

PERILAKU KEKUATAN KELANGSINGAN KOLOM PADA STRUKTUR TEMPORARY SHORING (STUDI KASUS PROYEK JEMBATAN PENGHUBUNG TERMINAL UTAMA KE EXISTING PROYEK BANDARA SULTAN HASANUDDIN MAKASSAR)

Isnaeny Maulidiyah Hanafie¹⁾, Andi Muhammad Akmal Rakib²⁾, Resky Dinda Fadila³⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

^{2,3)}Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The temporary shoring structure in the Bridge Project Connecting the Main Terminal to the Existing Sultan Hasanuddin Airport Project is a concrete formwork supporting structure that is temporarily built using steel material. The steel column in the temporary shoring structure is prone to buckling, so it is necessary to know the deformation of the temporary shoring column that occurs due to the axial force (P). The solution to analyze the structure is to create a model using the SAP 2000 program. Comparative evaluation of behavior is carried out on H 150x150x7x10 steel column with a height of 3.81; 5.5; and 10.5 meters. The maximum deflection value in the column (compression rod) with a height of 10.5 meters is 0.0281718 mm and the minimum deflection is 0.012924 mm in a column with a height of 3.81 meters. This shows that the smaller the length/height of the compression structure (column) the smaller the risk of buckling problems with the slenderness of the column is said to be effective because the kL/r does not exceed 200 and the stress ratio is 1.0, so that the column elements are safe in bearing loads. axial load (P) acting.

Keywords: *temporary shoring, steel, buckling*

1. PENDAHULUAN

Struktur *temporary shoring* pada Proyek Jembatan Penghubung Terminal Utama ke Existing Proyek Bandara Sultan Hasanuddin adalah struktur penopang bekisting beton atau cetakan beton yang sifatnya dibangun hanya sementara namun kuat dan kokoh dalam menahan beban beton basah dan beban hidup lainnya. Struktur *temporary shoring* dibangun untuk memberikan akses pada kendaraan agar tetap lancar dan bisa melalui area kerja selama proses pengecoran beton jembatan penghubung yang berada di atas jalan.

Struktur *temporary shoring* menggunakan material baja sebagai struktur utama. Kolom baja pada struktur *temporary shoring* berfungsi menahan gaya tekan aksial yang bekerja pada elemen struktur yaitu beban yang bekerja secara tegak lurus. Gaya aksial yang bekerja pada elemen langsing struktur sangat rawan terhadap tekuk yang dapat terjadi tiba-tiba bahkan tanpa memperlihatkan deformasi.

Susanto, 1998 memberikan hubungan perilaku baja terhadap kelangsingan berdasarkan pada pengujian yang menjelaskan bahwa semakin kecil angka kelangsingan kolom baja, maka akan semakin besar tegangan yang terjadi pada penampang profil kolom baja tersebut.

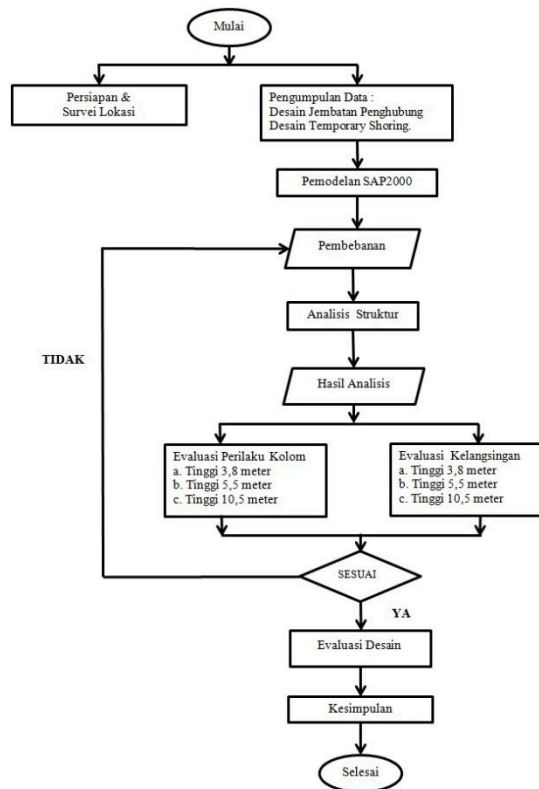
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku deformasi kolom akibat gaya aksial (P) dan kelangsingan elemen penampang yang digunakan pada *temporary shoring* dengan variasi ketinggian kolom.

