

No. 13/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2022

**SKRIPSI**

**EVALUASI KAPASITAS PILAR PADA JEMBATAN  
INTEGRAL TERHADAP PENGARUH BEBAN LALU  
LINTAS DAN BEBAN GEMPA VERTIKAL**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh:

Astrid Tiara Nauli Pasaribu

NIM 1801411008

Pembimbing:

Drs. Andi Indianto, S.T., M.T.

NIP. 196109281987031002

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN  
JEMBATAN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2022**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



No. 13/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2022

**SKRIPSI**

**EVALUASI KAPASITAS PILAR PADA JEMBATAN  
INTEGRAL TERHADAP PENGARUH BEBAN LALU  
LINTAS DAN BEBAN GEMPA VERTIKAL**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Disusun Oleh:**

**Astrid Tiara Nauli Pasaribu**  
**NIM 1801411008**

**Pembimbing:**

**Drs. Andi Indianto, S.T., M.T.**  
**NIP. 196109281987031002**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN  
DAN JEMBATAN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2022**



**© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta**

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**EVALUASI KAPASITAS PILAR PADA JEMBATAN INTEGRAL TERHADAP PENGARUH BEBAN LALU LINTAS DAN BEBAN GEMPA VERTIKAL** yang disusun oleh **Astrid Tiara Nauli Pasaribu (180141008)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**





**Pembimbing**

**Drs. Andi Indianto, S.T., M.T.**  
**NIP. 196109281987031002**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

**EVALUASI KAPASITAS PILAR PADA JEMBATAN INTEGRAL TERHADAP PENGARUH BEBAN LALU LINTAS DAN BEBAN GEMPA VERTIKAL** yang disusun oleh **Astrid Tiara Nauli Pasaribu (180141008)** telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi** di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal **25 Juli 2022**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
<b>Ketua</b>	Rinawati, S.T., M.T. NIP 197505102005012001	
<b>Anggota</b>	Yanuar Setiawan, S.T., M.T. NIP 199001012019031015	

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil**  
**Politeknik Negeri Jakarta**

**Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.**  
**NIP 197407061999032001**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DEKLARASI ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

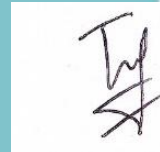
Nama : Astrid Tiara Nauli Pasaribu  
NIM : 1801411008  
Program Studi : D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul **“EVALUASI KAPASITAS PILAR PADA JEMBATAN INTEGRAL TERHADAP PENGARUH BEBAN LALU LINTAS DAN BEBAN GEMPA VERTIKAL”** ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil duplikasi dari Skripsi yang telah dipublikasikan. Selain itu, sumber yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan di dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti bahwa naskah ini tidak sesuai dengan pernyataan di atas, maka saya bersedia menerima sanksi yang ada.

Bogor, Agustus 2022

Yang menyatakan,



Astrid Tiara Nauli Pasaribu



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan rahmat dan kasihNya sehingga Skripsi dengan judul “*Evaluasi Kapasitas Pilar pada Jembatan Integral Terhadap Pengaruh Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa Vertikal*” ini dapat diselesaikan. Adapun tujuan penulisan Skripsi ini untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan.

Skripsi ini disusun dan dapat selesai dengan adanya dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan atas segala kasih, berkat, dan pimpinan yang boleh penulis rasakan secara langsung maupun melalui perpanjangan tangan dari orang-orang di sekitar penulis, sehingga penyusunan Skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Diri sendiri selaku penulis Skripsi ini yang telah berjuang serta bertahan hingga Skripsi ini selesai dengan segala kendala-kendala baik internal maupun eksternal selama prosesnya.
3. Orang tua, kedua kakak, dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan secara moril dan materiel kepada penulis selama penyusunan naskah Skripsi ini.
4. Bapak Drs. Andi Indianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia dengan sabar meluangkan waktu dan pikirannya untuk membimbing penulis dari awal hingga akhir penyelesaian Skripsi ini.
5. Reni, Andika, Raihan, dan Miftah sebagai teman-teman seperjuangan dari awal PKL dan teman-teman seperbimbingan selama Skripsi ini yang sudah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M, M.Ars. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
7. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan atas segala arahan dalam proses penyusunan Skripsi ini.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
9. Pihak *owner* dan pelaksana Proyek Jalan Tol Serpong – Balaraja Seksi 1A yaitu PT. Trans Bumi Serbaraja dan PT. Wijaya Karya Tbk. yang telah memberikan akses dalam pengumpulan data Skripsi ini.
10. Bapak Darmawan, S.T. selaku Chief Inspector dan seluruh tim Konsultan Supervisi PT. Multi Phi Beta yang telah membimbing selama kegiatan PKL 2 dan membantu dalam pengumpulan data agar dapat menyelesaikan Skripsi ini.
11. Teman-teman PJJ 2018 dan keluarga besar PJJ atas dorongan semangat dan motivasi sehingga kita bisa bersama-sama sampai di tingkat akhir ini dan menyelesaikan Skripsi.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk dapat memperkaya pengetahuan dan menyempurnakan penulisan Skripsi ini. Pada akhir kata, mohon maaf apabila ada kata-kata yang tidak berkenan di hati dan semoga Skripsi ini dapat memenuhi tujuan dan memberikan manfaat bagi para pembaca.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Bogor, Agustus 2022

