

TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PENGGUNAAN SKTRUKTUR BOX CULVERT
SEBAGAI PENGGANTI GIRDER DI JEMBATAN SUNGAI KALI
JOMPO JEMBER

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Jember



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER
2022

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PENGGUNAAN STRUKTUR BOX

CULVERT SEBAGAI PENGGANTI GIRDER DI JEMBATAN

KALI JOMPO, JEMBER

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember

Yang diajukan oleh:

Rena Fajri Romdani 1810611035

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Arief Alihudien, ST, MT

NIDN. 0725097101

Dosen Pembimbing II

Dr. Muhtar, ST., MT., IPM

NIDN. 0010067301

Dosen Penguji I

Ir. Totok Dwi Kurvanto MT

NIDN. 0013086602

Dosen Penguji II

Adhitya Surya Manggala, ST., MT

NIDN. 0727088701

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PENGGUNAAN STRUKTUR BOX CULVERT SEBAGAI PENGGANTI GIRDER DI JEMBATAN KALI JOMPO, JEMBER

Disusun Oleh:

Rena Fajri Romdani 1810611035

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Skripsinya pada sidang Skripsi tanggal 15, bulan Februari, tahun 2022 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember



SURAT PERNYATAAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rena Fajri Romdani

NIM : 1810611035

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan sebenarnya bahwa Tugas akhir yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau karya orang lain yang saya akui sebagai tulisan dan karya saya sendiri.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini hasil jiplak, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Jember, 02 Maret 2022

Yang membuat pernyataan,



Rena Fajri Romdani
NIM 1810611035

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya tercinta Ibu Wiwin Cindrawasih dan Bapak Ahmad Zaini yang memberi semangat dan menjadi motivasi utama menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Adik saya Muhammad Rizqon, Mbah Uti dan semua anggota keluarga besar saya.
3. Guru-guru sejak taman kanak - kanak sampai perguruan tinggi.
4. Teman – teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember terutama untuk Angkatan 2018.
5. Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember,
6. Dan semua yang telah membantu selama proses yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

MOTTO

“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Al-Baqarah: 286)

“Akan selalu ada jalan menuju sebuah kesuksesan bagi siapapun, selama orang tersebut mau berusaha dan bekerja keras untuk memaksimalkan kemampuan yang ia miliki.”

(Bambang Pamungkas)

"Believe in yourself and all that you are. Know that there is something inside you that is greater than any obstacle."

(Christian D. Larson)

PRAKARTA

Bismillahirrahmanirrohim dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, serta hidah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan maksimal dan masih dalam keadaan sehat wal'afiat. Sholawat serta salam senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, nabi akhir zaman yang mengajarkan agama islam di muka bumi.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Jember. Dalam kesempatan kali ini, untuk meningkatkan kualitas penguasaan materi yang dipelajari, Tugas Akhir penulis tertarik membahas tentang struktur jembatan dengan judul "*Studi Alternatif Penggunaan Struktur Box Culvert Sebagai Pengganti Girder di Jembatan Kali Jompo, Jember*". Diharapkan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dalam lingkungan maupun diluar lingkungan Universitas Muhammadiyah Jember.

