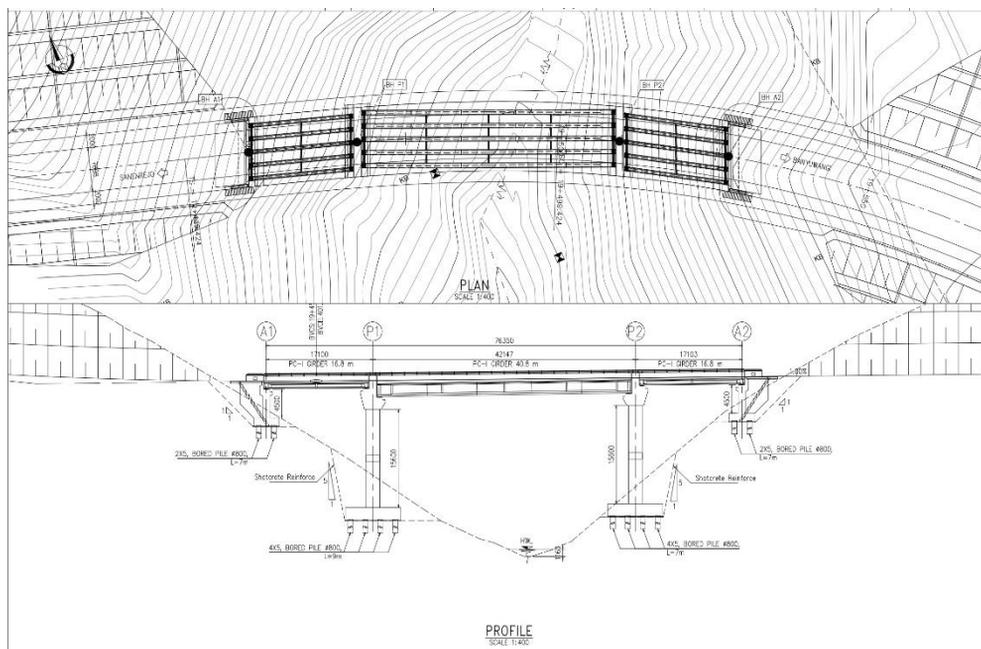


BAB I

PENDAHULUAN

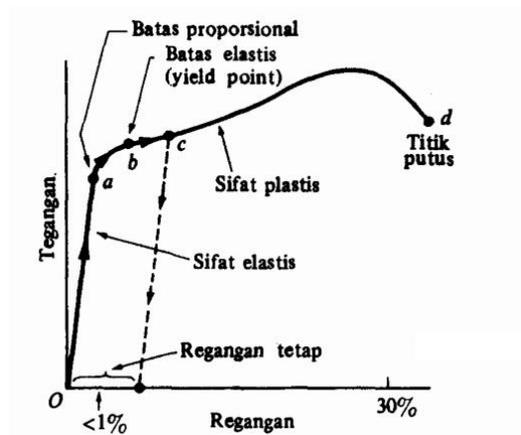
1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang berpotensi atau berisiko gempa maka diperlukan upaya – upaya untuk mitigasi bahaya gempa. Resiko gempa tidak dapat dihindari namun dapat diminimalkan. Salah satu yang dapat dilakukan untuk meminimalkan resiko bahaya kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa pada struktur – struktur bangunan teknik sipil pada bangunan bawah jembatan seperti pilar dan abutmen, untuk meminimalkan kerusakan pada struktur tersebut adalah dengan mencoba mereview kembali teori – teori ataupun metode analisis gempa pada struktur jembatan yang dijadikan standar dalam perencanaan di Indonesia selanjutnya dikaji implementasinya. Dewasa ini, frekuensi gempa terus meningkat. Hal ini mengharuskan jembatan memiliki tingkat keamanan yang baik. Jika suatu jembatan runtuh atau tidak berfungsi dengan baik, maka akan mengganggu dan bahkan dapat membuat lumpuh sistem transportasi sehingga diperlukan adanya analisis gempa yang tertera pada standar perencanaan jembatan terhadap gempa dengan beberapa metode dalam SNI 2833-2016.



Gambar 1. 1 Jembatan PCI Girder Banyuwangi, Jawa Timur

Penulisan tugas akhir ini akan membahas mengenai “**Analisis Respons Struktur Jembatan PCI Girder dengan *Elastic Methods***”. Bangunan jembatan tipe-I ini tergolong konstruksi yang sering digunakan. Sehingga, perlu adanya pengecekan nilai kapasitas berkala. Oleh karena itu, diperlukannya analisis respons pada jembatan. Inelastis adalah ketika gaya lateral gempa bumi yang sifatnya dinamis dan siklis dapat mengakibatkan terjadinya kelelahan pada elemen struktur bangunan, hal ini menyebabkan perilaku struktur menjadi tidak elastis lagi. Sehingga deformasi yang dihasilkan akan menjadi lebih besar daripada yang diperkirakan, sedangkan elastis adalah suatu kemampuan material, Deformasi elastis adalah deformasi yang apabila bebannya dihilangkan, maka deformasi tersebut akan hilang, dan struktur akan kembali pada bentuknya yang semula. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis elastis struktur agar dapat diketahui perilaku struktur saat terkena gaya lateral gempa bumi dimana elemen strukturnya sudah bersifat elastis.



