

**ANALISIS PENGARUH *SEQUENCE* PEKERJAAN TERHADAP
STABILITAS BALOK I-GIRDER JEMBATAN BENTANG 30 METER
DAN BENTANG 20 METER**

TUGAS AKHIR



KEMAL ABDUSSALAM SEMADYO

1212004019

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BAKRIE

JAKARTA

2026

**ANALISIS PENGARUH *SEQUENCE* PEKERJAAN TERHADAP
STABILITAS BALOK I-GIRDER JEMBATAN BENTANG 30 METER
DAN BENTANG 20 METER**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Bakrie**



KEMAL ABDUSSALAM SEMADYO

1212004019

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

JAKARTA

2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Kemal Abdussalam Semadyo

NIM : 1212004019

Tanda Tangan :



Tanggal : 9 September 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Kemal Abdussalam Semadyo

NIM : 1212004019

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh *Sequence* Pekerjaan Terhadap Stabilitas Balok I-Girder Jembatan Bentang 30 Meter dan Bentang 20 Meter

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc ()

Pembimbing II : Leonardus Setia Budi Wibowo, S.T., M.T., Ph.D ()

Penguji I : Teuku Muhammad Rasyif, S.T., M.T., Ph.D ()

Penguji II : Susania Novita Putri, S.T., M.T ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 9 September 2026

KATA PENGANTAR

Segala puji serta rasa syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan kemudahan-Nya, sehingga penulis dapat menuntaskan Tugas Akhir berjudul “*Analisis Pengaruh Sequence Pekerjaan Terhadap Stabilitas Balok I-Girder Jembatan Bentang 30 Meter dan Bentang 20 Meter*”. Karya ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bakrie.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari doa, dukungan, serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta semangat tanpa henti.
2. Ibu Prof. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Bakrie, atas kepemimpinan dan dedikasi beliau dalam memajukan pendidikan tinggi.
3. Ibu Fatin Adriati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, atas arahan dan dukungan akademik yang sangat berarti.
4. Bapak Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc., dan Bapak Leonardus S. B. Wibowo, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, motivasi, serta ilmu yang diberikan dengan penuh kesabaran dan ketulusan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Teuku Muhammad Rasyif S.T., M.T., Ph.D dan Ibu Susania Novita Putri S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan arahan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah membekali penulis dengan pengetahuan dan wawasan di bidang teknik sipil.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2021 yang menjadi sahabat seperjuangan, serta memberikan semangat dan dukungan sepanjang masa studi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga karya ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi positif, baik bagi pengembangan dunia akademik maupun praktik rekayasa struktur di Indonesia.

Jakarta, September 2026

Kemal Abdussalam Semadyo

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

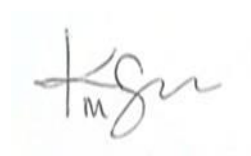
Nama : Kemal Abdussalam Semadyo
NIM : 1212004019
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS PENGARUH *SEQUENCE* PEKERJAAN TERHADAP
STABILITAS BALOK I-GIRDER JEMBATAN BENTANG 30 METER DAN
BENTANG 20 METER**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti, Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 9 September 2026
Yang menyatakan



(Kemal Abdussalam Semadyo)

ABSTRAK

Analisis Pengaruh *Sequence* Pekerjaan Terhadap Stabilitas Balok I-Girder Jembatan Bentang 30 Meter dan Bentang 20 MeterKemal Abdussalam Semadyo