Astrid Tiara Nauli Pasaribu



## ABSTRAK

Box The Green adalah sebuah struktur jembatan integral berupa *underpass* dengan 3 *cell box culvert* pada proyek pembangunan Jalan Tol Serpong – Balaraja Seksi 1A yang mempunyai dimensi pilar berupa dinding tengah berukuran lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya. Pada tahun 1995 di kota Kobe, Jepang, terjadi bencana gempa bumi besar “*The Great Hanshin Earthquake*” yang menyebabkan keruntuhan pada Stasiun Daikai karena adanya kegagalan pada kolom tengah yang memiliki dimensi lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya dan diakibatkan juga oleh adanya pengaruh gaya gempa vertikal. Hal tersebut dikhawatirkan akan terjadi pada struktur jembatan integral Box The Green ketika terkena pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa vertikal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi kapasitas pilar dan menjustifikasi perkuatan yang tepat apabila struktur Box The Green tidak kuat. Evaluasi dilakukan dengan melakukan analisis kapasitas tulangan yang terpasang pada dinding tengah kiri dan kanan menggunakan *software* SAP2000 dan secara manual. Melalui analisis kapasitas tulangan diperoleh jarak tulangan longitudinal 150 mm berdasarkan *software* dan 160 mm berdasarkan analisis manual. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas pilar dengan tebal 1,025 m untuk dinding tengah kiri dan 1,020 m untuk dinding tengah kanan masih kuat dan kapasitas tulangan longitudinal D32–150 yang terpasang masih memadai dalam menerima beban lalu lintas dan beban gempa vertikal. Oleh karena itu, pilar tidak memerlukan perkuatan.

**Kata kunci:** Evaluasi, Gempa Vertikal, Jembatan Integral, Kapasitas, Pilar

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
DEKLARASI ORISINALITAS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
<b>BAB 1      PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Masalah Penelitian .....	3
1.2.1    Identifikasi Masalah .....	3
1.2.2    Perumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan Penelitian .....	3
1.4    Manfaat Penelitian .....	4
1.5    Pembatasan Masalah .....	4
1.6    Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB 2      TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 <i>State of the Art</i> .....	7
2.2    Jembatan Integral .....	8
2.3    Keruntuhan Jembatan Integral Berbentuk <i>Box</i> .....	11
2.4    Pembebanan pada Jembatan Integral .....	13
2.4.1    Beban Permanen .....	13
2.4.2    Beban Lalu Lintas .....	14
2.4.3    Tekanan Tanah Lateral Akibat Gempa .....	17

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.4	Beban Gempa Vertikal.....	18
2.4.5	Kombinasi Pengaruh Gaya Gempa .....	22
2.4.6	Tekanan Tanah Lateral Aktif .....	22
2.5	Daya Dukung Tanah Dasar .....	23
2.5.1	Koreksi N-SPT .....	23
2.5.2	Konstanta Pegas .....	24
2.6	Perkuatan Pilar Jembatan Integral .....	25
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN .....	28
3.1	Tahapan Penelitian .....	28
3.2	Lokasi Penelitian .....	30
3.3	Pengumpulan Data .....	30
3.4	Analisis Data .....	31
3.5	Penarikan Kesimpulan.....	31
3.6	Luaran.....	31
BAB 4	DATA DAN PEMBAHASAN .....	32
4.1	Data .....	32
4.1.1	Data Teknis Jembatan .....	32
4.1.2	Data Sekunder .....	34
4.1.3	Pemodelan Struktur.....	36
4.1.4	Pembebanan .....	47
4.1.5	Daya Dukung Tanah Dasar .....	61
4.1.6	Input Pembebanan dan Konstanta Pegas .....	62
4.2	Pembahasan .....	65
4.2.1	Evaluasi Kapasitas Pilar.....	65
BAB 5	PENUTUP .....	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	73