2. METODE PENELITIAN

Solusi umum menganalisa struktur yaitu berbasis computer merupakan salah satu pendekatan dengan membuat model menjadi element-element kecil. Karena proses komputer cepat dan dapat dibuatkan alternatif pemodelan struktur. Program Komputer Rekayasa struktur komersil di Indonesia saat ini adalah SAP2000, atau kependekan dari Structural Analysis Program.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dimana dilakukan pemodelan struktur dengan menyiapkan data-data numerik yang dianggap mewakili struktur sebenarnya dan menginput pada program SAP2000 untuk diproses. Prosedur tahapan penelitian dilaksanakan dengan alur seperti pada Gambar 1 sebagai berikut:

¹ Korespondensi penulis: Isnaeny Maulidiyah Hanafie, Telp 081343905171, isnaenymaulidiyah@poliupg.ac.id



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Desain Jembatan Penghubung

Jembatan Penghubung Terminal Utama ke Existing Proyek bandara Sultan Hasanuddin merupakan struktur beton dengan mutu sebagai berikut: 1) Pelat: $f_c' = 35$ Mpa, Tebal Pelat: 140 mm (Metaldeck), dan Mutu Tulangan : $f_y = 400$ MPa (BJTD – 40) \geq D10; 2) Kolom : $f_c' = 35$ Mpa, Mutu Tulangan : $f_y = 400$ MPa (BJTD – 40) \geq D10; 3) Balok : $f_c' = 35$ Mpa, Mutu Tulangan : $f_y = 400$ MPa (BJTD – 40) \geq D10

Data Desain Temporary Shoring.

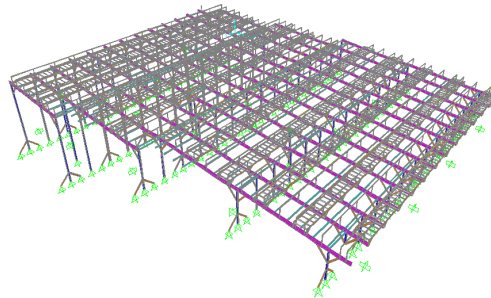
Perencanaan struktur temporary shoring merupakan struktur baja dengan (f_y) = 240 MPa dengan uraian sebagaimana dijelaskan melalui table berikut:

Tabel 1.Uraian Bagian dan Jenis Material Struktur Temporary Shoring.

Kode	Uraian	Jenis Material
K1, K2, K2A, K3, K3A, K4A, K5	Kolom	H 150x150x7x10
K4	Kolom	<ul style="list-style-type: none"> • DOUBLE H 150x150x7x10 • H 150x150x7x10
B1 – B6	Girder	WF 350x175x7x11
VB1	Knee Bracing	WF 150x75x5x7
VB2	Bracing Kolom	WF 150x75x5x7
SB1	Joist (For Concrete Girder Framework Support)	WF 150x75x5x7
SB2	Joist (For Bondek Support)	2 x SHS 50x50x2
P1	Steel Post	SHS 50x50x2
SB3	Supporting Beam GT2 dan B1	SHS 100x50x2
SB4	Supporting Beam GT2 dan B1	2 x SHS 100x50x2

Pemodelan Struktur Temporary Shoring dengan SAP2000

Struktur temporary shoring dianalisa dengan pemodelan sistem grid 3D menggunakan SAP 2000 v.14.0.0 *Advanced* sesuai ukuran gambar.



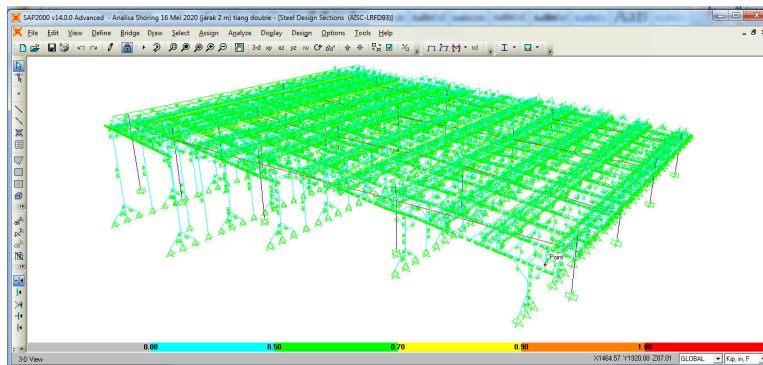
Gambar 2. Pemodelan 3D struktur temporary shoring pada SAP 2000 v.14.0.0

