



LAPORAN TUGAS AKHIR
PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JETAK BOJONEGORO
MENGUNAKAN STRUKTUR PCI-GIRDER DAN PENERAPAN
BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) 5D

Disusun Oleh :

Ivory Quthub Manar	(40030521650065)
Siti Husnul Hotimah	(40030521650102)

Diajukan sebagai :

Salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur
Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
DAN PERANCANGAN ARSITEKTUR
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

2025



LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JETAK BOJONEGORO MENGUNAKAN STRUKTUR PCI-GIRDER DAN PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) 5D*

Oleh:

Ivory Quthub Manar 40030521650065
Siti Husnul Hotimah 40030521650102

Laporan ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi
saat pelaksanaan ujian tugas akhir pada tanggal 4 September 2025.

Semarang, 8 September 2025
Mahasiswa II

Mahasiswa I

(Ivory Quthub Manar)
NIM. 40030521650065

(Siti Husnul Hotimah)
NIM. 40030521650102

Penguji I

(Moh Nur Sholeh S.T., M.T., Ph.D.)
NIP. 199301012018031001

Menyetujui,
Penguji II

(Bambang Setiabudi S.T., M.T.)
NIP. 196109021987031002

Penguji III

(Anno Mahfuda S.Pd., M.Eng.)
NIP. 199811242024061001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

(Asri Nurdiana S.T., M.T.)
NIP. 198512092012122001

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JETAK BOJONEGORO
MENGUNAKAN STRUKTUR *PCI - GIRDER* DAN PENERAPAN *BUILDING*
INFORMATION MODELLING (BIM) 5D

Oleh:

Ivory Quthub Manar	40030521650065
Siti Husnul Hotimah	40030521650102

Laporan ini telah disusun berdasarkan masukan dari dosen pembimbing dan dinyatakan dapat diajukan untuk ujian tugas akhir pada tanggal 22 Agustus 2025.

Semarang, 22 Agustus 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

(Asri Nurdiana, S.T., M.T.)
NIP. 198512092012122001

Pembimbing II

(Bambang Setiabudi, S.T., M.T.)
NIP. 196109021987031002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

(Asri Nurdiana, S.T., M.T.)
NIP. 198512092012122001

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JETAK BOJONEGORO MENGUNAKAN STRUKTUR PCI-GIRDER DAN PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) 5D

Ivory Quthub Manar¹ , Siti Husnul Hotimah²

Program Studi S.Tr. Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

E-mail : ivoryquthubm99@gmail.com, sitihusnul3213@gmail.com

ABSTRAK

Jembatan Jetak di Kabupaten Bojonegoro awalnya menggunakan sistem struktur *Steel Girder* yang memiliki keterbatasan dari sisi biaya pemeliharaan dan ketahanan terhadap korosi. Penelitian ini merancang ulang jembatan tersebut menggunakan struktur *Precast Concrete I-Girder* (PCI-Girder) dan menerapkan *Building Information Modelling* (BIM) 5D untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi perencanaan. Proses perencanaan mencakup analisis struktur berdasarkan SNI 1725:2016 dan standar terkait, perhitungan komponen struktur atas (PCI – Girder, pelat lantai, parapet), struktur bawah (abutment dan pondasi tiang pancang), serta penyusunan *Detail Engineering Design* (DED) 2D. Hasil perencanaan 2D kemudian diwujudkan menjadi model 3D BIM menggunakan *Autodesk Revit*, yang selanjutnya diintegrasikan dengan jadwal proyek (BIM 4D) dan estimasi biaya (BIM 5D) melalui *Microsoft Project* dan *Autodesk Navisworks Manage*. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain memenuhi persyaratan kekuatan, kestabilan, dan layanan; dengan durasi konstruksi diperkirakan ± 40 minggu dan total biaya pembangunan sekitar Rp 30,36 miliar. Penerapan BIM 5D menghasilkan output kuantitas volume pekerjaan, simulasi jadwal konstruksi, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang saling terhubung, sehingga mempermudah evaluasi teknis dan pengambilan keputusan. Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi PCI – Girder dan BIM 5D mampu meningkatkan kualitas perencanaan jembatan serta memberikan inovasi dalam penyajian data perencanaan melalui integrasi digital.

Kata Kunci: PCI – Girder, *Building Information Modelling* (BIM), 5D, *Quantity Take-Off*, Rencana Anggaran Biaya.

