atung Bungsu Pagar Alam?

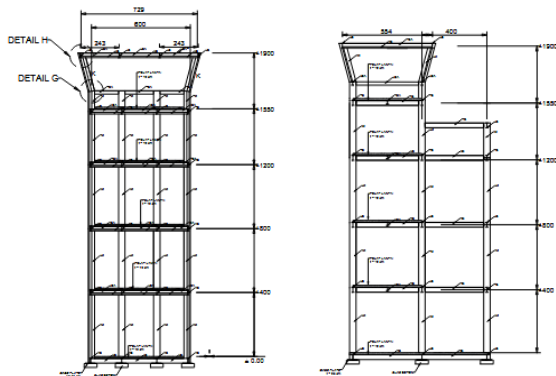
METODE



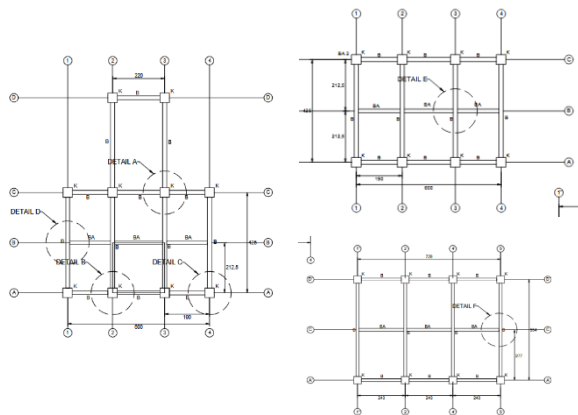
Gambar 1 Bagan Alir Penelitian
Identifikasi Masalah

Gedung Airnav di Bandar Udara Atung Bungsu masih berupa Gedung 1 lantai, sehingga secara visual memiliki keterbatasan kemampuan visual untuk melihat area sisi udara secara keseluruhan, terutama kedua ujung *runway*. Perencanaan ini memiliki data teknis sebagai berikut:

Tinggi Bangunan : 19 m
Tinggi Kolom :
1. H1 : 4 M (Lantai 1)
2. H2 : 4 M (Lantai 2)
3. H3 : 4 M (Lantai 3)
4. H4 : 3.5 M (Lantai 4)
5. H5 : 3.5 M (*Cabin room*)
Struktur Utama : Baja



Gambar 2 Tampak Depan dan Samping Struktur



Gambar 3 Denah Balok dan Kolom

Pembebanan

Tabel 1 Mutu dan Profil Baja yang Digunakan
Struktur menara Air Traffic Controller (ATC) dirancang dengan mempertimbangkan berbagai jenis pembebanan, meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban

Penggunaan	Mutu Baja	Profil
Kolom (K)	BJ 37	H 400 x 400 x 13 x 21
Balok induk (B)	BJ 37	WF 300 x 150 x 6,5 x 9
Balok anak 2 (BA)	BJ 37	WF 200 x 150 x 6 x 9

angin. Beban gempa dihitung berdasarkan SNI 1729:2020, dengan memperhatikan kategori risiko bangunan, faktor keutamaan, dan klasifikasi kelas situs berdasarkan data tanah. Analisis gempa dilakukan menggunakan grafik respons spektrum dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman (Puskim). Beban angin dianalisis sesuai ketentuan SNI 1727:2020.

Analisis Struktur dan Kontrol Desain

Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 v14, dengan memperhatikan bentuk struktur, sistem pembebanan, dan kombinasi beban. Setelah analisis dilakukan, hasil gaya dalam dan deformasi dievaluasi untuk memastikan struktur memenuhi standar SNI 1729:2020. Selanjutnya dilakukan kontrol desain untuk memastikan bahwa dimensi elemen dan kapasitas sambungan telah sesuai dengan ketentuan dan mendekati kondisi aktual di lapangan. Perencanaan sambungan baut dan las ditinjau dari hasil analisis SAP2000 serta mengikuti pedoman dari SNI 1729:2020, disertai dengan detail gambar sambungan antar elemen struktur seperti balok-kolom dan balok-balok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan material dan profil pada perencanaan menara *air traffic controller* adalah sebagai berikut :

