

Analisis Portal Baja Terhadap Gempa Maksimum pada Struktur Rangka Atap Bangunan Terminal Baru di Bandar Udara Haji Hasan Aroeboesman Ende

Erikha N. Pradhini¹, Bambang Wasito², Linda Winiasri³

^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl Jemur Andayani 1 No 73, Surabaya, 60236
Email: erikapraddini@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman merupakan salah satu bandar udara yang terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur, dimana provinsi tersebut memiliki intensitas gempa yang tinggi. Maka dari itu, perencanaan pembangunan gedung terminal baru harus diperhitungkan dengan baik. Karena, bangunan terminal bandar udara merupakan sarana publik sehingga memiliki kategori risiko yang tinggi.

Struktur gedung terminal baru ini menggunakan material beton sedangkan struktur atapnya menggunakan material baja. Terdapat 3 profil baja yang digunakan yaitu, pipa baja diameter 203 mm untuk profil kolom, 152 mm untuk profil rangka luar, dan 63,5 mm untuk profil rangka dalam. Analisis struktur rangka atap ini menggunakan aplikasi program analisis struktur SAP2000 v.14 dengan memperhitungkan beban yang bekerja, antara lain beban hidup, beban mati, beban angin, dan beban gempa. Data gempa diambil dari data terbaru Puskim (Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman) dengan program bantu RSA binary pada titik koordinat pembangunan terminal, sehingga data yang dimasukkan lebih akurat.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat 70 profil rangka luar yang nilai tegangannya melebihi dari kapasitas (*overstress*). Titik terbanyak yang mengalami *overstress* yaitu terdapat pada bentang terpanjang antar kolomnya dengan panjang 18m. Setelah profil pada rangka luar diubah menjadi pipa baja berdiameter 203 mm dengan ketebalan 8,18 mm, dimana profil ini juga digunakan untuk kolom, hasil dari kontrol pembebanannya tidak ada lagi profil yang nilai tegangannya melebihi dari kapasitas tegangannya atau dianggap aman.

Kata Kunci: Portal Baja, Gempa, Rangka Atap, Terminal, Bandar Udara Haji Hasan Aroeboesman

Abstract

H. Hasan Aroeboesman Airport is one of the airport which located in East Nusa Tenggara Province, where the province has a high earthquake intensity. Therefore, the planning for the construction of a new terminal building must be considered properly. Because the airport terminal building is a public facility so it has a high risk category.

The structure of this new terminal building uses concrete material while the roof structure uses steel material. There are 3 steel profiles used, which consist of, 203 mm diameter steel pipe for the column profile, 152 mm for the outer frame profile, and 63,5 mm for the inner frame profile. Analysis of the roof structure uses the SAP2000 v.14 structural analysis program application which account the working loads, including live loads, dead loads, wind loads and earthquake loads. Earthquake data is taken from the latest data from Center for Settlement Research and Development with RSA binary program at the coordinates of the terminal construction, so the data is more accurate.

Based on the results of the analysis, there are 70 outer frame profiles which the stress value exceeds (overstress). The most overstress point is found in the longest span between the columns with a length of 18m. After the profile on the outer frame is changed to a steel pipe with a 203 mm diameter steel pipe with 8,18 mm thickness, where this profile is also used for column, the result of the loading control is there are no profiles that the stress value exceeds its stress capacity or is considered safe.

Keywords: *Steel Portal, Earthquake, Roof Frame, Terminal, Haji Hasan Aroeboesman Airport*

1. PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia berada di wilayah cincin api pasifik (*ring of fire*) dimana Indonesia terletak di antara tiga lempeng tektonik dunia yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Maka dari itu, Indonesia memiliki intensitas gempa yang tinggi.

Bandar udara yang dijadikan objek penelitian yaitu Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman yang terletak di kelurahan Tetandara, kecamatan Ende Selatan, Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur. Menurut Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (DVMBG), Nusa Tenggara Timur termasuk ke dalam wilayah rawan gempa dan tsunami.

Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman Ende sedang melakukan pembangunan terminal baru yang dimana Struktur gedungnya menggunakan material beton dan struktur atapnya menggunakan rangka baja. Penggunaan struktur baja kini banyak digunakan pada konstruksi struktur atap karena struktur baja memiliki beberapa kelebihan yaitu tahan lama dan membutuhkan sangat sedikit pemeliharaan.