REDESIGN OF JETAK BRIDGE IN BOJONEGORO USING PCI-GIRDER STRUCTURE AND IMPLEMENTATION OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) 5D

Ivory Quthub Manar¹ , Siti Husnul Hotimah²

Study Program S.Tr. Civil Infrastructure Engineering and Architectural Design,

Vocational School, Diponegoro University

E-mail : ivoryquthubm99@gmail.com, sitihusnul3213@gmail.com

ABSTRACT

The Jetak Bridge in Bojonegoro was originally designed with a Steel Girder system, which posed challenges in terms of maintenance costs and corrosion resistance. This study redesigns the bridge using a Precast Concrete I-Girder (PCI-Girder) system and applies Building Information Modelling (BIM) 5D to enhance efficiency, accuracy, and transparency in the planning process. The design covers structural analysis following SNI 1725:2016 and relevant standards, calculation of superstructure components (PCI-Girder, deck slab, parapet), substructure (abutment and pile foundation), and the preparation of 2D Detail Engineering Design (DED) drawings. The 2D design output is then developed into a 3D BIM model using Autodesk Revit, integrated with project scheduling (BIM 4D) and cost estimation (BIM 5D) through Microsoft Project and Autodesk Navisworks Manage. Analysis results confirm that the structure satisfies strength, stability, and serviceability requirements, with an estimated construction duration of ±40 weeks and a total project cost of approximately IDR 30.36 billion. The BIM 5D workflow generates reliable outputs for quantity take-off, construction schedule simulation, and cost estimation, facilitating technical evaluation and decision-making. This study demonstrates that integrating PCI - Girder design with BIM 5D enhances the quality of bridge planning and provides innovation in delivering design data through digital integration.

Keywords: *PCI - Girder, Building Information Modelling (BIM), 5D, Quantity Take-Off, Cost Estimation.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Perencanaan Ulang Jembatan Jetak Bojonegoro Menggunakan Struktur PCI–Girder dan Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) 5D”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik pada Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Fakultas Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat, kesehatan, dan kemudahan yang senantiasa diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan, memberikan dukungan moral maupun material, serta menjadi sumber motivasi utama dalam perjalanan pendidikan penulis.
3. Ibu Asri Nurdiana, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur sekaligus Dosen Pembimbing I, yang dengan penuh kesabaran memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bambang Setiabudi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, atas segala masukan, pengarahan, dan bimbingan yang sangat berarti bagi penyempurnaan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Fakultas Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, atas ilmu, pengetahuan, serta bantuan yang diberikan kepada penulis selama masa studi.
6. Rekan-rekan seperjuangan di Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Universitas Diponegoro, yang telah memberikan kebersamaan, dukungan, dan semangat hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat

diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang perencanaan jembatan dan penerapan BIM.

Semarang, 22 Agustus 2025

Penulis: Ivory Quthub Manar
Siti Husnul Hotimah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 <i>Building Information Modelling</i> (BIM).....	7
2.1.1 Definisi BIM.....	7
2.1.2 Model Dimensi (D) dalam BIM	8
2.1.3 <i>Software Building Information Modelling</i> (BIM).....	11
2.1.4 Autodesk Revit	12
2.1.5 Autodesk Navisworks Manage	12
2.1.6 <i>Software</i> Pendukung	15
2.2 PCI–Girder (<i>Precast Prestressed Concrete I-Girder</i>).....	15
2.2.1 Definisi dan Karakteristik PCI – <i>Girder</i>	15
2.2.2 Komponen Utama Jembatan PCI - Girder.....	16

2.2.3	Penentuan Dimensi Awal PCI–Girder	17
2.2.3	Prinsip dan Ketentuan Perencanaan (Analisis Struktur) PCI - Girder.....	18
2.2.4	Keunggulan dan Aplikasi PCI-Girder.....	20
2.3	Komponen Pada Struktur Jembatan.....	21
2.3.1	Struktur Atas Jembatan	21
2.3.2	Struktur Bawah Jembatan	22
2.4	Konsep Pembebanan Pada Jembatan	25
2.4.1	Beban Primer	25
2.4.2	Beban Lalu Lintas	29
2.4.3	Beban Sekunder	34
2.4.4	Kombinasi Pembebanan	43
2.4.5	Faktor Reduksi.....	44
2.5	Perencanaan Struktur Jembatan	44
2.5.1	Perencanaan Struktur Atas	44
2.5.2	Perencanaan Struktur Bawah.....	47
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN		52
3.1	Diagram Alir Perencanaan	52
3.2	Pengumpulan Data	52
3.2.1	Data Informasi Umum	53
3.2.2	Data Teknis Jembatan	53
3.2.3	Data Tanah	54
3.2.4	Data Gempa	54
3.3	Studi Literatur	56
3.4	<i>Preliminary Design</i>	57
3.4.1	<i>Preliminary Design</i> Struktur Atas dan Elemen Non-Struktural	57
3.4.2	<i>Preliminary Design</i> Struktur Bawah.....	62
3.4	Analisis Struktur Jembatan	63
3.4.1	Analisa Struktur Parapet	64
3.4.2	Analisa Struktur Railing	64