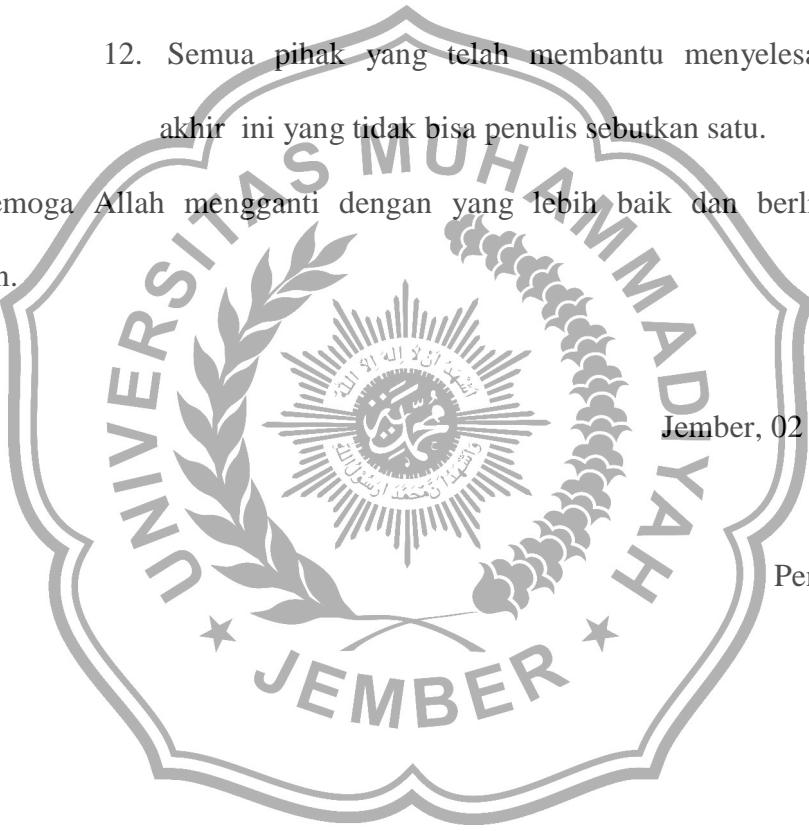
Penulis menyadari akan keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki, maka dalam penyususan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, saran dan kritik dari berbagai pihak. Pada kesempatan baik ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih setulus –tulusnya kepada pihak - pihak yang telah membantu secara moril maupun materil, yaitu :

1. Allah SWT atas petunjuk, hidayah serta rahmat dan karunianya yang menjadi penuntun dalam setiap langkah saya dan semoga bisa menjadi barokah dalam hidup.
2. Bapak Ahmad Zaini dan Ibu Wiwin Cindrawasih sebagai orang tua saya yang sangat saya sayangi, terimakasih atas seluruh doa yang selalu kalian panjatkan, serta semangat dorongan hingga saya bisa sampai di titik ini.
3. Seluruh anggota keluarga yakni adik saya Muhammad Rizqon, Mbah uti, seluruh sekuarga besar simansur dan hadiya yang selalu memberikan dukungan selama ini.
4. Dr. Nanang Saiful Rizal, ST., MT selaku dekan fakultas teknik.
5. Taufan Abadi ST.,MT selaku dosen serta ketua program studi yang juga membantu memberi semangat untuk seluruh mahasiswa teknik sipil.
6. Arief Alihudien, ST., MT. selaku dosen pembimbing I terimakasih sudah membimbing saya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan tepat wak
7. Dr. Ir. Muhtar . ST., MT., IPM. selaku dosen pembimbing II terimakasih sudah sabar dalam mengajari serta membimbing saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
8. Ir. Totok Dwi Kuryanto, MT selaku dosen penguji I
9. Adhitya Surya Manggala, ST., MT. selaku dosen penguji II

10. Teman se perjuangan ST, sefrekuensi, sahabat, dan juga sudah saya anggap seperti keluarga kedua Sulanggana dan kawan-kawan terimakasih selalu menjadi moodbooster selama kenal dengan kalian.
11. Almamater Universitas Muhammadiyah Jember yang memberikan kebanggaan, kewibawaan, dan dorongan kepada penulis, dan
12. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu.

Semoga Allah mengganti dengan yang lebih baik dan berlipat ganda.

Aamiin.