1. Permodelan struktur direncanakan di Bandar Udara Atung Bungsu, Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Selatan dengan wilayah gempa kategori IV.
2. Gedung 5 lantai dengan lantai teratas merupakan *cabin room* dan fungsinya sebagai kantor dengan beban hidup 250 kg/m² (SNI 1727:2020),
3. Atap dan lantai gedung menggunakan bahan beton bertulang dengan mutu

K300, dengan $f'_c = 25 \text{ Mpa}$, dan $f_y = 240 \text{ Mpa}$,

4. Mutu kolom dan balok menggunakan baja dengan mutu BJ37.

Pembebanan Pelat

1. Beban Hidup (L)

Berdasarkan SNI 1727:2020, beban hidup untuk kantor adalah 250 kg/m^2 .

2. Beban Mati Tambahan (D)

Tabel 2 Beban Mati Tambahan Atap

Beban Atap				
Jenis	Tebal m	Tinggi m	Berat Jenis kN/m ²	Total kN/m ²
Plafon + penggantung	-	-	0,2	0,2
MEP	-	-	0,25	0,25
Waterproof dengan aspal	0,02	-	14	0,28
TOTAL				0,73

Tabel 3 Beban Mati Tambahan Tiap Lantai

Beban lantai				
Jenis	Tebal m	Tinggi m	Berat Jenis kN/m ²	Total kN/m ²
Keramik	0,01	-	22	0,22
Spesi pemasangan	0,02	-	22	0,44
MEP	-	-	0,25	0,25
Pasir	0,01	-	16	0,16
Plafon + penggantung	-	-	0,2	0,2
TOTAL				1,27

3. Beban Ultimate (q_u)

Diasumsikan lebar 1 m pelat, maka:

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 1,2D + 1,6L \\
 &= 1,2 * 413 + 1,6 * 250 \\
 &= 895,6 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

4. Beban Gempa

A. Data Perencanaan Gempa

Berdasarkan data tanah diklasifikasikan kelas situs D dengan

data yang didapat dari RSA Puskim adalah sebagai berikut:

$$S_s = 1,1548$$

$$S_1 = 0,6025$$

$$T_L = 20$$

- B. ATC Tower adalah bangunan penting sehingga kategori bangunan adalah kategori IV, dengan faktor keutamaan gempanya adalah sebagai berikut:

$$I_e = 1,5$$

$$R = 8$$

Profil Balok dan Kolom yang Digunakan

Spesifikasi kolom yang digunakan adalah H 400 x 400 x 13 x 21. Spesifikasi balok yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Balok induk : WF 300x150x9x13
2. Balok anak : WF 200x150x6x9

Pembebanan balok terhadap struktur (lantai 1-3)

1. Tinggi dinding bata : 4 m
2. Berat dinding(1/2 bata) : 250 kg/m^2
3. Tinggi kaca : 1,5 m
4. Berat kaca : 20 kg/m^2
5. Berat total kaca : $1,5 \times 20 = 30 \text{ kg/m}^2$
6. Berat total dinding bata : $4 \times 250 = 1000 \text{ kg/m}^2$

Pembebanan balok terhadap struktur (lantai 4) :

1. Tinggi dinding bata : 3,5 m
2. Berat dinding (1/2 bata): 25 kN/m^2
3. Tinggi kaca : 1,5 m
4. Berat kaca : 20 kg/m^2
5. Berat total kaca : $1,5 \times 20 = 30 \text{ kg/m}^2$
6. Berat total dinding bata : $3,5 \times 250 = 875 \text{ kg/m}^2$

Pembebanan balok terhadap struktur (lantai 5) :