3.4.3	Analisa Struktur Pelat Lantai.....	65
3.4.4	Analisa Struktur PCI-Girder	65
3.4.5	Analisa Struktur Diafragma.....	66
3.4.6	Analisa Struktur Pelat Injak.....	67
3.4.7	Analisa Struktur Abutment	67
3.4.8	Analisa Struktur Fondasi	68
3.5	Pemodelan Struktur Jembatan	68
3.6	Gambar Perencanaan Jembatan/DED	69
3.7	Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	69
3.8	Perencanaan Penjadwalan Proyek	70
3.9	Penerapan Building Information Modeling (BIM).....	70
3.9.1	Detail Engineering Design (2D) Dan Visualisasi Model Jembatan (3D)	70
3.9.2	Simulasi Penjadwalan Pekerjaan (4D).....	72
3.9.3	Rancangan Anggaran Biaya (5D)	73
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		76
4.1	Perhitungan Struktur dan Elemen Jembatan	76
4.1.1	Perhitungan Beban Mati Tambahan.....	77
4.1.2	Perhitungan Struktur Atas.....	96
4.1.3	Perhitungan Struktur Bawah.....	214
4.2	Pemodelan 3 Dimensi	323
4.2.1	Pembentukan Komponen (<i>Family/Aset</i>).....	323
4.2.2	Proses Perakitan Model (<i>Assembly</i>)	330
4.2.3	Pemodelan Tulangan (<i>Rebar Modelling</i>).....	335
4.2.4	<i>Quantity Take Off</i> (QTO)	340
4.2.5	Hasil Visualisasi 3D.....	342
4.3	Penjadwalan Proyek Sebagai Integrasi <i>Building Information Modelling</i> (BIM) 4D	345
4.4	Pengintegrasian Penjadwalan Proyek Terhadap Susunan Anggaran Biaya Sebagai Pengintegrasian <i>Building Information Modelling</i> (BIM) 5D.....	347

BAB V PENUTUP	351
5.1 Kesimpulan	351
5.2 Saran.... ..	352
DAFTAR PUSTAKA.....	354
LAMPIRAN.....	358

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model Dimensi dalam BIM.....	9
Gambar 2. 2 Ilustrasi Distribusi Tekanan Tanah Aktif pada Dinding Penahan Tanah Kaku (<i>Rigid Retaining Wall</i>)	27
Gambar 2. 3 Gambar Distribusi Beban Lajur “D”	30
Gambar 2. 4 Beban Truk “T” (500 kN)	31
Gambar 2. 5 Faktor Beban Dinamis (FBD).....	32
Gambar 2. 6 Model Tipikal Spektrum Respons di Permukaan Tanah.....	39
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan	52
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Jembatan Jetak	53
Gambar 3. 3 Grafik Respon Spektra.....	55
Gambar 3. 4 Desain Rencana Melintang Jembatan Jetak	57
Gambar 3. 5 Desain Rencana Memanjang Jembatan Jetak	57
Gambar 3. 6 Geometri Parapet.....	59
Gambar 3. 7 Geometri <i>Railing</i>	59
Gambar 3. 8 Geometri Penerangan Jalan Umum.....	60
Gambar 3. 9 Katalog Produk PCI Girder PT. Adhi Persada Beton.....	61
Gambar 3. 10 <i>Preliminary Design</i> Diafragma.....	62
Gambar 3. 11 <i>Preliminary Design Struktur Bawah</i>	63
Gambar 4. 1 Geometri Desain Parapet	78
Gambar 4. 2 Detail Penulangan Parapet	83
Gambar 4. 3 Geometri Desain <i>Railing</i>	84
Gambar 4. 4 Ilustrasi Profil <i>Type HSS</i> Sama Sisi	87
Gambar 4. 5 Dimensi Rencana <i>Base Plate Railing</i>	90
Gambar 4. 6 Desain Geometri Penerangan Jalan Umum (PJU) Rencana	94
Gambar 4. 7 Kurva Koefisien Utilisasi Cahaya (IESNA)	95
Gambar 4. 8 <i>Preliminary Design</i> Melintang Jembatan.....	97
Gambar 4. 9 Desain Panjang Truk	101

Gambar 4. 10 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Sendiri Pelat	
Lantai	103
Gambar 4. 11 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Sendiri Pelat	
Lantai	103
Gambar 4. 12 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan	
Lapisan Aspal	103
Gambar 4. 13 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan	
Lapisan Aspal	103
Gambar 4. 14 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan Air	
Genangan	104
Gambar 4. 15 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan	
Air Genangan	104
Gambar 4. 16 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan Parapet	
.....	104
Gambar 4. 17 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan	
Parapet	104
Gambar 4. 18 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan PJU	104
Gambar 4. 19 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan	
PJU	105
Gambar 4. 20 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan Railing	
.....	105
Gambar 4. 21 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Mati Tambahan	
Railing	105
Gambar 4. 22 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lalu Lintas Akibat Truk	
Model I-IV	106
Gambar 4. 23 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lalu Lintas	
Akibat Truk Model I	106
Gambar 4. 24 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lalu Lintas	
Akibat Truk Model II	107
Gambar 4. 25 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lalu Lintas	
Akibat Truk Model III	107

