

**SKRIPSI**

**EVALUASI PERILAKU DINAMIK JEMBATAN  
AKIBAT KERUSAKAN STRUKTURAL PADA  
MODEL JEMBATAN TUMPUAN SEDERHANA DAN  
JEMBATAN INTEGRAL**



**NICO HUSIN  
NPM: 2013410047**

**PEMBIMBING: Dr.-Ing. Dina Rubiana Widarda**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XII/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

**SKRIPSI**

**EVALUASI PERILAKU DINAMIK JEMBATAN  
AKIBAT KERUSAKAN STRUKTURAL PADA  
MODEL JEMBATAN TUMPUAN SEDERHANA DAN  
JEMBATAN INTEGRAL**



**NICO HUSIN  
NPM: 2013410047**

**BANDUNG, 13 JANUARI 2017**

**PEMBIMBING:**

**Dr.-Ing. Dina Rubiana Widarda**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XII/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

# PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Nico Husin

NPM : 2013410047

dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : EVALUASI PERILAKU DINAMIK JEMBATAN AKIBAT KERUSAKAN STRUKTURAL PADA MODEL JEMBATAN TUMPUAN SEDERHANA DAN JEMBATAN INTEGRAL adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Januari 2017



Nico Husin

2013410047

# **EVALUASI PERILAKU DINAMIK JEMBATAN AKIBAT KERUSAKAN STRUKTURAL PADA MODEL JEMBATAN TUMPUAN SEDERHANA DAN JEMBATAN INTEGRAL**

Nico Husin  
NPM : 2013410047

Pembimbing : Dr.-Ing. Dina Rubiana Widarda

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XII/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

## **ABSTRAK**

Terdapat banyak faktor yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur jembatan beton. Salah satunya adalah banjir dan kebakaran pada struktur. Banjir dapat membuat tiang jembatan mengalami *scouring* sedangkan kebakaran akan membuat struktur jembatan beton mengalami penurunan modulus elastisitas dan kuat tekan betonnya. Maka perlunya evaluasi kerusakan pada jembatan yang berupa evaluasi perilaku dinamik. Pada skripsi ini akan dibahas analisis frekuensi alami, ragam getar, dan lendutan struktur jembatan tumpuan sederhana dan integral dengan menggunakan program SAP 2000. Pemodelan kerusakan yang dibahas berdasarkan tinggi suhu kebakaran, panjang kebaran pada jembatan, dan panjang *scouring* yang terjadi. Beban yang digunakan adalah beban dinamik berupa beban sinusoidal. Berdasarkan hasil yang didapatkan, pada suhu 426.7 °C sampai 538.7 °C terjadi penurunan frekuensi alami yang besar bila dibandingkan dengan rentang suhu 21.1 °C sampai 426.7 °C. Lokasi kerusakan mempengaruhi besar penurunan frekuensi alami pada tiap ragam getarnya. Sedangkan pada kasus kerusakan *scouring* penurunan frekuensi alami berbanding lurus dengan bertambahnya panjang *scouring*. Pada tinjauan lendutan, kerusakan pada tengah bentang mengakibatkan penambahan lendutan maksimum terbesar dan lokasi kerusakan mempengaruhi letak lendutan maksimumnya.

Kata kunci : Jembatan tumpuan sederhana, jembatan integral, suhu, *scouring*, analisis dinamik, frekuensi alami, ragam getar, lendutan

# **DYNAMIC BEHAVIOUR EVALUATION OF BRIDGE CAUSED BY STRUCTURAL DAMAGE ON SIMPLY SUPPORTED BRIDGE AND INTEGRAL BRIDGE**

Nico Husin  
NPM : 2013410047

Pembimbing : Dr.-Ing. Dina Rubiana Widarda

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
(Accredited by SK BAN-PT No.: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
**BANDUNG**  
**JANUARY 2017**

## **ABSTRACT**

There are many factors that effect to concrete bridge structure failure. Some of them are flood and fire. Flood can make the pier experienced scouring, and fire can decrease the modulus of elasticity and the compressive strength of concrete. So, it is important to evaluate the bridge's failure for dynamic behavior. This thesis will analyze natural frequency, mode shape, and deflection of the simple supported bridge structure and integral supported bridge structure with SAP 2000 program. The model of failure will be analyzed based on the temperature of fire and the length of scouring. The load that will be used is dynamic load which is sinusoidal load. The result of this research is the bigger drecrement of natural frequency caused by increment of temperature 426.7°C to 538.7°C than from 21.1°C to 426.7°C instead. The decreasing of natural frequency on each variety of vibration is also affected by the damage spot. But on scouring failure case, the decreasing of natural frequency is proportional to the increasing of the length of scouring. On deflection point of view, the damage in the midspan increases the maximum deflection and the damage spot effects the maximum deflection spot.