1. Tinggi dinding bata : 1,1 m
2. Berat dinding(1/2 bata) : 250 kg/m^2
3. Tinggi kaca : 2 m

4. Berat kaca : 20 kg/m²
5. Berat total kaca : 2,5675 x 20 = 51,35 kg/m²
6. Berat total dinding bata : 1,1 x 250 = 275 kg/m²

Kontrol Profil Balok

Mutu Baja BJ37

$$\begin{aligned} f_u &= 370 \text{ Mpa} \\ f_y &= 240 \text{ Mpa} \\ &= 2447,33 \text{ kg/cm}^2 \\ E &= 200000 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

WF 300 x 150 x 6,5 x 9

$$\begin{aligned} h_w &= 300 \text{ mm} \\ t_w &= 8 \text{ mm} \\ b_f &= 150 \text{ mm} \\ t_f &= 12 \text{ mm} \\ L &= 7,29 \text{ m} \\ r_{\min} &= 0,028 \text{ m} \\ Z_x &= 1410 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

(Momen terbesar profil WF 300 x 150 x 6,5 x 9)

$$\begin{aligned} M_u &= 73,635 \text{ kNm} \\ &= 7508,75 \text{ kg.m} = 750875 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned} M_n &= f_y \times Z_x \\ &= 2447,33 \times 1410 \\ &= 3450732 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Rasio Tegangan

$$\begin{aligned} M_u / \Phi M_n &= 750875 / (0,9 \times 3450732) \\ &= 0,2418 < 1 \end{aligned}$$

(Kontrol Tegangan Oke)

Kontrol Wx (Cara Delta Teknik Grup)

$$\begin{aligned} W_x &= 481 \text{ cm}^3 \text{ (dari tabel profil)} \\ W_x &= \frac{M_u \times 100}{\frac{1600}{7508,75 \times 100}} \\ &= \frac{1600}{469 \text{ cm}^3} \text{ (Dimensi Oke)} \end{aligned}$$

Kontrol Penampang Kompak (Lentur)

Tekuk Sayap

$$\begin{aligned} \lambda &= b/t_f \\ &= \frac{b_f/2}{t_f} \\ &= \frac{75}{9} = 8,33 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned} 0,38 \times \sqrt{E/f_y} &= 0,38 \times \sqrt{200000/240} \\ &= 10,97 \end{aligned}$$

$\lambda <$ Limitasi kompak, sehingga profil **kompak**

Tekuk Badan

$$\begin{aligned} \lambda &= b/t_w \\ &= \frac{h_w - 2t_f}{t_w} \\ &= \frac{282}{6,5} = 43,38 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned} 3,76 \times \sqrt{E/f_y} &= 3,76 \times \sqrt{200000/240} \\ &= 108,54 \end{aligned}$$

$\lambda <$ Limitasi kompak, sehingga profil **kompak**

Kontrol Angka Kelangsingan

$$\begin{aligned} \frac{1 \times L}{r} &< 200 \\ \frac{1 \times 7,29}{0,028} &< 200 \\ 260,36 &< 200 \text{ (TIDAK OKE)} \end{aligned}$$

Oleh karena angka kelangsingannya tidak memenuhi, maka ditambahkan pelat pengaku t = 8 mm ditengah, sehingga angka kelangsingannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{1 \times L}{r} &< 200 \\ \frac{1 \times 3,645}{0,028} &< 200 \\ 130,18 &< 200 \text{ (OKE)} \end{aligned}$$

WF 200 x 150 x 6 x 9

$$\begin{aligned} h_w &= 200 \text{ mm} \\ t_w &= 6 \text{ mm} \\ b_f &= 150 \text{ mm} \\ t_f &= 9 \text{ mm} \\ L &= 2,2 \text{ m} \\ r_{\min} &= 0,0311 \text{ m} \\ Z_x &= 473 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

(Momen terbesar profil WF 200 x 150 x 6 x 9)

$$\begin{aligned} M_u &= 854,984 \text{ kg.m} \\ &= 85498,4 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned} M_n &= f_y \times Z_x \\ &= 2447,33 \times 473 \\ &= 1157586 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Rasio Tegangan

$$\begin{aligned} M_u / \Phi M_n &= 85498 / (0.9 \times 1157586) \\ &= 0,082 < 1 \end{aligned}$$

