



## Evaluasi Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisa Respon Spektrum Menggunakan Software Etabs Versi 2013

Edi Indera<sup>\*</sup>, Januarto<sup>2</sup>, Putut Prayitno<sup>3</sup>, Fauzan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Universitas Batam, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi, Universitas, Kota, Negara

\*Korespondensipenulis: [edi.indera@univbatam.ac.id](mailto:edi.indera@univbatam.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Genesis Artikel:

Diterima, : 24-2-2022

Direvisi, : 8-3-2022

Disetujui : 31-3-2022

#### Keywords:

Earthquake 2013 ETABS, Performance of Ordinary Moment Resistant Frame Structures and Systems

#### Kata Kunci:

ETABS 2013 Gempa, Kinerja Struktur dan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa

### ABSTRAK

Indonesia is an earthquake-prone country with different levels of seismic activity in each region. The earthquake area in Indonesia is divided into 6 (six) earthquake zones according to SNI 1726 - 2002. Batam is included in the zone 1 (one) area with a low level of seismicity, so the high-rise building structure is planned for earthquakes that have been regulated in SNI 03-1726-2002 and SNI 03-2847-2002. Therefore, this final project discusses the design of earthquake load-bearing structures with ordinary moment resisting frame systems with the aim of getting the best structural system in terms of strength, stiffness, durability and economics of structures in high-rise buildings. The design of the building structure used the 2013 ETABS program with the adjustment of the strength parameters of the material used. Quality of concrete ( $f_c = 30\text{MPa}$ ) & quality of reinforcing steel ( $f_y = 400\text{MPa}$ ) From the structural design analysis, it is found that the stiffness, strength and resistance of the ordinary moment-bearing frame system with the dimensions of the upper structural components of the main portal are columns measuring 600mm x 900mm and beams measuring 300mm x 700mm.

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara rawan gempa dengan tingkat aktifitas kegempaan yang berbeda-beda pada setiap wilayah. Wilayah gempa di Indonesia terbagi 6(enam) zona gempa sesuai dengan SNI -1726 - 2002. Batam termasuk pada wilayah zona 1 (satu) dengan tingkat kegempaan yang rendah, maka struktur gedung bertingkat direncanakan terhadap gempa yang telah diatur dalam SNI 03- 1726-2002 dan SNI 03-2847-2002. Oleh karena itu tugas akhir ini membahas tentang perencanaan struktur penahan beban gempa dengan sistem rangka pemikul momen biasa dengan tujuan untuk mendapatkan sistem struktur yang terbaik dari sisi kekuatan, kekakuan, ketahanan dan keekonomisan struktur pada bangunan bertingkat tinggi. Perancangan struktur gedung digunakan program bantu ETABS 2013 dengan penyesuaian parameter kekuatan material yang digunakan. Mutu beton ( $f_c = 30\text{MPa}$ ) & mutu baja tulangan ( $f_y = 400\text{MPa}$ ). Dari analisa rancangan struktur didapat hasil bahwa kekakuan, kekuatan dan ketahanan pada sistem rangka pemikul momen biasa dengan dimensi komponen struktur atas portal utama yaitu kolom ukuran 600mm x 900mm dan balok ukuran 300mm x 700mm.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.