Keywords : simple supported bridge, integral bridge, temperature, scouring, dynamic analysis, natural frequency, mode shape, deflection

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan sebagaimana mestinya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan serta bimbingan dari banyak pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan lancar. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr.-Ing. Dina Rubiana Widarda., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai.
2. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., MT. selaku dosen penguji yang telah memberi banyak masukan kepada penulis.
3. Ibu Buen Sian, Ir., MT. selaku dosen penguji yang telah memberi banyak masukan kepada penulis.
4. Para dosen, staf Tata Usaha, dan karyawan Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu penulis selama kuliah.
5. Kedua Orang Tua penulis, Liong Foek Sin dan Siauw Sut Lie yang telah memberikan semangat, motivasi serta dukungan materi kepada penulis agar penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Adik penulis Janna Paramitha yang telah memberikan semangat dan menghibur penulis.

7. Teman-teman seperjuangan skripsi, Kevin Riyanto, Hengki Mario Setiawan dan Marthius Marselino Sugeng yang telah motivasi dan dukungan pada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil Unpar 2013 yang memberikan banyak kenangan baik suka maupun duka selama penulis menyelesaikan studi di Unpar.
9. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan banyak dukungan bagi penulis.

Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih bersifat sederhana dan jauh dari sempurna sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk penulis selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan para pembacanya.

Bandung, Januari 2017

  
Nico Husin  
(2013410047)

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penulisan .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	2
1.5 Metode Penulisan .....	3
BAB 2 STUDI PUSTAKA .....	4
2.1 Efek Api Pada Material Beton Bertulang .....	4
2.2 Tingkat Kerusakan Api pada Beton Bertulang .....	8
2.3 Metode Investigasi kerusakan api .....	11
2.3.1 Non-Destructive Testing (NDT) .....	11
2.3.2 Destructive test methods .....	12
2.4 Scouring .....	13
2.4.1 Sonar .....	14



2.4.2	Magnetic Sliding Collar .....	15
2.4.3	Float-Out Device .....	16
2.5	Konsep Dasar Dinamika Struktur .....	17
2.6	Periode Getar.....	18
2.7	Ragam Getar (Mode Shape).....	19
2.8	Deret Fourier .....	19
2.9	Solusi Analitis Struktur Balok Lentur.....	21
<b>BAB 3 STUDI KASUS.....</b>		<b>23</b>
3.1	Pemodelan Struktur .....	23
3.1.1	Pemodelan Struktur Pada Kondisi Normal .....	23
3.1.2	Pemodelan Struktur Pada Kondisi Rusak Akibat Suhu Tinggi.....	25
3.1.3	Pemodelan Struktur Pada Kondisi Scouring .....	30
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>31</b>
4.1	Respon Dinamik Struktur Jembatan Sederhana Pada Kondisi Normal .	31
4.1.1	Analisis Melalui Solusi Analitis.....	31
4.1.2	Analisis Model Melalui Program SAP 2000.....	32
4.2	Respon Dinamik Struktur Jembatan Integral Pada Kondisi Normal .....	35
4.2.1	Analisis Melalui Program Sap .....	36
4.3	Respon Respon Dinamik Struktur Jembatan Sederhana Pada Kondisi Rusak Akibat Suhu Tinggi .....	39
4.3.1	Analisis SAP 2000 Kasus 1 sampai 6 .....	39
4.3.2	Analisis SAP 2000 Kasus 7 sampai 12 .....	45