Gambar 1. 2 Diagram tegangan dan regangan

Dari gambar 1.2 dapat diketahui bahwa dalam penelitian ini perhitungan berada pada saat tegangan struktur dalam kondisi elastis. Dalam kondisi elastis, besarnya gaya berbanding lurus dengan besarnya deformasi, dan seandainya tegangan terus bertambah, maka pada suatu titik tertentu perpanjangan (deformasi) akan mencapai batasnya. Titik saat deformasinya sudah mencapai batas disebut titik batas atau ultimate.

Maka dari itu analisis elastis yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah 3 metode analisis elastis. Metode analisis yang digunakan adalah metode

beban merata (*Uniform load Method*), spektra moda tunggal (*Single Mode Spectre Method*), spektra multimoda (*Multimode Spectre Method*).

Respons spektrum adalah grafik yang menggambarkan reaksi maksimum dari suatu sistem satu derajat kebebasan (*single degree of freedom*) terhadap suatu beban dinamis sebagai fungsi dari frekuensi alami dari sistem tersebut. Reaksi ini dapat berupa perpindahan, kecepatan, dan percepatan. Pada struktur jembatan, pemilihan *elastic methods analysis* gempa menggunakan data respons spektrum yang dikeluarkan oleh petagempa.pusjatan.co.id atau puskim.pu.co.id. Hal ini disebabkan tingkat kepentingan, zona gempa dan bentang di tiap jembatan berbeda-beda, terdapat beberapa pilihan metoda, diantaranya :

1. Metode beban merata (*Uniform load Method*).

Metode statis dimana beban gempa dikerjakan secara statis pada struktur dengan menghitung kekakuan lateral dan total berat pada unit getar, beban lateral longitudinal atau transversal merata bekerja pada jembatan, biasanya digunakan pada jembatan yang memiliki bentang lebih dari satu dengan klasifikasi jembatan lainnya beraturan.

2. Metode spektra moda tunggal (*Single Mode Spectre Elastic*).

Metode semi-dinamis ini hampir serupa dengan metoda diatas bilamana unit getar rencana memperhitungkan pada moda getar pertama, respon getar ini dapat diperoleh dengan memberikan gaya horizontal merata pada struktur sehingga didapatkan perubahan bentuk struktur, hanya saja perbedaaan terdapat pada tingkat kemudahan dan formula perhitungan yaitu α , β dan γ .

3. Metode spektra multimoda (*Multimode Spectre Elastic*).

Metode dinamis yang bilamana unit getar rencana terdiri dari bentang yang lebih dari satu dan klasifikasi operasional berbeda dengan persyaratan beraturan maupun tak beraturan, metoda ini lebih luas cakupannya dari kedua metoda diatas. Minimum digunakan analisis dinamik linier dengan model tiga dimensi untuk pemodelan strukturnya dikarenakan dibutuhkan beberapa moda ragam getar, sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal pada metode tersebut.

4. Metode riwayat waktu (*Time History method*).

Metode yang digunakan baik dengan menggunakan analisis elastis dan inelastis bila kinerja struktur terhadap gempa tidak diwakili sepenuhnya oleh prosedur perhitungan statis dan semi-dinamis, analisis ini perlu dipertimbangkan untuk tipe jembatan dengan kinerja rumit, metode ini sulit untuk diterapkan dikarenakan data percepatan dan studi sensitivitas yang variatif .

Menurut SNI-2833-2008 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan) analisis dinamik ini perlu dipertimbangkan untuk tipe jembatan dengan kinerja rumit sebagai berikut:

- bentang utama melebihi 200 m;
- jembatan fleksibel dengan periode Panjang melebihi 2,5 detik;
- jembatan dengan pilar tinggi yang melebihi 30 m;
- jembatan pelengkung dengan lantai di atas, struktur kabel (*cable-stayed*), jembatan gantung, jembatan yang menggunakan isolasi dasar.

Didalam SNI 2833-2016 tercantum beberapa persyaratan analisis.

