



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**APLIKASI TEKNOLOGI FORM TRAVELER UNDERSLUNG
PADA SUPPORTING FORMWORK MAIN DECK
PROYEK JEMBATAN CABLE STAYED TELUK KENDARI**

SKRIPSI

**SUGENG PRASTYO
1212225003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
TANGERANG SELATAN
2023**



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**APLIKASI TEKNOLOGI FORM TRAVELER UNDERSLUNG
PADA SUPPORTING FORMWORK MAIN DECK
PROYEK JEMBATAN CABLE STAYED TELUK KENDARI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

SUGENG PRASTYO

1212225003

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
TANGERANG SELATAN
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,

Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

Telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : SUGENG PRASTYO

NPM : 1212225003

Tanda Tangan : 





Tanggal : 24 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : SUGENG PRASTYO
NPM : 1212225003
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Judul Skripsi : APLIKASI TEKNOLOGI FORM TRAVELER
UNDERSLUNG PADA SUPPORTING
FORMWORK MAIN DECK PROYEK
JEMBATAN CABLE STAYED TELUK
KENDARI

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Ir. Krishna Mochtar, MSCE, Ph.D,IPU ()
Penguji 1 : Ir. Rachmi Yanita, M.T., IPM ()
Penguji 2 : Ir. Abrar Husen, M.T., IPM ()
Penguji 3 : Ir. Abi Maulana Hakim, ST., M.T. ()
Ditetapkan di : Kampus Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan
Tanggal : 24 Agustus 2023

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Ir. Nur Hakim, MCE



**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Dengan ini menerangkan bahwa Tugas Akhir yang disusun oleh :

Nama : Sugeng Prastyo

NIM : 1212225003

Prodi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Judul : Aplikasi Teknologi Form Traveler Underslung Pada Supporting
Formwork Main Deck Proyek Jembatan Cable Stayed Teluk Kendari

Telah selesai bimbingan dan disetujui untuk siap disidangkan.

Tangerang Selatan, Juni 2023

Menyetujui,

Prof. Ir. Krishna Mochtar, M.Sc., Ph.D., IPU
(Dosen Pembimbing)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Ir. Nur Hakim, MCE. sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
 - 2) Prof. Ir. Krishna Mochtar, MSCE, Ph.D, IPU sebagai Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
 - 3) Eka Apriliasi, ST., MT. sebagai Dosen Penasehat Akademik yang telah membimbing saya dari awal perkuliahan sampai dengan penyusunan Tugas Akhir;
 - 4) PT. Nindya Karya, Konsorsium PP-NK dan PT. Delta Systech Indonesia (DSI) yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
 - 5) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
 - 6) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Tangerang Selatan, 24 Agustus 2023

Sugeng Prastyo

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SUGENG PRASTYO
NPM : 1212225003
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan,menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

APLIKASI TEKNOLOGI FORM TRAVELER UNDERSLUNG PADA SUPPORTING FORMWORK MAIN DECK PROYEK JEMBATAN CABLE STAYED TELUK KENDARI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Tangerang Selatan

Pada Tanggal, 24 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



SUGENG PRASTYO

ABSTRAK

Nama : Sugeng Prastyo
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Aplikasi Teknologi Form Traveler Underslung Pada Supporting Formwork Main Deck Proyek Jembatan Cable Stayed Teluk Kendari
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Krishna Mochtar, MSCE, Ph.D,IPU