4.4	Respon Respon Dinamik Struktur Jembatan Integral Pada Kondisi Rusak Akibat Suhu Tinggi.....	51
4.4.1	Analisis SAP 2000 Kasus 1 sampai 6 .....	52
4.4.2	Analisis SAP 2000 Kasus 7 sampai 12 .....	64
4.5	Respon Respon Dinamik Struktur Jembatan Integral Pada Kondisi Scouring .....	76
4.5.1	Analisis Melalui Program Sap 2000 .....	77
4.6	Pembahasan.....	88
4.6.1	Perbandingan Frekuensi Alami Berdasarkan Tinggi Suhu Pembakaran	88
4.6.2	Perbandingan Frekuensi Alami kondisi Scouring.....	96
4.6.3	Perbandingan Lentutan Berdasarkan tinggi suhu dan panjang pembakaran .....	97
4.6.4	Analisis Lentutan Pada Model Jembatan Tumpuan Sederhana Kasus 6 dan 12 berdasarkan beban hidup, gempa, dan berat sendiri.....	103
4.6.5	Analisis Lentutan Pada Model Jembatan Integral Kasus 6 dan 12 berdasarkan beban hidup, gempa, dan berat sendiri .....	104
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		105
5.1	Kesimpulan .....	105
5.2	Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA .....		108

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$a$	= eigenvector atau ragam getar
$c$	= konstanta redaman pada struktur
$d$	= peralihan struktur
$E$	= modulus elastisitas beton
$\xi$	= redaman struktur
$f$	= frekuensi getar
$F$	= beban statis yang bekerja pada struktur
$F_c'$	= kuat tekan beton
$F(t)$	= beban dalam fungsi waktu
$I$	= momen inersia
$\gamma_c$	= massa jenis beton
$k$	= kekakuan struktur
$m$	= massa struktur
$T$	= periode getar
$u$	= peralihan sebagai fungsi waktu
$\dot{u}$	= kecepatan sebagai fungsi waktu
$\ddot{u}$	= percepatan sebagai fungsi waktu
$\omega$	= frekuensi alami

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gambar Pemodelan Jembatan yang akan di tinjau.....	2
Gambar 2. 1 Grafik efek suhu tinggi terhadap Kuat Tekan Siliceous Aggregate Concrete .....	4
Gambar 2. 2 Grafik efek suhu tinggi terhadap Kuat Tekan Carbonate Agregate Concrete .....	5
Gambar 2. 3 Grafik efek suhu tinggi terhadap Kuat Tekan Lightweight Aggregate Concrete .....	5
Gambar 2. 4 Grafik penurunan modulus elastisitas beton akibat efek suhu tinggi.	7
Gambar 2. 5 Grafik penurunan mutu baja tulangan akibat efek suhu tinggi .....	8
Gambar 2. 6 Grafik penurunan mutu baja tulangan akibat efek suhu tinggi .....	8
Gambar 2. 7 Tabel Tingkatan Kerusakan Akibat Api .....	9
Gambar 2. 8 Alat metode Impact-Echo.....	12
Gambar 2. 9 Proses Scouring .....	14
Gambar 2. 10 Sonar.....	15
Gambar 2. 11 Magnetic Sliding Collar .....	16
Gambar 2. 12 Float-Out Device .....	17
Gambar 2. 13 Struktur Balok Lentur (Clough dan Penzien, 1995).....	21
Gambar 2. 14 Frekuensi Alami dan Ragam Getar Solusi Analitis .....	22
Gambar 3. 1 Beban Statik Pada Model Jembatan Integral .....	24
Gambar 3. 2 Beban Statik Model Jembatan Tumpuan Sederhana.....	24
Gambar 3. 3 Beban Harmonik .....	24