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN .....	77



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Beban untuk Berat Sendiri.....	14
Tabel 2.2 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan .....	14
Tabel 2.3 Faktor Beban untuk Beban Lajur “D” .....	15
Tabel 2.4 Faktor Beban untuk Beban Truk “T” .....	15
Tabel 2.5 Faktor Amplifikasi untuk PGA ( $F_{PGA}$ ).....	17
Tabel 2.6 Kelas Situs.....	19
Tabel 2.7 Faktor Amplifikasi untuk Periode 0,2 Detik ( $F_a$ ) .....	19
Tabel 2.8 Nilai Koefisien Vertikal $C_v$ .....	20
Tabel 2.9 Faktor Beban Akibat Tekanan Tanah .....	22
Tabel 2.10 Faktor Koreksi dalam Uji SPT.....	24
Tabel 4.1 Faktor Amplifikasi untuk PGA ( $F_{PGA}$ ).....	51
Tabel 4.2 Nilai Rata-rata N-SPT pada Lokasi Jembatan Integral Box The Green ....	53
Tabel 4.3 Kelas Situs pada Lokasi Jembatan Integral Box The Green.....	54
Tabel 4.4 Faktor Amplifikasi untuk Periode 0,2 Detik ( $F_a$ ) .....	54
Tabel 4.5 Nilai Koefisien Vertikal $C_v$ .....	55
Tabel 4.6 Besar Pengaruh Beban pada Dinding Tengah Kiri dan Dinding Tengah Kanan .....	59
Tabel 4.7 Perhitungan Koreksi N-SPT.....	62
Tabel 4.8 Perhitungan Konstanta Pegas.....	62
Tabel 4.9 Perbandingan Tulangan Terpasang dengan Tulangan Hasil Analisis pada Dinding Tengah Kiri .....	68
Tabel 4.10 Perbandingan Tulangan Terpasang dengan Tulangan Hasil Analisis pada Dinding Tengah Kanan .....	71

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan Integral Bentang Tunggal dan Multi Bentang.....	9
Gambar 2.2 Jembatan Integral Berbentuk Bingkai Tertutup .....	9
Gambar 2.3 Bentuk Jembatan Integral Berupa <i>Underpass Box Culvert</i> .....	10
Gambar 2.4 Jembatan Integral Berupa <i>Underpass</i> dengan <i>Single Box Culvert</i> di Zhengzhou, Cina .....	10
Gambar 2.5 Jembatan Integral Berupa <i>Underpass</i> dengan <i>Double Box Culvert</i> di Okegawa Kitamoto, Jepang .....	11
Gambar 2.6 Jembatan Integral Berupa <i>Underpass</i> dengan <i>Triple Box Culvert: Box The Green</i> .....	11
Gambar 2.7 Stasiun Daikai yang Runtuh pada Peristiwa Gempa Bumi di Kobe, Jepang Tahun 1995 .....	12
Gambar 2.8 Dimensi Struktur Stasiun Daikai.....	12
Gambar 2.9 Potongan Melintang Salah Satu Kolom Stasiun Daikai yang Runtuh ...	13
Gambar 2.10 Beban Lajur “D”.....	15
Gambar 2.11 Pembebanan Truk “T”.....	16
Gambar 2.12 Faktor Beban Dinamis untuk Pembebanan Lajur “D” .....	16
Gambar 2.13 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA) .....	17
Gambar 2.14 Peta Respons Spektra Percepatan 0,2 Detik.....	19
Gambar 2.15 Ilustrasi Respons Spektra Vertikal .....	21
Gambar 2.16 Contoh Perkuatan dengan <i>Concrete Jacketing</i> : (1) Retak pada Pilar; (2) Angkur; (3) Beton Tambahan .....	25
Gambar 3.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian .....	28
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian .....	30
Gambar 4.1 Detail <i>Barrier</i> .....	33
Gambar 4.2 Denah Box The Green.....	34
Gambar 4.3 Potongan Memanjang Jembatan Integral Box The Green .....	34
Gambar 4.4 Potongan Melintang Jembatan Integral Box The Green .....	35
Gambar 4.5 Detail Penulangan Potongan Memanjang Jembatan Integral Box The Green .....	35
Gambar 4.6 Detail Penulangan Potongan Melintang Jembatan Integral Box The Green .....	35