Aspek terpenting dari suatu struktur ialah ketahanan struktur gedung tersebut terhadap beban statis yang direncanakan ataupun ketahanan struktur terhadap potensi bencana seperti gempa bumi maupun beban-beban yang bekerja lainnya. Oleh karena itu diperlukan suatu analisis struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan, kenyamanan, keamanan, dan umur

rencana bangunan dengan memasukkan beban gempa maksimum pada struktur bangunan terminal baru Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman Ende dengan menggunakan program perhitungan struktur SAP2000 v.14.

Berdasarkan uraian di atas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut, yaitu :

1. Berapa besar beban gempa yang bekerja pada struktur baja rangka atap terminal baru Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman Ende?
2. Bagaimana kekuatan dimensi portal baja yang sudah terpasang pada struktur baja rangka atap terminal baru Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman Ende dengan adanya beban gempa maksimum?
3. Bagaimana solusi perbaikan/ perkuatan apabila dimensi portal yang sudah terpasang tidak mampu menahan beban yang telah dimasukkan?

METODE

Gambar 1 Diagram alir penelitian

Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data, data yang diambil oleh penulis yaitu data sekunder, dimana data yang didapatkan oleh penulis adalah data – data perencanaan perhitungan struktur baja maupun struktur beton terminal baru yang telah ada sebelumnya. Berikut adalah beberapa data penting yang akan diinput dalam perhitungan analisis yang akan dilakukan:

Profil baja : Baja pipa 2,5”, Baja pipa 6”, Baja pipa 8”

Mutu Baja : BJ 37

Gording : CNP 125.50.20.2,3

Penutup atap : Spandex

Kecepatan angin : 40 m/s

Kondisi tanah : SE (Tanah Lunak)

Data gempa : Data gempa diperoleh dari Perhitungan gempa yang dilakukan menggunakan respon *spectrum* dengan program bantu RSA binary 2019 yang dikeluarkan oleh puskim (Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman). Berikut adalah grafik respon *spectrum* dari wilayah Ende, NTT.

Analisis Pembebanan

Perhitungan analisis statika di dalam penelitian ini menggunakan program perhitungan struktur SAP2000 v.14 dengan menghitung beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin di lokasi pembangunan terminal baru Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman Ende, Nusa Tenggara Timur.

Permodelan dan Analisis Struktur

Setelah beban – beban yang tertera di atas sudah di modelkan menggunakan program analisis struktur SAP2000 v.14, maka program tersebut akan running (menganalisa permodelan). Dari hasil analisis tersebut, diperoleh rasio tegangan, gaya dalam, dan momen. Data tersebut akan digunakan untuk melakukan kontrol hasil.

Kontrol Hasil

Kontrol hasil yang dilakukan adalah hasil yang diperoleh dari SAP2000 akan dicek terhadap kapasitas penampang, kapasitas elemen tarik, kapasitas elemen tekan, dan kapasitas elemen lentur. Kontrol tersebut menggunakan program bantu Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

• Data Mutu Material

Mutu baja yang digunakan dalam perencanaan bangunan antara lain:

BJ 37 dengan f_u (tegangan ultimate) 370 Mpa atau 54 ksi dan f_y (tegangan leleh) 240 Mpa atau 35 ksi dengan modulus elastisitas (E) 200000 MPa atau 29000 ksi.

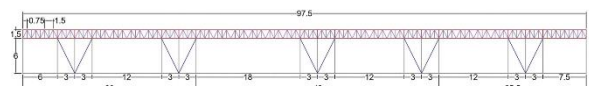
• Data Profil Baja

Berikut adalah tabel profil pipa baja yang digunakan antara lain:

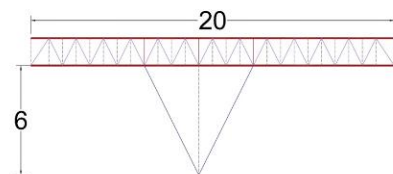
Tabel 1 Tabel profil pipa

No	Ukuran	Profil		
		Rangka Dalam	Rangka Luar	Kolom
1.	d (inch)	2,5	6,00	8,00
2.	d (mm)	63,5	152	203
3.	t (inch)	0,20315	0,28032	0,31889
4.	r (m)	0,0200	0,0560	0,0737
5.	L (m)	1,67	4,00	6,00
6.	A_g (mm ²)	710	3479	5235
7.	Z_x (cm ³)	9,41	132	263