Gambar 3. 4 Model Perubahan Kekuatan Struktur Jembatan Tumpuan Sederhana Pada Tengah Bentang.....	28
Gambar 3. 5 Model Perubahan Kekuatan Struktur Jembatan Tumpuan Sederhana Pada $\frac{1}{4}$ Bentang.....	28
Gambar 3. 6 Model Perubahan Kekuatan Struktur Jembatan integral Pada Tengah Bentang balok.....	28
Gambar 3. 7 Model Perubahan Kekuatan Struktur Jembatan integral di sekitar joint antara balok dan kolom.....	28
Gambar 4. 1 Lokasi Joint yang Dianalisis .....	33
Gambar 4. 2 Ragam Getar 1 Struktur Balok Tumpuan Sederhana Keadaan Awal .....	34
Gambar 4. 3 Ragam Getar 2 Struktur Balok Tumpuan Sederhana Keadaan Awal .....	34
Gambar 4. 4 Ragam Getar 3 Struktur Balok Tumpuan Sederhana Keadaan awal	35
Gambar 4. 5 Ragam Pertama Keadaan Awal Jembatan Integral .....	37
Gambar 4. 6 Ragam Getar Kedua Keadaan Awal Jembatan Integral .....	38
Gambar 4. 7 Ragam Getar Ketiga Keadaan Awal Jembatan Integral.....	39
Gambar 4. 8 Ragam Getar Pertama kasus 1 sampai 6 .....	42
Gambar 4. 9 Rgam Getar Kedua Kasus 1 Sampai 6 .....	43
Gambar 4. 10 Ragam Getar Ketiga Kasus 1 Sampai 6 .....	45
Gambar 4. 11 Ragam Getar Pertama Kasus 7 Sampai 12.....	48
Gambar 4. 12 Ragam Getar Kedua Kasus 7 sampai 12 .....	49
Gambar 4. 13 Ragam Ketiga Kasus 7 sampai 12.....	51

Gambar 4. 14 Ragam Getar Pertama Balok Pada Kasus 1 sampai 6 .....	54
Gambar 4. 15 Ragam Getar Pertama Kolom Kiri dan Kanan pada Kasus 1 sampai 6.....	55
Gambar 4. 16 Ragam Getar Pertama Kolom Tengah pada Kasus 1 sampai 6.....	56
Gambar 4. 17 Ragam Getar Kedua Balok Pada Kasus 1 sampai 6.....	57
Gambar 4. 18 Ragam Getar Kedua Kolom Kiri dan Kanan Pada Kasus 1 Sampai 6.....	59
Gambar 4. 19 Ragam Getar Kedua Kolom Tengah Pada Kasus 1 Sampai 6.....	60
Gambar 4. 20 Ragam Getar Ketiga Balok Kasus 1 sampai 6 .....	61
Gambar 4. 21 Ragam Getar Ketiga Kolom Kiri dan Kanan Pada Kasus 1 Sampai 6 .....	62
Gambar 4. 22 Ragam Getar Ketiga Kolom Tengah Pada Kasus 1 Sampai 6 .....	63
Gambar 4. 23 Ragam Getar Pertama Balok Pada Kasus 7 Sampai 12 .....	66
Gambar 4. 24 Ragam Getar Pertama Kolom Pinggir Pada Kasus 7 Sampai 12 ...	67
Gambar 4. 25 Ragam Getar Pertama Kolom Tengah Pada Kasus 7 Sampai 12...	68
Gambar 4. 26 Ragam Getar Kedua Balok Pada Kasus 7 Sampai 12 .....	70
Gambar 4. 27 Ragam Getar Kedua Kolom Pinggir Pada Kasus 7 Sampai 12.....	71
Gambar 4. 28 Ragam Getar Kedua Kolom Tengah Pada Kasus 7 Sampai 12.....	72
Gambar 4. 29 Ragam Getar Ketiga Balok Pada Kasus 7 Sampai 12.....	74
Gambar 4. 30 Ragam Getar Ketiga Kolom Pinggir Pada kasus 7 sampai 12 .....	75
Gambar 4. 31 Ragam Getar Ketiga Kolom Tengah Pada Kasus 7 Sampai 12 .....	76
Gambar 4. 32 Ragam Getar Pertama Pada balok.....	78
Gambar 4. 33 Ragam Getar Pertama Pada Kolom Tengah.....	79
Gambar 4. 34 Ragam Getar Pertama Kolom Pinggir.....	80