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.7 Data Tanah pada Lokasi Jembatan Integral Box The Green.....	36
Gambar 4.8 Pemodelan Jembatan Integral Box The Green pada SAP2000 .....	37
Gambar 4.9 Material Beton $f_c' 30$ MPa.....	37
Gambar 4.10 Material Tulangan Ulir $f_y 400$ MPa.....	38
Gambar 4.11 <i>Section Properties</i> Pelat Atas <i>Cell 1</i> .....	38
Gambar 4.12 <i>Section Properties</i> Pelat Atas <i>Cell 2</i> .....	39
Gambar 4.13 <i>Section Properties</i> Pelat Atas <i>Cell 3</i> .....	39
Gambar 4.14 <i>Section Properties</i> Dinding Tepi Kiri .....	40
Gambar 4.15 <i>Section Properties</i> Dinding Tengah Kiri.....	40
Gambar 4.16 <i>Section Properties</i> Dinding Tengah Kanan.....	41
Gambar 4.17 <i>Section Properties</i> Dinding Tepi Kanan .....	41
Gambar 4.18 <i>Section Properties</i> Pelat Bawah <i>Cell 1</i> .....	42
Gambar 4.19 <i>Section Properties</i> Pelat Bawah <i>Cell 2</i> .....	42
Gambar 4.20 <i>Section Properties</i> Pelat Bawah <i>Cell 3</i> .....	43
Gambar 4.21 <i>Section Properties</i> Sekur 1.....	43
Gambar 4.22 <i>Section Properties</i> Sekur 2.....	44
Gambar 4.23 <i>Section Properties</i> Sekur 3 .....	44
Gambar 4.24 <i>Section Properties</i> Sekur 4 .....	45
Gambar 4.25 <i>Section Properties</i> Sekur 5 .....	45
Gambar 4.26 <i>Section Properties</i> Sekur 6.....	46
Gambar 4.27 <i>Load Patterns</i> .....	46
Gambar 4.28 <i>Load Cases</i> .....	46
Gambar 4.29 <i>Load Combination</i> Ekstrem I.....	47
Gambar 4.30 Nilai FBD untuk Beban Garis Terpusat (BGT) .....	48
Gambar 4.31 Susunan dan Berat Gandar Truk pada Jembatan Integral Box The Green .....	49
Gambar 4.32 Lokasi Jembatan Integral Box The Green pada Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA) .....	50
Gambar 4.33 Lokasi Jembatan Integral Box The Green pada Peta Respons Spektra Percepatan 0,2 Detik .....	54
Gambar 4.34 Periode Getar Vertikal.....	56
Gambar 4.35 Pengaruh Beban Mati pada Dinding Tengah Kiri .....	57
Gambar 4.36 Pengaruh Beban Mati Tambahan (Beban Aspal) pada Dinding Tengah Kiri .....	58



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.37 Pengaruh Beban Lalu Lintas (Beban Truk “T”) pada Dinding Tengah Kiri .....	58
Gambar 4.38 Pengaruh Beban Mati pada Dinding Tengah Kanan .....	58
Gambar 4.39 Pengaruh Beban Mati Tambahan (Beban Aspal) pada Dinding Tengah Kanan .....	59
Gambar 4.40 Pengaruh Beban Lalu Lintas (Beban Truk “T”) pada Dinding Tengah Kanan .....	59
Gambar 4.41 Beban Mati Tambahan: Beban Aspal ( $q_{SDL}$ ).....	63
Gambar 4.42 Beban Lalu Lintas: Beban Truk “T” ( $T_{LL}$ ).....	63
Gambar 4.43 Beban Tekanan Lateral Gempa Aktif: Dorongan Horizontal Dinamik ( $P_{AE}$ ) .....	63
Gambar 4.44 Beban Tekanan Lateral Gempa Pasif ( $E_{PE}$ ).....	64
Gambar 4.45 Beban Gempa Vertikal ( $E_V$ ).....	64
Gambar 4.46 Tekanan Tanah Lateral Aktif ( $\sigma_a$ ).....	64
Gambar 4.47 Konstanta Pegas .....	65
Gambar 4.48 Hasil <i>Check of Structure</i> pada Dinding Tengah Kiri .....	65
Gambar 4.49 Perolehan Momen pada Dinding Tengah Kiri .....	66
Gambar 4.50 Tinggi Efektif (d) Penampang Dinding Tengah Kiri dalam mm .....	67
Gambar 4.51 Hasil <i>Check of Structure</i> pada Dinding Tengah Kanan .....	69
Gambar 4.52 Perolehan Momen pada Dinding Tengah Kanan .....	70
Gambar 4.53 Tinggi Efektif (d) Penampang Dinding Tengah Kanan dalam mm .....	70



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan proyek konstruksi di seluruh daerah terus dikembangkan agar terciptanya fasilitas-fasilitas yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kemajuan sosial ekonomi secara berkesinambungan (Khasanah, dkk., 2017). Proyek jalan tol adalah salah satu bentuk pembangunan dan pengembangan sektor infrastruktur yang dilakukan pemerintah. Berdasarkan data dari Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), hingga akhir tahun 2021 pembangunan jalan tol khususnya di wilayah Jabodetabek sudah mencapai 298,71 km ([bpjt.pu.go.id](http://bpjt.pu.go.id), 2022). Jalan tol dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas jalan seiring dengan makin tingginya volume lalu lintas.