Penggunaan teknologi *Form Traveler Underslung* pada pengecoran *in situ* main deck Jembatan Cable Stayed merupakan salah satu alternatif Metode Pelaksanaan Pembangunan Jembatan yang melintasi atau membentangi laut, selat, sungai atau jurang. Aplikasi Teknologi Form Traveler pada pengecoran *in situ* deck jembatan cable stayed berawal dari konsep design form Traveler, detail fabrikasi dan assembly, erection, launching dan operasional form Traveler. Komponen utama form traveler terdiri dari : Main Girder, Transverse Truss, Casting Hanger, Main Kicker, Launching Hanger dan Komponen Bekisting Form Traveler terdiri dari Edge Beam Formwork, Inner Formwork, Platform Bracket, Inner Formwork Support System, Gantry. Pekerjaan pengecoran segmen deck jembatan yang menggunakan Form Traveler meliputi : Persiapan launching, Release Bekisting Bawah Edge Beam, Release Bekisting Dalam, Launching ke Segmen berikutnya, Fixing FT (CH, Kicker, LH), Formwork Setting, Install Guide Pipe , Install Stay Cable Tahap I, Install Pembesian, Install Post Tensioning, Pengecoran Slab Segmen (SS/MS), Curing. Perhitungan Kekuatan Batang Tarik Form Traveler saat pengecoran per segmen Deck Jembatan sepanjang 9 m dengan volume beton : 185,91 m³ dan beban (Pu) : 4461,84 KN lebih kecil dari kekuatan batang tarik kondisi fraktur $Q_t P_n$: 5.378,91 KN, sehingga kekuatan batang tarik pada Form Traveler tersebut aman dan kuat. Dari hasil perhitungan didapatkan kelangsingan (λ) $60,40 < 300$ (memenuhi). Analisis *biaya konstruksi* form traveler ditentukan berdasarkan komponen : Material Baja Struktur dan Fabrikasi, Design, Assembly dan Hidraulic System, Operasional, Transportasi/Delivery, dan peralatan bantu sebesar Rp. 62.694.825.971. Hasil perhitungan *produktivitas* pekerjaan pengecoran deck yang menggunakan form traveler dituangkan pada *Gantt-chart* /schedule dalam bentuk bar-chart Microsoft Project. Pengecoran Segmen Deck Jembatan yang menggunakan Form Traveler sebanyak 32 Segmen didapatkan durasi Pekerjaan Pengecoran : 11-14 hari tiap segmen dari target rencana awal di 13 hari tiap segmen. Penerapan Teknologi Form Traveler perlu didukung site management antara lain : Pengaturan shift pekerja yang efektif dan efisien serta skill, kompetensi, keahlian tenaga kerja, Arrangement peralatan kerja utama, Inovasi Metode Kerja, Optimasi Pelaksanaan Pekerjaan dengan siklus durasi waktu kerja yang cepat sehingga dapat menurunkan biaya operasional.

Kata Kunci : Form Traveler, Underslung, in situ, biaya konstruksi, produktivitas, Gantt-chart.

ABSTRACT

The use of *Underslung Traveler Form* technology *in situ* main deck casting Cable Stayed Bridges is one alternative method of implementing bridge construction that crosses or stretches the sea, straits, rivers or ravines. The application of Traveler Form Technology *in situ* deck casting of cable stayed bridges originated from the concept of Traveler form design, detailed fabrication and assembly, erection, launching and operation of the Traveler form. The main components of the traveler form consist of: Main Girder, Transverse Truss, Casting Hanger, Main Kicker, Launching Hanger and Formwork Components. The traveler form consists of Edge Beam Formwork, Inner Formwork, Platform Bracket, Inner Formwork Support System, Gantry. Bridge deck segment casting work using Form Traveler includes: Launching Preparation, Release Formwork Under Edge Beam, Release Deep Formwork, Launching to the next Segment, Fixing FT (CH, Kicker, LH), Formwork Setting, Install Guide Pipe, Install Stay Cable Phase I, Install Ironing, Install Post Tensioning, Casting Slab Segment (SS/MS), Curing. Calculation of Tensile Rod Strength of Form Traveler when casting per segment of Deck The 9 m long bridge with concrete volume: 185.91 m³ and load (Pu) : 4461.84 KN is smaller than the strength of the tensile rod QtPn fracture condition: 5,378.91 KN, so that the tensile rod strength on the Traveler Form is safe and strong. From the calculation results obtained slenderness (λ) $60.40 < 300$ (meet). The analysis of the *construction cost* of the traveler form is determined based on components: Steel Structure and Fabrication Materials, Design, Assembly and Hydraulic System, Operations, Transportation / Delivery, and auxiliary equipment amounting to Rp. 62,694,825,971. The results of the calculation of the *productivity* of deck casting work using the traveler form are poured on the *Gantt-chart* /schedule in the form of a Microsoft Project bar-chart. Bridge Deck Segment Casting using the Traveler Form as many as 32 Segments obtained the duration of Casting Work: 11-14 days per segment from the initial plan target of 13 days per segment. The application of Traveler Form Technology needs to be supported by site management, including: Effective and efficient worker shift arrangements as well as skills, competencies, workforce expertise, Arrangement of main work equipment, Work Method Innovation, Work Implementation Optimization with a fast work time duration cycle so as to reduce operational costs.