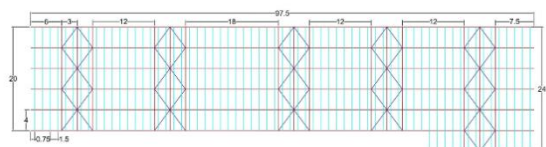
Denah Atap



Gambar 2 Gambar memanjang struktur atap



Gambar 3 Gambar melintang struktur atap



Gambar 4 Denah atas struktur atap

Analisis Pembebanan

- Beban mati

Tabel 2 Data beban mati

No	Komponen	Nilai Beban (kg/m)
1.	Gording	4,06
2.	Penutup atap	9,66

- Beban hidup

Tabel 3 Data beban hidup

No	Komponen	Nilai Beban
1.	Manusia	100 kg
2.	Hujan	33,99 kg/m

- Beban angin

Beban angin (w_a) yang diperhitungkan dalam analisis yaitu dengan kecepatan 40m/s karena pembangunan berada di dekat pantai. Terjadi 2 kondisi dalam perhitungan beban angin, yaitu angin tekan pada angin datang dan angin hisap pada angin keluar.

Koefisien (C) angin tekan = 0,02. α -0,4

Koefisien (C) angin hisap = -0,4

$$\begin{aligned} \text{Angin tekan } q_{w1} &= (0,02 \cdot 0 - 0,4) \times w_a \\ &= (0,02 \cdot 0 - 0,4) \times 40 \\ &= 16 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angin hisap } q_{w2} &= -0,4 \times w_a \\ &= -0,4 \times 40 \\ &= 16 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } q_w &= 1.0 \times \cos(\pi/180) \times -16 \\ &= -16 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Beban gempa

Kategori resiko bangunan : IV

Faktor keutamaan gempa (I_e) : 1,5

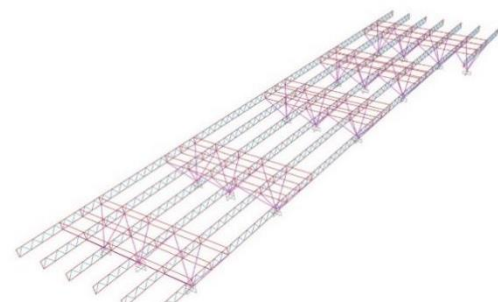
Koef. modifikasi respon (R) : 8

Ss : 0,989187

S1 : 0,413424

Permodelan Struktur

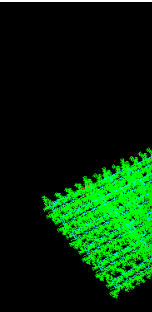
Berikut merupakan permodelan struktur rangka atap menggunakan program SAP2000.



Gambar 5 Penampang 3 dimensi

Analisis Struktur

Dari hasil analisis pembebanan di atas dengan kombinasi pembebanan yang telah dicantumkan menggunakan program perhitungan analisis SAP2000 v.14, terdapat hasil kontrol tegangan/ momen yang lebih besar dari kapasitas yang tersedia dan melebihi rasio yang telah ditetapkan atau lebih umum disebut dengan (*overstress*) pada beberapa profil.



Gambar 6 Hasil kontrol tegangan

Kontrol Hasil

- Kontrol tegangan

Kolom = 0,343 < 1 (OK)

Rangka luar = 1,406 > 1 (TIDAK OK)

Rangka dalam = 0,554 < 1 (OK)

- Kontrol modulus penampang

$$\begin{aligned} \text{Kolom} &= Z_u > Z_x \\ &= 263 > \frac{225 \times 100}{1600} \end{aligned}$$

$$= 263 > 14 \text{ (OK)}$$

Rangka luar = $Z_u > Z_x$

$$= 132 > \frac{483 \times 100}{1600}$$

$$= 132 > 30 \text{ (OK)}$$

Rangka dalam = $Z_u > Z_x$

$$= 9,41 > \frac{21,45 \times 100}{1600}$$

$$= 9,41 > 1,34 \text{ (OK)}$$

• Kontrol kelangsingan aksial tekan
Kolom $= \frac{203}{8,10} \leq 0,11 \times \frac{200000}{240}$
 $= 25,062 \leq 91,14$