Gambar 4. 26 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lalu Lintas	
Akibat Truk Model IV	107
Gambar 4. 27 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lalu Lintas Akibat	
Pejalan Kaki	108
Gambar 4. 28 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lalu Lintas	
Akibat Pejalan Kaki.....	108
Gambar 4. 29 Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lingkungan Akibat	
Angin Kendaraan.....	108
Gambar 4. 30 Hasil Pemodelan SAP2000 Terhadap Beban Lingkungan	
Akibat Angin Kendaraan	108
Gambar 4. 31 Detail Penulangan Pelat Lantai.....	118
Gambar 4. 32 Ilustrasi Bentang Pelat Lantai terhadap <i>Support</i>	119
Gambar 4. 33 Grafik <i>Duration of Load (Months)</i>.....	122
Gambar 4. 34 Penyebaran Kontak Roda Geser Pons.....	123
Gambar 4. 35 <i>Preliminary Design</i> PCI - Girder	125
Gambar 4. 36 Reaksi Beban Mati.....	131
Gambar 4. 37 Reaksi Beban Mati Tambahan	132
Gambar 4. 38 Reaksi Beban Lajur	133
Gambar 4. 39 Reaksi Beban Rem	134
Gambar 4. 40 Reaksi Beban Angin Kendaraan	135
Gambar 4. 41 Reaksi Beban Gempa	136
Gambar 4. 42 Grafik Momen Balok Prategang	143
Gambar 4. 43 Grafik Gaya Geser Pada Balok Prategang.....	147
Gambar 4. 44 Grafik Posisi Kabel Tendon	155
Gambar 4. 45 Grafik Penurunan Gaya Prategang	161
Gambar 4. 46 Kombinasi Pembebanan Tegangan Izin	173
Gambar 4. 47 Geometri Penampang PCI Girder	177
Gambar 4. 48 Detail Sengkang	189
Gambar 4. 49 Detail Penulangan Diafragma	210
Gambar 4. 50 Detail Penulangan Diafragma	213
Gambar 4. 51 Denah Pelat Injak	214

Gambar 4. 52 Range of Modulus of Subgrade Reaction (ks) dari Buku Foundation Analysis and Design.....	214
Gambar 4. 53 Detail Penulangan Pelat Injak.....	219
Gambar 4. 54 Tampak Melintang Rencana Jembatan Jetak.....	220
Gambar 4. 55 Geometri <i>Abutment</i> dan Notasi Dimensi.....	221
Gambar 4. 56 Geometri Wing Wall dan Notasi Dimensi.....	222
Gambar 4. 57 Geometri dan Tampak Atas Abutment.....	222
Gambar 4. 58 Ilustrasi Eksentrisitas Beban Vertikal Pada Abutment	224
Gambar 4. 59 Skema Distribusi Tekanan Tanah Aktif pada Abutment	230
Gambar 4. 60 Kategori Faktor Panjang Efektif (k) Kolom	292
Gambar 4. 61 Diagram Interaksi $\phi M_n * \phi P_n$ <i>Breast Wall</i>	300
Gambar 4. 62 Detail Diagram Interaksi $\phi M_n * \phi P_n$ <i>Breast Wall</i>	301
Gambar 4. 63 Detail Penulangan Back Wall	310
Gambar 4. 64 Detail Penulangan Wing Wall.....	314
Gambar 4. 65 Detail Penulangan <i>Abutment</i>	314
Gambar 4. 66 Spesifikasi Teknis Spun Pile Katalog Adhi Beton	315
Gambar 4. 67 Konfigurasi Tiang Pancang	318
Gambar 4. 68 Diagram Interaksi Tiang/Kolom Antara Gaya Aksial dan Momen.....	321
Gambar 4. 69 <i>Extrusion Image/Icon</i> pada <i>Autodesk Revit</i>	324
Gambar 4. 70 Pembentukan Geometri Bidang <i>Pilecap</i> pada <i>Extrusion</i>	325
Gambar 4. 71 <i>Reference Plane Image/Icon</i> pada <i>Autodesk Revit</i>	325
Gambar 4. 72 Garis Samar <i>Offset</i> Dengan <i>Pick Lines</i>	325
Gambar 4. 73 <i>Mark</i> Panah Untuk <i>Adjust</i> Ketebalan <i>Pilecap</i>	326
Gambar 4. 74 <i>Family Category and Parameters Image/Icon</i> pada <i>Autodesk Revit</i>	326
Gambar 4. 75 Menu ‘ <i>Can Host Rebar</i> ’ Pada <i>Family Parameters</i>	326
Gambar 4. 76 Hasil ‘ <i>Family Pilecap</i> ’ Pada <i>Autodesk Revit</i>	327
Gambar 4. 77 Pembentukan Geometri Bidang Abutment pada <i>Extrusion</i> .	328
Gambar 4. 78 Perpanjangan Geometri Kearah Sumbu ‘Y’ Sebagai Ketebalan Abutment	328
Gambar 4. 79 Hasil ‘ <i>Family Abutment</i> ’ Pada <i>Autodesk Revit</i>	329