Tabel 1. 1 T8-Persyaratan analisis minimum untuk pengaruh gempa

Zona Gempa	Jembatan bentang tunggal	Jembatan dengan bentang > 1					
		jembatan lainnya		jembatan penting		jembatan sangat penting	
		beraturan	tidak beraturan	beraturan	tidak beraturan	beraturan	tidak beraturan
1	Tidak membutuhkan analisis gempa	*	*	*	*	*	*
2		SM/UL	SM	SM/UL	MM	MM	MM
3		SM/UL	MM	MM	MM	MM	TH
4		SM/UL	MM	MM	MM	TH	TH

Keterangan

- * Tidak diperlukan analisis dinamik
- UL Metode beban elastis (*Uniform Load*)
- SM Metode spektra moda tunggal (*Single Mode Elastic*)
- MM Metode spektra multimoda (*Multi Mode Elastic*)
- TH Metode riwayat waktu (*Time History*)

Tabel 1. 2 T9-Persyaratan jembatan beraturan

Parameter	Nilai				
	2	3	4	5	6
Jumlah bentang	2	3	4	5	6
Maksimum sudut pada <i>curved bridge</i> *	90°	90°	90°	90°	90°
Rasio bentang maksimum dari bentang ke bentang	3	2	2	1,5	1,5
Rasio maksimum kekakuan pilar dari bentang ke bentang, tidak termasuk kepala jembatan	-	4	4	3	2

Catatan : - semua nilai rasio direferensikan terhadap nilai terkecil
 - * sudut pada titik pusat jari-jari jembatan dengan besar sudut yang menghubungkan kedua ujung jembatan bentang tunggal.

Untuk tingkat kepentingan suatu jembatan, pemilik pekerjaan dapat melihat elemen struktur, jaringan transportasi dan kebutuhan operasional

1. Jembatan sangat penting (*critical bridges*)

Maksud dari jembatan sangat penting, yaitu segera setelah jembatan mengalami gempa, jembatan tersebut harus dapat dilalui oleh semua jenis kendaraan (lalu lintas normal), bisa dilalui oleh kendaraan darurat dan juga kendaraan untuk kepentingan keamanan/pertahanan dengan periode ulang 1000 tahun.

2. Jembatan penting (*essential bridges*)

Untuk jembatan penting harus dapat dilalui oleh kendaraan darurat dan untuk kepentingan keamanan atau pertahanan beberapa hari setelah mengalami gempa rencana dengan periode ulang 1000 tahun.

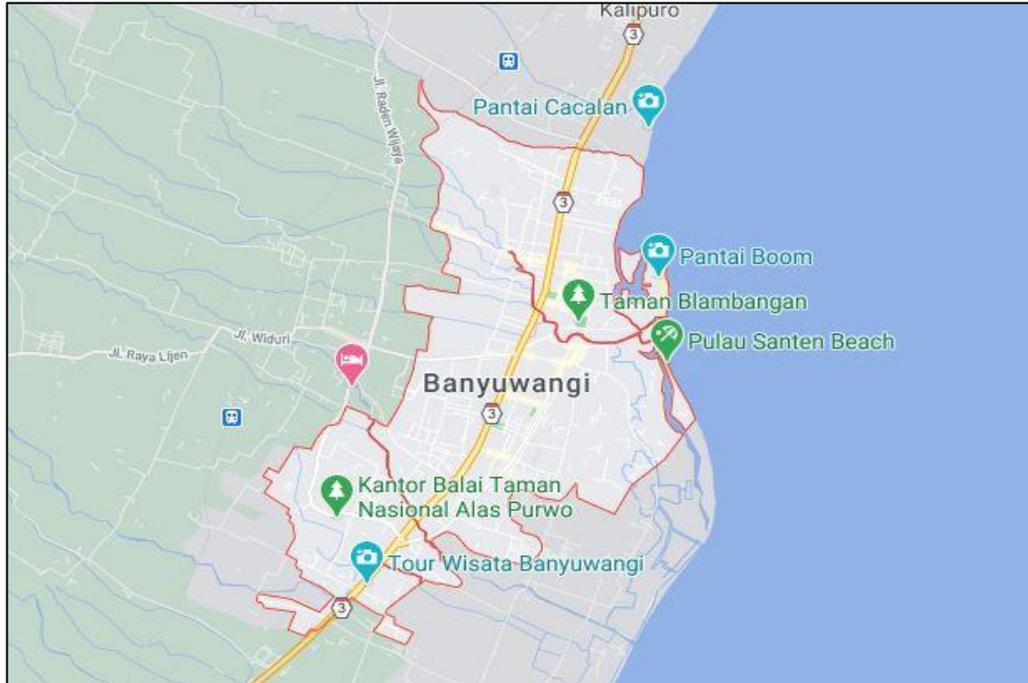
3. Jembatan lainnya (*other bridges*)

Pada jembatan lainnya, jembatan masih bisa dilalui oleh kendaraan dengan lalu lintas yang terbatas setelah mengalami gempa rencana dengan periode ulang 1000 tahun.

