



PENGARUH KENAIKAN SUHU TERHADAP STABILITAS JEMBATAN RANGKA BAJA

Russeno Wirapraja

Ringkasan

Tulisan ini menyajikan bagaimana pengaruh kenaikan suhu pada penekukan batang-batang tekan yang bisa mengakibatkan hilangnya stabilitas dari suatu jembatan rangka baja. Berdasarkan hasil pengujian terhadap beberapa benda uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang terjadi akan semakin kecil tegangan yang menyebabkan penekukan.

Selain itu, juga diperoleh bahwa setiap peningkatan suhu sebesar kurang lebih 40°C tegangan tekuk akan berkurang sebesar 200 kg/cm^2 . Perbedaan yang terjadi apabila hasil pengujian dibandingkan dengan rumus Euler juga menunjukkan angka yang relatif kecil yaitu sebesar 5,4%.

Summary

This paper present the influence of temperature on the buckling of compressive members which causes loss of stability on steel truss bridges.

Based on the test result carried out on some test models, it is seen that the higher the temperature the smaller the compressive stress which cause buckling. Besides, it was found that any increasing of temperature of 40°C could decrease buckling stress of 200 kg/cm^2 .

By comparasing the test result Euler formula, we can see that the value is relatively small i.e. 5,4%.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan runtuhnya Jembatan Krasak yang terjadi akibat adanya kebakaran Truk Tanki Premix pada ruas jalan antara Magelang - Yogyakarta pada tanggal 10 Mei 1991 perlu kiranya dilakukan peninjauan kembali terhadap keamanan jembatan akibat terjadinya kebakaran dimasa yang akan datang.

Berdasarkan proses keruntuhan yang memerlukan waktu kurang lebih 15 menit dari mulai terjadinya kebakaran sampai terjadi keruntuhan, dari sini timbul masalah pada suhu beberapa jembatan tersebut akan mulai runtuh. Untuk menjawab pertanyaan ini Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan telah melakukan penelitian terhadap beberapa komponen jembatan yang masih utuh.

Penelitian ini meliputi bagaimana hubungan antara suhu dengan kelangsingan batang tekan untuk tegangan-tegangan tertentu. Dasar pemikiran ini timbul oleh karena proses keruntuhan diawali oleh terjadinya penekukan pada batang tekan yang dilanjutkan dengan hilangnya stabilitas.

1.2. Lingkup Masalah

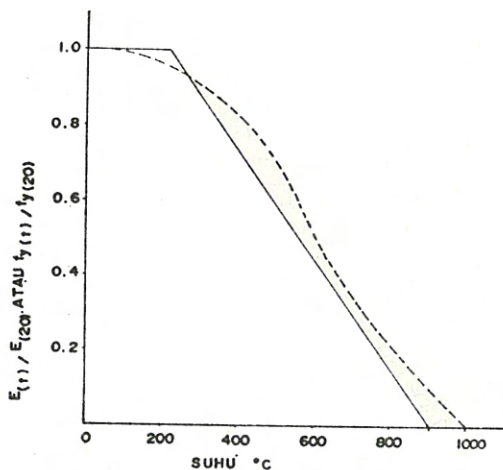
Dalam tulisan ini masalah dibatasi hanya pada pengaruh suhu terhadap penekukan saja. Sedangkan masalah lain seperti halnya pengaruh getaran atau ledakan yang mungkin terjadi pada waktu kebakaran tidak ditinjau. Begitu juga besarnya suhu yang mungkin terjadi.

II. HASIL PENELITIAN

2.1. Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Leleh dan Modulus Elastisitas Baja.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diberbagai negara diperoleh suatu hubungan antara suhu $^{\circ}\text{C}$ dengan perbandingan tegangan leleh dan perbandingan modulus elastisitas baja seperti ditunjukkan dalam gambar 2-1.

Hubungan suhu dengan perbandingan tegangan leleh pada suhu tertentu terhadap tegangan leleh pada suhu 20°C bisa ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :



Gambar 2.1

(i). Untuk $0^{\circ}\text{C} < T \leq 215^{\circ}\text{C}$

$$\frac{f_y(t)}{f_y(20)} = 1,0 \dots\dots\dots 2-1$$

(ii) Untuk $215^{\circ}\text{C} < T \leq 905^{\circ}\text{C}$

$$\frac{f_y(t)}{f_y(20)} = \frac{905 - (T)}{690} \dots\dots\dots 2-2$$

Sedangkan hubungan suhu dengan perbandingan antara modulus elastisitas pada suhu tertentu terhadap modulus elastisitas pada temperatur 20°C adalah :