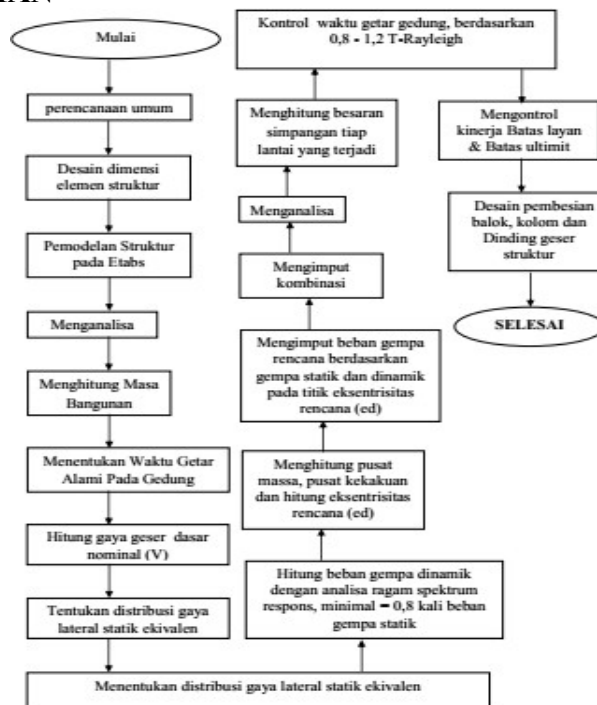


## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan paling besar di dunia dibandingkan dengan Negara-negara kepulauan lainnya yang terdiri dari 13.487 pulau dan memiliki luas wilayah 1.904.569 km<sup>2</sup>. Dan secara geografis Indonesia terletak diantara dua samudra yaitu samudra pasifik dan samudra Hindia serta dua benua yaitu benua Asia dan benua Australia. Selain itu Indonesia juga terletak diatas tiga lempeng tektonik, diantaranya lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Indo-australia. Adanya lempeng tersebut mengakibatkan terjadinya aktifitas tektonik dan vulkanik sehingga mengakibatkan sebagian besar wilayah Indonesia memiliki kerawanan terhadap gempa. Gempa bumi adalah getaran atau gerakan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba. Akan timbul getaran yang disebut dengan gelombang seismic ketika pergeseran ini terjadi dan mengakibatkan kerusakan struktur bangunan serta menelan korban jiwa apabila gelombang ini menjalar kesegala arah menjauhi pusat gempa. Di Indonesia sering terjadi gempa yang mengakibatkan kerusakan dan kerugian yang sangat besar, maka dari itu perlu pengembangan analisis gempa terhadap struktur.

Ada beberapa metode yang sering digunakan dalam perhitungan gempa diantaranya, Analisis statik ekuivalen suatu cara analisis struktur dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban statik horizontal yang diperoleh dengan hanya memperhitungkan respon ragam getar yang pertama. Analisis dinamik adalah analisis struktur dimana pembagian gaya geser gempa di seluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Analisis dinamik terbagi menjadi 2, yaitu. Analisis ragam respon spektrum dimana total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing ragam getar. Analisis riwayat waktu adalah analisis dinamis dimana pada model struktur diberikan suatu catatan rekaman gempa dan respon struktur dihitung langkah demi langkah pada interval tertentu. Menurut Widodo (2001) analisis riwayat waktu (Time History) merupakan metode yang paling mendekati untuk meramalkan respons parameter dari struktur akibat gempa. Tetapi, untuk melakukan analisis riwayat waktu (Time History) diperlukan banyak perhitungan dan waktu yang cukup lama.

## METODE PENELITIAN





Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi perencanaan	: Kota Batam - Indonesia
Wilayah gempa	: Wilayah Gempa 1 (ResikoKegempaan Rendah)
Jenistanah	: Tanah sedangFungsibangunan :Hotel
Jumlah lantai	: Basement + 10 Lantai +Atap Dak
Tinggi total	: 36,630 Meter
Jenis struktur	: Beton Bertulang
Sistem struktur	: Sistem Rangka PemikulMomen Biasa (SRPMB)
Panjang Balok	: L1 = 7,6 m,L2 = 6,5 mTinggi Kolom :
Lantai Basement	: 3,20 m
Lantai 1	: 6,00 m
Lantai 2 s/d Lantai 10	: 3,20 m
Lantai Atap	: 3.43 m
Tebal Pelat Lt Basement	: 0.20m
Tebal Pelat Lt 1 s/d 10	: 0,12m
Tebal pelat Atap	: 0,10m

