



**EVALUASI TOL KATARAJA SEKSI 1 JEMBATAN KALI PERANCIS DENGAN  
MENGANALISA *CONSTRUCTION ENGINEERING* MENGGUNAKAN  
METODE *BALANCE CANTILEVER***



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**M. IQBAL AL FARISI**

**41121110038**

**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2024**



**EVALUASI TOL KATARAJA SEKSI 1 JEMBATAN KALI PERANCIS  
DENGAN MENGANALISA *CONSTRUCTION ENGINEERING*  
MENGUNAKAN METODE *BALANCE CANTILEVER***

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

**Nama** : M. Iqbal Al Farisi  
**NIM** : 41121110038  
**Pembimbing** : Sekar Mentari, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. IQBAL AL FARISI  
NIM : 41121110038  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : EVALUASI TOL KATARAJA SEKSI 1 JEMBATAN KALI PERANCIS DENGAN MENGANALISA CONSTRUCTION ENGINEERING MENGGUNAKAN METODE BALANCE CANTILEVER

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Sekar Mentari, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0322069301



Ketua Penguji : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 197580472



Anggota Penguji : Erlangga Rizqi Fitriansyah, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 8841323419



Jakarta, 2 Agustus 2024

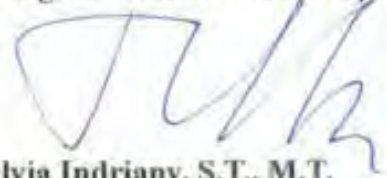
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.  
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.  
NIDN: 0302087103

## HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Iqbal Al Farisi  
NIM : 41121110038  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : EVALUASI TOL KATARAJA SEKSI 1 JEMBATAN KALI PERANCIS DENGAN MENGANALISA CONSTRUCTION ENGINEERING MENGGUNAKAN METODE BALANCE CANTILEVER

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 15 Juli 2024

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



(M. Iqbal Al Farisi)

## ABSTRAK

*Judul: Evaluasi Tol Kataraja Seksi 1 Jembatan Kali Perancis Dengan Menganalisa Construction Engineering Menggunakan Metode Balance Cantilever, Nama: M. Iqbal Al Farisi, Nim: 41121110038, Dosen Pembimbing: Sekar Mentari, ST.,MT.,2024*

*Pembangunan jalan tol tidak selalu berada di atas tanah, ada yang melewati sungai dan harus dibangun jembatan, Oleh karena itu, alternatif untuk pembangunan jembatan jika ada hambatan tersebut adalah dengan menggunakan metode balance cantilever dengan menggunakan bantuan alat Form Traveler yang mana sistem kerjanya memanfaatkan efek cantilever sehingga struktur dapat berdiri sendiri tanpa bantuan shoring sebagai penyangga jembatan.*

*Evaluasi struktur form Traveler dimulai dari modelling menggunakan program komputer midas civil kemudian cek rasio tegangan beban per kapasitas form Traveler sesuai dengan standar ASD-89, kemudian menganalisa tegangan serat atas dan serat bawah pada setiap construction stage, tegangan harus dibawah tegangan izin sesuai dengan ACI 318M-14 pada masa konstruksi dan service, dan angka precamber dari setiap segmen pada bentang jembatan.*

*Rasio beban per kapasitas pada A-frame form Traveler sebesar 0,5, pada drivedeck dan cantilever sebesar 0,9, dan pada bottom formwork sebesar 0,6 yang mana sesuai ASD-89 bahwa rasio beban per kapasitas tidak boleh melebihi angka 1.*

*Kata Kunci: Balance Cantilever, Form Traveler, Rasio beban*

## ABSTRACT

*Judul: Evalutaion of Kataraja Section 1 Toll Road Project Kali Perancis Bridge by analyzing construction engineering using balance cantilever method*  
*Evaluasi Tol Kataraja Seksi 1 Jembatan Kali Perancis Dengan Menganalisa Consctruction Engineering Menggunakan Metode Balance Cantilever; Name: M. Iqbal Al Farisi, Nim: 41121110038, Supervisor: Sekar Mentari, ST.,MT.,2024*