Keywords : *Form Traveler, Underslung, in situ, construction cost, productivity, Gantt-chart.*

Tangerang Selatan, 24 Agustus 2023

Mengetahui

Ir. Nur Hakim, MCE.

Kepala Program Studi Teknik Sipil

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 State of The Art.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	24
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	25
2.1 Tinjauan Pustaka	25
2.2 Dasar Teori.....	31
2.2.1 Traveler Formwork.....	31
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	50
3.1 Metode Penelitian	50
3.2 Pengumpulan Data.....	61

3.3	Teknik Pengumpulan Data	62
3.4	Tahap dan Prosedur Penelitian.....	63
BAB 4	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	70
4.1	Kebutuhan Material	70
4.2	Struktural Material	71
4.3	Definisi dan Pemodelan Penampang	72
4.4	Analisa Data	98
4.4.1	Analisa biaya konstruksi penggunaan form traveler underslung pada penyelesaian main deck jembatan	98
4.4.2	Analisa produktivitas waktu penggunaan form traveler underslung pada penyelesaian main deck jembatan	99
4.4.3	Analisa Siklus Tahapan Pekerjaan Main Deck	107
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	113
5.1	Kesimpulan	113
5.2	Saran	114
	DAFTAR REFERENSI	115
	LAMPIRAN	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Form Traveler Type Overhead (Kiri) dan Type Underslung (Kanan).....	27
Gambar 2-2 Tampak Samping Form Traveler Overhead	28
Gambar 2-3 Tampak Struktur Baja FT Overhead yang menghalangi Cable Stayed (Garis Warna Merah)	29
Gambar 2-4 Potongan FT Overhead Belakang (Kiri) dan Depan (Kanan)	29
Gambar 2-5 System Bekisting Deck pada FT Overhead.....	30
Gambar 2-6 Form Traveler Overhead	33
Gambar 2-7 Form Traveler Underslung	34
Gambar 2-8 Tampilan Isometrik/ Tampilan Rencana Jembatan Cable Stay Kendari	35
Gambar 2-9 Layout Metode Konstruksi Traveler Deck Jembatan Teluk Kendari	36
Gambar 2-10 Bagian Komponen Form Traveler	37
Gambar 2-11 Main Girder dan Transverse Truss Form Traveler	38
Gambar 2-12 Casting Hanger	39
Gambar 2-13 Main Kicker.....	40
Gambar 2-14 Launching Hanger	41
Gambar 2-15 Edge Beam Formwork.....	42
Gambar 2-16 Tampak Depan Form Traveler.....	43
Gambar 2-17 Assembly Perakitan Main Truss dan Transverse Truss	43
Gambar 2-18 Assembly Perakitan Main Truss	44
Gambar 2-19 Proses Erection Main Truss	44
Gambar 2-20 Proses Lifting Main Truss	45
Gambar 2-21 Proses Lifting Main Truss dan Sattelite Beam	45
Gambar 2-22 Tahapan Erection dan Lifting Main Truss Form Traveler	46
Gambar 2-23 Setting dan Instalasi Inner dan Outer Formwork Traveler	46
Gambar 2-24 Pelepasan Edge Beam Formwork dan Lowering Inner Formwork.....	47
Gambar 2-25 Proses Instalasi Launching Hanger	48
Gambar 2-26 Penempatan Safety Device Form Traveler.....	48
Gambar 2-27 Ilustrasi Pelepasan Casting Hanger	49
Gambar 2-28 Proses Launching Form Traveler	49
Gambar 3-1 Lay Out Jembatan Cable Stayed Sisi Kota Lama – Main Bridge – Sisi Poasia	52