Perhitungan Beban yang Bekerja

Perhitungan beban kerja adalah sebagai berikut: 1) Beban Mati (DL) + *Self Weight* meliputi: Dead Load (DL) yang terdiri dari berat bondek = 6,95 kg/m² dan *Self Weight* terdiri dari berat sendiri pelat dan balok dengan : Mutu beton $f_c' = 35$ Mpa dan Berat jenis beton kering + beton basah = 2400 + (0,12 x 2400) = 2688 kg/m³. Perhitungan berat sendiri secara otomatis atau terdefault oleh SAP 2000 dengan memastikan parameter *Self Weight Multiplier* = 1; 2) Beban Hidup (LL). Dead Live (LL) terdiri dari beban manusia = 100 kg/m²; 3) Kombinasi Pembebanan 1.4DL dan 1.2DL + 1.6LL

Analisis Struktur

Analisis struktur didesign menggunakan program SAP 2000 secara otomatis untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang bekerja, reaksi perletakan pada kolom, rasio tegangan pada balok dan kolom. Analisis struktur dapat dilihat melalui gambar berikut.



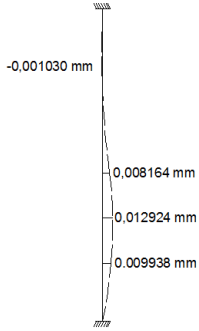
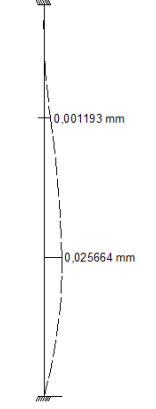
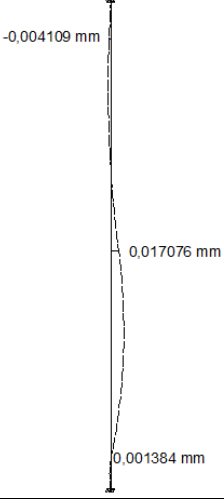
Gambar 3. Pemodelan analisis struktur temporary shoring pada SAP 2000

Evaluasi perilaku kolom baja profil H 150x150x7x10

1) Kondisi Tekuk

Tabel 2. Uraian Perilaku Tekuk Kolom Struktur Temporary Shoring.

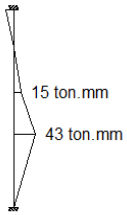
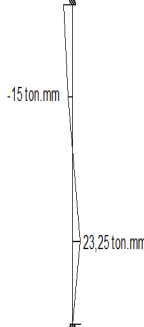
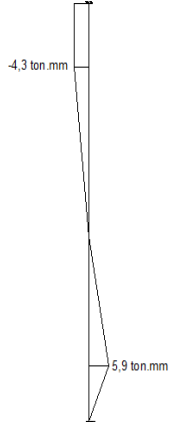
H 150x150x7x10	Tinggi Kolom		
	Perilaku	3,81 meter	5,5 meter

<p>Garis putus merupakan kondisi kolom dalam keadaan tertekuk</p>			
<p>Lendutan Max</p>	<p>0,012924 mm</p>	<p>0,025664 mm</p>	<p>0,0281718 mm</p>

Berdasarkan Tabel 2 di atas diperoleh nilai lendutan maksimum pada kolom (batang tekan) struktur temporary shoring dengan tinggi 10,5 meter sebesar 0,0281718 mm dan lendutan minimum 0,012924 mm pada batang tekan (kolom) tinggi 3,81 meter. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil panjang / tinggi struktur tekan (kolom) maka semakin kecil resiko terhadap masalah tekuk.

2) Gaya Momen

Tabel 3. Uraian Perilaku Momen Struktur Temporary Shoring.