*Toll road construction is not always on land, some of construction is above the rivers and bridges must be built. Therefore, an alternative for build a bridge if there are obstacles is to use balance cantilever method using form Traveler, where the system works by utilizing the cantilever effect so that the structure can stand on its own without shoring as a bridge support*

*Evaluation of form Traveler begin with modelling using software midas civil then check ratio of form Traveler according to ASD-89 standard, then analysis top and bottom fiber stresses at each construction stage, the stress must be below the allowable stress according to ACI 318M – 14 during construction and service, and precamber value to each segment of bridge span.*

*The load per capacity ratio on A-Frame form Traveler is 0,5, on drivedeck and cantilever is 0,9, and on bottom formwork is 0,6 which is according to ASD-89, load ratio must below 1.*

*Keyword: Balance Cantilever, Form Traveler, Load Ratio*

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah dengan Rahmat Allah SWT saya sebagai penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sebagai penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu saya dalam proses pengerjaan tugas akhir ini. Terimakasih atas arahan, bantuan, petunjuk, saran, dan doa yang telah diberikan kepada saya. Ucapan terimakasih ini saya ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng Selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Ibu Ir. Sylvia Indriany, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercubuana.
4. Ibu Sekar Mentari, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahnya.
5. Kedua orang tua yang tidak berhenti mendukung penulis berupa dukungan kasih sayang dan nasihat sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
6. Ira Rachmathika Rachman Lubis selaku Istri yang selalu mendukung dalam keadaan susah maupun senang.
7. Omar Uwais Arsalan sebagai anak yang selalu menghibur dikala susah maupun senang.
8. Segenap teman – teman seperjuangan yang senantiasa saling mendukung untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Segala kebaikan yang diberikan akan dibalas dengan beribu kali kebaikan. Semoga Allah SWT memberikan balasan atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Selain itu penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Terima Kasih

Jakarta, Juli 2024

Penulis

**DAFTAR ISI**

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I.....	I-1
PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar belakang Masalah.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3 Perumusan Masalah.....	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-2
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.7 Sistematika penulisan.....	I-3
BAB II.....	II-1
TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Pengertian Jembatan.....	II-1
2.1.1 Struktur Jembatan Atas.....	II-1
2.1.2 Struktur bawah jembatan.....	II-2
2.2 Klasifikasi Jembatan.....	II-2
2.3 Beton.....	II-3
2.3.1 Perbedaan Beton Bertulang dengan Beton Prategang.....	II-3



---

2.4	Sejarah Perkembangan Beton Prategang.....	II-4
2.4.1	Definisi Beton Prategang.....	II-5
2.4.2	Tujuan Pemberian Gaya Prategang.....	II-6
2.4.3	Kelebihan dan Kekurangan Beton Prategang.....	II-6
2.5	Sistem Pemberian Gaya Prategang.....	II-6
2.5.1	Pre-tension.....	II-6
2.5.2	Post-tension.....	II-7
2.6	Material Beton Prategang.....	II-8
2.6.1	Beton.....	II-8
2.6.2	Baja Prategang.....	II-9
2.6.3	Grouting.....	II-11
2.6.4	Temporary Tendon.....	II-11
2.6.5	Kehilangan Gaya Prategang.....	II-11
2.6.6	Perpendekan Elastis Beton (ES).....	II-11
2.6.7	Gesekan sepanjang <i>Tendon</i> (W).....	II-12
2.6.8	Slip Angkur.....	II-13
2.6.9	Rangkak pada Beton.....	II-14
2.6.10	Susut pada Beton.....	II-14
2.6.11	Relaksasi pada Baja.....	II-15
2.7	Tegangan Izin Beton & Baja Prategang Menurut SNI & ACI.....	II-16
2.7.1	Tegangan Izin pada Beton Prategang.....	II-16
2.7.2	Tegangan yang diijinkan pada Tendon (Sesuai ACI dan SNI).....	II-17
2.7.3	Tegangan Izin Pada Baja Prategang.....	II-17
2.8	Pembebanan pada Jembatan.....	II-18
2.8.1	Berat Sendiri.....	II-18
2.8.2	Beban Lalu Lintas.....	II-18