Salah satu proyek pembangunan jalan tol di wilayah Jabodetabek yang sedang dilaksanakan saat ini adalah proyek pembangunan Jalan Tol Serpong – Balaraja. Proyek pembangunan Jalan Tol Serpong – Balaraja (Serbaraja) dibagi menjadi 3 seksi, dengan pelaksanaan pada ruas jalan tol seksi 1 yang dibagi menjadi 2, yaitu seksi 1A Serpong – AEON dan seksi 1B AEON – Legok. Pembangunan proyek Jalan Tol Serpong – Balaraja (Serbaraja) memberikan peran penting dalam peningkatan akses konektivitas dan peningkatan perekonomian masyarakat Banten, Jakarta, dan sekitarnya yang semakin lancar, juga menjadi akses menuju Merak dan Lampung. Dengan meningkatnya konektivitas, kawasan industri yang terkonsentrasi di Tangerang hingga Serang dan Cilegon dapat terlayani kebutuhan logistiknya.

Pada ruas Jalan Tol Serbaraja Seksi 1A dengan panjang 5,15 km, terdapat 10 struktur utama berupa jembatan parsial dan jembatan integral. Struktur jembatan integral yang ada pada pembangunan proyek Jalan Tol Serbaraja Seksi 1A ini di antaranya adalah berupa *underpass* yang berbentuk *box*. Salah satu struktur tersebut adalah Box The Green yang merupakan sebuah struktur jembatan integral yang berupa *underpass* dengan 3 *cell box culvert*. Struktur Box The Green mempunyai panjang sekitar 30 meter yang dibangun pada STA 0+525 – STA 0+556. Perencanaan struktur Box The Green berada di atas tanah yang daya dukungnya





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sangat baik yaitu dengan nilai SPT 60. Namun, berdasarkan data *Shop Drawing* dan hasil pengukuran di lapangan, didapatkan struktur Box The Green mempunyai dimensi pilar berupa dinding tengah yang berukuran lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya.

Sebuah bangunan harus dirancang untuk tetap aman dan tidak mengalami kerusakan yang besar selama terjadinya gempa bumi. Namun, dari peristiwa-peristiwa gempa bumi yang pernah terjadi, banyak bangunan yang mengalami keruntuhan karena terjadi kegagalan pada elemen struktur vertikal. Pada saat terjadi gempa bumi, kolom sebuah bangunan diharapkan lebih kuat daripada baloknya (H. & Amin, 2019). Oleh karena itu, dimensi kolom harus lebih besar perbandingannya terhadap dimensi balok dalam perencanaan suatu struktur bangunan (Purnama, 2021) dan kolom dalam sebuah bangunan harus kuat dan kaku sehingga tidak akan mengalami kegagalan besar akibat bencana gempa bumi (Swamy et al., 2015).

Pada tahun 1995 di kota Kobe, Jepang, terjadi bencana gempa bumi besar yang dikenal dengan sebutan “*The Great Hanshin Earthquake*” yang menimbulkan banyak korban jiwa dan kerugian besar termasuk kerusakan struktur-struktur bangunan dan sarana jalan. Salah satu struktur beton bertulang bawah tanah yang serupa dengan jembatan integral berbentuk *box*, yaitu *Daikai Subway Station*, mengalami keruntuhan akibat bencana gempa bumi tersebut. Keruntuhan Stasiun Daikai ini terjadi karena adanya kegagalan pada kolom tengah yang memiliki dimensi lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya dan diakibatkan juga oleh adanya pengaruh gaya gempa vertikal. Keruntuhan terjadi di lebih dari setengah kolom tengah yang mengakibatkan runtuhnya pelat atas dan penurunan lapisan tanah di atas stasiun sedalam kurang lebih 2,5 m (Iida et al., 1996).