## PERENCANAAN

### 1. Mutu Material Struktur

Struktur beton bertulang terdapat dua material yang memiliki perbedaan sifat yaitu beton dan baja tulangan. Didalam perencanaan ini mutumaterial dipilih berdasarkan ketentuan yang telah diatur dalam SNI 03-2847-2002 yaitu :

- Mutu beton ( $f'c$ ) = 30 MPa (minimum 20 MPa untuk perencanaan tahan gempa)
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 MPa (Berdasarkan SNI -2847-2002)

### 2. Pendimensionian Balok

Dimensi balok induk yang memikul beban akibat gempa memiliki syarat sebagai berikut :

Tinggi balok tergantung dari bentangnya, yaitu:

$h = l_n/12 = 7,6m/12 = 0,633m \approx 0,7m = 700$  mm Perbandingan lebar dan tinggi balok disyaratkan tidak boleh kurang dari 0,3 juga lebar tidak kurang dari 250mm atau 0,25m.

$b/h \geq 0,3 \leftrightarrow b = h \times 0,3 = 0,7m \times 0,3 = 0,21$  m Karena hasil lebar balok dalam perhitungan tidak mencapai 0,25 m, maka lebar balok diambil sebesar 300 mm atau 0,3 m untuk menghindari balok yang terlalu tipis mengantisipasi terhadap bahaya geser dan torsi yang terjadi. Sehingga persyaratan perbandingan lebar dan tinggi serta lebar minimum balok terpenuhi.

Dimensi balok anak yang berfungsi sebagai pengaku portal utama serta pembagi beban dari pelat ke portal utama dimana balok anak dianggap balok dengan dua tumpuan sederhana ke balok induk. Sehingga dimensi balok anak sebagai berikut :

Tinggi balok tergantung dari bentangnya, yaitu:

$h = l_n/16 = 7,6m/16 = 0,475m \approx 0,5 = 500$ mm Perbandingan lebar dan tinggi balok diambil 0,5 dari tinggi ( $h$ ), maka lebar balok anak yaitu:

$$b = 1/2 h \leq b_w \leq 2/3 h \quad 1/2 h = 1/2 \times 0,5 = 0,25$$

$$2/3 h = 2/3 \times 0,5 = 0,333 \dots\dots\dots 0,25 \leq b \leq$$

$$0,333$$

$$\text{Diambil lebar balok } (b) = 0,3m = 300\text{mm}$$

### 3. Pendimensionian Kolom

Dimensi kolom awal diasumsikan melalui pendekatan beban mati dan beban hidup yang bekerja dengan luas tributari, sehingga diperoleh dimensi perkiraan dimensi kolom pada lantai dasar. Karena bentang antar kolom yang bervariasi maka ditinjau satu kolom yang dapat menjadi batasan maksimal ukuran dari kolom yang akan dipakai, dimana memiliki luasan tributari terbesar dan dianggap beban bekerja terberat. Maka perhitungan beban yang bekerja dijabarkan sebagai berikut:

#### Beban Mati

Berat Pelat Lantai Basement s/d 1

$$= 7,6m \times 6,5m \times h \times \gamma_c$$

$$= 49,5m^2 \times 0,20m \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 23712 \text{ kg}$$

Berat Pelat Lantai 1 s/d Lantai 10

$$= 7,5m \times 6,5m \times h \times \gamma_c$$

$$= 49,5m^2 \times 0,12m \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 14256 \text{ kg}$$

Berat Pelat Atap Dak

$$= 7,5m \times 6,5m \times h \times \gamma_c$$

$$= 49,5m^2 \times 0,10m \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 11880 \text{ kg}$$

$$= (23712\text{kg}) + (10 \times 14256 \text{ kg}) + 11880\text{kg}$$

$$= 178152 \text{ kg}$$

Berat Finishing + Penggantung :