(OK)

Rangka luar $= \frac{6}{0,28} \leq 0,11 \times \frac{200000}{240}$
 $= 21,40 \leq 91,14$

(OK)

Rangka dalam $= \frac{2,5}{0,20} \leq 0,11 \times \frac{200000}{240}$
 $= 12,31 \leq 91,14$

(OK)

• Kontrol kelangsingan momen lentur
Kolom $= \lambda_p \geq \lambda < \lambda_r$ (KOMPAK)
 $= 58,33 > 28,51 < 258,33$

Rangka luar $= \lambda_p \geq \lambda < \lambda_r$ (KOMPAK)
 $= 58,33 > 21,35 < 258,33$

Rangka dalam $= \lambda_p \geq \lambda < \lambda_r$
(KOMPAK)
 $= 58,33 > 12,31 < 258,33$

• Kontrol kelangsingan panjang bentang

Kolom $= 81,41 < 200$ (OK)

Rangka luar $= 71,43 < 200$ (OK)

Rangka dalam $= 83,50 < 200$ (OK)

• Kontrol tarik

Kolom $=$ Tidak ada tegangan tarik.

Rangka luar $= P_u \leq \phi P_n$
 $= 139,707 \leq 751,464$ (OK)

Rangka dalam $= P_u \leq \phi P_n$
 $= 50,66 \leq 153,360$
(OK)

• Kontrol tekan

Kolom $= P_u \leq \phi P_n$
 $= 158,42 \leq 3321,197$ (OK)

Rangka luar $= P_u \leq \phi P_n$
 $= 92,31 \leq 2867,187$ (OK)

Rangka dalam $= P_u \leq \phi P_n$
 $= 50,74 \leq 428,1845$ (OK)

• Kontrol lentur

Kolom $= M_u \leq \phi M_n$
 $= 2,202 \leq 56,808$ (OK)

Rangka luar $= M_u \leq \phi M_n$
 $= 53,384 > 28,512$
(TIDAK OK)

Rangka dalam $= M_u \leq \phi M_n$
 $= 0,205 \leq 2,03256$ (OK)

Permodelan Ulang

Terdapat 70 profil dari rangka luar yang nilai tegangannya melebihi dari kapasitas tegangannya (overstress). Titik terbanyak yang mengalami overstress yaitu terdapat pada bentang terpanjang antar kolom. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka profil pada rangka luar yang awalnya menggunakan pipa baja berdiameter 152 mm dengan ketebalan 7,12 mm diubah menjadi pipa baja berdiameter 203 mm dengan ketebalan 8,18 mm, dimana profil ini juga digunakan untuk kolom.

Gambar 7 Hasil kontrol tegangan permodelan ulang

• Kontrol tegangan

Rangka luar $= 0,98 < 1$ (OK)

• Kontrol modulus penampang

Rangka luar $= Z_u > Z_x$
 $= 263 > \frac{962 \times 100}{1600}$
 $= 263 > 60$ (OK)

• Kontrol kelangsingan aksial tekan

Rangka luar $= \frac{203}{8,10} \leq 0,11 \times \frac{200000}{240}$

$$= 25,062 \leq 91,14$$

(OK)

• Kontrol kelangsingan momen lentur
Rangka luar $= \lambda_p \geq \lambda < \lambda_r$ (KOMPAK)
 $= 58,33 > 28,51 < 258,33$

• Kontrol kelangsingan panjang bentang
Rangka luar $= 54,27 < 200$ (OK)

• Kontrol tarik
Rangka luar $= P_u \leq \phi P_n$
 $= 154,739 \leq 1130,76$
(OK)

• Kontrol tekan
Rangka luar $= P_u \leq \phi P_n$
 $= 144,16 \leq 7472,694$ (OK)

• Kontrol lentur
Rangka luar $= M_u \leq \phi M_n$
 $= 9,432 \leq 56,808$ (OK)

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beban gempa yang diperhitungkan diambil dari data terbaru Puskim pada titik koordinat pembangunan terminal dengan nilai spektra percepatan untuk periode pendek 0,2 detik di batuan dasar (S_s) sebesar 0,9892 g dan nilai spektra pada periode 1 detik (S_1) sebesar 0,4134 g.
2. Hasil dari perhitungan analisis dengan mempertimbangkan beban gempa yang telah dicantumkan, terdapat 70 profil rangka luar yang berdiameter 152 mm dengan ketebalan 7,12 mm dinyatakan bahwa nilai tegangannya melebihi dari kapasitas tegangannya (overstress)

sehingga profil tidak kuat menahan beban ultimate.