(i). Untuk $0^{\circ}\text{C} < T \leq 600^{\circ}\text{C}$

$$\frac{E(t)}{E(20)} = 1,0 + \left[\frac{T}{2000 \{ \ln (T/1100) \}} \right] \dots\dots\dots 2-3$$

(ii) Untuk $600^{\circ}\text{C} < T \leq 1000^{\circ}\text{C}$

$$\frac{E(t)}{E(20)} = \frac{690 (1 - T/1000)}{T - 53,5} \dots\dots\dots 2-4$$

Dimana :

- $f_y(t)$ = tegangan leleh baja pada suhu yang ditinjau.
- $f_y(20)$ = tegangan leleh baja pada suhu 20°C .
- $E(t)$ = Modulus elastisitas baja pada suhu yang ditinjau.
- $E(20)$ = Modulus elastisitas baja pada suhu 20°C .
- T = suhu yang ditinjau $^{\circ}\text{C}$.

2.2. Pengaruh suhu terhadap tekuk

Penekukan yang terjadi pada batang-batang tekan untuk gaya tekan sentris yang dipanasi tergantung kepada besarnya kelangsingan (slenderness) dan tegangan tekan yang bekerja. Dimana kelangsingan ini didefinisikan sebagai perbandingan antara panjang tekuk (l) dengan radius girasi (r), dimana besarnya r ini adalah :

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \text{dimana} \quad I = \text{momen inersia} \\ A = \text{luas penampang}$$

Oleh karena kelangsingan ini merupakan suatu perbandingan tanpa satuan, dari sini bisa dibuat suatu contoh model yang mempunyai berbagai harga kelangsingan yang sama dengan dilapangan.

Dengan memberikan tegangan tetap pada model tersebut, maka bisa diperoleh beberapa besarnya suhu pada saat mulai terjadinya penekukan untuk berbagai harga kelangsingan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap beberapa benda uji, diperoleh suatu grafik hubungan antara suhu dengan kelangsingan untuk berbagai tegangan tekan yang tetap seperti terlihat dalam gambar 2-2.

III. PEMBAHASAN

3.1. Tinjauan terhadap hasil penelitian

Berdasarkan grafik hubungan antar kelangsingan dan suhu diperoleh bahwa untuk setiap kenaikan suhu sebesar kurang lebih 40°C akan mengakibatkan pengurangan tegangan tekuk sebesar kurang lebih 200 kg/cm^2 .

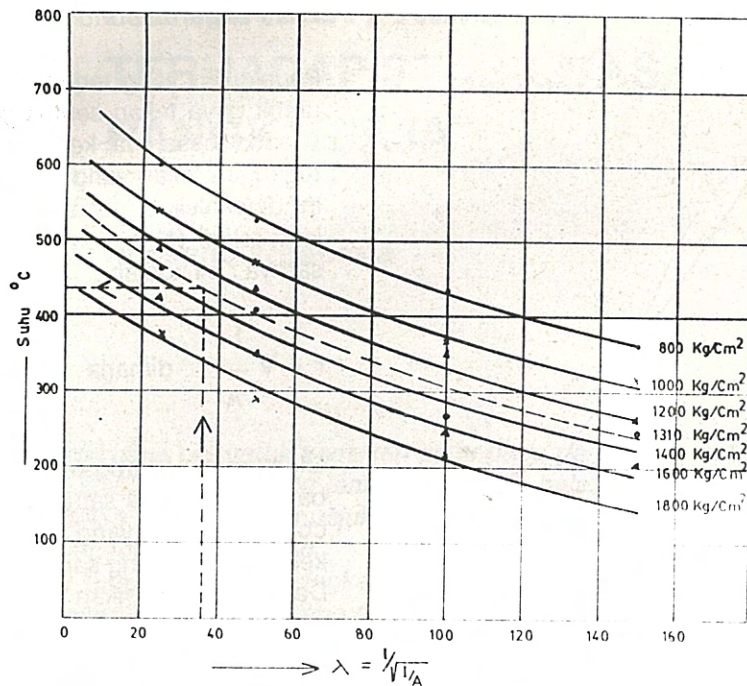
Hal ini membuktikan betapa besarnya pengaruh kenaikan suhu terhadap stabilitas konstruksi. Apabila hasil penelitian ini dibandingkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan di negara lain yaitu hubungan antara perbandingan tegangan leleh/modulus elastisitas dengan suhu akan menunjukkan hasil yang hampir sama.