<p>H Beam 150x150x7x10</p>	<p>Tinggi Kolom</p>		
<p>Perilaku</p>	<p>3,81 meter</p>	<p>5,5 meter</p>	<p>10,5 meter</p>
<p>Momen</p>			
<p>Momen Max</p>	<p>43 Ton.mm</p>	<p>23.25 ton.mm</p>	<p>5.9 ton.mm</p>

Berdasarkan tabel 3 di atas diketahui nilai momen maksimum ada pada kolom (batang tekan) struktur temporary shoring dengan tinggi 3,81 meter sebesar 43 ton.mm sedangkan pada batang tekan (kolom) tinggi 5,5 meter mengalami momen maksimum 23 ton.mm. Tinggi kolom 10,5 meter memiliki nilai moment lebih kecil yaitu hanya sebesar maksimum 5,9 ton.mm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil panjang / tinggi struktur tekan (kolom) maka momen yang terjadi lebih besar.

Evaluasi Kelangsingan kolom baja profil H 150x150x7x10

Diketahui data Profil H 150x150x7x10

$A = 40,14 \text{ cm}^2$

$I_x = 1640 \text{ cm}^4$

$I_y = 563 \text{ cm}^4$

$k = 0,5$ (kondisi jepit)

$E = 2,10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$r_y = 3,74 \text{ cm}$

Perhitungan kelangsingan kritis (Cc) :

$$\begin{aligned}
 C_c &= \sqrt{\frac{2\pi E}{F_y}} \\
 &= \sqrt{\frac{2\pi \cdot 2.1 \cdot 10^6}{2447,32}} \\
 &= 73,40
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kelangsingan komponen struktur pada batang tekan dengan variasi tinggi sebagai berikut :
 Tabel 4. Ratio kelangsingan Kolom Struktur Temporary Shoring.

H Beam 150x150x7x10	Tinggi Kolom		
	Perilaku	3,81 meter	5,5 meter
Ratio kelangsingan kolom	50,80	73,52	140,374
Kondisi tekuk	Inelastis	Elastis	Elastis

Dari Tabel 4 diketahui rasio kelangsingan pada kolom Struktur Temporary Shoring dengan tinggi 3,81 meter hingga 10,5 meter dikatakan efektif karena kL/r tidak melebihi 200.

Evaluasi Desain Kekuatan Temporary Shoring

Tabel 5. Ratio kelangsingan Kolom Struktur Temporary Shoring.

Uraian	Jenis Material	Over Stress
Kolom	H 150x150x7x10	0,260
Kolom	DOUBLE H 150x150x7x10	0,048
Girder	WF 350x175x7x11	0,208
Joist (For Bondek Support)	2 x SHS 50x50x2	0,021
Steel Post	SHS 50x50x2	0,434
Supporting Beam GT2 dan B1	SHS 100x50x2	0,314

Hasil pengecekan design elemen pada struktur temporary shoring seperti pada Tabel 5, diketahui bahwa elemen balok dan kolom tidak menunjukkan *over stress* (O/S) dimana ratio tegangan pada elemen profil balok dan kolom menunjukkan nilai rasio tegangan (*stress ratio*) $\leq 1,0$, sehingga elemen balok dan kolom aman dalam memikul beban yang bekerja.

4. KESIMPULAN

Analisis design struktur menggunakan SAP2000 diketahui perilaku deformasi kolom profil H 150x150x7x10 dengan tinggi 10,5 meter rawan mengalami tekuk dari pada kolom 3,5 meter, namun ratio kelangsingan kolom dikatakan efektif karena kL/r tidak melebihi 200 dan rasio tegangan (*stress ratio*) $\leq 1,0$, sehingga elemen kolom aman dalam memikul beban aksial (P) yang bekerja.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dewobroto, Wiryanto. 2013. Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000. Dapur Buku, <http://lumina-press.com>
- [2]. Gere, James M., dkk. 1997. Mekanika Bahan Jilid 1. PT Penerbit Erlangga, Jakarta
- [3]. Sajekti, Amien. 2009. Metode Kerja Bangunan Sipil. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4]. Setiawan, Agus. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002). PT Penerbit Erlangga, Jakarta
- [5]. Susanto, Akbar Hari., dkk. 1998. Tugas Akhir Studi Literatur Kekuatan Kolom Baja Terhadap Pembebanan Eksentris Pada Kondsi Tekuk Inelastis. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [6]. BSN, 2015. SNI 1729:2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. www.bsn.go.id. Jakarta.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih disampaikan kepada SNP2M atas bantuan dananya hingga terlaksananya penelitian ini, dan Tim Turatea Engineering Konstruksi atas izinnya memberikan informasi data dan gambar Struktur Temporary Shoring pada Proyek Jembatan Penghubung Terminal Utama ke Existing Proyek Bandara Sultan Hasanuddin.