Pembangunan jembatan dengan sistem gelagar beton pracetak prategang (*Precast Concrete I-Girder*) menuntut perhatian khusus terhadap stabilitas struktur pada tahap konstruksi sementara, mengingat kegagalan pada tahap ini telah beberapa kali menyebabkan insiden di lapangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *sequence* pekerjaan terhadap stabilitas balok I-Girder pada Jembatan Kretek–Girijati, yang memiliki bentang 30 meter dan 20 meter. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis numerik (*Nonlinear Staged Construction Analysis*) dengan SAP2000, dengan girder dimodelkan sebagai elemen *frame*. Pembebanan meliputi beban berat sendiri, beban gempa dengan pendekatan respons spektrum, serta kombinasi pembebanan sesuai SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016, dianalisis pada 12 tahap *sequence* pemasangan girder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *sequence* pekerjaan berpengaruh nyata terhadap stabilitas struktur pada bentang 30 meter, tahap sebelum diafragma pengaku terpasang penuh *sequence* 2, 3, dan 5 menghasilkan *displacement* arah Y yang melebihi batas lendutan izin $L/800$ -37,5 mm, tertinggi mencapai -123 mm pada *sequence* 2 akibat beban kombinasi, sedangkan tahap setelah diafragma terpasang *sequence* 1, 4, dan 6 berada jauh di bawah batas izin. Sebaliknya, seluruh tahap *sequence* pada bentang 20 meter menunjukkan *displacement* yang konsisten sangat kecil dan aman. Dari aspek tegangan, seluruh *sequence* pada kedua bentang masih berada dalam batas izin material. Penelitian ini menyimpulkan bahwa bentang 30 meter memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap ketidakstabilan sementara dibandingkan bentang 20 meter, sehingga memerlukan pengendalian dan pengawasan lebih ketat, khususnya sebelum pemasangan diafragma pengaku.

Kata kunci: Balok I-Girder, Stabilitas Struktur, *Sequence* Pekerjaan, Analisis Numerik SAP2000, Jembatan Kretek-Girijati

ABSTRACT***Analysis of the Effect of Construction Sequence on the Stability of I-Girder Bridge Beams with 30-Meter and 20-Meter Spans*****Kemal Abdussalam Semadyo**

Bridge construction using precast prestressed concrete I-girders requires special attention to structural stability during the temporary construction phase, given that failures at this stage have previously caused incidents in the field. This study aims to analyze the effect of the work sequence on the stability of I-girders for the Kretek–Girijati Bridge, which features spans of 30 meters and 20 meters. A quantitative method employing a numerical analysis approach (Nonlinear Staged Construction Analysis) via SAP2000 was used, with girders modeled as frame elements. Loading conditions included self-weight, seismic loads using the response spectrum approach, and load combinations in accordance with SNI 1725:2016 and SNI 2833:2016; these were analyzed across 12 girder installation sequence stages. The results indicate that the work sequence significantly affects structural stability for the 30-meter span; specifically, stages prior to the full installation of stiffening diaphragms sequences 2, 3, and 5 resulted in Y-direction displacements exceeding the allowable deflection limit of $L/800$ -37.5 mm, with a maximum displacement of -123 mm observed in sequence 2 under combined loading. Conversely, stages following diaphragm installation sequences 1, 4, and 6 showed displacements well within allowable limits. In contrast, all sequence stages for the 20-meter span exhibited consistently minimal and safe displacements. Regarding stress, all sequences for both spans remained within material allowable limits. The study concludes that the 30-meterspan is more susceptible to temporary instability than the 20-meter span, thereby necessitating stricter control and supervision, particularly prior to the installation of stiffening diaphragms.

Keywords: I-Girder, Structural Stability, Construction Sequence, SAP2000 Numerical Analysis, Kretek-Girijati Bridge

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	4
DEWAN PENGUJI	4
KATA PENGANTAR	vii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	12
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Batasan Masalah	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.6. Sistematika Penulisan	8
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Stabilitas Balok Girder Jembatan.....	9
2.2. Landasan Teori	10
2.3. Pembebanan Jembatan	10
2.3.1. Beban mati berat sendiri (MS).....	10
2.3.2. Beban Gempa.....	11
2.3.3. Kombinasi Pembebanan.....	16
2.4. Software SAP2000	18
2.5. Penelitian Terdahulu	19
BAB III.....	21
METODOLOGI PENELITIAN	21