Lantai 1 s/d Lantai 10

$$= 10 (7,5m \times 6,5m \times 125 \text{ kg/m}^2)$$

$$= 10 (6093,75\text{kg}) = 60937,5 \text{ kg}$$

Atap Dak

$= 7,5\text{m} \times 6,5\text{m} \times 38 \text{ kg/m}^2 = 1852,5 \text{ kg}$   
 Berat Total =  $60937,5 \text{ kg} + 1852,5 \text{ kg} = 62790 \text{ kg}$  Berat Dinding (cellcon10)  
 $= \text{Tinggi} \times \text{Panjang} \times \text{Berat per m}^2$   
 $= 2,5\text{m} \times 7,5\text{m} \times 115 \text{ kg/m}^2 = 2156,25 \text{ kg}$   
 Berat Total =  $10 \text{ Lantai} \times 2156,25 \text{ kg} = 21562,5 \text{ kg}$  Berat Total Beban Mati  
 $= 178152 \text{ kg} + 62790 \text{ kg} + 21562,5 \text{ kg}$   
 $= 262504,5 \text{ kg}$   
 Beban Hidup  
 Lantai basemen (parkir)  
 $= 7,5\text{m} \times 6,5\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 19500 \text{ kg}$  Lantai 1 s/d Lantai 10  
 $= 10 (7,5\text{m} \times 6,5\text{m} \times 250 \text{ kg/m}^2)$   
 $= 10 (12187,5 \text{ kg}) = 121875 \text{ kg}$   
 Atap Dak =  $7,5\text{m} \times 6,5\text{m} \times 100 \text{ kg/m}^2 = 4875 \text{ kg}$  Berat Total Beban Hidup  
 $= 19500 \text{ kg} + 121875 \text{ kg} + 4875 \text{ kg} = 146250 \text{ kg}$   
 Beban terfaktor  
 $= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$   
 $= 1,2 (262504,5 \text{ kg}) + 1,6 (146250 \text{ kg})$   
 $= 315005,4 \text{ kg} + 234000 \text{ kg} = 549005,4 \text{ kg}$   
 Tegangan yang terjadi pada kolom tengah pada lantai dasar diambil berdasarkan mutu beton yang digunakan sebesar  $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ , namun besarnya tegangan ijin (tegangan yang mampu dipikul beton) harus dipertimbangkan mengalami penurunan mutudengan mengambil kekuatan beton sebesar 40% s/d

#### 4. Pemodelan Struktur Gedung

##### Beban Gravitasi

Beban yang bekerja pada struktur terdiri dari bebanhidup dan beban mati. Beban mati merupakan berat sendiri struktur dan beban mati tambahan. Untuk berat sendiri struktur dihitung secara otomatis oleh program sedangkan beban mati tambahan diinput pada pelat lantai. Beban hidup dan beban mati tambahan yang diperhitungkan adalah sebagai berikut :  
 Beban hidup :  $250 \text{ kg/m}^2$  (fungsi hotel)  
 Beban mati tambahan pelat :  $120 \text{ kg/m}^2$  (beban screed dan mekanikal)  
 Beban dinding arsitektur :  $115 \text{ kg/m}^2$  (dinding cellcon10)

#### Analisa Gempa Statik Ekuivalen

##### a. Perhitungan Berat Gedung

Berat total gedung ( $W_t$ ) akibat berat sendiri secara otomatis dapat dihitung dengan ETABS yang menghasilkan berat gedung setiap lantai dan berat total gedung. Dengan cara Display – Show Table – Building Data – Group – Table : Group Masses And Weights  
 Tabel 4.1. Berat dan Massa Bangunan Tiap Lantai

Tabel 1 Perhitungan Berat Gedung

Lantai	Berat (kg)
BASEMENT	647419.297
STORY 1	690559.154
STORY 2	534031.541
STORY 3	534031.541
STORY 4	534031.541
STORY 5	534031.541
STORY 6	534031.541
STORY 7	534031.541
STORY 8	534031.541