Gambar 4. 80 Hasil ' <i>Family Diafragma</i> ' Pada Autodesk Revit.....	330
Gambar 4. 81 Pemilihan <i>Template Project 'Construction Template'</i>	331
Gambar 4. 82 Hasil Pengaturan <i>Leveling</i> Pada <i>Project Autodesk Revit</i>	331
Gambar 4. 83 Hasil Pengaturan <i>Leveling</i> Pada <i>Project Revit Autodesk</i>	332
Gambar 4. 84 <i>Load Family Icon Autodesk Revit</i>	333
Gambar 4. 85 Hasil Penempatan Elemen (Tampak Samping)	334
Gambar 4. 86 Hasil Penempatan Elemen (Tampak Melintang).....	334
Gambar 4. 87 Hasil Penempatan Elemen (Tampak Atas).....	334
Gambar 4. 88 <i>Inquiry Icon Autodesk Revit</i>	335
Gambar 4. 89 <i>Section View Step (1)</i>	336
Gambar 4. 90 <i>Section View Step (2)</i>	336
Gambar 4. 91 <i>Section View Step (3)</i>	336
Gambar 4. 92 <i>Cover Icon Autodesk Revit</i>	337
Gambar 4. 93 <i>Placement Icon Autodesk Revit</i>	337
Gambar 4. 94 <i>Icon Orientasi Penempatan Tulangan Autodesk Revit</i>	338
Gambar 4. 95 <i>Repeating/Copying Rebar Step (1)</i>	339
Gambar 4. 96 <i>Repeating/Copying Rebar Step (2)</i>	339
Gambar 4. 97 <i>Repeating/Copying Rebar Step (3)</i>	339
Gambar 4. 98 <i>QTO Section View Autodesk Revit (1)</i>	341
Gambar 4. 99 <i>QTO Section View Autodesk Revit (2)</i>	341
Gambar 4. 100 Hasil Render Jembatan (1)	344
Gambar 4. 101 Hasil Render Jembatan (2)	344
Gambar 4. 102 Hasil Render Jembatan (3)	344
Gambar 4. 103 Hasil Render Jembatan (4)	344
Gambar 4. 104 <i>QTO Output</i>	345
Gambar 4. 105 Hasil RAB Redesain Jembatan Jetak	346
Gambar 4. 106 Hasil Penjadwalan Microsoft Project	346
Gambar 4. 107 Hasil <i>Naviswork Manage</i>	347
Gambar 4. 108 Hasil <i>Integrasi Building Information Modelling (BIM)</i> (1)..	349
Gambar 4. 109 Hasil <i>Integrasi Building Information Modelling (BIM)</i> (2)..	349
Gambar 4. 110 <i>Qr-Code Hasil Integrasi Building Information Modelling</i> Jembatan Jetak	350

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik BIM Berdasarkan Tingkat Pengimplementasian.....	8
Tabel 2. 2 <i>Software</i> BIM Berdasarkan Dimensinya	11
Tabel 2. 3 Faktor Beban untuk Berat Sendiri	26
Tabel 2. 4 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan	26
Tabel 2. 5 Faktor Beban Akibat Tekanan Tanah	27
Tabel 2. 6 Faktor Beban Akibat Lajur “D”	29
Tabel 2. 7 Faktor Akibat Pembebanan Truk “T”	31
Tabel 2. 8 Faktor Beban Gaya Rem (TB).....	34
Tabel 2. 9 Koefisien Seret Berdasarkan Tipe Jembatan.....	35
Tabel 2. 10 Parameter Kecepatan Angin Rencana (Vw)	35
Tabel 2. 11 Standar Temperatur Lantai Jembatan	36
Tabel 2. 12 Modifikasi Respon (R) untuk Bangunan Bawah	37
Tabel 2. 13 Modifikasi Respon (R) untuk Hubungan antar Elemen Struktur	37
Tabel 2. 14 Klasifikasi Kelas Situs	40
Tabel 2. 15 Faktor Amplifikasi untuk PGA dan 0,2 Detik (FPGA/Fa)	41
Tabel 2. 16 Faktor Amplifikasi untuk PGA dan 1,0 Detik (Fv)	41
Tabel 2. 17 Keterangan Notasi Perumusan Koefisien Tekanan Aktif Seismik	42
Tabel 2. 18 Keterangan Notasi Perumusan Titik Kerja Resultan Tekanan Tanah Aktif	42
Tabel 2. 19 Kombinasi Beban pada Jembatan	43
Tabel 2. 20 Faktor Reduksi Kekuatan Pada Struktur Beton	44
Tabel 3. 1 Data Teknis Jembatan Jetak Rencana.....	54
Tabel 3. 2 Penggunaan <i>Software</i> dalam Pemodelan BIM 3D	71
Tabel 3. 3 Penggunaan <i>Software</i> dalam Pemodelan BIM 4D	73
Tabel 3. 4 Penggunaan <i>Software</i> dalam Pemodelan BIM 5D	74