Jember, 02 Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------|----------|
| COVER | i |
| KATA PENGANTAR..... | ii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xviiiiii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan | 4 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 5 |
| 1.6 Ruang Lingkup Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 Tinjauan Umum..... | 7 |
| 2.2 Jenis Jembatan | 7 |
| 2.3 Box Culvert | 15 |
| 2.4 Pembebanan..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4.1 Analisis Pembebanan | 19 |
| 2.4.2 Beban Sendiri (QMS) | 20 |
| 2.4.3 Beban Mati (QMA)..... | 21 |
| 2.4.4 Beban Lalu Lintas | 22 |
| 2.4.5 Beban Akibat Tekanan Tanah..... | 23 |
| 2.4.6 Gaya Rem (TB)..... | 23 |
| 2.4.7 Beban Angin (EW)..... | 24 |
| 2.4.8 Pengaruh Temperatur (ET) | 25 |
| 2.4.9 Beban Gempa (EQ)..... | 25 |
| 2.5 Macam-macam sistem plat..... | 29 |
| 2.5.1 Plat Satu Arah (One Way Slab) | 29 |
| 2.5.2 Plat Dua Arah (Two Way Slab)..... | 30 |
| 2.6 Penulangan Struktur Beton..... | 30 |
| 2.7 Pondasi Tiang Pancang | 32 |
| 2.8 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Lapangan | 34 |
| BAB III KERANGKA KONSEP PENELITIAN | 36 |
| 3.1 Persiapan | 36 |
| 3.2 Pengumpulan Data | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.1 Data Primer | 36 |
| 3.2.2 Data Sekunder..... | 38 |
| 3.3 Metode Analisis..... | 39 |
| BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN..... | 42 |
| 4.1 Tahap Perencanaan Struktur Jembatan Box Culvert | 42 |
| 4.1.1 Survey Data Teknis Jembatan..... | 42 |
| 4.1.2 Acuan Perhitungan dan Pedimensian..... | 42 |
| 4.1.3 Pembebanan dan Analisa Mekanika..... | 42 |
| 4.1.4 Penggambaran Hasil Perhitungan..... | 43 |
| 4.2 Analisa Hidrologi..... | 43 |
| 4.2.1 Data Hujan Bulanan | 43 |
| 4.2.2 Data Hujan Tahunan | 44 |
| 4.2.3 Uji Konsistensi Data..... | 45 |
| 4.2.4 Curah Hujan Rerata Kawasan Dengan Metode Polygon Thiessen..... | 48 |
| 4.2.5 Analisa Distribusi Frekuensi..... | 49 |
| 4.2.6 Pemilihan Jenis Distribusi | 50 |
| 4.2.7 Perhitungan Distribusi Log Normal..... | 52 |
| 4.2.8 Uji Distribusi..... | 52 |

| | |
|--|----|
| 4.2.9 Perhitungan Hidrograf | 56 |
| 4.3 Analisa Hidrolikा | 69 |
| 4.4 Analisa Profil Muka Air Menggunakan Hec-RAS..... | 69 |
| 4.5 Deskripsi Tanah Berdasarkan Nilai SPT | 73 |
| 4.6 Menghitung Subgrade Reaction | 75 |
| 4.7 Momen Inersia Box Culvert | 76 |
| 4.8 Analisa Pembebaan | 81 |
| 4.8.1 Data Umum <i>Box Culvert</i> | 81 |
| 4.8.2 Bahan Struktur | 82 |
| 4.8.3 Pembebaan <i>Box Culvert</i> | 83 |
| 4.8.3.1 Beban Sendiri <i>Box Culvert</i> (Q MS)..... | 83 |
| 4.8.3.2. Beban Mati Tambahan (MA)..... | 85 |
| 4.8.3.3. Beban Lalu Lintas | 87 |
| 4.8.3.4. Gaya Rem | 88 |
| 4.8.3.5. Beban Angin (EW) | 88 |
| 4.8.3.6. Beban Temperatur (ET) | 89 |
| 4.8.3.7. Tekanan Tanah (TA)..... | 89 |
| 4.8.3.8. Beban Gempa (EQ)..... | 91 |

| | |
|---|------------|
| 4.9 Kombinasi Beban dan Faktor Beban yang digunakan | 96 |
| 4.10 Analisa SAP2000 | 97 |
| 4.11 Kapasitas Tiang Pancang..... | 101 |
| 4.11.1 Daya Dukung Izin Tiang Pancang | 101 |
| 4.12 Penulangan Plat Lantai Kendaraan..... | 106 |
| 4.12.1 Penulangan Lapangan | 109 |
| 4.13 Penulangan Plat Lantai Dasar..... | 119 |
| 4.14 Penulangan Plat Dinding | 120 |
| 4.15 Gambar Pulangan | 125 |
| 4.16 Perhitungan Kapasitas Momen Nominal (Mn) | 126 |
| BAB V KESIMPULAN | 136 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 136 |
| 5.2 Saran | 137 |
| DAFTAR PUSTAKA | 138 |
| LAMPIRAN | 136 |

DAFTAR TABEL

NO.