(Kontrol Tegangan Oke)

Kontrol W_x (Cara Delta Teknik Grup)

$$W_x = 438 \text{ cm}^3 \text{ (dari tabel profil)}$$

$$\begin{aligned} W_x &= \frac{M_u \times 100}{1600} \\ &= \frac{85498,4 \times 100}{1600} \\ &= 53 \text{ cm}^3 \text{ (Dimensi Oke)} \end{aligned}$$

Kontrol Penampang Kompak (Lentur)

Tekuk Sayap

$$\begin{aligned} \lambda &= b/t_f \\ &= \frac{b f / 2}{t_f} \\ &= \frac{75}{9} = 8,33 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned} 0,38 \times \sqrt{E/f_y} &= 0,38 \times \sqrt{200000/240} \\ &= 10,97 \end{aligned}$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak}$, sehingga profil **kompak**

Tekuk Badan

$$\begin{aligned} \lambda &= b/t_w \\ &= \frac{h_w - 2t_f}{t_w} \\ &= \frac{182}{6} = 30,33 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned} 3,76 \times \sqrt{E/f_y} &= 3,76 \times \sqrt{200000/240} \\ &= 108,54 \end{aligned}$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak}$, sehingga profil **kompak**

Kontrol Angka Kelangsingan

$$\frac{1 \times L}{r} < 200$$

$$\frac{1 \times 2,2}{0,031} < 200$$

$$70,74 < 200 \text{ (OKE)}$$

4.6.2 Kontrol Profil Kolom

WF 400 x 400 x 13 x 21

$$h_w = 400 \text{ mm}$$

$$t_w = 13 \text{ mm}$$

$$b_f = 400 \text{ mm}$$

$$t_f = 21 \text{ mm}$$

$$L = 2,5675 \text{ m}$$

$$r_{\min} = 0,0872 \text{ m}$$

$$Z_x = 3685 \text{ cm}^3$$

(Momen terbesar profil WF 400 x 400 x 13 x 21

$$M_u = 12032,695 \text{ kg.m}$$

$$= 1203269,6 \text{ kg.cm}$$

Kontrol Tegangan

$$M_n = f_y \times Z_x$$

$$= 2447,33 \times 3685$$

$$= 9018404 \text{ kg.cm}$$

Rasio Tegangan

$$M_u / \Phi M_n = 9018404 / (0.9 \times 1203421)$$

$$= 0,148249 < 1$$

(Kontrol Tegangan Oke)

Kontrol W_x (Cara Delta Teknik Grup)

$$W_x = 3439 \text{ cm}^3 \text{ (dari tabel profil)}$$

$$\begin{aligned} W_x &= \frac{M_u \times 100}{1600} \\ &= \frac{85498 \times 100}{1600} \\ &= 752 \text{ cm}^3 \text{ (Dimensi Oke)} \end{aligned}$$

Kontrol Penampang Kompak (Lentur)

Tekuk Sayap

$$\begin{aligned} \lambda &= b/t_f \\ &= \frac{b f / 2}{t_f} \\ &= \frac{200}{21} = 9,52 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned} 0,38 \times \sqrt{E/f_y} &= 0,38 \times \sqrt{200000/240} \\ &= 10,97 \end{aligned}$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak}$, sehingga profil **kompak**

Tekuk Badan

$$\begin{aligned} \lambda &= b/t_w \\ &= \frac{h_w - 2t_f}{t_w} \\ &= \frac{182}{6} = 27,54 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$3,76 \times \sqrt{E/f_y} = 3,76 \times \sqrt{200000/240} \\ = 108,54$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak, sehingga profil}$
kompak