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Rasio Penulangan untuk Variasi Mutu Beton (f_c') ..	77
Tabel 4. 2 Parameter Material Baja Tulangan Pada Parapet	79
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Analisa Berat, Momen dan Geser Parapet	80
Tabel 4. 4 Material Beton pada Pelat Lantai Jembatan	98
Tabel 4. 5 Material Baja pada Pelat Lantai Jembatan	98
Tabel 4. 6 Berat Jenis Material	98
Tabel 4. 7 Rekapitulasi dan Analisa Beban Mati Tambahan Pada Pelat Lantai	100
Tabel 4. 8 Acuan Pembebanan Lalu Lintas Akibat Truk	100
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Komponen Beban Pada Pelat lantai.....	102
Tabel 4. 10 Hasil Analisa Momen Melalui SAP2000 Pada Struktur Pelat lantai.....	108
Tabel 4. 11 Pengkombinasian Momen Terhadap Faktor Pembebanan Kuat I	109
Tabel 4. 12 Pengkombinasian Momen Terhadap Faktor Pembebanan Kuat II	110
Tabel 4. 13 Pengkombinasian Momen Terhadap Faktor Pembebanan Kuat III.....	110
Tabel 4. 14 Pengkombinasian Momen Terhadap Faktor Pembebanan Daya Layan I	111
Tabel 4. 15 Pengkombinasian Momen Terhadap Faktor Pembebanan Daya Layan II.....	112
Tabel 4. 16 Pengkombinasian Momen Terhadap Faktor Pembebanan Fatik	112
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Nilai Momen Ultimit Akibat Kombinasi.....	113
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Perencanaan Penulangan Pelat Lantai Jembatan.....	117
Tabel 4. 19 Data Dimensi atau Geometri PCI - Girder	125
Tabel 4. 20 Parameter Material Baja <i>Strands</i>	126
Tabel 4. 21 Berat Jenis Material	127
Tabel 4. 22 Perhitungan Transformasi Luas Untuk Lebar Efektif	128
Tabel 4. 23 <i>Section Properties</i> Balok Prategang Non-Komposit.....	128

Tabel 4. 24 <i>Section Properties</i> Balok Prategang Komposit	129
Tabel 4. 25 Rekapitulasi dan Total Gaya Geser dan Momen Akibat Berat Sendiri	132
Tabel 4. 26 Analisa Beban Mati Tambahan PCI – Girder 50 Meter	133
Tabel 4. 27 Resume Momen dan Gaya Geser Pada Balok Prategang	139
Tabel 4. 28 Rumus atau Persamaan Momen dan Gaya Geser Per-meter Panjang	140
Tabel 4. 29 Hasil Momen Tak Terkombinasi Pada Balok Prategang Per-meter Panjang	140
Tabel 4. 30 Hasil Momen Terkombinasi Pembebanan Pada Balok Prategang Per-meter Panjang	142
Tabel 4. 31 Hasil Gaya Geser Balok Prategang Tak Terkombinasi Pembebanan Per-meter Panjang	144
Tabel 4. 32 Hasil Gaya Geser Balok Prategang Terkombinasi Pembebanan Per-Meter Panjang	145
Tabel 4. 33 <i>Properties Data</i> Gaya Prategang.....	148
Tabel 4. 34 Rencana Awal Pembagian <i>Strand</i> Pada Tendon	149
Tabel 4. 35 Perhitungan Momen Statis Tendon Terhadap Pusat Tendon Bawah	152
Tabel 4. 36 Eksentrisitas <i>Properties</i>	152
Tabel 4. 37 Lintasan Tendon.....	152
Tabel 4. 38 Sudut Angkur <i>Properties</i>	154
Tabel 4. 39 <i>Trace Section</i>	154
Tabel 4. 40 Uraian Perhitungan Kehilangan Tegangan Akibat Pengangkuran	157
Tabel 4. 41 Kehilangan Gaya Prategang <i>Properties</i>	160
Tabel 4. 42 Rekapitulasi Kehilangan Prategang	161
Tabel 4. 43 Tegangan Pada Beton	168
Tabel 4. 44 Superposisi Tegangan Susut dan Rangkak	168
Tabel 4. 45 Tegangan Akibat Temperatur	172
Tabel 4. 46 Kontrol Tegangan Kombinasi 1.....	174
Tabel 4. 47 Kontrol Tegangan Kombinasi 2.....	174