---

2.8.3	Gaya Rem .....	II-19
2.8.4	Beban Angin .....	II-20
2.9	Form Traveler .....	II-20
2.9.1	Bagian Utama Form Traveler .....	II-20
2.10	Balance Cantilever .....	II-21
2.11	Penelitian Sebelumnya .....	II-21
BAB III .....		III-1
METODOLOGI PENELITIAN .....		III-1
3.1	Metode Penelitian .....	III-1
3.2	Lokasi Proyek .....	III-16
BAB IV .....		IV-1
ANALISA DAN PEMBAHASAN .....		IV-1
4.1.	Form Traveler .....	IV-1
4.1.1.	Reaksi perletakan .....	IV-1
4.1.2.	Gaya Dalam Form Traveler .....	IV-2
4.1.3.	Gaya Dalam Aksial .....	IV-2
4.1.4.	Gaya dalam geser .....	IV-4
4.1.5.	Gaya Dalam Momen .....	IV-6
4.1.6.	Tegangan Penampang Baja .....	IV-9
4.1.7.	Kapasitas Rasio .....	IV-11
4.2.	Analisa Struktur Atas Jembatan .....	IV-13
4.2.1.	Reaksi Perletakan pada bentang Jembatan .....	IV-13
4.2.2.	Gaya dalam Pada Jembatan .....	IV-14
4.2.3.	Tegangan pada Bentang Jembatan .....	IV-15
4.2.4.	Tegangan pada saat Service .....	IV-17
4.3.	Precamber .....	IV-18

BAB V.....	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2. Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka-1



---

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Koefisien Gesek Kelengkungan dan Wobble .....	II-13
Tabel 2. 2 Nilai <i>Ksh</i> .....	II-15
Tabel 2. 3 Nilai <i>Kredan J</i> ( <i>Nawy, 2001</i> ) .....	II-15
Tabel 2. 4 Nilai C (Faktor Relaksasi) .....	II-16
Tabel 2. 5 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana .....	II-18
Tabel 2. 6 Penelitian Sebelumnya .....	II-21
Tabel 3. 1 Material Form Traveler .....	III-2
Tabel 3. 2 Jumlah Top Tendon .....	III-5
Tabel 3. 3 Jumlah Bottom Tendon .....	III-6
Tabel 3. 4 Jacking Force Top Tendon .....	III-6
Tabel 3. 5 Jacking Force Bottom Tendon Sidespan .....	III-7
Tabel 3. 6 Jacking Force Bottom Tendon Mid Span .....	III-7
Tabel 3. 7 Pembebanan Form Traveler .....	III-9
Tabel 3. 8 Kombinasi pembebanan cantilever dan drivedeck .....	III-10
Tabel 3. 9 Kombinasi pembebanan bottom formwork .....	III-10
Tabel 3. 10 Kombinasi pembebanan A-Frame .....	III-10
Tabel 3. 11 Berat wet concrete di setiap segment .....	III-12
Tabel 4. 1 Gaya Dalam Struktur Form Traveler .....	IV-8
Tabel 4. 2 Tegangan Maksimum Form Traveler .....	IV-10
Tabel 4. 3 Rasio beban per kapasitas form Traveler .....	IV-13
Tabel 4. 4 Tabel Tegangan Bentang Jembatan .....	IV-16
Tabel 4. 5 Defleksi Form Traveler .....	IV-18
Tabel 4. 6 Nilai Precamber Form Traveler .....	IV-19