Kontrol Angka Kelangsingan

$$\frac{1 \times L}{r} < 200$$

$$\frac{1 \times 2,2}{0,087} < 200$$

$$29,44 < 200 \text{ (OKE)}$$

Sambungan

Kebutuhan Batang Tarik Baut

WF 300 x 150 x 6,5 x 9

$$L = 6000 \text{ mm}$$

$$B = 300 \text{ mm}$$

$$t = 6,5 \text{ mm}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_u = 370 \text{ Mpa}$$

$$x = 50 \text{ mm}$$

$$\text{baut} = A325$$

$$n \text{ baut} = 4$$

$$\phi \text{ baut} = 10 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ imj} = 12 \text{ mm}$$

$$P_u = 22,123 \text{ kN}$$

Factor shear lag

$$U = 1 - x/L \\ = 1 - 50/6000 \\ = 0,992$$

Luas penampang bruto (A_g)

$$A_g = B \times t \\ = 300 \times 6,5 \\ = 1950 \text{ mm}^2$$

Luas penampang netto (A_n)

$$A_n = A_g - (n \times t \times \phi \text{ imj}) \\ = 1950 - (4 \times 6,5 \times 12) \\ = 1638 \text{ mm}^2$$

Luas efektif

$$A_e = A_n \times U \\ = 1638 \times 0,992 \\ = 1624,35 \text{ mm}^2$$

Kapasitas Tarik profil (kondisi Lelah)

$$\phi P_{nu} = 0,75 \times f_u \times A_e \\ = 0,75 \times 370 \times 1624,35$$

$$= 450757,13 \text{ N}$$

$$= 450,75713 \text{ kN} = 450,76 \text{ kN}$$

$$P_u < \phi P_{nu} \text{ (OK)}$$

Analisa Batang Tekan

Panjang efektif

$$L_e = K \times L \text{ (SNI 1729:2020)}$$

$$= 2,25 \times 4000$$

$$= 9000 \text{ mm}$$

Kelangsingan kolom

$$E = 200000 \text{ Mpa}$$

$$r_y = 0,1623 \text{ m}$$

$$= 162,3 \text{ mm}$$

$$\lambda = L_e / r_y$$

$$= 55,453 \text{ mm}$$

Cek kategori kolom

$$\text{Limit} = 4,71 \sqrt{E/f_y}$$

$$= 4,71 \sqrt{200000/240}$$

$$= 135,97 \text{ mm}$$

$$\lambda < \text{Limit} \text{ (PENDEK)}$$

Tegangan euler

$$f_e = \frac{\pi^2 \times E}{L_e/r^2}$$

$$= \frac{\pi^2 \times 200000}{9000/162,3^2}$$

$$= 641,27 \text{ Mpa}$$

Tegangan kritis

$$f_{cr} = 0,658^{f_y/f_e} \times f_y$$

$$= 0,658^{240/641,27} \times 240$$

$$= 205,2 \text{ Mpa}$$

Kapasitas tahanan tekan

$$A_g = 223,5 \text{ cm}^2$$

$$= 22350 \text{ mm}^2$$

$$\phi P_n = 0,9 \times f_{cr} \times A_g$$

$$= 0,9 \times 205,2 \times 22350$$

$$= 4127632 \text{ N}$$

$$= 4127,63273 \text{ kN} = 4127,63 \text{ kN}$$

Kontrol

$$P_u = 560,804$$

$$P_u < \phi P_n \text{ (OK)}$$

Analisa Elemen Lentur

WF 300 x 150 x 6,5 x 9

Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned}
 M_u &= 73,354 \text{ kNm} \\
 &= 7508,75 \text{ kgm} \\
 &= 750875 \text{ kg.cm} \\
 M_n &= f_y \times Z_x \\
 &= 2447,33 \times 1410 \\
 &= 3450732 \text{ kg.cm} \\
 \text{Rasio Tegangan} \\
 M_u/\Phi M_n &= 750875/(0.9 \times 3450732) \\
 &= 0,24178 < 1
 \end{aligned}$$

(Kontrol Tegangan Oke)

Kontrol Penampang Kompak (Lentur)