TABEL

NAMA TABEL

HALAMAN

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang | 29 |
| 4.1 | Curah hujan bulanan stasiun Wirolegi | 43 |
| 4.2 | Curah hujan bulanan stasiun Kottok | 43 |
| 4.3 | Curah hujan bulanan stasiun Karanganom | 44 |
| 4.4 | Curah hujan bulanan stasiun Dam Semanggir | 44 |
| 4.5 | Curah hujan tahunan | 44 |
| 4.6 | Uji konsistensi data stasiun Wirolegi | 45 |
| 4.7 | Uji konsistensi data stasiun Kottok | 46 |
| 4.8 | Uji konsistensi data stasiun Karanganom | 46 |
| 4.9 | Uji konsistensi data stasiun Dam Semanggir | 47 |
| 4.10 | Curah Hujan Rerata Daerah Maksimum | 48 |
| 4.11 | Perbandingan Presentase | 49 |
| 4.12 | Curah Hujan Rata-rata Daerah | 49 |
| 4.13 | Analisa distribusi frekuensi | 49 |
| 4.14 | Perbandingan Syarat Distribusi dan Hasil Perhitungan | 50 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.15 | Parameter statistik dari distribusi Log Normal | 51 |
| 4.16 | Curah hujan rancangan | 51 |
| 4.17 | Perhitungan Smirnov Kolomogorov | 52 |
| 4.18 | Uji Log Normal | 54 |
| 4.19 | Perhitungan X kritis | 54 |
| 4.20 | Koefisien Pengaliran | 57 |
| 4.21 | Perhitungan Hujan Netto Jam – jaman | 57 |
| 4.22 | Ordinat Hidrograf Satuan | 59 |
| 4.23 | Ordinat Hidrograf kala ulang 2 tahun | 62 |
| 4.24 | Ordinat Hidrograf kala ulang 5 tahun | 63 |
| 4.25 | Ordinat Hidrograf kala ulang 10 tahun | 64 |
| 4.26 | Ordinat Hidrograf kala ulang 25 tahun | 65 |
| 4.27 | Ordinat Hidrograf kala ulang 50 tahun | 66 |
| 4.28 | Ordinat Hidrograf kala ulang 100 tahun | 67 |
| 4.29 | Ordinat Hidrograf kala ulang 1000 tahun | 68 |
| 4.30 | Menentukan Dimensi <i>Box Culvert</i> | 70 |
| 4.31 | Menentukan nilai N-SPT | 74 |
| 4.32 | klasifikasi Site | 74 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.33 | Nilai Subgrade reaction | 76 |
| 4.34 | Data umum dimesi <i>Box culvert</i> | 82 |
| 4.35 | Perhitungan Berat Mati Tambahan Box Culvert | 86 |
| 4.36 | Beban TA per satu meter | 91 |
| 4.37 | Faktor amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik (F_{PGA}/Fa) | 94 |
| 4.38 | Faktor amplifikasi untuk F_v | 94 |
| 4.39 | Zona Gempa | 95 |
| 4.40 | Faktor modifikasi respon | 95 |
| 4.41 | Faktor modifikasi respon (R) | 95 |
| 4.42 | Beban tekanan tanah akibat gempa per satu meter | 97 |
| 4.43 | Hasil Perhitungan daya dakung izin | 104 |
| 4.44 | Hasil Perhitungan Penulangan Plat lantai kendaraan | 114 |
| 4.45 | Hasil Perhitungan Penulangan Plat lantai dasar | 118 |
| 4.46 | Sifat-sifat Strand Stress-Relive dengan Tujuh Kawat Tanpa Pelapisan (ASTMA-416) | 132 |
| 4.47 | Dimensi Balok Girder | 133 |
| 4.48 | Menentukan Garis Netral | 134 |
| 4.49 | Menentukan Momen Inersia | 134 |

| | | |
|------|-----------------------------------|-----|
| 4.50 | Mencari momen inersia cable edge | 137 |
| 4.51 | Mencari momen inersia cable Midle | 138 |