3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	21
3.2. Lokasi Penelitian	21
3.3. Kerangka Penelitian.....	22
3.4. Data Umum Objek Penelitian	24
3.5. Pengumpulan Data	25
3.6. Data Struktur dan Parameter Desain	25
3.6.1. Data Tanah	25
3.6.2. Spektrum Respon Desain.....	26
3.6.3. Data <i>Sequence</i> Perletakan Sederhana	27
3.6.3. Data Spesifikasi <i>Sequence</i>	28
3.7. Tahapan dan Kondisi Awal.....	31
3.8. Metode Analisis.....	31
BAB IV	39
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Data <i>Sequence</i> Balok Girder Jembatan	39
4.2. Pemodelan <i>Sequence</i> dengan SAP2000	39
4.3. Analisis Stabilitas <i>Sequence</i> Balok Girder dengan SAP2000.....	40
4.4. Batas Izin Lendutan.....	40
4.5. Batas Izin Stress	41
4.6. Pembebanan	41
4.6.1. Beban berat sendiri.....	41
4.6.2. Beban Gempa (EQ).....	41
4.6.3. Beban Kombinasi.....	42
4.7. Elemen Struktur <i>Sequence</i>	43
4.7.1. Mutu Beton	43
4.7.2. Dimensi <i>Sequence</i>	44
4.8. Balok Girder <i>Sequence</i> 1-6 30 Meter.....	45
4.8.1. Perletakan balok girder <i>sequence</i> 1-6	45
4.8.2. Beban berat sendirinya.....	47
4.8.3. <i>Base reaction</i>	47
4.8.4. <i>Displacement Y</i>	48
4.8.5. <i>Displacement Z</i>	49

4.8.6. <i>Stress Y</i>	51
4.8.7. <i>Stress Z</i>	52
4.9. Balok Girder <i>Sequence</i> 7-12 20 Meter	54
4.9.1. Perletakan balok girder <i>sequence</i> 7-12	54
4.9.2. Beban berat sendirinya.....	54
4.9.3. <i>Base reaction</i>	55
4.9.4. <i>Displacement Y</i>	56
4.9.5. <i>Displacement Z</i>	58
4.9.6. <i>Stress Y</i>	58
4.9.7. <i>Stress Z</i>	60
4.10. Rekapitulasi Perbandingan Hasil Analisis 12 <i>Sequence</i> Pekerjaan.....	61
4.11. Indikasi Penyebab Kekosongan Data Stress	63
4.12. Pengaruh <i>Sequence</i> Pekerjaan Terhadap Stabilitas Balok I-Girder Jembatan Bentang 30 Meter	65
4.13. Pengaruh <i>Sequence</i> Pekerjaan Terhadap Stabilitas Balok I-Girder Jembatan Bentang 20 Meter	66
BAB V	67
KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	68
Daftar Pustaka	69
LAMPIRAN - <i>SEQUENCE</i>	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Bentang <i>Sequence</i>	3
Gambar 1. 2 Pemasangan <i>Sequence</i> 1-6 Bentang 30 Meter	4
Gambar 1. 3 Pemasangan <i>Sequence</i> 7-12 Bentang 20 Meter	5
Gambar 2. 1 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun	12
Gambar 2. 2 Peta Percepatan Spektrum Respons 0,2 Detik Dengan Nisbah Redaman 5%	12
Gambar 2. 3 Peta Percepatan Spektrum Respons 1,0 Detik Dengan Nisbah Redaman	13
Gambar 2. 4 Bentuk Tipikal Respons Spektra di Permukaan Tanah.....	14
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3. 3 Data Tanah untuk menentukan Beban Gempa.....	26
Gambar 3. 4 Spektrum Respon Gempa PU.....	27
Gambar 3. 5 Girder <i>Sequence</i> 1-6 > 30 Meter	28
Gambar 3. 6 Girder <i>Sequence</i> 7-12 > 20 Meter	29
Gambar 3. 7 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 1	33
Gambar 3. 8 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 2	33
Gambar 3. 9 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 3	34
Gambar 3. 10 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 4	34
Gambar 3. 11 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 5	35
Gambar 3. 12 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 6	35
Gambar 3. 13 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 7	36
Gambar 3. 14 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 8	36
Gambar 3. 15 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 9	37
Gambar 3. 16 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 10	37
Gambar 3. 17 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 11	38
Gambar 3. 18 Perletakan Balok Girder <i>Sequence</i> 12	38
Gambar 4. 1 Tampak Perletakan <i>Sequence</i> Balok Girder.....	39
Gambar 4. 2 Tampak atas <i>Sequence</i> Balok Girder	40
Gambar 4. 3 Tampilan 3D View <i>Extrude Sequence</i>	40
Gambar 4. 4 Input beban gempa pada SAP2000	42
Gambar 4. 5 <i>Define Load Pattern</i>	42