Tekuk Sayap

$$\begin{aligned}
 \lambda &= b/t_f \\
 &= \frac{b f / 2}{t_f} \\
 &= \frac{200}{21} = 9,52
 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned}
 0,38 \times \sqrt{E/f_y} &= 0,38 \times \sqrt{200000/240} \\
 &= 10,97
 \end{aligned}$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak}$, sehingga profil **kompak**

Tekuk Badan

$$\begin{aligned}
 \lambda &= b/t_w \\
 &= \frac{h w - 2 t_f}{t_w} \\
 &= \frac{182}{6} = 27,54
 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned}
 3,76 \times \sqrt{E/f_y} &= 3,76 \times \sqrt{200000/240} \\
 &= 108,54
 \end{aligned}$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak}$, sehingga profil **kompak**

WF 200 x 150 x 6 x 9

Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned}
 M_u &= 854,984 \text{ kg.m} \\
 &= 85498,4 \text{ kg.cm} \\
 M_n &= f_y \times Z_x \\
 &= 2447,33 \times 473 \\
 &= 1157586 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

Rasio Tegangan

$$\begin{aligned}
 M_u/\Phi M_n &= 85498/(0.9 \times 1157586) \\
 &= 0,08207 < 1
 \end{aligned}$$

(Kontrol Tegangan Oke)

Kontrol Penampang Kompak (Lentur)

Tekuk Sayap

$$\begin{aligned}
 \lambda &= b/t_f \\
 &= \frac{b f / 2}{t_f} \\
 &= \frac{75}{9} = 8,33
 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned}
 0,38 \times \sqrt{E/f_y} &= 0,38 \times \sqrt{200000/240} \\
 &= 10,97
 \end{aligned}$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak}$, sehingga profil **kompak**

Tekuk Badan

$$\begin{aligned}
 \lambda &= b/t_w \\
 &= \frac{h w - 2 t_f}{t_w} \\
 &= \frac{182}{6} = 30,33
 \end{aligned}$$

Limitasi kompak

$$\begin{aligned}
 3,76 \times \sqrt{E/f_y} &= 3,76 \times \sqrt{200000/240} \\
 &= 108,54
 \end{aligned}$$

$\lambda < \text{Limitasi kompak}$, sehingga profil **kompak**

Kontrol Angka Kelangsingan

$$\begin{aligned}
 \frac{1 \times L}{r} &< 200 \\
 \frac{1 \times 2,2}{0,031} &< 200
 \end{aligned}$$

70,74 < 200 (**OKE**)

WF 400 x 400 x 13 x 21

$$\begin{aligned}
 M_u &= 12032,7 \text{ kg.m} \\
 &= 1203270 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned}
 M_n &= f_y \times Z_x \\
 &= 2447,33 \times 3685 \\
 &= 9018404 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

Rasio Tegangan

$$\begin{aligned}
 M_u/\Phi M_n &= 9018404/(0.9 \times 12032701) \\
 &= 0,14825 < 1
 \end{aligned}$$

(Kontrol Tegangan Oke)

Kontrol Penampang Kompak (Lentur)

Tekuk Sayap

$$\lambda = b/t_f$$

$$= \frac{bf/2}{tf} = \frac{200}{21} = 9,52$$

Limitasi kompak

$$0,38 \times \sqrt{E/f_y} = 0,38 \times \sqrt{200000/240} = 10,97$$

$\lambda <$ Limitasi kompak, sehingga profil

kompak

Tekuk Badan

$$\lambda = \frac{b/tw}{\frac{hw-2tf}{tw}} = \frac{182}{6} = 27,54$$

Limitasi kompak

$$3,76 \times \sqrt{E/f_y} = 3,76 \times \sqrt{200000/240} = 108,54$$

$\lambda <$ Limitasi kompak, sehingga profil

kompak

Kontrol Angka Kelangsingan

$$\frac{1 \times L}{r} < 200$$

$$\frac{1 \times 2,2}{0,087} < 200$$

$$29,44 < 200 \text{ (OKE)}$$

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, profil yang digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4 Profil Baja dan Beton yang Digunakan

No	Kegunaan	Profil yang Digunakan	Mutu
1	Kolom Tegak	WF 400x400x13x21	BJ 37
2	Kolom Miring	WF 400x400x13x21	BJ 37
3	Balok Induk	WF 300x150x6,5x9	BJ 37
4	Balok Anak	WF 200x150x6x9	BJ 37
5	Pelat Beton	-	K300

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, sambungan profil yang digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut.