Berdasarkan latar belakang dan studi kasus di atas, dengan dimensi pilar yang berupa dinding tengah berukuran lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya, struktur jembatan integral Box The Green dikhawatirkan akan mengalami keruntuhan apabila terkena pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa khususnya beban gempa vertikal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi kapasitas pilar pada struktur jembatan integral Box The Green terhadap pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa vertikal yang



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dituangkan ke dalam judul *“Evaluasi Kapasitas Pilar pada Jembatan Integral Terhadap Pengaruh Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa Vertikal”*.

## 1.2 Masalah Penelitian

Dalam menentukan inti permasalahan dari penelitian ini, perlu dilakukan identifikasi masalah dan perumusan masalah berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya.

### 1.2.1 Identifikasi Masalah

Struktur jembatan integral yang berupa *underpass* dengan 3 *cell box culvert*, Box The Green, memiliki dimensi pilar berupa dinding tengah yang berukuran lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya. Struktur ini dikhawatirkan akan mengalami keruntuhan saat terjadi gempa vertikal. Maka dari itu, pada penelitian ini dilakukan evaluasi kapasitas pilar pada jembatan integral Box The Green terhadap pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa vertikal.

### 1.2.2 Perumusan Masalah

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas adalah:

1. Bagaimana kapasitas pilar pada jembatan integral Box The Green dengan dimensi pilar berupa dinding tengah yang berukuran lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya terhadap pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa vertikal.
2. Bagaimana justifikasi penanganan yang tepat apabila struktur Box The Green tidak kuat.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi kapasitas pilar pada jembatan integral Box The Green dengan dimensi pilar berupa dinding tengah yang berukuran lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya terhadap pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa vertikal.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menjustifikasi penanganan yang tepat apabila struktur Box The Green tidak kuat.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian yang sudah dipaparkan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain.

1. Sebagai syarat kelulusan bagi mahasiswa program studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
2. Menjadi referensi bagi perencana dalam merencanakan suatu struktur jembatan integral berbentuk *box*.
3. Menjadi dasar penentuan justifikasi penanganan pada struktur jembatan integral berbentuk *box* dengan dimensi pilar atau dinding tengah lebih tipis dari pelat atasnya.

#### 1.5 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian tugas akhir ini, agar penelitian lebih terfokus pada sasaran yang ditetapkan, maka perlu dibatasi pembahasan masalah menjadi pokok-pokok bahasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Jalan Tol Serbaraja Seksi 1A.
2. Objek penelitian yang ditinjau adalah struktur Box The Green di STA 0+525 – STA 0+556.
3. Data primer yang berupa dimensi struktur dan data sekunder yang berupa *Shop Drawing* dan data tanah diperoleh dari PT. Multi Phi Beta.
4. Evaluasi kapasitas hanya dilakukan pada pilar berupa dinding tengah pada struktur Box The Green.
5. Kapasitas pilar dievaluasi hanya berdasarkan hasil analisis kapasitas tulangan yang terpasang
6. Hanya menjustifikasi tipe perkuatan yang tepat apabila struktur Box The Green tidak kuat.



## 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini disusun secara sistematis yang terbagi dalam lima bab, yaitu:

- A. BAB I PENDAHULUAN  
Berisikan latar belakang, masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan. Dimensi pilar atau dinding tengah Box The Green yang berukuran lebih tipis dibandingkan dengan dimensi pelat atasnya dikhawatirkan akan mengakibatkan runtuh pada struktur jembatan integral yang berupa *underpass* dengan 3 *cell box culvert* ini apabila terkena pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa vertikal.
- B. BAB II TINJAUAN PUSTAKA  
Berisikan tentang dasar teori yang digunakan untuk menganalisis data. Teori yang digunakan dalam mendukung penelitian ini adalah teori-teori mengenai pembebanan pada struktur jembatan integral berbentuk *box*.
- C. BAB III METODOLOGI PENELITIAN  
Berisikan tentang metodologi yang digunakan dalam penelitian yang tertuang dalam bentuk bagan alir, juga objek atau lokasi penelitian, pengumpulan data, dan analisis data.
- D. BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN  
Berisikan tentang hasil dari pengumpulan data primer berupa dimensi struktur dan data sekunder berupa *Shop Drawing* dan data tanah; dan pembahasan mengenai evaluasi kapasitas pilar pada jembatan integral terhadap pengaruh beban lalu lintas dan beban gempa vertikal dan melakukan justifikasi penanganan yang tepat apabila struktur tidak kuat.
- E. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berisikan tentang kesimpulan dari hasil analisis yang menjawab permasalahan, dilanjutkan dengan saran yang diperlukan untuk studi terkait selanjutnya.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang terurai pada subbab 4.2, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil evaluasi kapasitas pilar jembatan integral Box The Green pada saat adanya pengaruh beban gempa vertikal (kombinasi beban Ekstrem I) baik pada dinding tengah kiri maupun dinding tengah kanan adalah kuat. Tulangan longitudinal D32–150 yang terpasang sudah memadai apabila dibandingkan dengan hasil analisis yang didapatkan.
2. Karena hasil evaluasi kapasitas pilar jembatan integral Box The Green masih kuat atau memadai, maka struktur pilar tidak memerlukan perkuatan.