STORY 9	534031.541
STORY 10	507505.475
<b>TOTAL</b>	<b>6117736.252</b>

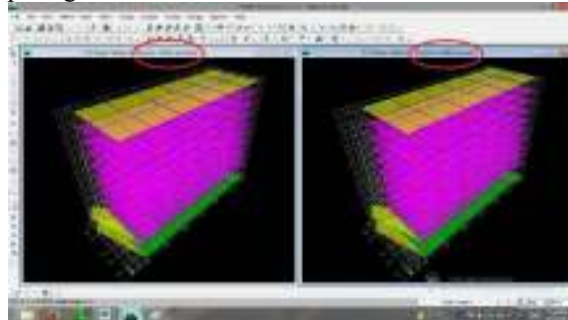
**B. Waktu Getar Alami**

Dari hasil analisa ETABS, didapat waktu getar alami struktur arah x = 1,5762 dan arah y = 1,4988.

Dengan cara *Analyze - Run Analyze - Display*

- *Show Mode Shape*.

Seperti yang ditampilkan pada gambar berikut :



**Gambar 3 Waktu Getar Alami Struktur**

Dalam SNI Gempa Pasal 5.6 disebutkan bahwawaktu getar alami fundamental harus dibatasi untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel dengan persyaratan  $T_1 < \zeta n$ , dimana n adalah jumlah lantai dan koefisien  $\zeta$  tergantung dari zona gempa.

**Tabel 2 Koefisien  $\zeta$  yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung**

Wilayah Gempa	$\zeta$
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

Lokasi gedung berada pada zona 1, maka  $\zeta = 0.20$  Maka  $T_1 < \zeta \times n$

$1,5762 < 0,20 \times 11$

$1,5762 < 2,2 \rightarrow$  OK

Nilai faktor respons gempa berdasarkan wilayah gempa dan jenis tanah ditentukan sebagai berikut :



**Gambar 4 Gambar peraturan SNI wilayah gempa**

Karena waktu getar struktur untuk arah X dan Y berbeda, maka nilai faktor respon gempa juga berbeda.

- Gempa arah X (*Mode 1*),  $T1 = 1,5762$  detik  $C1 = 0,20/1,5762 = 0,1269$
- Gempa arah Y (*Mode 2*),  $T1 = 1,4988$  detik  $C1 = 0,20/1,4988 = 0,1334$

**c. Gaya Geser Nominal**

Besar gaya geser dasar akibat beban statik diperhitungkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V = (C \cdot I) / R \cdot W_t$$

Besar Gaya Geser Nominal akibat berat gedung, fungsi gedung, dan wilayah gempa diperhitungkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_x = (C \cdot I) / R \cdot W_t$$

$$V_x = ((0,1269)(1)) / 3,5 \times 6117736,252 \cdot V_x = 221811,64 \text{ ton}$$

$$V_y = (C \cdot I) / R \cdot W_t$$

$$V_y = ((0,1334)(1)) / 3,5 \times 6117736,252 \cdot V_y = 233173,15 \text{ ton}$$

Besarnya koefisien gaya geser gempa untuk arah X dan Y dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Arah X} = C1 \times I/R = 0,1269 \times 1/8,5 = 0,0149 \quad \text{Arah Y} = C2 \times I/R = 0,1334 \times 1/8,5 = 0,0157$$

**D. EKSENTRISITAS RENCANA (ED)**

Besarnya eksentrisitas dipengaruhi oleh pusat massa dan pusat kekakuan struktur. Apabila antara pusat massa dan pusat kekakuan berada pada koordinat yang tidak sama dengan demikian terdapat eksentrisitas, sehingga perlu dilakukan tinjauan pasal 5.4.3 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung SNI 03 – 1726 – 2002 mengenai eksentrisitas antara pusat massa dan pusat rotasi untuk mendapatkan eksentrisitas rencana.