Tabel 5 Sambungan yang Digunakan

No	Sambungan yang Digunakan	Mutu Baut	Diameter Baut
1	Sambungan HBK	A325	10 mm
2	Sambungan HBB	A325	10 mm
3	Sambungan End Plate Balok-Kolom Miring	A325	16 mm
4	Sambungan End Plate Balok-Kolom	A325	16 mm
5	Sambungan End Plate Kolom Miring	A325	16 mm
6	Perencanaan Base Plate	A325	20 mm

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur baja dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus pada menara *air traffic controller* di Bandar Udara Atung Bungsu Pagar Alam, maka didapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Perencanaan struktur baja dengan menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus pada menara *air traffic controller* di Bandar Udara Atung Bungsu Pagar Alam ini berupa bangunan 5 lantai dengan lantai paling atas merupakan *cabin room*. Lantai 1 – 3 memiliki ketinggian 4 m, dan lantai 4 dan 5 memiliki ketinggian 3,5 m dengan kolom miring sebesar 15° dari arah sumbu z pada elevasi +16,6 m. Tinggi total bangunan adalah 19 m, dengan dimensi bangunan 6 x 8,25 m. Profil kolom menggunakan HB 400x400x13x21 dengan balok induk WF 300x150x6,5x9 dan balok anak WF 200x150x6x9. Selain itu, berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, digunakan 3 jenis sambungan, yakni sambungan HBK, sambungan HBB, sambungan pelat ujung / *endplate*, dan sambungan *base plate*.

2. Berdasarkan perhitungan analisis kontrol penampang, analisa batang tekan, analisa elemen lentur, dan kontrol geser, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa penampang aman dan mampu menahan beban yang bekerja pada struktur. Selain itu, analisis kontrol profil juga didapatkan bahwa tidak ada profil yang nilai tegangnya melebihi kapasitas tegangnya.

Saran

Dari hasil perencanaan struktur baja dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus pada menara *air traffic controller* di Bandar Udara Atung Bungsu Pagar Alam dan hasil analisis saat pengerjaan proyek akhir ini, beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut.

1. Hasil perencanaan pada tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi acuan atau referensi bagi pihak Bandar Udara Atung Bungsu dalam merancang struktur baja dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) pada menara *air traffic controller* di Bandar Udara Atung Bungsu Pagar Alam.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pengembangan kajian dengan merancang struktur bawah, terutama perencanaan pondasi bangunan menara *air traffic controller*, sehingga didapatkan kesatuan perencanaan struktur atas dan bawah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Aerodrome Manual* (AM) Satuan Pelayanan Bandar Udara Atung Bungsu.
- [2] Afif. (2016). *Perencanaan Struktur Baja Bangunan Atas Gedung Air Traffic Control Tower Bandar Udara Samarinda Baru*. (Skripsi, Institut Teknologi Nasional, 2016). Diambil dari