3. Solusi perkuatan yang dilakukan yaitu profil rangka luar pipa baja diubah menjadi pipa baja berdiameter 203 mm dengan ketebalan 8,18 mm, dimana profil ini juga digunakan untuk kolom, hasil dari kontrol pembebanannya tidak ada lagi profil yang nilai tegangannya melebihi dari kapasitas tegangannya atau dinyatakan aman.

Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka terdapat saran sebagai berikut:

1. Aplikasi ETABS dapat digunakan untuk alternatif dalam menganalisis struktur.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat memperhitungkan struktur kolom, baloknya serta struktur pondasinya.
3. Peneliti selanjutnya dapat menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari perubahan desain akibat pembebanan gempa maksimum yang telah dianalisis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Aerodrome Design and Operations*. (2009). *Internatioanl Civil Aviation Organization*, (Annex 14, Volume 1). Montreal.
- [2] *Architectural Teaching Resource Studio Guide*. (2003). Ascot: *The Steel Construction Institute*.
- [3] Azwan, Faisal, & Budi, Gatot Setyo. (2021). Analisis Struktur Baja Gedung Perkuliahan 7 Lantai dengan Ketentuan Desain Kekuatan Izin (DKI).
- [4] Cahyadi Rhesnu Prayogia. (2021). Analisa Profil Baja pada Struktur Rangka Atap Rumah Adat Gadang, Joglo, dan Tongkonan.
- [5] Holmes J., & Weller R. (2002). *Design Wind Speeds for the Asia-Pacific*

- Region. Sydney: Standards Australia International.*
- [6] Irfani, M. A., Winiasri, L., & Suryono, W. (2022). Analisis Kapasitas Terminal Penumpang Bandara Sultan Muhammad Salahuddin Bima. *In Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* (Vol. 6, No. 1).
- [7] Kuswinardi, Lukas Mawira P., Tobing, Palghe, & Sinurar, Reskina T. A. (2021). Analisa Struktur dan Metode pelaksanaan Kolom dan Balok pada Pembangunan Gedung APD PLN Medan.
- [8] Mawu, Stendra. (2018). Analisa Struktur Baja serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan pada Proyek *Modisland Fashion Store*.
- [9] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 56 tahun 2015 Tentang Kegiatan Pengusahaan Kegiatan di Bandar Udara.
- [10] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 77 tahun 2015 Tentang Standarisasi dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara.
- [11] Peraturan Menteri PUPR No. 29/PRT/M/2006 Tahun 2006 Tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
- [12] Salter, P. R., et al. (2004). *Design of single-span steel portal frames to BS 5950-1: 2000*. Ascot: *The Steel Construction Institute*.
- [13] Santoso, Hinawan Teguh. (2022). Buku Ajar Komputer Terapan SAP2000 untuk Program Vokasi dan Terapan. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- [14] Setiawan, Deni. (2012). Sifat Fisik dan Mekanis Baja Bahan Bangunan.
- [15] Sibagariang, Indah Sari, & Tarigan, Simon Dertha. (2022). Analisis Struktur Portal Baja dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) dengan Menggunakan Peta Gempa 2017.
- [16] SNI 1726:2019 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- [17] SNI 1727:2013 Tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- [18] SNI 1727:2020 Tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (Revisi).
- [19] SNI 1729:2015 Tentang Struktur Bangunan Baja.
- [20] SNI 1729:2020 Tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- [21] Suharyanto, Indra, Nurokhman, & Subagyo, Singgih. 2022. Analisis Struktur Atas Rangka Baja pada Bangunan Industri Peternakan Unggas.
- [22] Tampubolon, S. P. (2021). Buku Materi Pembelajaran Struktur Baja-1.
- [23] Zhu, R., Li, et al. (2019). *Effect of Joint Stiffness on Deformation of a Novel Hybrid FRP–Aluminum Space Truss System*. *American Society of Civil Engineer*.