1). Untuk  $e < 0,3 b$ , digunakan rumus :

$$e_d = 1,5e + 0,05b \text{ atau } e_d = e - 0,05b$$

2). Untuk  $e > 0,3 b$ , digunakan rumus :

$$e_d = 1,33e + 0,1b \text{ atau } e_d = 1,17e - 0,1b$$

Pusat massa dan pusat kekakuan tersebut ditentukan dengan program bantu ETABS, dengan cara *Display – Print Table – Analysis Results – Building Output – Center Mass Rigidity* . Sehingga hasil output ETABS selanjutnya diolah dan dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 3. Pusat massa dan pusat kekakuan

story	pusat massa		Pusat Rotasi		Eksentrisitas	
	X	Y	X	Y	X	Y
BASE	26.037	8.291	24.568	8.372	1.469	-0.081
1	25.947	8.303	24.831	8.274	1.116	0.029
2	27.198	8.075	24.961	8.246	2.237	0.171
3	27.198	8.075	25.362	8.214	1.836	0.139
4	27.198	8.075	25.678	8.189	1.52	0.114
5	27.198	8.075	25.907	8.171	1.291	-0.096
6	27.198	8.075	26.077	8.157	1.121	-0.082
7	27.198	8.075	26.206	8.146	0.992	-0.071
8	27.198	8.075	26.308	8.138	0.89	-0.063
9	27.197	8.075	26.392	8.13	0.805	-0.055
10	27.203	8.075	26.472	8.124	0.731	-0.049

## ANALISA KINERJA STRUKTUR

### 1. Kinerja Batas Layan ( $\Delta_s$ )

Berdasarkan SNI-03-1726-2002 Pasal 8.1.2, Untuk memenuhi persyaratan,  $\Delta_s$  simpangan antar tingkat tidak boleh lebih besar dari :

$$\Delta_s \leq 0,03/R \times h_i \text{ (Tinggi tingkat)}$$

atau 30 mm (dipilih yang paling kecil)

Untuk mencari besarnya simpangan, digunakan hasil analisa dari ETABS yaitu dengan cara Analyze

– Run Analyze – Display – Show Story Response Plots .

$\Delta_s$  atap = simpangan lantai atap – simpangan lantai dibawahnya

$$= 16,48 - 15,93 = 0,55 \text{ mm}$$

### 2. KINERJA BATAS ULTIMIT ( $\Delta_m$ )

Berdasarkan SNI-03-1726-2002 Pasal 8.2.2, simpangan dan simpangan antar-tingkat harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat

Pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengkali  $\zeta$  sebagai berikut :

$$\Delta_m = \Delta_s \times \text{faktor pengkali}$$

Untuk struktur gedung beraturan  $\zeta = 0,7 R$

Syarat :  $\Delta_m \leq 0.02 \times \text{tinggi tingkat}$

$$\Delta_m \text{ atap} = \Delta_s \text{ atap} \times 0,7R$$

$$= 0,55 \times 0,7 \times 3,5 = 1,35 \text{ mm}$$

## DESAIN KOMPONEN STRUKTUR SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA

### 1. Perencanaan Pelat

Panjang bentang  $I_x = 7600$  mm Panjang bentang  $I_y = 6500$  mm Tinggi balok (h) = 700 mm

Lebar balok (b) = 300 mm

Tebal pelat (h) = 120 mm

$I_x/I_y = 7600/6500 = 1,17 < 2$  (Pelat dua arah) Maka jenis pelat termasuk pelat dua arah.  $\alpha_m = (E_{cb} I_b)/(E_{cs} I_s)$

$$= (4700 \sqrt{30} \times 1/12 \times 300 \times 700^3) / (4700 \sqrt{30} \times 1/12 \times 7600 \times 120^3)$$

$$= 1,34 > 0,2 \text{ tapi } < 2$$

Berdasarkan SNI-03-2847-2002 untuk amyang lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :  $h = (\ln(0,8 + f_y/1500)) / (36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2))$

$$\text{dan tidak boleh kurang dari } 120 \text{ mm } h = (7300 - (0,8 + 240/1500)) / (36 + 5 \times 1(1,34 - 0,2))$$

$$= 129 \text{ mm}$$

Digunakan tebal pelat 120 mm.