<https://eprints.itn.ac.id/2735/1/AFIF%20%28NIM.14.21.910%29.pdf>

- [3] Alliah, R., Suryono, J., Nugroho, B., & Sunarno. (2020). Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Gedung Akuntansi S1 Polteknik Negeri Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Inersia*, Vol. XII, no.2, 2-7. Diambil dari <https://ejurnal.polnes.ac.id/index.php/inersia/article/view/900/651>
- [4] Arrosyid, A.R., (2023). Desain Sruktur Atas Gedung Baja Bertingkat Banyak Menggunakan SNI 1729:2020. (Proyek akhir, Universitas Islam Indonesia, 2023) Diambil dari <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/44922/18511255.pdf?sequence=1>
- [5] Asyifa, C. N., Idris, Y., Amalia, Z., & Darma, Y. (2024). Pelatihan dan Sosialisasi Penggunaan Aplikasi Perhitungan Struktur Gedung (SAP2000). *Jurnal Pengabdian Sains dan Rekayasa*, Vol. 2(2), 149–158. <https://doi.org/10.24815/pesare.v2i2.38557>
- [6] Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 1729:2002 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta.
- [7] Badan Standardisasi Nasional . (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional .
- [8] Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta.
- [9] Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*. Jakarta.
- [10] Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 7972:2020 Sambungan Terprakualifikasi untuk Rangka*

- Momen Khusus dan Menengah Baja Pada Aplikasi Seismik*. Jakarta.
- [11] Dewobroto, W. (2016). *Struktur Baja Perilaku, Analisis dan Desain-AISC 2010 Edisi ke-2*. Tangerang: Universitas Pelita Harapan.
- [12] Foster, S., White, M., & Manno, T. (2011). Analysis of Plate Connections Under Shear and Moment Loading in Structural Steel. *Engineering Structures Journal*, Vol. 140(3), 14-17.
[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0000866](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000866)
- [13] Ghazali, M., Mauliani, A., Alamsyah, B., Kusena, A. L., Sidabutar, Y. F., & Panusunan, P. (2024). Bangunan Struktur Atas Dengan Konstruksi Baja. *Zona Sipil: Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Sipil Universitas Batam*, 14(1), 1-5.
<https://doi.org/10.37776/zs.v14i1.1473>
- [14] Kanchanalai, P., Kramh, R., & Al-Dawood, A. (2014). A Study on The Effect of Welding Process Parameters on The Fatigue Strength of Welded Connections in Steel Structures. *Journal of Constructional Steel Research*. Vol. 5, 9-17.
<https://doi.org/10.1016/j.phpro.20120.08.024>
- [15] Vigil, J. (2010). *Structural Steel Design: A Practice-Oriented Approach*. London: Pearson.
- [16] Liu, B., Wang, X., Dong, J., Li, D., & Lu, F. (2022). ATC-WSA: Working State Analysis for Air Traffic Controllers. CICA 2022. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 13606, 521–525.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-20503-3_42
- [17] Moreau, L. (2024). Optical and Structural Developments in Air Traffic Control Tower Glazing. Dalam Louter, Bos & Belis (Eds.). *International Conference on the Architectural and Structural Application of Glass* Challenging Glass Conference 9 – 19 & 20 June 2024. (pp. 1-15). Netherlands: TU Delft.
<https://doi.org/10.47982/cgc.9.624>.
- [18] Naresh, M., Kumar, V., Pal, J., Sikdar, S., Banerjee, S., & Banerji, P. (2024). A Comprehensive Review on Health Monitoring of Joints in Steel Structures. *Smart Materials and Structures Journal*, Vol. 33, no. 7, 730-750.
<https://doi.org/10.1088/1361-665x/ad5504>
- [19] Ntina, M. I., Sophianopoulos, D. S., & Tsopelas, P. (2017). 11.55: Development of A 2-Dof Model Simulating The Dynamic Response of Special Truss Moment Frames with Shape Memory Alloy Bars as Dissipation Devices in The Special Segment. *Advances in Civil Engineering Journal 1*, Vol. 11, no. 55, 3285–3294.
<https://doi.org/10.1002/CEPA.382>.
- [20] Renaldy, F. (2020). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Gedung Lab Terpadu Universitas Islam Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 08*, no. 6. 1-10. Malang: Universitas Islam Malang.
- [21] 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*. (Proyek akhir, Politeknik Penerbangan Surabaya, 2021). Diambil dari <https://repo.poltekbangsby.ac.id/id/ep rint/211/>