Tabel 4. 48 Kontrol Tegangan Kombinasi 3.....	175
Tabel 4. 49 Kontrol Tegangan Kombinasi 4.....	175
Tabel 4. 50 Kontrol Tegangan Kombinasi 5.....	176
Tabel 4. 51 Pembesian <i>End Block</i>	177
Tabel 4. 52 Momen Statis Luasan Bagian Atas	178
Tabel 4. 53 Momen Statis Luaran Bagian Bawah	178
Tabel 4. 54 Perhitungan Sengkang	179
Tabel 4. 55 Perhitungan Sengkang Arah Horizontal	179
Tabel 4. 56 Jumlah Sengkang.....	180
Tabel 4. 57 Tinjauan Geser <i>Properties</i>	181
Tabel 4. 58 Persamaan Tinjauan Geser.....	181
Tabel 4. 59 Tinjauan Geser Atas Garis Netral Balok Prategang	182
Tabel 4. 60 Tinjauan Geser Bawah Garis Netral Balok Prategang	185
Tabel 4. 61 Jarak Sengkang <i>Properties</i>	188
Tabel 4. 62 Kontrol Shear Connector	192
Tabel 4. 63 Lendutan pada Balok Prategang (Sebelum Komposit).....	195
Tabel 4. 64 Lendutan pada Keadaan Awal (Transfer)	196
Tabel 4. 65 Lendutan Setelah <i>Loss Of Prestress</i>	196
Tabel 4. 66 Setelah Pelat Selesai Pengecoran (Beton Muda).....	196
Tabel 4. 67 Lendutan setelah Pelat dan Balok menjadi Komposit	196
Tabel 4. 68 Lendutan pada Balok Komposit.....	197
Tabel 4. 69 Lendutan Akibat Susut.....	198
Tabel 4. 70 Kontrol Lendutan terhadap Beban Kombinasi – 1	200
Tabel 4. 71 Kontrol Lendutan terhadap Beban Kombinasi – 2	200
Tabel 4. 72 Kontrol Lendutan terhadap Beban Kombinasi – 3	200
Tabel 4. 73 Kontrol Lendutan terhadap Beban Kombinasi – 4	200
Tabel 4. 74 Gaya Tekan dan Momen Nominal Balok.....	202
Tabel 4. 75 Resume Momen Balok Prategang	203
Tabel 4. 76 Kontrol Kombinasi Momen Ultimit.....	204
Tabel 4. 77 Material Beton pada Pelat Injak Jembatan	205
Tabel 4. 78 Material Baja pada Pelat Injak Jembatan	206
Tabel 4. 79 Berat Jenis Material	206

Tabel 4. 80 Material Beton pada Pelat Injak Jembatan	215
Tabel 4. 81 Material Baja pada Pelat Injak Jembatan	215
Tabel 4. 82 Berat Jenis Material	215
Tabel 4. 83 Notasi dan Besaran Dimensi Pada Bagian-Bagian Abutment...	221
Tabel 4. 84 Material Beton pada Abutment.....	223
Tabel 4. 85 Material Baja pada Abutment.....	223
Tabel 4. 86 Berat Jenis Material	224
Tabel 4. 87 Analisa Berat Sendiri Struktur Atas	225
Tabel 4. 88 Analisa Berat Sendiri Abutment.....	226
Tabel 4. 89 Analisa Berat Sendiri <i>Wing Wall</i>	226
Tabel 4. 90 Analisa Berat Sendiri Pengisi Abutment (<i>Backfill</i>).....	227
Tabel 4. 91 Rekapitulasi Beban Sendiri Struktur Atas dan Bawah.....	227
Tabel 4. 92 Analisa Beban Mati Tambahan Pada <i>Abutment</i>	227
Tabel 4. 93 Rumus Tekanan Tanah Aktif Teori Rankine Untuk Tanah Kohesif-Friksi.....	228
Tabel 4. 94 Hasil Tekanan Tanah Aktif <i>Backfill</i> Dengan Material Tanah Eksisting.....	230
Tabel 4. 95 Tekanan Tanah Aktif Terjadi Pada Pilecap.....	232
Tabel 4. 96 Tekanan Tanah Aktif Terjadi Pada Breast Wall	232
Tabel 4. 97 Tekanan Tanah Aktif Terjadi Pada Back Wall Bawah.....	232
Tabel 4. 98 Tekanan Tanah Aktif Terjadi Pada Back Wall Atas.....	233
Tabel 4. 99 Analisa Beban Terpusat Lajur “D” Pada 1 Abutment	233
Tabel 4. 100 Analisa Beban Pejalan Kaki Pada 1 Abutment.....	234
Tabel 4. 101 Analisa Gaya Rem Pada 1 Abutment.....	235
Tabel 4. 102 Analisa Gaya Temperatur Pada 1 Abutment	236
Tabel 4. 103 Analisa Beban Angin Struktur Pada Pilecap dan Breast Wall	236
Tabel 4. 104 Analisa Beban Angin Kendaraan Pada Pilecap dan Breast Wall	238
Tabel 4. 105 Analisa Beban Angin Vertikal Pada 1 Abutment	238
Tabel 4. 106 Analisa Gaya Gempa Horizontal.....	240
Tabel 4. 107 Analisa Gaya Gempa Horizontal Arah Y	241
Tabel 4. 108 Tinjauan Tekanan Tanah Dinamis Pada Struktur	244