Hal-hal yang dapat dibandingkan antara ketiga metoda adalah :

1. Periode alami (T_f).
2. Gaya gempa statis ekuivalen (P_e).
3. Gaya-gaya dalam yang terjadi (Momen, Geser dan Aksial).

4. Perpindahan akibat beban kombinasi 1 pada beberapa titik (*Displacement Δ*).
5. Perpindahan akibat beban kombinasi 2 pada beberapa titik (*Displacement Δ*).



Gambar 1. 3 Daerah Banyuwangi, Jawa Timur

Jembatan yang akan ditinjau adalah jembatan yang berada di kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia . Banyuwangi merupakan daerah yang memiliki intensitas gempa yang tinggi, pada tahun 1994 silam, bencana gempa bumi tektonik yang berpusat di Samudra Hindia gelombang tsunami kemudian menghantam pesisir pantai selatan jawa timur bagian timur tepatnya di wilayah kabupaten Banyuwangi pada 3 juni 1994 (*Wikipedia.org*). pada tahun 2019, gempa bumi tektonik dengan magnitudo 4.3 kembali mengguncang Banyuwangi, Jawa Timur, pukul 15.39 Wib. Gempa dirasakan sampai kawasan Kuta, Bali pukul 16.39 Wita (*Merdeka.com*), sehingga daerah kabupaten Banyuwangi harus dilakukan analisis struktur akibat gempa bumi.

Maka dari itu yang menjadi dasar dalam studi analisis ini yaitu membandingkan hasil analisis metode beban merata (*Uniform load Method*), spektra moda tunggal (*Single Mode Spectre Method*) dan spektra multimoda (*Multimode Spectre Method*) pada SNI 2833-2016 dan program permodelan

terhadap struktur jembatan PCI Girder dengan mengkaji kondisi jembatan apabila terpenuhi ketiga metode serta memilih metode yang mudah ketika hasil perbandingan konsisten sama.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang ditinjau adalah bagaimana membandingkan metoda analisa struktur jembatan Banyuwangi, Jawa Timur terhadap beban gempa yang sesuai dengan SNI 2833:2016. Terdapat empat metoda analisis elastik. Namun, metoda riwayat waktu membutuhkan data percepatan sehingga hanya tiga metode saja yang diperhitungkan. Parameter yang ditinjau meliputi periode alami struktur jembatan, beban statik ekuivalen serta perpindahan memanjang dan melintang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah :

- 1) Untuk mengetahui perbandingan hasil analisis jembatan akibat gempa dengan metode beban merata (*Uniform load Method*), spektra moda tunggal (*Single Mode Spectre Method*), dan spektra multimoda (*Multimode Spectre Method*).

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas Penulis akan membatasi masalah sebagai berikut:

1. Jenis jembatan adalah jembatan PCI Girder.
2. Beban gempa didefinisikan berupa respons spektrum.
3. Beban-beban yang diperhitungkan dalam Analisa struktur adalah beban gempa dan beban akibat berat sendiri dari jembatan, serta beban hidup dari lalu lintas. Beban dinamis lainnya seperti beban

angin, gaya rem, beban pejalan kaki, Faktor beban dinamis diabaikan.

4. Tidak menggunakan *time history method* karna data percepatan yang sulit didapatkan.
5. Untuk Perhitungan metode spektra multimoda digunakan perhitungan tanpa interaksi tanah.
6. Untuk perhitungan gempa menggunakan tanah pada daerah gempa yang sesuai dengan kondisi tanah pada jembatan.
7. Perhitungan spektra multimoda (*Multimode Spectre Method*) diambil dari SNI 2833-2008 dikarenakan tidak tercantum pada SNI 2833-2016.
8. Panduan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah
 - a. Standar Nasional Indonesia (SNI 1725:2016) tentang pembebanan jembatan;
 - b. Perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan, RSNI 2833:2016;
 - c. Perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan, RSNI 2833:2008;

1.5 Manfaat Penulisan

- 1) Diharapkan dengan adanya analisis ini dapat memberikan rekomendasi dasar pengetahuan tentang bagaimana cara menganalisis dan memberikan informasi mengenai kelayakan struktur jembatan eksisting menahan beban gempa yang terjadi.
- 2) Untuk mengetahui langkah-langkah analisis pada jembatan sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan tugas akhir ini terbagi dalam VI bab yang masing-masing bab terdiri dari sub-sub bab mengenai pokok permasalahan. Adapun garis besar susunannya adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang dasar-dasar teori dan pedoman-pedoman serta peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan penjelasan mengenai metode, langkah-langkah, dan prosedur analisa struktur jembatan.

BAB IV HASIL KERJA

Meliputi prosedur-prosedur dan hasil kerja.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil yang diperoleh dan penyajian dalam bentuk gambar, grafik, tabel serta pembahasan.

BAB V PENUTUP

Berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pembahasan dan perencanaan.

Daftar Pustaka

Lampiran