Gambar 4. 35 Ragam Getar Kedua Pada Balok.....	81
Gambar 4. 36 Ragam Getar Kedua Pada Kolom Tengah .....	82
Gambar 4. 37 Ragam Getar Kolom Pinggir.....	83
Gambar 4. 38 Ragam Getar Ketiga Pada Balok.....	84
Gambar 4. 39 Ragam Getar Ketiga Pada Kolom Tengah .....	85
Gambar 4. 40 Ragam Getar ketiga Pada Kolom Pinggir .....	86
Gambar 4. 41 Grafik Tinggi Suhu vs Pengurangan Frekuensi Alami Kerusakan Pada Tengah Bentang Jembatan Tumpuan Sederhana.....	89
Gambar 4. 42 Grafik Tinggi Suhu vs Pengurangan Frekuensi Alami Pada $\frac{1}{4}$ Bentang Jembatan Tumpuan Sederhana .....	91
Gambar 4. 43 Grafik Tinggi Suhu vs Pengurangan Frekuensi Alami Pada Tengah Bentang Balok Jembatan Integral .....	93
Gambar 4. 44 Grafik Tinggi Suhu vs Pengurangan Frekuensi Alami Pada Joint Balok Kolom Jembatan Integral .....	95
Gambar 4. 45 Grafik Penambahan Kedalaman Scouring vs Pengurangan Frekuensi Alami.....	97
Gambar 4. 46 Grafik Penambahan Lendutan Maksimum Vs Suhu Pada Balok Tumpuan Sederhana.....	98
Gambar 4. 47 Penambahan Lendutan Maksimum Vs Suhu Pada Balok Tumpuan Sederhana .....	99
Gambar 4. 48 Penambahan Lendutan Pada $\frac{1}{4}$ Bentang Vs Suhu Pada Balok Tumpuan Sederhana.....	100
Gambar 4. 49 Pertambahan Lendutan Maksimum Vs Suhu Pada Jembatan Integral .....	101

Gambar 4. 50 Penambahan Lendutan Maksimum Vs Suhu Pada Balok Jembatan Integral .....	102
Gambar 4. 51 Penambahan Lendutan Lokasi Joint Balok Kolom Vs Suhu Pada Balok Jembatan Integral.....	102



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kasus Model Jembatan Tumpuan Sederhana .....	26
Tabel 3. 2 Kasus Model Jembatan Integral.....	27
Tabel 4. 1 Tabel Nilai Frekuensi Alami Berdasarkan Solusi Analitis.....	32
Tabel 4. 2 Tabel nilai frekuensi alami keadaan awal jembatan tumpuan sederhana berdasarkan SAP 2000 .....	32
Tabel 4. 3 Tabel ragam getar pertama, kedua, dan ketiga.....	33
Tabel 4. 4 Tabel nilai frekuensi alami jembatan integral berdasarkan SAP 2000	36
Tabel 4. 5 Koordinat Ragam Getar Pertama .....	36
Tabel 4. 6 Koordinat Ragam Getar Kedua.....	37
Tabel 4. 7 Koordinat Ragam Getar Ketiga.....	38
Tabel 4. 8 Ragam Getar Pertama Pada Kasus 1 sampai 6 .....	40
Tabel 4. 9 Tabel Frekuensi alami Kasus 1 sampai 6.....	40
Tabel 4. 10 Ragam Getar Kedua Pada Kasus 1 sampai 6 .....	43
Tabel 4. 11 Ragam Getar Ketiga Pada Kasus 1 sampai 6.....	44
Tabel 4. 12 Tabel Frekuensi alami Kasus 7 sampai 12.....	46
Tabel 4. 13 Ragam Getar Pertama Pada Kasus 7 sampai 12 .....	47
Tabel 4. 14 Ragam Getar Kedua Pada Kasus 7 sampai 12 .....	49
Tabel 4. 15 Ragam Getar Ketiga Kasus 7 sampai 12.....	50
Tabel 4. 16 Frekuensi Alami Kasus 1 Sampai 6 .....	52
Tabel 4. 17 Tabel Ragam Getar Pertama Balok pada Kasus 1 Sampai 6 .....	53
Tabel 4. 18 Ragam Getar Pertama Kolom kiri Pada Kasus 1 sampai 6.....	54
Tabel 4. 19 Ragam Getar Pertama Kolom kanan Pada Kasus 1 sampai 6.....	55