Tabel 4. 109 Rekapitulasi Beban Pada Abutment	247
Tabel 4. 110 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Kuat I..	248
Tabel 4. 111 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Kuat II.	249
Tabel 4. 112 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Kuat III	250
Tabel 4. 113 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Kuat IV	251
Tabel 4. 114 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Kuat V.	252
Tabel 4. 115 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Ekstrem I	253
Tabel 4. 116 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Layan I	254
Tabel 4. 117 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Layan II	255
Tabel 4. 118 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Layan III	256
Tabel 4. 119 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Layan IV	257
Tabel 4. 120 Rekapitulasi Pembebanan Tak Terfaktor Kombinasi Fatik....	258
Tabel 4. 121 Rekapitulasi Kombinasi Pembebanan Tak Terfaktor Pada Pilecap	259
Tabel 4. 122 Analisa Perhitungan Berat Sendiri <i>Abutment</i> sebagai Kapasitas Penahan.....	259
Tabel 4. 123 Analisa Perhitungan Berat Sendiri <i>Wing Wall</i> sebagai Kapasitas Penahan.....	260
Tabel 4. 124 Rekapitulasi Beban Vertikal Akibat Lengan Gaya Pada Ujung Pilecap	260
Tabel 4. 125 Faktor Pembebanan SNI 1725:2016	261
Tabel 4. 126 Kombinasi dan Faktor Pembebanan Terhadap Struktur Penahan Dengan Lengan Eksentris $\frac{1}{2}$ Bx.....	262
Tabel 4. 127 Kontrol Stabilitas Guling Abutment Arah Memanjang Jembatan	263
Tabel 4. 128 Rekapitulasi Beban Vertikal Akibat Lengan Gaya Pada $\frac{1}{2}$ By <i>Abutment</i>	264

Tabel 4. 129 Kombinasi dan Faktor Pembebanan Terhadap Struktur	
Penahan Dengan Lengan Eksentris $\frac{1}{2}$ By	265
Tabel 4. 130 Kontrol Stabilitas Guling Abutment Arah Melintang Jembatan	
.....	266
Tabel 4. 131 Kontrol Stabilitas Geser Abutment Arah Memanjang Jembatan	
.....	267
Tabel 4. 132 Kontrol Stabilitas Geser Abutment Arah Melintang Jembatan	
.....	268
Tabel 4. 133 Analisa Berat Sendiri Breast Wall.....	269
Tabel 4. 134 Rekapitulasi Beban Bekerja Pada Breast Wall.....	269
Tabel 4. 135 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Kuat I Pada	
Breast Wall.....	271
Tabel 4. 136 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Kuat II Pada	
Breast Wall.....	272
Tabel 4. 137 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Kuat III Pada	
<i>Breast Wall</i>.....	273
Tabel 4. 138 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Kuat IV Pada	
<i>Breast Wall</i>.....	274
Tabel 4. 139 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Kuat V Pada	
<i>Breast Wall</i>.....	275
Tabel 4. 140 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Ekstrem I Pada	
<i>Breast Wall</i>.....	276
Tabel 4. 141 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Daya Layan I	
Pada <i>Breast Wall</i>	277
Tabel 4. 142 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Daya Layan II	
Pada <i>Breast Wall</i>	278
Tabel 4. 143 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Daya Layan III	
Pada <i>Breast Wall</i>	279
Tabel 4. 144 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Daya Layan IV	
Pada <i>Breast Wall</i>	280
Tabel 4. 145 Rekapitulasi Faktor Pembebanan Kombinasi Fatik Pada <i>Breast</i>	
<i>Wall</i>	281

Tabel 4. 146 Rekapitulasi Beban Ultimit Akibat Kombinasi Pembebanan Pada <i>Breast Wall</i>	282
Tabel 4. 147 Analisa Beban <i>Ultimate</i> Akibat Kombinasi Pembebanan Pada <i>Back Wall Bawah</i>	282
Tabel 4. 148 Analisa Beban <i>Ultimate</i> Akibat Kombinasi Pembebanan Pada <i>Back Wall Bawah</i>	283
Tabel 4. 149 Analisa Beban <i>Ultimate</i> Akibat Kombinasi Pembebanan Pada <i>Corbel</i>	283
Tabel 4. 150 Analisa <i>Tekanan Tanah Terjadi</i> Pada <i>Wing Wall</i>	283
Tabel 4. 151 Analisa <i>Tekanan Tanah Dinamis Terjadi</i> Pada <i>Wing Wall</i>	284
Tabel 4. 152 Analisa Beban <i>Ultimate</i> Akibat Kombinasi Pembebanan Pada <i>Corbel</i>	284
Tabel 4. 153 Rekapitulasi Kombinasi Beban <i>Ultimate</i> Pada <i>Breast Wall</i>	290
Tabel 4. 154 Beban <i>Ultimate</i> Pada <i>Breast Wall</i> Per-1 Meter	290
Tabel 4. 155 Analisa Kondisi Desak Sentris	294
Tabel 4. 156 Analisa Kondisi Patah Desak	295
Tabel 4. 157 Analisa Kondisi Balance	296
Tabel 4. 158 Analisa Kondisi Patah Tarik	298
Tabel 4. 159 Analisa Kondisi Lentur Murni	299
Tabel 4. 160 Rekapitulasi Kondisi Berdasarkan Rasio Penulangan	300
Tabel 4. 161 Rekapitulasi Beban Ultimit Pada <i>Pilecap</i>	316
Tabel 4. 162 Penentuan Jumlah Tiang Minimum	317
Tabel 4. 163 Kontrol Gaya Aksial Tiap Tiang Terhadap Kondisi Beban Tetap	319
Tabel 4. 164 Kontrol Gaya Aksial Tiap Tiang Terhadap Kondisi Beban Penuh	320
Tabel 4. 165 Kontrol Daya Dukung Lateral Izin Terhadap Kondisi Keadaan Batas Pembebanan	322