DAFTAR GAMBAR

| NO. | GAMBAR | NAMA GAMBAR | HALAMAN |
|-----|--------|-------------------------------------|---------|
| | 1.1 | Kondisi existing | 2 |
| | 2.1 | Jembatan Kayu | 8 |
| | 2.2 | Jembatan Pasangan Batu/Bata. | 9 |
| | 2.3 | Jembatan Beton | 9 |
| | 2.4 | Jembatan baja | 10 |
| | 2.5 | Jembatan Kereta Api | 10 |
| | 2.6 | Jembatan Lalu-lintas Jalan Raya | 11 |
| | 2.7 | Jembatan Penyeberangan Orang (JPO). | 11 |
| | 2.8 | Jembatan Perlintasan Instalasi | 12 |
| | 2.9 | Jembatan Balok Biasa. | 13 |
| | 2.10 | Jembatan Komposit | 14 |
| | 2.11 | Jembatan Prategang | 14 |
| | 2.12 | Jembatan Rangka Batang. | 15 |
| | 2.13 | Jembatan Gantung | 15 |
| | 2.14 | Box Culvert Baja | 15 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.15 | Box Culvert Polyvinyl Chlorida (PVC) | 18 |
| 2.16 | Box Culvert Beton | 19 |
| 2.17 | Box Culvert Tipe Single | 19 |
| 2.18 | Box Culvert Tipe Double | 20 |
| 2.19 | Box Culvert Tipe Triple | 20 |
| 2.20 | Berat Sendiri | 22 |
| 2.21 | Beban Mati | 23 |
| 2.22 | Beban Truk | 24 |
| 2.23 | Beban Akibat Tekanan Tanah | 24 |
| 2.24 | Gaya Rem | 25 |
| 2.25 | Beban Angin | 26 |
| 2.26 | Pengaruh Temperatur | 26 |
| 2.27 | Grafik Hubungan Koefisien Geser dan Waktu Geser | 28 |
| 2.28 | Beban Gempa Statik Ekivalen | 29 |
| 2.29 | Tekanan Tanah Dinamis Akibat Gempa | 29 |
| 2.30 | Pelat satu arah | 31 |
| 3.1 | Lokasi Penelitian | 37 |
| 3.2 | Alur Penelitian | 40 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4.1 | Lengkungan massa ganda stasiun perk jatirono | 45 |
| 4.2 | Lengkungan massa ganda stasiun Kottok | 46 |
| 4.3 | Lengkungan massa ganda stasiun Karanganom | 47 |
| 4.4 | Lengkungan massa ganda stasiun Dam Semanggir | 47 |
| 4.5 | Grafik Hidrograf HSS Nakayasu | 70 |
| 4.6 | Diemensi Box Culvert | 81 |
| 4.7 | Geometri sungai Kali Jompo | 72 |
| 4.8 | Profil Muka Air titik yang di tinjau | 73 |
| 4.9 | Pemodelan Debit Banjir Kala Ulang 50 Tahun | 73 |
| 4.10 | Pemodelan Box Culvert | 73 |
| 4.11 | Data SPT | 74 |
| 4.12 | Mencari momen inersia arah X | 77 |
| 4.13 | Mencari momen inersia arah Y | 80 |
| 4.14 | Dimensi <i>Box Culvert</i> | 82 |
| 4.15 | Intensitas Uniformly Distributed Load (UDL) | 88 |
| 4.16 | Faktor beban dinamis (DLA) | 88 |
| 4.17 | Beban MS pada plat lantai | 99 |
| 4.18 | Beban PMS pada plat lantai | 100 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.19 | Beban MA pada plat lantai | 100 |
| 4.20 | Beban TD pada plat lantai | 100 |
| 4.21 | Beban TT pada plat lantai | 101 |
| 4.22 | bebani TB pada plat lantai | 101 |
| 4.23 | Beban EW pada plat lantai | 101 |
| 4.24 | Beban ET pada plat lantai | 102 |
| 4.25 | Beban TA pada plat dinding | 102 |
| 4.26 | Beban QEQ pada plat dinding | 102 |
| 4.27 | Momen Kombinasi Ekstrim I | 103 |
| 4.28 | Gaya Geser Kombinasi Ekstrim I | 103 |
| 4.29 | Gaya Aksial Kombinasi Ekstrim I | 103 |
| 4.30 | Grafik Kolom Pendek | 108 |
| 4.31 | Kontrol kuat geser ponds | 113 |
| 4.32 | Material yang digunakan untuk desain kolom. | 123 |
| 4.33 | Pemilihan tulangan | 124 |
| 4.34 | Input Gaya Aksial dan Momen. | 124 |
| 4.35 | Hasil analisis pca cole | 125 |
| 4.36 | Hasil analisis pca cole | 125 |

| | | |
|------|-------------------------|-----|
| 4.37 | Penulangan tampak atas | 128 |
| 4.38 | Detai penulangan A-A | 128 |
| 4.39 | Detail penulangan kolom | 129 |
| 4.40 | Mencari Mn Plat dinding | 132 |
| 4.41 | Dimensi Balok Girder | 141 |
| 4.42 | Cable Edge | 137 |
| 4.43 | Cable Midle | 139 |