### 2. Menghitung Tinggi Efektif Pelat (D)

Digunakan tulangan pokok  $\phi 10$   $d = h - ts - 0,5D$

$$= 120 - 20 - 5 = 95 \text{ mm}$$

### A. Pembebanan Pelat Lantai

Jenis beban yang bekerja pada pelat lantai adalah beban mati dan beban hidup dengan perhitungan sebagai berikut :

Beban mati (DL)

- Berat sendiri pelat

$$= 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$$

- Plester (2,5 cm)

$$= 0,025 \times 1600 = 40 \text{ kg/m}^2$$

- Keramik (1 cm)

$$= 0,01 \times 2200 = 22 \text{ kg/m}^2$$

- Instalasi M/E

$$= 25 \text{ kg/m}^2$$

- Plafond dan penggantung = 18 kg/m<sup>2</sup>

Total beban mati pada pelat lantai = 393 kg/m<sup>2</sup> Beban Hidup (LL) = 250 kg/m<sup>2</sup> Beban Rencana (qu)

$$= 1,2DL + 1,6LL$$



$$= (1,2 \times 393) + (1,6 \times 250) = 871,6 \text{ kg/m}^2$$

## B. Mencari Nilai Momen

Berat pelat

$$q_D = 0,12 \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$$

Beban perlu

$$q_u = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= (1,2 \times 399) + (1,6 \times 250) = 871,6 \text{ kgm}$$

Kondisi tumpuan pelat terjepit penuh,  $I_y/I_x = 7,6/6,5 = 1$

Dari tabel pelat (PBI-1971) diperoleh

$C_{Ix} = 25$ ,  $C_{Iy} = 21$ ,  $C_{tx} = 59$  dan  $C_{ty} = 54$ . Momen perlu:

$$M_{Ix(+)} = 0,001 \cdot C_{Ix} \cdot q_u \cdot l_x^2$$

$$= 0,001 \times 25 \times 871,6 \times 7,62 = 1258,59 \text{ kgm}$$

$$M_{Iy(+)} = 0,001 \cdot C_{Iy} \cdot q_u \cdot l_y^2$$

$$= 0,001 \times 21 \times 871,6 \times 7,62 = 1057,21 \text{ kgm}$$

$$M_{tx(-)} = 0,001 \cdot C_{tx} \cdot q_u \cdot l_x^2$$

$$= 0,001 \times 59 \times 871,6 \times 7,62 = 2970,27 \text{ kgm}$$

$$M_{ty(-)} = 0,001 \cdot C_{ty} \cdot q_u \cdot l_y^2$$

$$= 0,001 \times 54 \times 871,6 \times 7,62 = 2718,55 \text{ kgm}$$

## C. Tulangan Pelat

Luas tulangan:

As

$$= (1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S) / s = (1/4 \cdot \pi \cdot 6^2 \cdot 1000) / 115 = 245,864 \text{ [mm}^2 \text{]} > A_{s(b,u)} \text{ (OK)}$$

Jadi dipakai :

tulangan pokok As = D10-70 = 1121,43 mm<sup>2</sup> tulangan bagi Asb = D6-115 = 245,864 mm<sup>2</sup>

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa dan perencanaan yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan mengenai perencanaan bangunan industri (workshop) yang memikul beban crane sebagai berikut