---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Retak Pada Struktur Beton Bertulang (Budiadi, 2008).....	II-4
Gambar 2. 2 Struktur Beton Pratekan Pertama Oleh Jackson.....	II-4
Gambar 2. 3 Proses Pembuatan Beton Prategang Pratarik (Budiadi, 2008) .....	II-7
Gambar 2. 4 Proses Pembuatan Beton Prategang Post-tension .....	II-8
Gambar 2. 5 Jenis – Jenis Baja Yang Dipakai Untuk Beton Prategang .....	II-10
Gambar 2. 6 Strand 7 kawat.....	II-10
Gambar 2. 7 Beban Lajur “D”.....	II-19
Gambar 2. 8 Form Traveler dengan sistem balance cantilever .....	II-20
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	III-1
Gambar 3. 2 Material Form Traveler .....	III-2
Gambar 3. 3 Tampak samping struktur jembatan .....	III-3
Gambar 3. 4 Section Box Girder pada Piertable .....	III-3
Gambar 3. 5 Section Box Girder pada Closure.....	III-4
Gambar 3. 6 Layout Tendon Jembatan.....	III-4
Gambar 3. 7 Form Traveler yang telah dimodelkan .....	III-8
Gambar 3. 8 Sambungan pada a-frame .....	III-9
Gambar 3. 9 Pemodelan Struktur Jembatan.....	III-11
Gambar 3. 10 Titik referensi stress check.....	III-13
Gambar 3. 11 Construction stage CS0 .....	III-14
Gambar 3. 12 Construction stage CS1 .....	III-14
Gambar 3. 13 Construction stage CS2 .....	III-14
Gambar 3. 14 Construction stage CS15 .....	III-15
Gambar 3. 15 Construction stage CS16 .....	III-15
Gambar 3. 16 Construction stage CS17 .....	III-15
Gambar 3. 17 Construction stage CS18 .....	III-16
Gambar 3. 18 Peta Lokasi Proyek.....	III-17
Gambar 4. 1 Reaksi Perletakan Pada A-Frame .....	IV-1
Gambar 4. 2 Reaksi Perletakkan pada Cantilever dan Drivedeck .....	IV-2

---

Gambar 4. 3 Reaksi Perletakkan pada Bottom Formwork.....	IV-2
Gambar 4. 4 Gaya Aksial pada A-Frame .....	IV-2
Gambar 4. 5 Ilustrasi Gaya Aksial pada A-Frame.....	IV-3
Gambar 4. 6 Gaya Aksial pada Cantilever dan Drivedeck.....	IV-3
Gambar 4. 7 Gaya Aksial pada Bottom Formwork.....	IV-4
Gambar 4. 8 Gaya Geser pada A-Frame .....	IV-5
Gambar 4. 9 Gaya Geser pada Cantilever dan Drivedeck .....	IV-5
Gambar 4. 10 Gaya Geser pada Bottom Formwork.....	IV-6
Gambar 4. 11 Gaya Momen dari A-Frame.....	IV-7
Gambar 4. 12 Gaya Momen dari Cantilever dan Drivedeck.....	IV-7
Gambar 4. 13 Gaya Momen dari Bottom Formwork.....	IV-8
Gambar 4. 14 Tegangan Penampang Baja Pada A-Frame .....	IV-9
Gambar 4. 15 Tegangan Penampang Baja Pada Cantilever dan Drivedeck.....	IV-9
Gambar 4. 16 Tegangan Penampang Baja Pada Bottom Formwork.....	IV-10
Gambar 4. 17 Diagram Rasio Beban per Kapasitas pada A-Frame .....	IV-11
Gambar 4. 18 Diagram Rasio Beban per Kapasitas pada Cantilever dan Drivedeck .....	IV-12
Gambar 4. 19 Diagram Rasio Beban per Kapasitas pada Bottom Formwork .	IV-12
Gambar 4. 20 Reaksi Perletakan pada bentang Jembatan.....	IV-13
Gambar 4. 21 Gaya dalam Aksial Pada Jembatan.....	IV-14
Gambar 4. 22 Gaya Dalam Geser Pada Jembatan.....	IV-14
Gambar 4. 23 Gaya Dalam Momen Pada Jembatan .....	IV-15
Gambar 4. 24 Stress diagram akibat beban service.....	IV-17
Gambar 4. 25 Ilustrasi Precamber Pada Bentang Jembatan.....	IV-20