### 5.2 Saran

Penulis memberikan saran kepada para perencana agar ke depannya dalam merencanakan suatu struktur jembatan integral berbentuk *box* dapat memperhatikan dimensi dari kolom (pilar atau dinding tengah) dan baloknya (pelat atas), supaya dengan perbandingan antara dimensi kolom yang lebih besar dari dimensi balok dapat dihindari suatu kegagalan atau keruntuhan yang besar pada stuktur jembatan integral ketika terjadi bencana gempa bumi.



## DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers (ASCE). (2017). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (ASCE/SEI 7-16). In *ASCE Standard* (Issues 7–10). American Society of Civil Engineers (ASCE).
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 4153:2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT. ICS 93.020*, 1–20.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016a). *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. ICS 93.040*, 1–75.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016b). *SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. ICS 91.120.25*, 1–70.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design International Fifth Edition*. In *Civil Engineering Materials*.
- BPJT - Badan Pengatur Jalan Tol. (n.d.). Retrieved February 23, 2022, from <https://bpjt.pu.go.id/konten/progress/beroperasi>
- Bureau of Indian Standards (BIS). (2013). IS 15988:2013 Seismic Evaluation and Strengthening of Existing Reinforced Concrete Buildings - Guidelines. In *Indian Standards* (pp. 1–25).
- Das, B. M. (1993). Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis. *Erlangga*, 239.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. (2008). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Jembatan*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2011). *Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton Pada Jembatan* (p. 335).
- Ghosh, S. K., & Gupta, P. Das. (2018). *Explicit Consideration of Vertical Earthquake Ground Motion in the Design of Structures* (pp. 44–56). 3rd RN Raikar Memorial Intl. Conference & Gettu-Kodur Intl. Symposium on Advances In Science & Technology Of Concrete.
- H., R. L., & Amin, J. A. (2019). *Effect of Strong Column Weak Beam ( SCWB ) ratio on seismic vulnerability of 2-story RC frame and its fragility analysis* . 6(1), 946–952.
- Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II. Gadjah Mada University Press*, 91(5), 1–398.
- Huo, H., Bobet, A., Fernández, G., & Ramírez, J. (2005). Load Transfer Mechanisms between Underground Structure and Surrounding Ground: Evaluation of the Failure of the Daikai Station. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 131(12), 1522–1533. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)1090-0241\(2005\)131:12\(1522\)](https://doi.org/10.1061/(asce)1090-0241(2005)131:12(1522))
- Iida, H., Hiroto, T., Yoshida, N., & Iwafuji, M. (1996). Damage to Daikai subway station. *Soils and Foundations, Special*, 283–300. [https://doi.org/10.3208/sandf.36.special\\_283](https://doi.org/10.3208/sandf.36.special_283)
- Japan Society of Civil Engineers. (2015). *2015 Outstanding Civil Engineering Achievement Award*. [https://www.jsce-int.org/a\\_t/achievement/civil/2015](https://www.jsce-int.org/a_t/achievement/civil/2015)
- Kandati, T. S., Pandaleke, R. E., & Handono, B. D. (2018). Pengaruh Penambahan Tulangan Dengan Menggunakan Chemichal Anchor Terhadap Kapasitas Lentur Dan Geser Pada Pondasi Beton Bertulang. *Sipil Statik*, 6(9), 649–656.
- Kaontole, J. T., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Evaluasi Kapasitas Kolom Beton Bertulang yang Diperkuat dengan Metode Concrete Jacketing. *Jurnal Sipil Statik*, 3(3), 167–174.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/8151>  
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Perkuatan Jembatan* (p. 81).
- Khasanah, U., Nugraha, N., & Kokotiasa, W. (2017). Dampak Pembangunan Jalan Tol Solo-Kertosonoterhadap Hak Ekonomi Masyarakat Desa Kasreman Kecamatan Geneng Kabupaten Ngawi. *Citizenship Jurnal Pancasila Dan Kewarganegaraan*, 5(2), 108. <https://doi.org/10.25273/citizenship.v5i2.1644>
- Khoeri, H. (2020). Pemilihan Metode Perbaikan Dan Perkuatan Struktur Akibat Gempa (Studi Kasus Pada Bank Sulteng Palu). *Jurnal Konstruksia*, 12(1), 93–104. <https://doi.org/10.24853/jk.12.1.93-104>