1. Tegangan dan lendutan yang terjadi pada balok runway lebih kecil dari tegangan dan lendutan ijin dengan menggunakan kombinasi profil WF dan Channel.
2. Analisa balok runway yang dianggap sebagai balok menerus sesungguhnya menghasilkan desain yang lebih ekonomis, namun penerapan dilapangan dengan kondisi perletakan terjepit sempurna masih kurang meyakinkan sehingga pertimbangan terhadap keamanan lebih didahulukan di bandingkan dengan pertimbangan ekonomis..
3. Koefesien kejut yang terdapat didalam Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia Tahun 1984 sudah seharusnya diikutsertakan didalam perhitungan karena memiliki nilai yang cukup besar yakni terjadinya peningkatan momen sebesar 15%, dari nilai awal 34,15tm menjadi 39,27tm.
4. Dalam mengumpulkan materi data-data yang diperlukan, sebaiknya dilakukan jauh-jauh hari karena untuk menganalisa struktur dengan perhitungan manual sangat memerlukan waktu yang tidak sebentar.
5. Dalam perhitungan perencanaan beban crane maka sebaiknya seluruh kemungkinan terjadinya pembebanan maksimum diperhitungkan (mengikuti peraturan yang telah ada).
6. Dalam studi perencanaan tugas akhir ini sebaiknya tidak hanya menggunakan teori tegangan ijin baja ASD (*allowable stress desain*) saja. Sebaiknya juga menggunakan teori LRFD (*Load and Resistance Factor Desain*) sebagai pembanding. sehingga dapat diketahui metode mana yang paling optimal.
7. Sudah semestinya dalam perencanaan struktur dilakukan analisa secara 3 dimensi, karena hasil distribusi momen dari 2 arah akan lebih akurat dan lebih mendekati kondisi riil dilapangan

## REFERENSI

Agus Setiawan, 2008, Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03- 1729-2002), Erlangga, Jakarta.

- Febri Ramadhan, J. F. (2019). Sistem Informasi Nilai Siswa Di Sekolah SMA Berbasis Android. *Zona Komputer*, 9(Agustus).
- Friadi, J. (2021). Design of Religious Tourism Information System in the Batam City Based on Android Smartphone *Corresponding Author* : 17–22.
- Friadi, J., & Gulo, J. R. (2020). Pengembangan Sistem Informasi Monitoring Prakrind Dengan Model Rapid Application Development. 222–229.
- Friadi, J., Agestira, D., Rumayar, M. A., Dewiwin, N., & Friadi, J. (2022). Sosialisasi dan Penyuluhan Strategi Pemasaran Digital Pada UMKM Baby Smart Bubur Bayi Berbasis E-Commerce. *Jurnal Pengabdian Bareleng*, 4(1), 71–77.
- Haries, T. M., Husnan, R., & Friadi, J. (2021). *Pengembangan E-Commerce UMKM Ikan Cupang Hias AJO BETA dengan Metode SWOT*. 15(2), 36–40.
- Joseph E. Bowles, 1985, *Disain Baja Konstruksi (Structural Steel Design)*, Erlangga, Jakarta.
- Kurniawan, D. E., Iqbal, M., Friadi, J., Hidayat, F., & Permatasari, R. D. (2021). Login Security Using One Time Password (OTP) Application with Encryption Algorithm Performance. *Journal of Physics: Conference Series*, 1783(1), 6–11. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012041>
- Muslem, J. F. (2020). Membangun Sistem Pembelajaran Elektronik Berbasis Android. *Zona Komputer*, 10(Desember).
- Noval Alfian Jaya, Dwi Wahyuni, Dwi Arfinanta, John Friadi, S. (2021). Perancangan & Implementasi Aplikasi E-Commerce Pemasaran UMKM Alpokat Kocok Mr. Black Berbasis Web. *Jurnal Tikar*, 2(2), 102–106.
- Salmon Charles G, dan Johnson John E, 1994, *Struktur Baja Disain dan Perilaku 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- SNI 03-1729-2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, *Departemen Pekerjaan Umum*.
- SNI-03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, *Departemen Pekerjaan Umum*.
- Oentoeng, 2000, *Konstruksi Baja*, LPPM Universitas Kristen PETRA Surabaya dan ANDI Yogyakarta