Dari gambar 2-1 atau persamaan 2-3 diperoleh :

Untuk suhu sebesar 300°C , maka terjadi penurunan modulus Elastisitas baja sebesar

$$\frac{E(300)}{E(20)} = 1,0 + \left[\frac{300}{2000 \{ \ln (300/1100) \}} \right]$$

$$E_{300} = 1,0 + \left\{ \frac{300}{2000 \{ \ln (300/1100) \}} \right\} \cdot E_{20}$$



Gambar 2.2.
 Grafik hubungan antara kelangsingan (λ) dengan suhu untuk tegangan tetap yang bervariasi 800 - 1800 Kg/cm²

atau modulus elastisitas baja pada temperatur 300° adalah : $0,88 \cdot 2100.000 = 1.848.000 \text{ kg/cm}^2$.
 Dengan menggunakan rumus Euler untuk elastis buckling (misalnya untuk $1/r = 120$) diperoleh :

$$\text{Tegangan tekuk} = \frac{2E}{(1/r)^2} \text{ dimana } E = E_{300}$$

$$\text{atau } f_{\text{tekuk}} = \frac{3,14^2 \times 1.848.000}{(120)^2}$$

$$= 1265 \text{ kg/cm}^2$$

Artinya untuk kelangsingan batang sebesar 120 pada suhu sebesar 300°C batang tersebut akan menekuk pada tegangan 1265 kg/cm². Atau untuk kelangsingan sebesar 120 dengan tegangan yang terjadi sebesar 1265 kg/cm², batang tersebut akan menekuk pada suhu 300°C.

Apabila kita tinjau hasil penelitian (gambar 2-2) diperoleh bahwa untuk kelangsingan sebesar 120 pada suhu 300° C batang ini akan menekuk pada tegangan 1200 kg/cm². Dari kedua harga tersebut ada sedikit perbedaan sebesar 65 kg/cm² atau 5,4%. Hal ini menunjukkan hasil yang cukup baik. Untuk keadaan inelastic buckling dimana kelangsingan kecil (biasanya dibawah 100), tegangan tekuk tidak bisa dihitung langsung dari rumus Euler.

3.2. Sedikit tinjauan terhadap runtuhnya jembatan Krasak

Apabia kita tinjau ambruknya jembatan Krasak yang terjadi akibat terbakarnya truk tanki bermuatan premix, jelas ini diakibatkan oleh terjadinya penekukan dari pada batang-batang tekan. Hal ini bisa dilihat dari grafik hubungan antara suhu dengan kelangsingan dan tegangan yang ada pada batang-batang tekan serta tingginya suhu pada saat kebakaran terjadi.

Berdasarkan hasil perhitungan, tegangan yang terjadi pada batang tepi atas akibat berat sendiri dan truk yang terbakar adalah sebesar 1310 kg/cm² sedangkan nilai kelangsingan adalah 36,50. Dari grafik hubungan antara suhu dan kelangsingan diperoleh bahwa batang tersebut akan menekuk pada suhu 435°C.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan :

- (i). Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik, hal ini bisa dilihat adanya perbedaan yang cukup kecil apabila dibandingkan dengan teoritis (5,4%).
- (ii). Dari hasil penelitian selain menunjukkan bahwa untuk setiap kenaikan suhu kurang lebih 40° Celcius terjadi penurunan tegangan tekuk

sebesar 200 kg/cm².

4.2. SARAN-SARAN

- (i). Terjadinya keruntuhan yang terjadi pada jembatan Krasak dan hasil penelitian baik yang dilakukan di negara lain ataupun di Indonesia hendaknya menjadi dasar pertimbangan untuk perencanaan jembatan selanjutnya.
- (ii). Pertimbangan-pertimbangan ini bisa berupa antara lain :
 - Jembatan direncanakan untuk bisa menahan kebakaran selama waktu tertentu.
 - Pengamanan lainnya seperti traffic management system perlu ditinjau kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- (1). Laporan Advis Teknik Penanggulangan Runtuhnya Jembatan Krasak pda Ruas Jalan Yogya - Megelang (Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan P.U.; Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan).
- (2). Laporan Advis Teknik Pengujian Komponen Rangka Baja CH Jembatan Krasak.
- (3). Basic of Structural Steel Design (Samuel H Marcus).
- (4). Australian Steel Code (1990)

Penulis :

Ir. Russeno Wirapraja, MSc, Peneliti Bidang Konstruksi Pelengkap Jalan, bekerja di Pusat Litbang Jalan sejak tahun 1980.