Tabel 4. 20 Ragam Getar Pertama Kolom Tengah Pada Kasus 1 sampai 6 .....	56
Tabel 4. 21 Ragam Getar Kedua Balok Pada Kasus 1 sampai 6.....	57
Tabel 4. 22 Ragam Getar kedua Kolom Kiri pada Kasus 1 Sampai 6.....	58
Tabel 4. 23 Ragam Kedua Kolom Kanan Pada Kasus 1 sampai 6 .....	58
Tabel 4. 24 Ragam Getar Kedua Pada Kolom Tengah .....	59
Tabel 4. 25 Ragam Getar Ketiga Balok Pada Kasus 1 Sampai 6.....	60
Tabel 4. 26 Ragam Getar Kolom Kiri Pada Kasus 1 sampai 6.....	62
Tabel 4. 27 Ragam Getar Ketiga Kolom Kanan Pada Kasus 1 Sampai 6.....	62
Tabel 4. 28 Ragam Getar Ketiga Kolom Tengah Pada Kasus 1 Sampai 6 .....	63
Tabel 4. 29 Frekuensi Alami Kasus 7 Sampai 12 .....	64
Tabel 4. 30 Ragam Getar Pertama Balok Pada Kasus 7 Sampai 12 .....	65
Tabel 4. 31 Ragam Pertama Kolom pinggir Pada Kasus 7 Sampai 12 .....	67
Tabel 4. 32 Ragam Getar Pertama Kolom Tengah Pada Kasus 7 Sampai 12.....	68
Tabel 4. 33 Ragam Getar Kedua Balok Pada Kasus 7 Sampai 12.....	69
Tabel 4. 34 Ragam Getar Kedua Kolom Pinggir Pada Kasus 7 Sampai 12.....	70
Tabel 4. 35 Ragam Getar Kedua Kolom Tengah Pada Kasus 7 Sampai 12 .....	71
Tabel 4. 36 Ragam Getar Ketiga Balok Pada Kasus 7 Sampai 12.....	73
Tabel 4. 37 Ragaam Getar Ketiga Kolom Pinggir Pada Kasus 7 Sampai 12.....	74
Tabel 4. 38 Ragam Getar ketiga Kolom Tengah Pada Kasus 7 Sampai 12.....	75
Tabel 4. 39 Frekuensi Alami Model Kerusakan Scouring.....	77
Tabel 4. 40 Ragam Getar Pertama Pada Balok .....	78
Tabel 4. 41 Ragam Getar Pertama Pada Kolom Tengah .....	79
Tabel 4. 42 Ragam Getar Pertama Kolom Pinggir .....	80
Tabel 4. 43 Ragam Getar Kedua Pada Balok.....	81

Tabel 4. 44 Ragam Getar Kedua Pada Kolom Tengah .....	82
Tabel 4. 45 Ragam Getar Ketiga Pada Kolom Pinggir .....	83
Tabel 4. 46 Ragam Getar Ketiga Pada Balok .....	84
Tabel 4. 47 Ragam Getar Ketiga Pada Kolom Tengah .....	85
Tabel 4. 48 Ragam Getar ketiga Pada Kolom Pinggir .....	86
Tabel 4. 49 Perbandingan Frekuensi Alami Berdasarkan Tinggi Suhu Pembakaran pada tengah bentang jembatan sederhana .....	88
Tabel 4. 50 Perbandingan Frekuensi Alami Berdasarkan Tinggi Suhu Pembakaran pada $\frac{1}{4}$ bentang jembatan sederhana .....	90
Tabel 4. 51 Perbandingan Frekuensi Alami Berdasarkan Tinggi Suhu Pembakaran Pada Tengah Bentang Balok Jembatan Integral.....	92
Tabel 4. 52 Perbandingan Penurunan Frekuensi Alami Berdasarkan Tinggi Suhu Pembakaran pada joint antara kolom tengah dan balok.....	94
Tabel 4. 53 Perbandingan Penurunan Frekuensi Alami Berdasarkan Penambahan Kedalaman Scouring .....	96
Tabel 4. 54 Pertambahan Lendutan Maksimum (%) Vs Suhu Balok Tumpuan Sederhana .....	97
Tabel 4. 55 Penambahan Lendutan Maksimum Dan Lendutan $\frac{1}{4}$ Bentang Vs Suhu Balok Tumpuan Sederhana .....	98
Tabel 4. 56 Penambahan Lendutan Maksimum Vs Suhu Pada Jembatan Integral .....	100
Tabel 4. 57 Penambahan Lendutan Maksimum dan lendutan lokasi joint Vs Suhu Pada Jembatan Integral .....	101