Gambar 4. 6 <i>Define Load Combinations</i>	43
Gambar 4. 7 Material Girder dan Diafragma	44
Gambar 4. 8 Girder <i>Sequence</i> 1-6 30 Meter	45
Gambar 4. 9 Girder <i>Sequence</i> 7-12 20 Meter	45
Gambar 4. 10 Perletakan Balok <i>Sequence</i> 6	46
Gambar 4. 11 3D <i>Sequence</i> 1- <i>Sequence</i> 6	46
Gambar 4. 12 Perbandingan <i>Base reaction Sequence</i> 1-6	48
Gambar 4. 13 Perbandingan <i>Displacement Y Sequence</i> 1-6	49
Gambar 4. 14 Perbandingan <i>Displacement Z</i>	51
Gambar 4. 15 Stress Y <i>Sequence</i> 1-6 30 Meter	51
Gambar 4. 16 Perbandingan Stress Y <i>Sequence</i> 1-6.....	52
Gambar 4. 17 Stress Z <i>Sequence</i> 1-6	52
Gambar 4. 18 Perbandingan Stress Z <i>Sequence</i> 1-6	53
Gambar 4. 19 Perletakan Balok <i>Sequence</i> 7-12.....	54
Gambar 4. 20 3D <i>Sequence</i> 7 - <i>Sequence</i> 12	54
Gambar 4. 21 <i>Base reaction Sequence</i> 12.....	56
Gambar 4. 22 Perbandingan <i>Displacement Y Sequence</i> 12.....	57
Gambar 4. 23 Perbandingan <i>Displacement Z Sequence</i> 12	58
Gambar 4. 24 Stress Y <i>Sequence</i> 7-12.....	59
Gambar 4. 25 Perbandingan Stress Y <i>Sequence</i> 7-12.....	60
Gambar 4. 26 Perbandingan Stress Z <i>Sequence</i> 7-12	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Beban Berat Sendiri.....	10
Tabel 2. 2 Faktor Amplifikasi Untuk PGA dan 0,2 Detik (FPGA/Fa)	13
Tabel 2. 3 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi Untuk Periode 1 Detik (Fv)	14
Tabel 2. 4 Kombinasi Pembebanan.....	16
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3. 1 Data Umum Objek Penelitian	25
Tabel 3. 2 Data <i>Sequence</i> Perletakan Sederhana	27
Tabel 3. 3 Parameter Balok Girder	30
Tabel 3. 4 Parameter PC <i>Strand Stressing</i> Girder.....	30
Tabel 4. 1 Lendutan izin	40
Tabel 4. 2 Batas izin stress.....	41
Tabel 4. 3 Beban berat sendiri <i>sequence</i> 6.....	47
Tabel 4. 4 <i>Base reaction Sequence</i> 1-6	48
Tabel 4. 5 <i>Displacement Y Sequence</i> 1-6	49
Tabel 4. 6 <i>Displacement Z Sequence</i> 6	50
Tabel 4. 7 Stress Y <i>Sequence</i> 1-6.....	51
Tabel 4. 8 Stress Z <i>Sequence</i> 1-6	53
Tabel 4. 9 Beban berat sendiri <i>sequence</i> 12.....	55
Tabel 4. 10 <i>Base reaction Sequence</i> 12	56
Tabel 4. 11 <i>Displacement Y Sequence</i> 12.....	57
Tabel 4. 12 <i>Displacement Z Sequence</i> 12	58
Tabel 4. 13 Stress Y <i>Sequence</i> 7-12.....	59
Tabel 4. 14 Stress Z <i>Sequence</i> 12	61
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perbandingan Hasil Analisis 12 <i>Sequence</i> Pekerjaan	62
Tabel 4. 16 Perbandingan Stress Maksimum Setiap <i>Sequence</i> Terhadap Batas Izin Tarik SNI 2847:2019	63