Gambar 3-2 Typical Section Deck MS dan SS.....	53
Gambar 3-3 Penggunaan Form Traveler Segmen Deck Sisi Main Span dan Side Span	54
Gambar 3-4 Sequence Pekerjaan Deck Form Traveler	54
Gambar 4-1 Traveler System.....	71
Gambar 4-2 Penampang Section H300x300x15x25	72
Gambar 4-3 Penampang Section IU360x250x60x45x250x50	73
Gambar 4-4 Penampang Section H300x300x12x20	74
Gambar 4-5 Penampang Section H200x200x8x12	75
Gambar 4-6 Penampang Section Box A 400x25x22,5x300x330x300x400x25	76
Gambar 4-7 Penampang Section Box A 400x25x15x60x300x400x25	77
Gambar 4-8 Penampang Section IS 300x200x10x10x15.....	78
Gambar 4-9 Penampang Section Box A 300x20x15x245x300x300x20	79
Gambar 4-10 Penampang Section H300x400x20x25	80
Gambar 4-11 Penampang Section Box A 400x35x45x215x300x400x35	81
Gambar 4-12 Penampang Section Box A 400x35x16x200x300x400x35	82
Gambar 4-13 Penampang Section H300x400x20x25	83
Gambar 4-14 Penampang Section H250x250x10x15	84
Gambar 4-15 Penampang Section H300x300x10x15	85
Gambar 4-16 Penampang Section H200x200x8x12	86
Gambar 4-17 Penampang Section H175x175x6x12	87
Gambar 4-18 Penampang Section 2LC L75x6x6.....	88
Gambar 4-19 Penampang Section H150x150x8x10	89
Gambar 4-20 Penampang Section H125x125x6x8	90
Gambar 4-21 Penampang Section UU250x250x20x30x30x300.....	91
Gambar 4-22 Penampang Section UU250x250x30x40x40x600.....	92
Gambar 4-23 Penampang Section IS300x300x10x15.....	93
Gambar 4-24 Penampang Section TO 450x600x25x25	94
Gambar 4-25 Form Work System General Arrangement Transverse Direction.....	95
Gambar 4-26 Perbandingan Komponen Biaya Investasi Form Traveler.....	99
Gambar 4-27 Pengecoran Main Bridge Metode Form Traveler Underslung	100
Gambar 4-28. Shoring Main Deck Pylon 1	103
Gambar 4-29. Shoring Main Deck Pylon 2	103

Gambar 4-30 Grafik Durasi Waktu Siklus Penyelesaian Segmen Deck Jembatan.	105
Gambar 4-31 Tahapan Urutan Kerja Main Deck.....	107
Gambar 4-32 Skema Penempatan Peralatan Instalasi Cable Stayed pada Pylon	108
Gambar 4-33 Penempatan Peralatan Instalasi Cable Stayed Main Deck Form Traveler	109
Gambar 4-34 Prefabrikasi Tulangan Tranverse Beam.....	110
Gambar 4-35 Preassembly Angkur dan Recess Pipe.....	110
Gambar 4-36 Extension Form Traveler	111
Gambar 4-37 Penempatan Floating Batching Plant Pengecoran Main Deck	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Penelitian sebelumnya (state of the art).....	10
Tabel 2.1 Perbandingan Form Traveler Overhead dan Underslung	31
Tabel 3.1 Tahapan Pekerjaan Deck Form Traveler.....	56
Tabel 3.2 Kebutuhan Tenaga Kerja	57
Tabel 3.3 Analisa Harga Satuan Beton Mutu Tinggi $f_c'=45$ Mpa	58
Tabel 3.4 Analisa Harga Satuan Baja Prategang	59
Tabel 3.5 Analisa Harga Satuan Baja Tulangan U 39 Ulir	60
Tabel 3.6 Analisa Pemasangan dan Penarikan Stay Cable	61
Tabel 4.1 List Berat Komponen Material Form Traveler	70
Tabel 4.2 Rekapitulasi Biaya Form Traveler	98
Tabel 4.3 Laba/Rugi Investasi Form Traveler	99
Tabel 4.4 Kondisi Kecepatan Angin Pengoperasian Form Traveler.....	100

DAFTAR LAMPIRAN