Tabel 4. 58 Perbandingan Pertambahan Lendutan Maksimum Model jembatan Tumpuan Sederhana Berdasarkan Beban Hidup, Gempa dan Berat Sendiri .....	103
Tabel 4. 59 Perbandingan Pertambahan Lendutan Maksimum Model Jembatan Integral Berdasarkan Beban Hidup, Gempa dan Berat Sendiri.....	104

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pemeliharaan dan *monitoring* pada struktur jembatan beton merupakan unsur-unsur yang penting agar jembatan memiliki umur layan yang panjang. Pemeliharaan dan *monitoring* dilakukan dengan memperhatikan adanya faktor *aging* dan korosi yang dapat mengakibatkan kerusakan pada jembatan beton. Hal-hal tersebut tidak dapat dihindari karena diakibatkan oleh alam dan pastinya proses *aging* dan korosi terus berjalan. Tentu bukan hanya faktor *aging* dan korosi saja yang perlu di *monitoring*, tetapi faktor yang mempengaruhi jembatan dalam kurun waktu yang singkat dapat membuat kerusakan yang serius.

Kerusakan kecil pada bagian jembatan yang diakibatkan oleh beberapa kejadian dapat membahayakan jembatan beton meskipun telah dibangun sesuai dengan kebutuhan beban jembatan. Banjir merupakan salah satu bencana yang dapat membuat kerusakan pada jembatan dimana banjir tersebut membawa puing-puing, batang pohon, dan sedimen-sedimen yang menabrak jembatan. Sedimen dan tanah yang berada di dasar tiang jembatan dapat tererosi atau sering disebut dengan *scouring*.

Kerusakan pada jembatan tidak hanya diakibatkan oleh banjir saja, namun juga dapat diakibatkan oleh gempa, api, kapal yang menabrak jembatan, pemeliharaan jembatan yang buruk dan lain-lain. Hal-hal tersebut dapat membuat jembatan berperilaku tidak seperti semula. Ragam kerusakan struktur jembatan

beton ini merubah perilaku atau ragam getar struktur yang dihasilkan beserta gaya dalamnya. Maka dari itu sturuktur jembatan perlu dianalisis kembali.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan pada skripsi ini adalah mencari penyebab kerusakan serta bagaimana memodelkan kerusakan tersebut .

## 1.3 Tujuan Penulisan

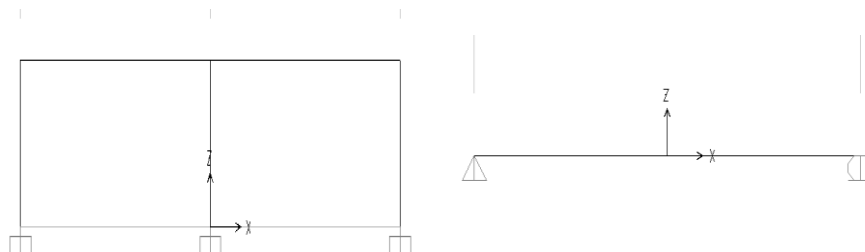
Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Mempelajari berbagai penyebab dan kerusakan pada jembatan
2. Mempelajari pemodelan kerusakan atau kondisi-kondisi tertentu pada jembatan
3. Mengetahui perilaku sturuktur dengan berbagai kerusakan yang dibahas pada skripsi ini
4. Membuat sebuah *bank* studi kerusakan jembatan beton

## 1.4 Pembatasan Masalah

Ruang lingkup masalah dalam penulisan ini adalah:

1. Pemodelan jembatan yang dipakai adalah struktur jembatan integral dan *simply supported bridge* dalam skala laboratorium
2. Ukuran bentang jembatan sekitar 3 meter dan tinggi *pier* 2 meter



**Gambar 1. 1** Gambar Pemodelan Jembatan yang akan di tinjau

3. Mutu beton rencana,  $f_c' = 40$  MPa
4. Mutu baja tulangan,  $f_y = 400$  MPa
5. Pemodelan kerusakan yang dibahas hanya scouring dan kerusakan akibat api saja

### **1.5 Metode Penulisan**

Pada skripsi ini, metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan ilmu pengetahuan dalam pembatasan masalah yang dilakukan. Studi pustaka dapat berupa buku, jurnal dan artikel.

b. Pemodelan numerik

Memodelkan struktur jembatan dalam berbagai kondisi ke model numerik dengan menggunakan program SAP2000