- Li, W., & Chen, Q. (2020). Effect of vertical ground motions and overburden depth on the seismic responses of large underground structures. *Engineering Structures*, 205(May 2019), 110073. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.110073>
- Ma, C., Lu, D.-C., Du, X.-L., Qi, C.-Z., & Zhang, X.-Y. (2019). Structural components functionalities and failure mechanism of rectangular underground structures during earthquakes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 119, 265–280. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2019.01.017>
- Metes, E., Toduți, L., Petzek, E., & Băncilă, R. (2018). Integral Bridges - Length Limitation, Transition Slabs, Examples. *Zbornik Radova Građevinskog Fakulteta*, 34(April), 17–24. <https://doi.org/10.14415/konferencijagfs2018.000>
- Przulj, M. (2019). *Integral Concrete Bridges* (pp. 1–24). TDV Consulting GmbH. [https://www.tdv.at/whitepapers/ConcreteAndCompositeBridges/przulj/2008\\_integral\\_concrete\\_bridges.pdf](https://www.tdv.at/whitepapers/ConcreteAndCompositeBridges/przulj/2008_integral_concrete_bridges.pdf)
- Purnama, A. (2021). *Perencanaan Ulang Struktur Atas Menggunakan Konsep Tahan Gempa Dengan Sistem Strong Column Weak Beam Pada Bangunan Rusunawa Kota Kediri the Super Structure Redesign of Flats Construction Kediri Using Earthquake Resistance Concept With Strong Column Weak B. 1*, 1–16. <https://journal.unita.ac.id/index.php/daktilitas>
- Rusyd, I., & Indianto, A. (2019). Redesain Struktur Bawah Jembatan Dengan Kepala Jembatan Tipe Pile Cap. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*, 575–580.
- Saruni, C. V., Dapas, S. O., & Manalip, H. (2017). Evaluasi dan analisis perkuatan bangunan yang bertambah jumlah tingkatnya. *Sipil Statik*, 5(9), 591–602.
- Setiati, N. R. (2017). Analisis Perbandingan Biaya Siklus Hidup Jembatan Integral Terhadap Jembatan Konvensional Gelagar Beton Bertulang Bentang Tunggal. *Prosiding Simposium II - UNIID 2017, September*, 329–336.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2018). Kriteria Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(July), 59–72.
- Standar Nasional Indonesia. (2005). *RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan*.
- Sulistiyono, D., Hilmasyah, A., & Indianto, A. (2015). *Pedoman Perencanaan Underpass* (pp. 0–35). Direktorat Jendral Binamarga.
- Swamy, B. S., Prasad, S. K., & N., S. (2015). Influence of Strong Column & Weak Beam Concept, Soil Type and Seismic Zone on Seismic Performance of R C Frames From Pushover Analysis. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 04(16), 61–66. <https://doi.org/10.15623/ijret.2015.0416012>
- Tsinidis, G., de Silva, F., Anastasopoulos, I., Bilotta, E., Bobet, A., Hashash, Y. M. A., He, C., Kampas, G., Knappett, J., Madabhushi, G., Nikitas, N., Pitilakis, K.,





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Silvestri, F., Viggiani, G., & Fuentes, R. (2020). Seismic behaviour of tunnels: From experiments to analysis. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 99, 103334. <https://doi.org/10.1016/J.TUST.2020.103334>

Wang, Z., Hu, Z., Lai, J., Wang, H., Wang, K., & Zan, W. (2019). Settlement Characteristics of Jacked Box Tunneling underneath a Highway Embankment. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 33(2), 04019005. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001269](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001269)

Xu, C., Zhang, Z., Li, Y., & Du, X. (2020). Validation of a numerical model based on dynamic centrifuge tests and studies on the earthquake damage mechanism of underground frame structures. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 104(June), 103538. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103538>

Yakin, Y. A., Pratiwi, D. S., & Bilaldy, B. F. (2020). Analisis Konstanta Pegas pada Fondasi Tiang (Studi Kasus: Gedung Type B DPRD Surabaya). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 6(1), 42. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i1.42>

Zhang, Z., Xu, C., Li, Y., Du, X., & Han, R. (2021). Research on earthquake damage mechanism of a subway station structure based on centrifuge shaking table tests and numerical analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 783(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/783/1/012035>



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA