

PROPOSAL TUGAS AKHIR

TINJAUAN STABILITAS DAN EKONOMI TEKNIK JEMBATAN APUNG DI HILIR KALI TUNTANG

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan

Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Aji Hermanto

NIM : 30201900027

Alif Krisna Sakti

NIM : 30201900032

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

2023



LEMBAR PENGESAHAN

TINJAUAN STABILITAS DAN EKONOMI TEKNIK JEMBATAN APUNG DI HILIR KALI TUNTANG KABUPATEN DEMAK



Aji Hermanto
NIM : 30201900027



Alif Krisna Sakti
NIM : 30201900032

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 2 Agustus 2023

Tim Penguji

1. **Prof. Dr. Ir. H. S Imam Wahyudi, DEA**
NIDN: 0613026601
2. **Ari Sentani, ST., M.Sc**
NIDN: 0604028502
3. **Dr. Henny Pratiwi Adi, ST., MT.**
NIDN: 0606087501

Tanda Tangan

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 07/A.1/SA-1/17/2023

Pada hari ini tanggal...03-08-2023...berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Prof. Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA

Jabatan Akademik : Guru Besar

Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

2. Nama : Ari Sentani, ST., M.Sc

Jabatan Akademik : Asisten Ahli

Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Aji Hermanto

NIM : 30201900027

Alif Krisna Sakti

NIM : 30201900032

Judul : Perencanaan Bangunan Apung Untuk Pasar Modern Di Kabupaten Brebes Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	4/04/2023	ACC
2	Seminar Proposal	9/6/2023	ACC
3	Pengumpulan data	01/11/2023	ACC
4	Analisis data	04/11/2023	ACC
5	Penyusunan laporan	07/11/2023	ACC
6	Selesai laporan	19/07/2023	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing

Pendamping

Prof. Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA

Ari Sentani, ST., M.Sc

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : AJI HERMANTO

ALIF KRISNA SAKTI

NIM : 30201900027

30201900032

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

**“TINJAUAN STABILITAS DAN EKONOMI TEKNIK JEMBATAN
APUNG DI HILIR KALI TUNTANG KABUPATEN DEMAK”**

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar
maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana
mestinya.

Semarang, 2 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,


Aji Hermanto
Alif Krisna Sakti

NIM : 30201900027

NIM : 30201900032

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : AJI HERMANTO

ALIF KRISNA SAKTI

NIM : 30201900027

30201900032

JUDUL TUGAS AKHIR : TINJAUAN STABILITAS DAN EKONOMI
TEKNIK JEMBATAN APUNG DI HILIR
KALI TUNTANG KABUPATEN DEMAK

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 2 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,

Aji Hermanto

Alif Krisna Sakti

NIM : 30201900027

NIM : 30201900032

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR



Nama : 1. Aji Hermanto (30201900027)
2. Alif Krisna Sakti (30201900032)

Dosen Pembimbing : Prof Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Ari Sentani, ST, MSc

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
22 05	2023	- jumlah orang di sungai - Tujuan OK, uluran tidak ditelusuri, tangkapan ikan - Sampel ikan untuk studi	
29 05	2023	- Data lokasi lokasi ikan & penangkapan ikan (jalam, sungai) - Data Primer dokumentasi uluran detail sampel jumlah orang uluran cara & teknik	
- Data Pustaka (Dinas/ Desa/ Kecamatan/ literatur)			

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR



Nama :1. Aji Hermanto (30201900027)
2. Alif Krisna Sakti (30201900032)

Dosen Pembimbing : Prof Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Ari Sentani, ST, MSc

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	23-05-2023	Perbaiki judul Perbaiki typo Perbaiki Rumusan masalah & tujuan Lanjut Bab II	
2.	30-05-2023	Perbaiki contoh jembatan apung Perbaiki cm gambar Tambahkan jenis kayu & bambu Car. kerja jembatan Apung Lanjut Bab III	
3.	3/6/2023	Perbaiki Ilustrasi elevasi Perbaiki "KBB" y'analisa" Perbaiki diagram alir	
4.	6/6/2023	Silahkan perbaiki typo dan bisa seminar proposal	

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR



Nama :1. Aji Hermanto (30201900027)
2. Alif Krisna Sakti (30201900032)

Dosen Pembimbing : Prof Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Ari Sentani, ST, MSc

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
		Analisis : - Dampak akibat gempa bumi - stabilitas - ekonomi teknik - BCR, NPV, IRR	[Signature]
	30/05/2024	Output & laporan teknik. - Flow-chart - Jadwal & Gantt chart - Proposal	[Signature]

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR



Nama : 1. Aji Hermanto (30201900027)
2. Alif Krisna Sakti (30201900032)

Dosen Pembimbing : Prof Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Ari Sentani, ST, MSc

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
12/06	2023	- gambar & history studi - Stas gambata apung - History RAB - ngr - Survey benefit ngr (keuntungan) - per hari & per bulan	
21/06	2023	- gambar & history studi - gambar gambata apung - History stabilitas - RAB - Benefit - material - harus pakai - Upah	atas sampling moned - skill analisis base control laporan TA - chronic thru

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR



Nama :1. Aji Hermanto (30201900027)

2. Alif Krisna Sakti (30201900032)

Dosen Pembimbing : Prof Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA

Ari Sentani, ST, MSc

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	11/07/2023	- Perbaiki NPV - Alasan layak Proyek - Perbaiki tabel - Cari nilai D & P.	
	17/7/2023	- Perbaiki penulisan kata Perapan - Perbaiki typo - Lengkapi Ker Dab U	
	18/7/2023	- Perbaiki Bab U & legenda - Perbaiki gambar dan tabel	

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR



Nama : 1. Aji Hermanto (30201900027)
2. Alif Krisna Sakti (30201900032)

Dosen Pembimbing : Prof Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Ari Sentani, ST, MSc

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	11/07/2023	- Ukuran dan gambar - Perhitungan stabilitas bangunan → Heab y ↳ ventilasi ↳ Distribusi air - Kredit → di masukkan - dim. teles - Benefit → jumlah saat ini - Planis - Monggo - Bulet - Tahun : 7.200 - Ruyfrapi	

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR



Nama : 1. Aji Hermanto (30201900027)
2. Alif Krisna Sakti (30201900032)

Dosen Pembimbing : Prof Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Ari Sentani, ST, MSc

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	19-07-2023	Silakan dipersiapkan Seminar hasil	

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan

beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah

orang – orang fasik”

(Q.S. Ali ‘Imran Ayat 110)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka

mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.” (Q.S. Ar-Ra’d Ayat 11)

Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan. “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), sesungguhnya azab-Ku benar-benar sangat keras.” (Q.S Ibrahim Ayat 7)

“Dia yang tidak cukup berani mengambil resiko tidak akan mencapai apapun dalam hidup”
(Muhammad Ali)

“Jika dirimu bermimpi untuk menggapai puncak gunung, maka dirimu akan melewati puncak bukit-bukit. Namun jika dirimu hanya bermimpi untuk menggapai puncak bukit, maka dirimu tidak akan pernah mencapai puncak gunung selamanya”

(H. Hermiadi, S.Pd., M.Pd.)

“Bermimpilah dalam hidup, jangan hidup dalam mimpi”
(Andrea Hirata)

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah

orang – orang fasik”

(Q.S. Ali ‘Imran Ayat 110)

“Teman sejati adalah dia yang selalu memberi nasihat ketika melihat kesalahanmu dan dia yang mau membelamu di saat kamu tidak ada” (Ali bin Abi Thalib)

“Daripada belajar dari kesuksesan orang lain, belajarliah dari kesalahan mereka” (Jack Ma)

“Kita mungkin tersandung dan terjatuh tetapi akan bangkit kembali, itu sudah cukup jika kita tidak lari dari pertempuran”

(Mahatma Ghandi)

“Lakukan semua yang kamu bisa, untuk semua orang yang kamu temui, dengan semua cara yang kamu bisa, selama kamu bisa”

(Hillary Clinton)

Alif Krisna Sakti

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah – Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Shodiqun dan Ibu Sofiyatun kakak saya Tutiatul Munawaroh, serta keluarga besar Haris dan keluarga besar Sami yang telah memberikan segenap kasih sayang, semangat, dukungan materil, pendidikan mental serta do'a disetiap langkah yang saya lewati.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA dan Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
3. Dosen – dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya dan selalu memberikan motivasi serta arahan kepada saya.
4. Alif Krisna Sakti selaku rekan yang telah berjuang dan bekerja keras bersama saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Untuk orang yang spesial bagi saya, Ifitita Laistania, yang selama masa perkuliahan telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan hal hal positif kepada saya.
6. Teman – teman seperjuangan kuliah saya, Arizal Wisnu P, Ahmad Salakhuddin, Arya Fredy A, Dya Alfhard yang selalu ada disaat susah dan senang bersama dalam masa perkuliahan dan selalu memberikan dukungan serta *feedback* yang positif.
7. Teman – teman Fakultas Teknik UNISSULA Angkatan 2019, khususnya kelas sipil C dan seluruh keluarga besar UNISSULA.

Aji Hermanto
NIM : 30201900027

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah – Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak H. Sunarto dan Ibu Hj. Puji Rahayu, serta keluarga besar Saridjan dan keluarga besar Prawiro Soetjipto yang telah memberikan segenap kasih sayang, semangat, dukungan materil, pendidikan mental serta do'a disetiap langkah yang saya lewati.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA dan Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
3. Dosen – dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya dan selalu memberikan motivasi serta arahan kepada saya.
4. Aji Hermanto selaku rekan yang telah berjuang dan bekerja keras bersama saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Teman spesial saya Aqilah Nadhifatul Hayah, yang selama masa perkuliahan telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan hal-hal positif kepada saya.
6. Teman – teman seperjuangan kuliah saya, Arizal Wisnu P, Ahmad Salakhuddin, Arya Fredy A, Dya Alfhard, yang selalu ada disaat susah dan senang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan selalu memberikan dukungan serta *feedback* yang positif.
7. Teman – teman Fakultas Teknik UNISSULA Angkatan 2019, khususnya kelas sipil A dan seluruh keluarga besar UNISSULA.

Alif Krisna Sakti
NIM : 30201900032

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul

“Perencanaan Bangunan Apung Untuk Pasar Modern Di Kabupaten Brebes”. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada beliau junjungan Nabi Muhammad SAW. Beserta para sahabatnya.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua yang telah membesarkan, menyediakan sarana dan prasarana serta dukungan dan doa sampai detik ini;
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
3. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
5. Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
6. Rifqi Hera A yang telah memberikan referensi Laporan Tugas Akhir;
7. Teman – teman angkatan 2019 Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu besar harapannya atas kritik dan saran yang membangun agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Semarang, Juli 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Lokasi Penelitian	3
1.6. Sistematika Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Umum Bangunan Apung	4
2.2. Pengertian Umum Jembatan Apung	4
2.3. Model Bangunan Apung di Berbagai Negara.....	5
2.3.1. Jembatan Apung Sambung Roso.....	5
2.3.2. Jembatan Apung di Sungai Wulan Kudus-Demak.....	6
2.3.3. Jembatan Apung Cihampelas-Batujajar.....	6
2.3.4. Jembatan Apung di Sungai Porong.....	7
2.3.5. Jembatan Apung Penghubung Dua Desa di Bandung Barat.....	7
2.3.6. Jembatan Apung Surapatin di Waduk Saguling Putus.....	8
2.3.7. Jembatan Apung di Kabupaten Bandung	8

2.3.8. Bahan-bahan.....	9
2.3.9. Balok Kayu.....	9
2.4. Drum Plastik	10
2.4.1. Papan Kayu.....	10
2.4.2. Bambu.....	11
2.4.3. Baut.....	12
2.4.4. Tali Tambang.....	12
2.4.5. Paku.....	13
2.4.6. Tali Ukur.....	13
2.4.7. Sekrup Baut Roofing.....	14
2.4.8. Peralatan.....	14
2.4.9. Mata Bor Kayu.....	14
2.5. Petel	15
2.5.1. Kikir.....	15
2.5.2. Resibon.....	16
2.5.3. Mesin Bor	16
2.5.4. Gergaji.....	17
2.5.5. Obeng.....	17
2.5.6. Teori Bangunan Apung.....	18
2.5.7. Analisis Stabilitas dan Daya Dukung.....	18
2.5.8 Net Present Value (NPV).....	21
2.5.9 Benefit Cost Ratio.....	21
2.6 Internal Rate of Return (IRR)	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Lokasi Studi	23
3.2 Lingkup Kegiatan	23
3.3 Tahapan Persiapan	24
3.4 Teknik Pengumpulan Data	24
3.4.1 Data Primer.....	24
3.4.2 Data Sekunder.....	24
3.5 Metode Analisa Data	24
3.6 Mencari Data yang Dibutuhkan	25
3.7 Diagram Alir	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Jembatan Apung di Hilir Kali Tuntang	27
4.2 Analisis Beban Jembatan Apung 35 × 3 m	34
4.2.1 Analisis pembebanan.....	34
4.2.2 Analisa Gaya Apung.....	35
4.3 Analisis Kebutuhan Drum Plastik pada Jembatan Apung 35 × 3 m	37
4.4 Analisis Stabilitas Struktur Jembatan Apung 35 × 3 m	38
4.5 Analisis Biaya dan Manfaat	40
4.5.1 Analisis biaya.....	40
4.5.2 Analisis manfaat.....	41
4.6 Analisis Kelayakan	43

4.6.1 Next Present Value (B-C).....	43
4.6.2 Benefit Cost Ratio (B/C).....	43
4.6.3 Internal Rate of Returns (IRR).....	44
4.7 Analisis Sensitivitas	47
4.7.1 Kondisi 1.....	47
4.7.2 Kondisi 2.....	47
4.7.3 Kondisi 3.....	47
4.7.4 Kondisi 4.....	47
4.8 Rekapitulasi Analisis Sensitivitas	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rencana Anggaran Biaya Alat dan Bahan	40
Tabel 4.2 Pendapatan dan Retribusi Tiket Frekuensi Pengguna	41
Tabel 4.3 Perhitungan Total PV dengan <i>Discount Factor</i> 8%	42
Tabel 4.4 Perhitungan Total NPV dengan <i>Discount Factor</i> 15%	45
Tabel 4.5 Perhitungan Total NPV dengan <i>Discount Factor</i> 16%	46
Tabel 4.6 Biaya Tetap, Manfaat Tetap	48
Tabel 4.7 Biaya Nai 10%, Manfaat Tetap	49
Tabel 4.8 Biaya Tetap, Manfaat Turun 10%	50
Tabel 4.9 Biaya Naik 10%, Manfaat Naik 10%	51
Tabel 4.10 Biaya Tetap, Manfaat Naik 10%	52
Tabel 4.11 Rekapitulasi Analisis Sensitivitas	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan Apung Sambung Roso	5
Gambar 2.2 Jembatan Apung di Sungai Wulan Kudus – Demak	6
Gambar 2.3 Jembatan Apung Cihampelas – Batujajar	6
Gambar 2.4 Jembatan Apung di Sungai Porong	7
Gambar 2.5 Jembatan Apung Penghubung Desa Batujajar dan Desa Girimukti di Bandung Barat	7
Gambar 2.6 Jembatan Apung Surapatin di Waduk Saguling Putus	8
Gambar 2.7 Jembatan Apung di Kabupaten Bandung	8
Gambar 2.8 Balok Kayu	9
Gambar 2.9 Drum Plastik	10
Gambar 2.10 Papan Kayu	10
Gambar 2.11 Bambu	11
Gambar 2.12 Baut	12
Gambar 2.13 Tali Tambang	12
Gambar 2.14 Paku	13
Gambar 2.15 Tali Ukur.....	13
Gambar 2.16 Sekrup Baut Roofing	14

Gambar 2.17 Mata Bor dan Kayu	14
Gambar 2.18 Petel	15
Gambar 2.19 Kikir	15
Gambar 2.20 Resibon	16
Gambar 2.21 Mesin Bor	16
Gambar 2.22 Gergaji	17
Gambar 2.23 Obeng	17
Gambar 3.1 Lokasi Jembatan Apung	23
Gambar 3.2 Diagram Alir	26
Gambar 4.1 Tampak Atas	27
Gambar 4.2 Tampak Samping	27
Gambar 4.3 Layout Tampak Samping.....	28
Gambar 4.4 Layout Tampak Atas	28
Gambar 4.5 Denah Rangka <i>Platform</i>	28
Gambar 4.6 Potongan C – C	29
Gambar 4.7 Potongan D – D	29
Gambar 4.8 Beban Jembatan Ketika Ada Orang	30
Gambar 4.9 Detail Tampak Atas	31
Gambar 4.10 Detail Potongan D –D	32
Gambar 4.11 Detail Rangka	33

ABSTRAK

Jembatan apung merupakan jembatan yang memiliki fondasi yang dapat terapung di perairan, jembatan apung ini direncanakan sesuai dengan infrastruktur jembatan penghubung antar pulau, maupun jembatan diatas sungai atau perairan lainnya. Studi ini bertujuan untuk mengetahui tinjauan stabilitas dan kelayakan ekonomi Teknik pada proyek Jembatan Apung.

Data pada penelitian ini menggunakan data rencana anggaran biaya, data tiket frekuensi pengguna Jembatan Apung. Data tersebut kemudian diolah dengan melakukan analisis berupa perhitungan stabilitas serta analisis ekonomi dengan parameter yaitu: *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Returns* (IRR).

Struktur dari jembatan apung 35x3 m yaitu drum plastik yang telah di uji terlebih dahulu gaya apungnya dan memiliki nilai apung yang relatif aman untuk digunakan yaitu 3,46 kN / drum plastik. Faktor keamanan (*safety factor*) memiliki nilai yang cukup aman yaitu $FS = 1,8 > 1,2$. Stabilitas struktur *jembatan apung* 35x3 m, dihasilkan nilai GM positif yang menunjukkan bahwa metasentrum M berada di atas pusat berat G, sehingga bangunan pasar apung berada dalam kondisi stabil. Berdasarkan hasil perhitungan, biaya modal menunjukkan bahwa biaya kontruksi Rp. 24.400.000 dan biaya operasional pemeliharaan sebesar Rp. 2.440.000. Adapun nilai manfaat pada suku bunga 8% menunjukkan nilai NPV sebesar Rp. 5.297.468, BCR 1,134 dan IRR adalah 15,962. Hasil perhitungan analisis sensitivitas terbaik pada saat biaya tetap & manfaat naik 10% dengan nilai NPV sebesar Rp. 9.785.602 dan nilai BCR 1,134.

Kata Kunci: Bangunan Apung; Faktor Keamanan; Jembatan Apung; Stabilitas; Ekonomi Teknik.

Abstract

A floating bridge is a bridge that has a foundation that can float in waters, this floating bridge is planned in accordance with the infrastructure of connecting bridges between islands, as well as bridges over rivers or other waters. This study aims to review the technical stability and economic feasibility of the floating bridge project.

The data in this study uses budget plan data. Floating Bridge user frequency ticket data. The data is then processed by conducting an analysis in the form of stability calculations and economic analysis with parameters namely: Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), Internal Rate of Returns (IRR).

The structure of the 35x3 m floating bridge is a plastic drum that has been tested for buoyancy and has a relatively safe buoyancy value of 3.46 kN / plastic drum. The safety factor has a fairly safe value, namely $FS = 1.8 > 1.2$. The stability of the 35x3 m floating bridge structure resulted in a positive GM value indicating that the metacenter M was above the center of gravity G, so that the floating market building was in a stable condition. Based on the calculation results, the cost of capital shows that the construction cost is Rp. 24,400,000 and maintenance operational costs of Rp. 2,440,000. The value of the benefits at an interest rate of 8% shows an NPV value of Rp. 5,297,468, BCR 1.134 and IRR is 15.962. The best sensitivity analysis results when fixed costs & benefits increase by 10% with an NPV value of Rp. 9,785,602 and a BCR value of 1.134.

Keywords : *Floating Buildings; Floating Bridge; Safety Factor; Structures; Structural Stability.*



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007) Jembatan merupakan sebuah bangunan yang memiliki fungsi untuk menghubungkan suatu wilayah yang terpisah akibat adanya suatu rintangan. Rintangan ini dapat berupa aliran sungai, jurang, saluran irigasi, dan jalan lalu lintas biasa. Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah, atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permulaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis, dan estetika arsitektural yang meliputi aspek lalu lintas, aspek teknis, aspek estetika.

Jembatan apung merupakan jembatan yang memiliki fondasi yang dapat terapung di perairan, jembatan apung ini direncanakan sesuai dengan infrastruktur jembatan penghubung antar pulau, maupun jembatan diatas sungai atau perairan lainnya. Jembatan apung ini dapat menggantikan jembatan fondasi biasa jika pada saat pemasangan fondasinya cukup sulit atau mahal karena berada dibawah perairan. Jembatan apung memanfaatkan daya apung ponton sebagai fondasi.

Jembatan apung merupakan jembatan yang memiliki fondasi yang dapat terapung di perairan, jembatan apung ini direncanakan sesuai dengan infrastruktur jembatan penghubung antar pulau, maupun jembatan diatas sungai atau perairan lainnya. Salah satu contohnya, yang sedang direncanakan saat ini adalah jembatan apung Kali Tuntang di Kabupaten Demak.

Struktur apung harus memiliki desain perencanaan yang baik sehingga mampu menahan beban di atasnya sehingga konstruksi dapat dikatakan aman serta ekonomis. Struktur apung adalah rangkaian bangunan yang disusun menjadi satu kesatuan bangunan yang dapat berfungsi sebagai jembatan apung.

Ada beberapa material yang dapat digunakan sebagai bahan fondasi jembatan apung seperti drum plastik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui stabilitas dan kelayakan drum plastik sebagai fondasi jembatan apung.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan utama yang akan dibahas dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan material drum plastik yang dibutuhkan untuk perencanaan jembatan apung dengan dimensi 35x3m?
2. Bagaimana analisis stabilitas dan daya dukung struktur jembatan apung setelah diberi beban?
3. Menghitung ekonomi teknik jembatan apung di hilir Kali Tuntang

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penulisan Tugas Akhir ini secara umum adalah analisis kebutuhan drum plastik untuk struktur jembatan apung, analisis stabilitas, mengetahui metode perakitan bangunan apung, dan menghitung ekonomi Teknik.

Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis kebutuhan drum plastik yang digunakan untuk jembatan apung;
2. Analisis stabilitas dan daya dukung struktur jembatan apung setelah diberi beban;
3. Mengetahui tahapan pelaksanaan jembatan apung;
4. Menghitung ekonomi Teknik jembatan apung di hilir Kali Tuntang

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis kebutuhan drum plastik yang digunakan untuk jembatan apung;
2. Analisis stabilitas dan daya dukung struktur jembatan apung setelah diberi beban;
3. Khusus jembatan apung tanpa struktur atas;
4. Drum plastik dengan ukuran panjang 90 cm dan diameter 60 cm digabungkan jadi satu kesatuan menjadi struktur apung;

1.5. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam penyusunan Tugas Akhir ini di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang dan Sungai Tuntang Baru Demak Provinsi Jawa Tengah.

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Sistematika Penulisan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi 5 (lima) bab yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan permasalahan serta sistematika penulisan dari penyusunan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori yang berhubungan dengan judul Tugas Akhir serta pengertian dan kajian yang didapatkan dari sumber literatur maupun studi kasus.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode pengumpulan data, pengolahan data serta sistematika perencanaan yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang hasil, analisis data serta pembahasan yang ada pada penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang didapat dari hasil serta analisis data dan juga saran yang diperlukan pada penelitian ini.

4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Bangunan Apung

Wahyudi dan Adi (2021) menyatakan bahwa bangunan apung merupakan suatu konstruksi yang dibangun di atas permukaan air. Bangunan apung menggunakan struktur apung atau sebagai tumpuannya agar dapat mengapung di atas permukaan air.

Struktur apung harus memiliki desain perencanaan yang baik sehingga mampu menahan beban di atasnya agar konstruksi dapat dikatakan aman serta ekonomis. Struktur apung merupakan rangkaian dari suatu bangunan yang disusun sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan bangunan yang dapat difungsikan sebagai jembatan apung.

Struktur jembatan apung merupakan inovasi yang dikembangkan untuk mengatasi masalah keterbatasan lahan dan banjir. Struktur apung adalah struktur yang dirancang agar tidak langsung mengenai dasar air, dan dapat diklasifikasikan sebagai struktur tahan gempa. Prinsip dasar yang digunakan dalam analisis struktur apung adalah struktur apung, yaitu struktur yang fleksibel dan ulet.

2.2. Pengertian Umum Jembatan Apung

Menurut Ramadhan (2016) Jembatan apung merupakan jembatan yang memiliki fondasi yang dapat terapung di perairan, jembatan apung ini direncanakan sesuai dengan infrastruktur jembatan penghubung antar pulau, maupun jembatan di atas sungai atau perairan lainnya. Jembatan apung ini dapat menggantikan jembatan fondasi biasa jika pada saat pemasangan fondasinya cukup sulit atau mahal karena berada dibawah perairan. Jembatan apung memanfaatkan daya apung ponton sebagai fondasi.

2.3. Model Bangunan Apung di Berbagai Negara

Di beberapa negara maju, rumah apung menjadi salah satu inovasi dalam dunia teknik sipil dan arsitektur. Perkembangannya begitu pesat sehingga menjadi salah satu inovasi baru, namun hanya sebatas konsep dan suara yang diwujudkan. Inovasi rumah apung ini biasanya dibangun di atas badan air. Di bawah ini adalah

beberapa konsep atau desain rumah terapung dari beberapa negara (Wahyudi dan Adi, 2021).

2.3.1. Jembatan Apung Sambung Roso

Demak - sebelumnya untuk mempercepat waktu dan meningkatkan perjalanan dari desa Sambung Kecamatan Gajah Kabupaten Demak menuju Desa Undaan Kabupaten Kudus warga memanfaatkan perahu penyeberangan atau perahu tambang. Angkutan penyeberangan air tersebut sudah berlangsung bertahun-tahun berjalan.



Gambar 2.1 Jembatan Apung Sambung Roso (Sumber : www.detik.com)



2.3.2. Jembatan Apung di Sungai Wulan Kudus-Demak

Kudus – Jembatan apung di Sungai Wulan yang menghubungkan dua Kabupaten Kudus dan Demak, Jawa Tengah resmi telah dibuka. Pengendara sepeda motor yang melintas pun dikenai tarif.



Gambar 2.2 Jembatan Apung di Sungai Wulan Kudus-Demak (Sumber : www.detik.com)

2.3.3.

Jembatan Apung Cihampelas-Batujajar

Bandung – Jembatan Cihampelas atau Jembalas di Kecamatan Cihampelas, Kabupaten Bandung Barat (KBB) masih belum bisa dilalui, dari sejak salah satu bagiannya ambruk pada Minggu (2/1/2022). Sampai saat ini pengelola masih memperbaiki jembatan yang menghubungkan Kecamatan Cihampelas dan Batujajar itu.



Gambar 2.3 Jembatan Apung Cihampelas-Batujajar (Sumber : www.detik.com)

2.3.4. Jembatan Apung di Sungai Porong

Sidoarjo – Di Desa Tambakrejo, Kecamatan Krembung Sidoarjo terdapat jembatan apung yang membentang di atas Sungai Porong. Jembatan ini mampu memangkas waktu dan jarak bagi warga Desa Krembung ke arah Mojokerto dan sebaliknya.



Gambar 2.4 Jembatan Apung di Sungai Porong (Sumber : www.detik.com)

2.3.5. Jembatan Apung Penghubung Dua Desa di Bandung Barat

Bandung Barat – Masyarakat yang tinggal di sepanjang aliran Sungai Citarum, Kabupaten Bandung Barat (KBB), sangat mengandalkan keberadaan jembatan apung sebagai akses untuk beraktivitas setiap harinya.



Gambar 2.5 Jembatan Apung Penghubung Desa Batujajar dan Desa Girimukti di Bandung Barat

(Sumber : www.detik.com)

2.3.6. Jembatan Apung Surapatin di Waduk Saguling Putus

Rumah apung yang berada di sungai Amstel ini merupakan karya lebih dari 31 Arsitektur. Rumah apung ini berada di Amsterdam, Belanda. Desain rumah apung ini sendiri langsung menghadap ke perairan dan tidak menghadap ke tepi jalan, rumah apung ini memiliki tinggi sepanjang tiga meter.



Gambar 2.6 Jembatan Apung Surapatin di Waduk Saguling Putus (Sumber : www.detik.com)

2.3.7. Jembatan Apung di Kabupaten Bandung

Sejumlah warga melintasi jembatan apung di Desa Bojongmalaka, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. Jembatan ini dibuka dari pukul 5 pagi hingga pukul 9 malam. Sejumlah warga melintasi jembatan apung di Desa Bojongmalaka, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Senin (16/9/2019).



Gambar 2.7 Jembatan Apung di Kabupaten Bandung (Sumber : www.detik.com)

2.3.8. Bahan-bahan

Pada eksperimen pembuatan bangunan jembatan apung tentunya membutuhkan beberapa bahan. Bahan yang digunakan pada pembuatan bangunan jembatan apung adalah sebagai berikut:

2.3.9. Balok Kayu

Balok kayu adalah kayu mauni yang sudah dipotong dengan ukuran tertentu sehingga menyerupai bentuk persegi empat yang memanjang. Balok kayu pada pembuatan bangunan digunakan sebagai struktur pondasi, dengan ukuran yang telah ditentukan. Balok kayu yang digunakan yaitu balok kayu dengan ukuran 6/12 panjang 6 m dan balok kayu ukuran 5/7 panjang 3 m.



Gambar 2.8 Balok Kayu

2.4. Drum Plastik

Drum plastik merupakan material yang cukup penting pada pembuatan *platform* bangunan apung dikarenakan drum plastik digunakan sebagai struktur apung atau pondasi apung sebagai tumpuannya agar bangunan bisa mengapung di atas permukaan air. Drum plastik yang digunakan pada pembuatan *platform* bangunan apung ukuran 6x6 m adalah drum plastik bekas pemakaian zat aditif.



Gambar 2.9 Drum Plastik

2.4.1. Papan Kayu

Papan kayu adalah potongan kayu berbentuk persegi panjang yang dipotong sesuai ukuran. Ketebalan pelat biasanya tipis. Papan kayu dapat diukur sesuai kemauan menggunakan sambungan seperti paku, lem, dan baut. Papan kayu pada pembuatan *platform* bangunan apung digunakan sebagai landasan lantai untuk berpijak, untuk jenis papan kayu yang dipakai pada *platform* bangunan apung ukuran 6x6 m yaitu jenis kruwing. Papan kayu yang digunakan pada pembuatan *platform* bangunan apung yaitu papan kayu dengan ukuran 2/20 panjang 3 m.



Gambar 2.10 Papan Kayu

2.4.2. Bambu

Bambu buluh atau haur adalah tumbuhan berbunga menahun hijau abadi dari subfamili Bambusoideae yang termasuk famili Poaceae. Bambu dikenal juga dengan istilah *preng* atau *pring* dalam bahasa Jawa, *awi* atau *tamiang* atau *haur* atau *suluh* dalam bahasa Sunda, *tabatiko* dalam bahasa Ternate, dan *ute* dalam bahasa Ambon. Di dunia ini bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat. Karena memiliki sistem rhizoma-dependen unik, dalam sehari bambu dapat tumbuh sepanjang 60 cm (24 Inchi) bahkan lebih, tergantung pada kondisi tanah dan klimatologi tempat ia ditanam.



Gambar 2.11 Bambu

2.4.3. Baut

Pada eksperimen pembuatan *platform* bangunan apung ukuran 6x6 m terdapat struktur pondasi yaitu balok kayu. Untuk mengikat antar balok kayu tersebut dibutuhkan baut. Baut yang digunakan adalah baut dengan ukuran 10 mm panjang 10 cm, baut ukuran 14 mm panjang 13 cm, dan baut ukuran 10 mm panjang 17 cm.



Gambar 2.12 Baut

2.4.4. Tali Tambang

Pada eksperimen pembuatan *platform* bangunan apung ukuran 6x6 m, tali tambang digunakan untuk mengikat drum plastik dan balok kayu, mengikat antar balok kayu, serta untuk menahan drum plastik agar semakin kokoh sebagai pondasi apung. Ukuran tali tambang yang digunakan yaitu ukuran 6 mm dan 8 mm.



Gambar 2.13 Tali Tambang

2.4.5. Paku

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung, paku digunakan untuk melekatkan kedua balok kayu dengan cara menembus keduanya. Paku yang digunakan yaitu paku dengan panjang 5 cm, 7 cm, dan 10 cm.



Gambar 2.14 Paku

2.4.6. Tali Ukur

Pada eksperimen pembuatan *platform* bangunan apung ukuran 6x6 m, tali ukur digunakan untuk membantu proses pemotongan kayu, mengukur jarak pondasi, membantu pemasangan balok kayu agar simetris.



Gambar 2.15 Tali Ukur
(Sumber : www.monotaro.id)

2.4.7. Sekrup Baut Roofing

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung, sekrup baut roofing digunakan untuk mengikat antar baja ringan agar susunan baja ringan dapat menyatu.



Gambar 2.16 Sekrup Baut Roofing
(Sumber : www.monotaro.id)

2.4.8. Peralatan

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m tentunya dibutuhkan peralatan untuk mengolah bahan-bahan menjadi sesuatu yang diinginkan. Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.4.9. Mata Bor Kayu

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m, mata bor kayu digunakan untuk melunakkan permukaan balok kayu yang akan dibor. Mata bor kayu yang digunakan berukuran 11,5 mm, 10 mm, 4 mm.



Gambar 2.17 Mata Bor Kayu
(Sumber : www.monotaro.id)

2.5. Petel

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m, petel digunakan untuk meratakan permukaan kayu, dan merapikan hasil potongan kayu.



Gambar 2.18 Petel

(Sumber : www.monotaro.id)

2.5.1. Kikir

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m, kikir digunakan untuk mempertajam ujung permukaan gergaji agar lebih mudah untuk memotong kayu.



Gambar 2.19 Kikir

(Sumber : www.monotaro.id)

2.5.2. Resibon

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m, resibon digunakan untuk memotong baja ringan agar mendapatkan panjang sesuai kebutuhan.



Gambar 2.20 Resibon
(Sumber : www.monotaro.id)

2.5.3. Mesin Bor

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m, mesin bor digunakan untuk melubangi balok kayu dibantu dengan mata bor untuk melunakkan permukaan balok kayu. Balok kayu dibor guna untuk dipasang baut.



Gambar 2.21 Mesin Bor
(Sumber : www.monotaro.id)

2.5.4. Gergaji

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m, gergaji digunakan untuk memotong balok kayu dan papan kayu sesuai ukuran tertentu.



Gambar 2.22 Gergaji
(Sumber : www.monotaro.id)

2.5.5. Obeng

Pada eksperimen pembuatan bangunan apung ukuran 6x6 m, obeng digunakan untuk mengencangkan mur baut agar tidak mudah lepas.



Gambar 2.23 Obeng
(Sumber : www.monotaro.id)

2.5.6. Teori Bangunan Apung

Menurut Cahya (2017) struktur apung merupakan konsep struktur sebagai pengganti tanah dalam pembangunan suatu bangunan konstruksi, selain menjadi alternatif prearrangement wilayah disamping reklamasi, karena strukturnya mampu mengapung diatas air. Hunian apung merupakan penemuan yang unik sehingga manusia dapat hidup di atas yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengapung dan tidak adanya rasa cemas akan tenggelam.

Menurut Watanabe (2004) struktur apung adalah inovasi yang dikembangkan untuk menghadapi persoalan terbatasnya lahan dan banjir. Struktur apung merupakan salah satu jenis konstruksi yang dirancang dengan sistem terapung sehingga tidak berhubungan langsung dengan dasar perairan sehingga konstruksi tersebut dapat dikategorikan sebagai konstruksi tahan gempa. Prinsip dasar yang dipakai untuk melakukan analisa terhadap konstruksi apung adalah

struktur terapung (*floating structure*) yaitu merupakan suatu struktur yang fleksibel dan elastis.

2.5.7. Analisis Stabilitas dan Daya Dukung

Analisis stabilitas dan daya dukung dilakukan guna untuk menghitung beban material yang nantinya akan digunakan pada analisis daya dukung dan analisis stabilitas struktur bangunan pasar apung. Perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$1. \text{ Berat Rangkaian Kayu} = (p \times l \times t \times \gamma) \times \text{jumlah kayu} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

p = Panjang kayu

l = Lebar kayu

t = Tinggi kayu

γ = Massa jenis kayu

$$2. \text{ Berat Drum} = \text{berat drum} \times \text{jumlah drum} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$3. \text{ Beban Lantai Kayu} = 0,19 \times p \times l \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

p = Panjang kayu

l = Lebar kayu

4. Luas Juring

$$L_j = \frac{sdt}{360} \times \pi \times r^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

sdt = sudut juring

π = 22/7 atau 3,14

r = jari-jari

5. Luas Segitiga

$$L_{\Delta} = \frac{1}{2} \times a \times t \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

a = alas segitiga t = tinggi
segitiga

6. Luas Tembereng

$$L_t = L_j - L_{\Delta} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan keterangan sebagai berikut : L_j

= luas juring

L_{Δ} = luas segitiga

7. Volume Tabung

$$V_{\text{tabung}} = L_{\Delta} \times t \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

L_{Δ} = luas segitiga t = tinggi
tabung

8. Volume Tembereng

$$V_{\text{tembereng}} = L_t \times t \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

L_t = luas tembereng t = tinggi
tembereng

9. Volume Benda yang Tenggelam

$$V = (V_{\text{tabung}} - V_{\text{tembereng}}) \times \gamma_{\text{air}} \dots\dots\dots(2.9)$$

10. Gaya Apung Total Terhadap Beban Total

$$\text{Gaya Apung Total} > \text{Beban Total} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$V \times \text{jumlah drum} > \text{Total Pembebanan}$$

11. Jarak Antara Pusat Berat dan Pusat Apung

$$BG = OG - OB \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

OG = jarak pusat berat terhadap dasar tabung

OB = jarak pusat apung terhadap dasar tabung

12. Momen Inersia

$$I_o = \frac{\pi}{64} \times D^4 \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

$$\pi = 22/7 \text{ atau } 3,14$$

D = diameter tabung

13. Volume Air yang Dipindahkan

$$V = (V_{\text{tabung}} - V_{\text{tembereng}}) \dots\dots\dots (2.13)$$

14. Gaya Apung (Fa) Drum Plastik

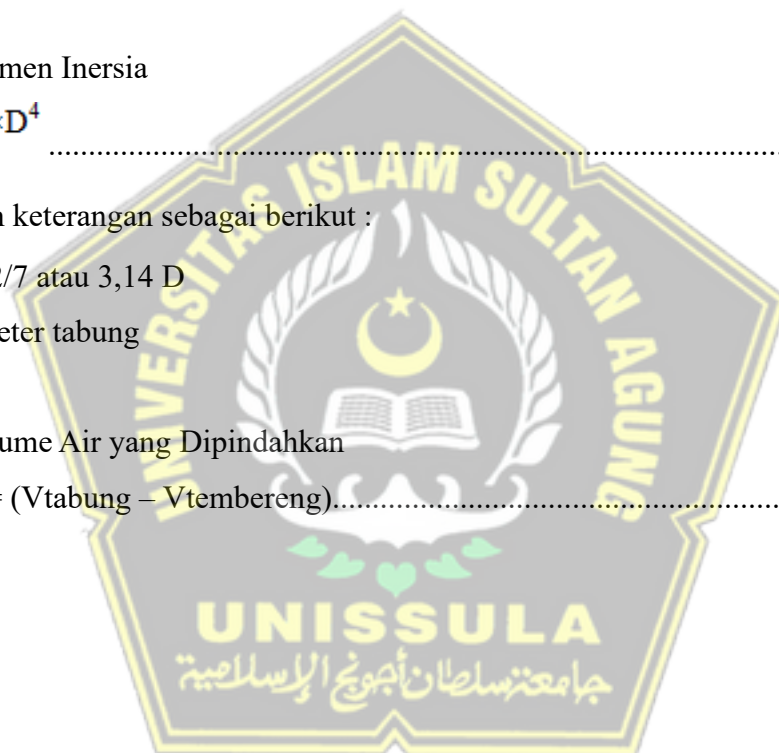
$$= \pi \times d^{2/4} \times \rho \times g \times L \text{ (d = diameter dalam)} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

$$\pi = 22/7 \text{ atau } 3,14$$

d = diameter drum

ρ = massa jenis air



g = gaya berat L
= panjang drum

15. Faktor Keamanan

$$FS = \text{Kapasitas} / \text{Beban} > 1,2 \dots \dots \dots (2.15)$$

16. Jumlah Drum

$$\text{Jumlah drum} = \text{total pembebanan} / \text{gaya apung 1 drum plastik} \dots \dots \dots (2.16)$$

2.5.8 Net Present Value (NPV)

NPV merupakan selisih antar nilai sekarang (present value) dari keuntungan (benefit) dan nilai sekarang (present value) dari biaya (cost) (kadariyah,1999). Metode ini menghitung antara selisih nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih operasional maupun terminal cash flow dimasa yang akan datang. Nilai NPV dapat dicari dengan:

$$NPV = PV \text{ Manfaat} - PV \text{ biaya}$$

Dimana : PV = Present value

2.5.9 Benefit Cost Ratio

BCR merupakan suatu analisa yang diperlukan untuk melihat sejauh mana perbandingan antara keuntungan dan biaya pada kondisi (Benedictus F, 2014). Dalam hal ini penekanannya ditujukan kepada manfaat bagi kepentingan umum dan bukan keuntungan kepada manfaat bagi kepentingan umum dan bukan keuntungan finansial suatu perusahaan. Berikut ini adalah rumus perbandingan manfaat dan biaya:

$$BCR = \frac{PV \text{ dari Manfaat}}{PV \text{ dari Biaya}}$$

Dimana : PV = Present Value

Proyek dapat dikatakan berhasil jika $BCR > 1$, sedangkan jika nilai

$BCR < 1$ maka proyek tersebut bisa dikatakan gagal.

2.6 Internal Rate of Return (IRR)

Maksud dari arus pengembalian internal (IRR) adalah arus pengembalian yang menghasilkan NPV aliran kas masuk = NPV aliran kas keluar (Kodoatie, 2005). Pada metode NPV, analisis dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu besar arus pengembalian, selanjutnya dihitung nilai sekarang (present value) dari aliran kas keluar dan masuk. Untuk menghitung IRR dengan cara trial and error, hingga didapatkan nilai NPV-0. Selain itu juga bisa menggunakan rumus Interpolasi dengan rumus:

$$IRR = I' + \frac{NPV}{NPV' - NPV''} (I' - I'')$$

Dimana :

I' = Suku bunga memberikan nilai NPV positif

I'' = Suku bunga memberikan nilai NPV negatif

NPV = NPV positif

NPV = NPV negatif

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Studi

Berikut adalah peta Lokasi dan Wilayah Jembatan Apung yang berada di Dusun Karangrejo, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Demak. Berikut ini lokasi Jembatan Apung terletak di Hilir Kali Tuntang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Jembatan Apung

3.2 Lingkup Kegiatan

Lingkup kegiatan pada penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan
2. Pengumpulan Data 3. Analisis
 - Daya Angkat
 - Stabilitas
 - Ekonomi Teknik
4. Studi Pustaka
5. Kesimpulan dan Saran

3.3 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan adalah kegiatan yang pertama dilakukan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahapan ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Studi Pustaka mengenai masalah yang akan dibahas
2. Mencari data yang diperlukan
3. Survey lokasi
4. Mencari alat dan bahan yang dibutuhkan

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penulisan ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh peneliti dari orang yang bersangkutan. Menurut Kuncoro (2009) data sekunder merupakan data yang telah dikumpulkan oleh pihak lain.

Peneliti dapat menemukan sumber data ini melalui sumber data lain yang juga berkaitan dengan data yang dicari.

3.4.1 Data Primer

- Letak jembatan apung
- Dokumentasi jembatan apung
- Sempel ukuran detail jembatan apung
- Wawancara

3.4.2 Data Sekunder

- Jumlah kendaraan yang melewati jembatan
- Tarif per kendaraan

3.5 Metode Analisa Data

Pada tahapan ini dilakukan analisis dalam menilai baik atau tidaknya suatu proyek secara menyeluruh. Setiap parameter itu menggunakan Present Value yang telah dikurangi dari arus-arus benefit dan cost selama umur dalam suatu proyek.

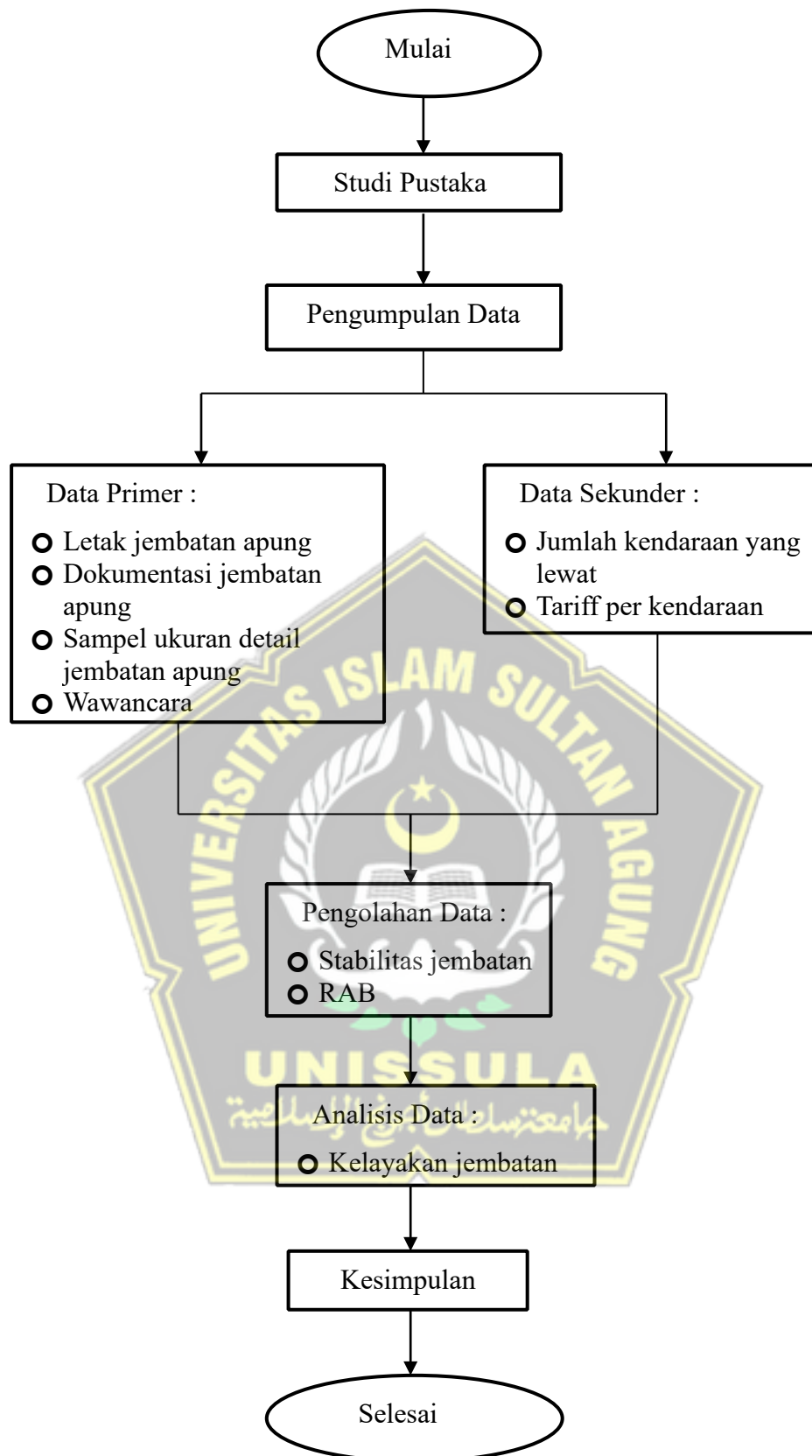
3.6 Mencari Data yang Dibutuhkan

Pada pembuatan jembatan apung tentunya dibutuhkan beberapa data sebelum dilakukan, yaitu meliputi gambar kerja dan analisa perhitungan.

Kebutuhan material bisa ditentukan setelah melihat gambar kerja.



3.7 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Jembatan Apung di Hilir Kali Tuntang

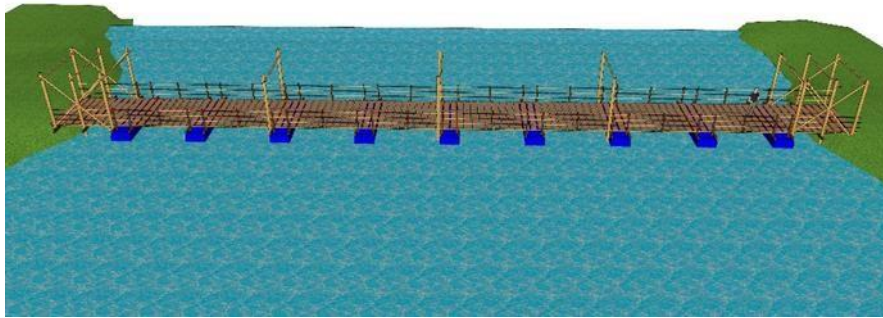
Sebelum dilakukan perencanaan bangunan jembatan apung tentunya dibutuhkan gambar kerja atau gambar desain, gambar desain berfungsi untuk menjadi acuan pekerja pada saat pelaksanaan sedang berlangsung agar pekerja bisa menyesuaikan pekerjaan dengan gambar desain yang sudah direncanakan sebelum pelaksanaan. Gambar desain bangunan jembatan apung adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Tampak Atas



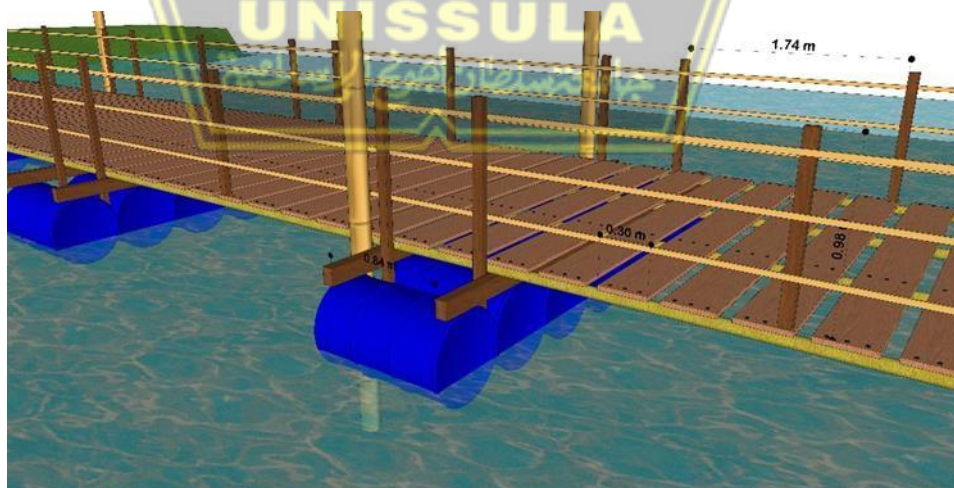
Gambar 4.2 Tampak Samping



Gambar 4.3 Layout Tampak Samping



Gambar 4.4 Layout Tampak Atas



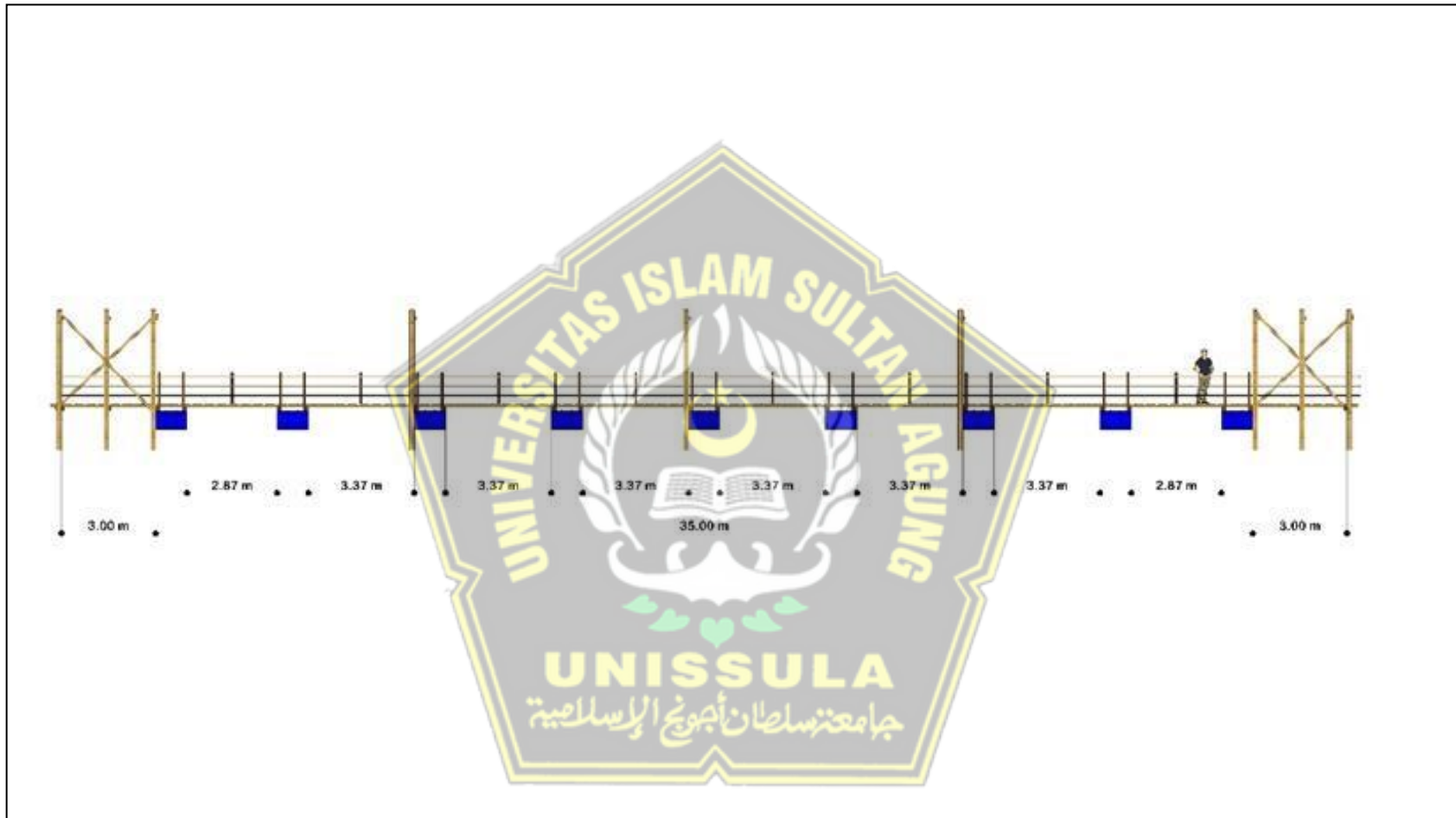
Gambar 4.5 Denah Rangka *Platform*



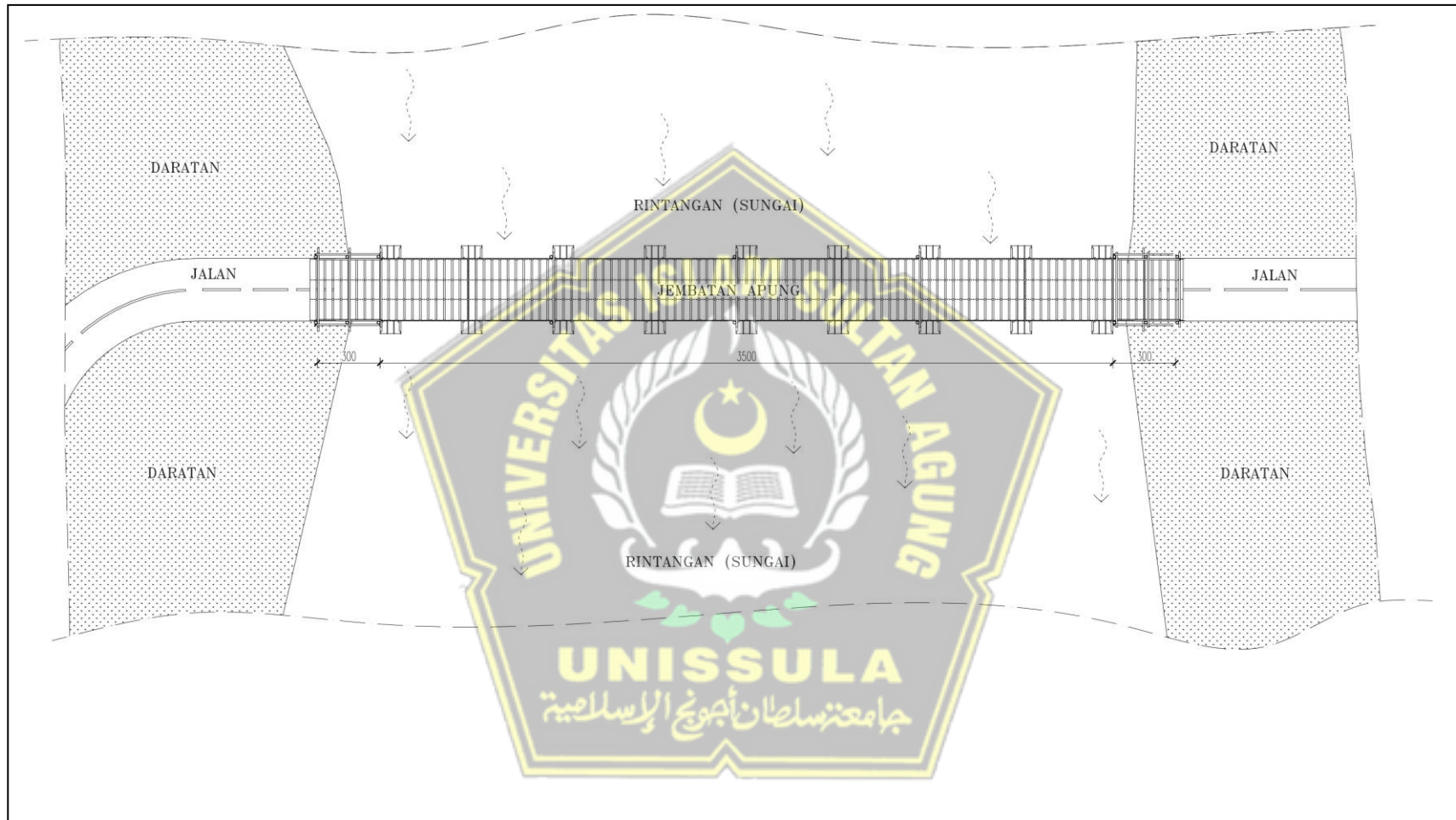
Gambar 4.6 Potongan C-C

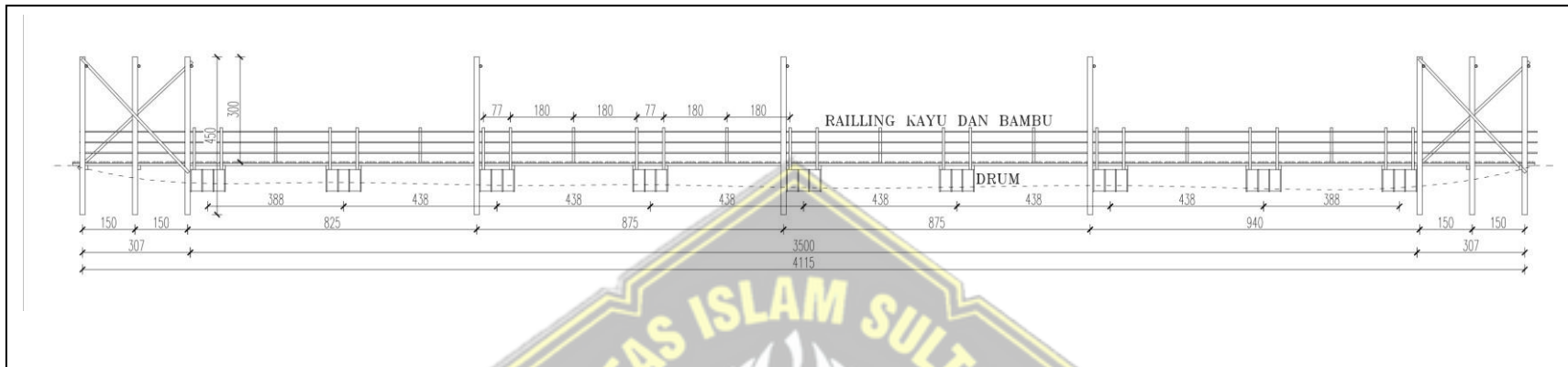


Gambar 4.7 Beban Jembatan Ketika Ada Orang



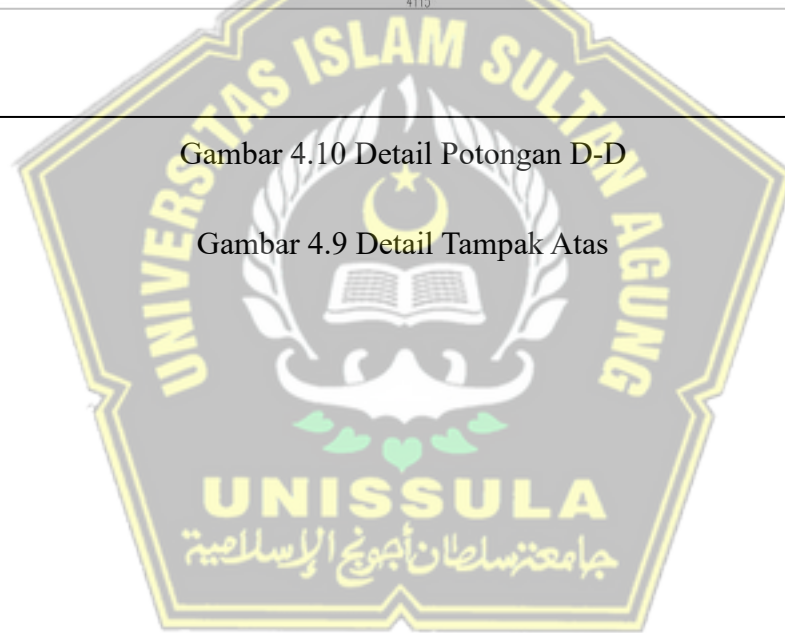
Gambar 4.8 Potongan D-D

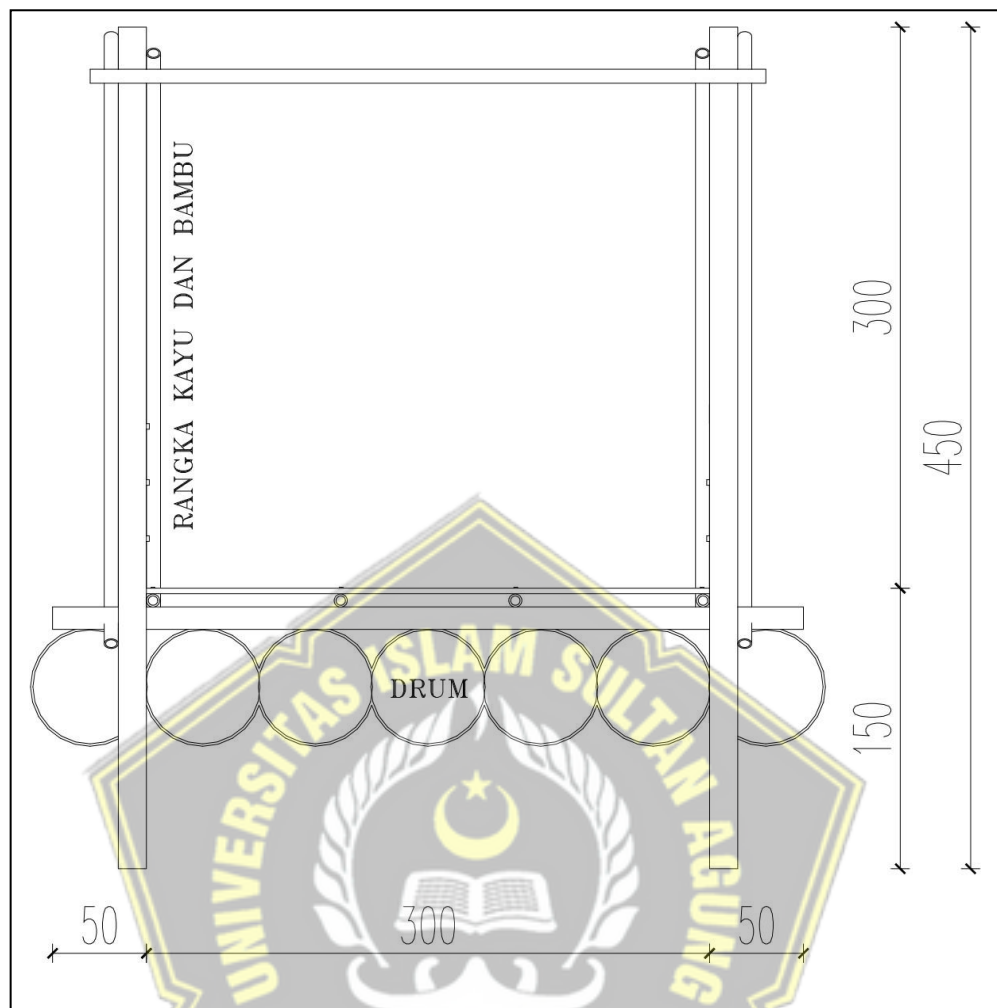




Gambar 4.10 Detail Potongan D-D

Gambar 4.9 Detail Tampak Atas





Gambar 4.11 Detail Rangka

4.2 Analisis Beban Jembatan Apung 35 × 3 m

4.2.1 Analisis pembebanan

Sebelum pelaksanaan Jembatan Apung 35 × 3 m berlangsung, tentunya harus dilakukan analisis beban dari material yang akan digunakan untuk jembatan apung. Analisis beban dilakukan guna untuk menghitung beban material yang nantinya akan digunakan pada analisis daya dukung dan analisis stabilitas struktur jembatan apung. Material yang digunakan antara lain: kayu balok ukuran 6/12 panjang 3 m, papan kayu ukuran 2/20 panjang 3 m, drum plastik diameter 60 cm panjang 90 cm. Analisis pembebanan akan diuraikan sebagai berikut:

4.2.1.1 Beban Mati

1. Berat Rangkaian Kayu (kN) 6 batang 6/12 dan 28 batang uk 5/7

$$\begin{aligned}\text{Uk 6/12} &= (p \times l \times t \times \gamma) \times 175 \\ &= (6 \times 0,06 \times 0,12 \times 7) \times 175 \\ &= 52,92 \text{ kN}\end{aligned}$$

2. Berat Drum (kN) 54 buah

$$\begin{aligned}&= 0,086 \times 54 \\ &= 4,644 \text{ kN}\end{aligned}$$

3. Berat Lantai Kayu (kN)

$$\begin{aligned}&= 0,19 \times L \\ &= 0,19 \times (p \times l) \\ &= 0,19 \times (35 \times 3) \\ &= 19,95 \text{ kN}\end{aligned}$$

4.2.1.2 Beban Hidup

1. Asumsi Beban Tambahan = 12 kN Missal

:

Asumsi beban tambahan (orang) sebesar 12 kN = 1.200 kg. Apabila berat motor diasumsikan 200 kg/motor.

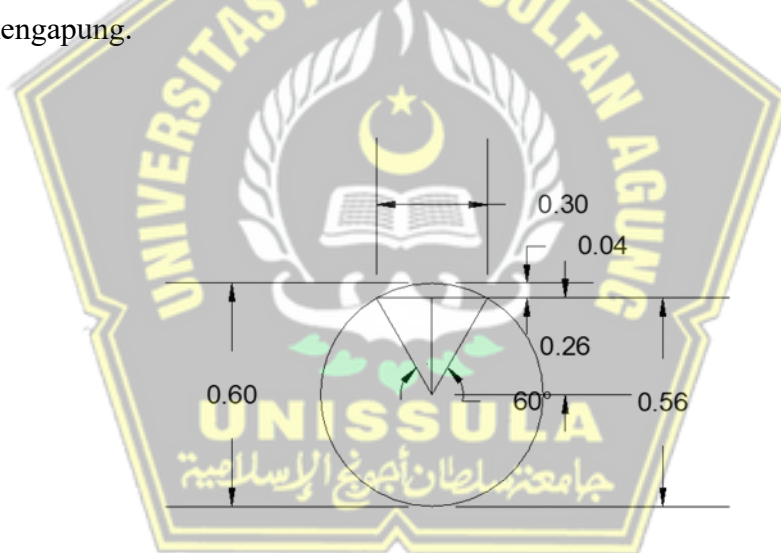
Jadi, $1.200 \text{ kg} / 200 \text{ kg} = 6$. Maka, dari perhitungan disimpulkan bahwa asumsi beban tambahan jembatan apung sebesar 12 kN diperhitungkan untuk 6 motor dengan berat rata-rata 200 kg/motor.

4.2.1.3 Total Pembebanan

$$\begin{aligned} &= \text{Beban Mati} + \text{Beban Hidup} \\ &= 77,514 \text{ kN} + 12 \text{ kN} \\ &= 89,514 \text{ kN} \approx 90 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.2.2 Analisa Gaya Apung

Analisa gaya apung dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan *jembatan* apung bisa mengapung di dalam zat cair atau di atas permukaan air. Hubungan antara berat bangunan pasar apung dan berat air yang dipindahkannya adalah yang akan menentukan apakah *jembatan* apung 35x3 m akan mengapung.



- Berat Drum = 0,5 kN
- Rencana Sarat (d) = 0,56 m
- Mencari Luas Juring:

$$L_j = \frac{sdt}{360} \times \pi \times r^2$$

$$L_j = \frac{60}{360} \times 3.14 \times 3^2$$

$$L_j = 0,471 \text{ m}^2$$

- Mencari Luas Segitiga:

$$L\Delta = \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$$

$$L\Delta = \frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,26$$

$$L\Delta = 0,039 \text{ m}^2$$

- Mencari Luas Tembereng:

$$L_t = L_j - L\Delta$$

$$L_t = 0,0471 - 0,039$$

$$L_t = 0,0081 \text{ m}^2$$

- Mencari Volume Tabung:

$$V_{\text{tabung}} = \text{Luas lingkaran} \times \text{tinggi}$$

$$V_{\text{tabung}} = \pi \times r^2 \times 0,9$$

$$V_{\text{tabung}} = 3,14 \times 0,3^2 \times 0,9$$

$$V_{\text{tabung}} = 0,25434 \text{ m}^3$$

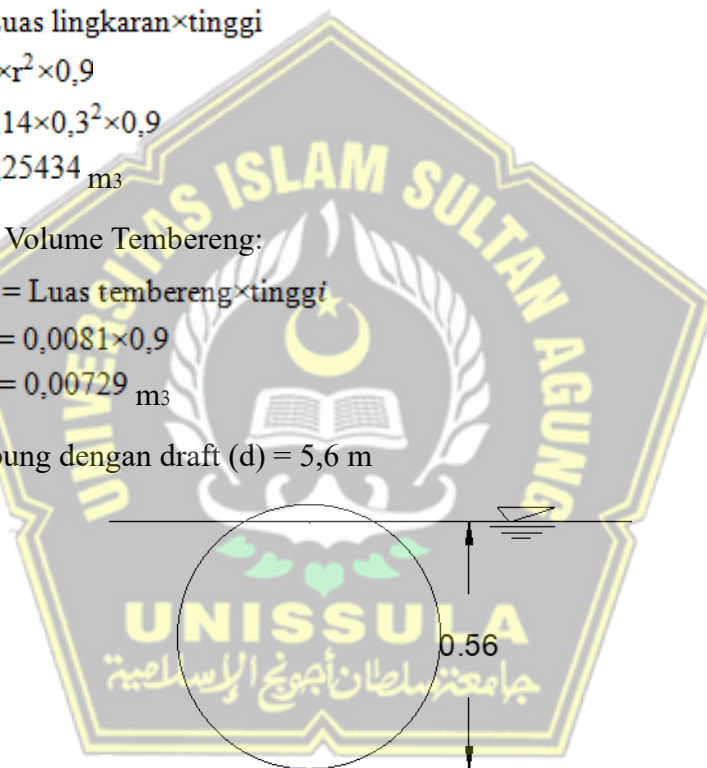
- Mencari Volume Tembereng:

$$V_{\text{tembereng}} = \text{Luas tembereng} \times \text{tinggi}$$

$$V_{\text{tembereng}} = 0,0081 \times 0,9$$

$$V_{\text{tembereng}} = 0,00729 \text{ m}^3$$

- Gaya Apung dengan draft (d) = 5,6 m



$$V = (V_{\text{tabung}} - V_{\text{tembereng}}) \times \gamma_{\text{air}}$$

$$V = (0,25434 - 0,00729) \times 10$$

$$V = 2,471 \text{ kN}$$

- Gaya Apung drum plastik

$$\text{Berat Drum Plastik (G)} = 8,6 \text{ kg}$$

$$\text{Diameter Drum Plastik} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi / Panjang Drum Plastik} = 0,9 \text{ m}$$

$$\text{Total Berat Drum Plastik dalam Newton}$$

$$= 8,6 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg}$$

$$= 86 \text{ N}$$

Gaya apung drum plastik seluruhnya tenggelam

Gaya apung (Fa) Drum Plastik

$$= \frac{\pi \cdot d^2}{2} \rho \cdot g \cdot L \quad (d = \text{diameter dalam})$$

$$= (22/7) \times (0,6)^2 \times 1000 \times 10 \times 0,9$$

$$= 2545 \text{ N}$$

Jadi, gaya apung total 1 drum plastik adalah (Fa- G)

$$= 2545 - 86$$

$$= 2459 \text{ N}$$

- Gaya Apung Total terhadap Beban Total

Gaya Apung Total = Beban Total

V × jumlah drum (X) = Total Pembebanan

$$2,471 \times 24 > 42$$

$$2,471 \times 24 > 42$$

$$59 > 42 \dots (\text{OK})$$

- FS = Kapasitas / Beban > 1,2

$$= 24 \times 2,471 / 33 > 1,2$$

$$= 1,8 > 1,2 \dots (\text{OK})$$

(Angka 1,2 didapat dari jurnal yang berjudul Stabilitas Struktur dan Sistem Sambungan pada Platform Rumah Apung dengan Bahan Expanded Polystyrene / Styrofoam).

4.3 Analisis Kebutuhan Drum Plastik pada Jembatan Apung 35 × 3 m

Pada jembatan apung 35 × 3 m yang kami lakukan sebagai bahan tugas akhir, tentunya kami membutuhkan drum plastik sebagai pondasi utama agar bangunan jembatan apung yang kami rencanakan bisa mengapung di atas permukaan air. Pemilihan material drum plastik sebagai pondasi utama yaitu dikarenakan drum plastik adalah material yang mudah didapatkan dan drum plastik memiliki sifat apung yang cukup baik.

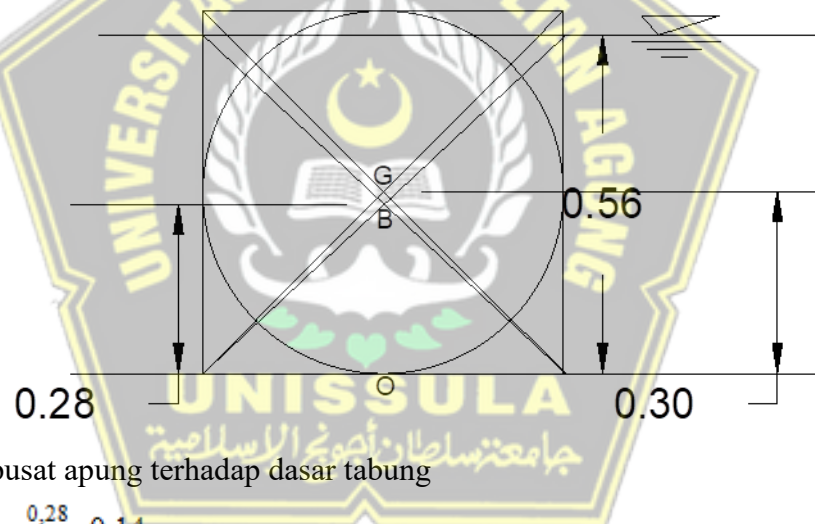
Untuk menentukan berapa drum plastik yang dibutuhkan pada jembatan apung 35×3 m, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah drum} &= \text{total pembebanan} / \text{gaya apung 1 drum plastik} \\ &= 89 \text{ kN} / 2,46 \text{ kN} \\ &= 36 \text{ drum plastik}\end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa dengan total pembebanan 89 kN dapat dinyatakan aman dengan 36 drum plastik. Jadi, apabila desain yang telah direncanakan sebelumnya menggunakan 54 drum plastik, bisa dipastikan bangunan pasar apung tersebut bisa aman untuk digunakan dengan total pembebanan yang ada.

4.4 Analisis Stabilitas Struktur Jembatan Apung 35×3 m

Analisa Stabilitas Benda Terapung



- Jarak pusat apung terhadap dasar tabung

$$OB = \frac{0,28}{2} = 0,14 \text{ m}$$

- Jarak pusat berat terhadap dasar tabung

$$OG = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ m}$$

- Jadi jarak antara pusat berat benda dan pusat apung adalah

$$BG = OG - OB$$

$$BG = 0,15 - 0,14$$

$$BG = 0,01 \text{ m}$$

- Momen inersia tampang lingkaran

$$I_o = \frac{3,14}{64} \times 0,6^4 \quad I_o = \frac{\pi}{64} \times D^4$$

$$I_o = 0,0063585 \text{ m}^4$$

- Volume air yang dipindahkan

$$V = (V_{\text{tabung}} - V_{\text{tembereng}})$$

$$V = 0,25434 - 0,00729$$

$$V = 0,24705$$

$$BM = \frac{I_o}{V} = \frac{0,0063585}{0,24705} = 0,0257 \text{ m}$$

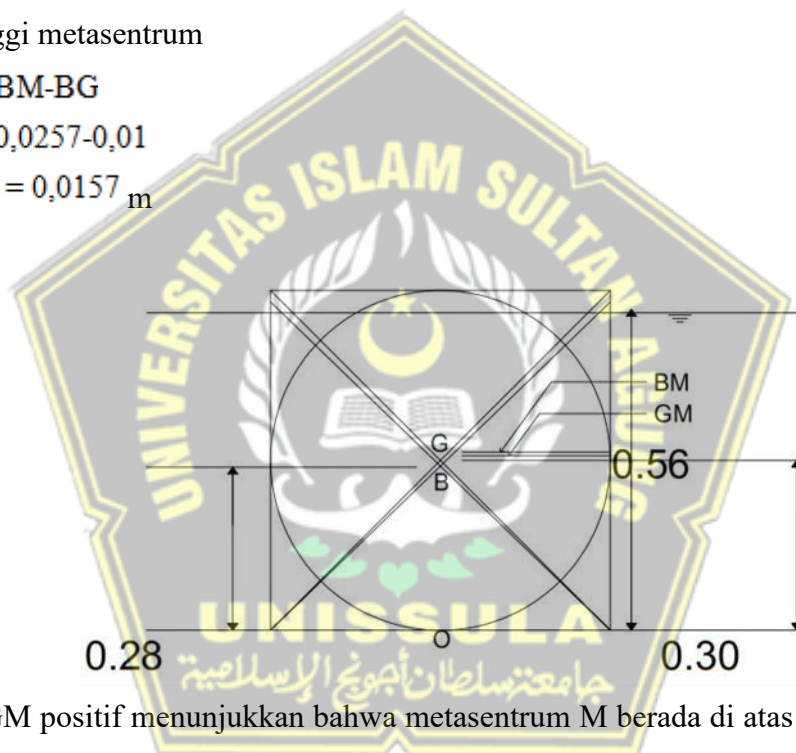
- Tinggi metasentrum

$$GM = BM - BG$$

$$GM = 0,0257 - 0,01$$

- $GM = 0,0157 \text{ m}$

○



Nilai GM positif menunjukkan bahwa metasentrum M berada di atas pusat berat G, sehingga berada dalam kondisi stabil.

4.5 Analisis Biaya dan Manfaat

Analisis biaya dan manfaat didapatkan dari hasil mengumpulkan data bahan dan mengamati jumlah kendaraan yang lewat per hari.

4.5.1 Analisis biaya

Rencana anggaran dan biaya adalah banyaknya biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan alat, bahan, dan upah. Serta biaya lain yang diperlukan pada proses pembuatan bangunan jembatan apung. Rencana anggaran biaya alat dan bahan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rencana Anggaran Biaya Alat dan Bahan

No	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Balok Kayu 5/7	56	Rp 73.000	Rp 4.088.000
2	Balok Kayu 6/12 3m	12	Rp 230.000	Rp 2.760.000
3	Balok Kayu 6/12 4m	12	Rp 295.000	Rp 3.540.000
4	Papan Kayu 2/20	75	Rp 85.000	Rp 6.375.000
5	Petel Cangkul Kayu	1	Rp 30.000	Rp 30.000
6	Ungkal	1	Rp 28.000	Rp 28.000
7	Tali Ukur	1	Rp 10.000	Rp 10.000
8	Kikir	1	Rp 17.000	Rp 17.000
9	Paku Uk 5 5kg	5	Rp 18.000	Rp 90.000
10	Paku Uk 7 5kg	5	Rp 18.000	Rp 90.000
11	Paku UK 10 5kg	5	Rp 18.000	Rp 90.000
12	Tali Tambang 6mm	6	Rp 47.000	Rp 282.000
13	Tali Tambang 8mm	4	Rp 72.500	Rp 290.000
14	Lampu 15 watt	2	Rp 25.000	Rp 50.000
15	Fiting	1	Rp 7.000	Rp 7.000
16	Kabel 3m	2	Rp 9.000	Rp 18.000
17	Roll	1	Rp 35.000	Rp 35.000
18	Drum Plastik	30	Rp 220.000	Rp 6.600.000
Total				Rp 24.400.000

Total pengeluaran biaya untuk kebutuhan alat dan bahan yaitu sebesar Rp.24.400.000,00.

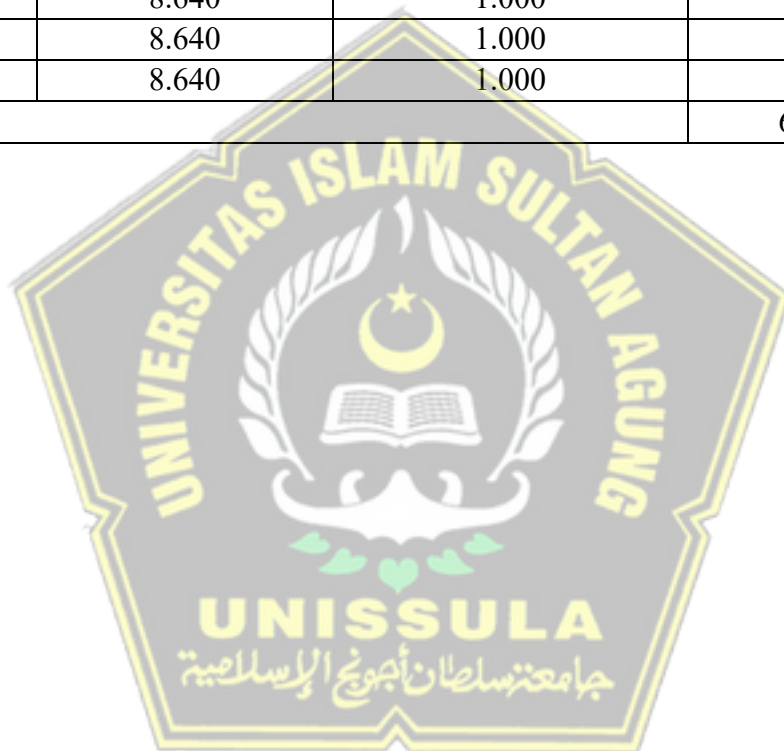
4.5.2 Analisis manfaat

Frekuensi penggunaan dari hasil pengamatan per hari kendaraan yang lewat sebanyak 20 motor. Setiap 4 tahun sekali ada kenaikan jumlah kendaraan yang lewat sebanyak 4 motor. Manfaat didapatkan dari perhitungan jumlah kendaraan yang lewat dikenakan biaya Rp. 1.000 per motor. Hasil manfaat akan didapatkan dari jumlah frekuensi pengguna dikali tiket. Dan setiap 4 tahun sekali ada kenaikan

sebesar 10%. Perhitungan retribusi frekuensi tiket pengguna dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 4.2 Pendapatan dari Retribusi Tiket Frekuensi Pengguna

Tahun Ke-	Frekuensi Penggunaan	Tiket (Rp.)	Manfaat
1	7.200	1.000	7.200.000
2	7.200	1.000	7.200.000
3	7.200	1.000	7.200.000
4	7.200	1.000	7.200.000
5	8.640	1.000	8.640.000
6	8.640	1.000	8.640.000
7	8.640	1.000	8.640.000
8	8.640	1.000	8.640.000
			63.360.000



Tabel 4.3 Perhitungan Total PV dengan *Discount Factor* 8%

Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 8% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	26.840.000	7.200.000	0,9259	24.851.156	6.666.480	- 18.184.676
2		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,8573	2.091.812	6.172.560	4.080.748
3		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,7938	1.936.872	5.715.360	3.778.488
4		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,735	1.793.400	5.292.000	3.498.600
5		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,6806	2.490.996	5.880.384	3.389.388
6		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,6302	2.306.532	5.444.928	3.138.396
7		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,5835	2.135.610	5.041.440	2.905.830
8		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,5403	1.977.498	4.668.192	2.690.694
Total		24.400.000	48.800.000	63.360.000		39.583.876	44.881.344	5.297.468
B/C								1,134

4.6 Analisis Kelayakan

4.6.1 Next Present Value (B-C)

Next Present Value (NPV) proyek rencana dengan tingkat suku bunga 8% dengan umur rencana 20 tahun adalah sebagai berikut:

Nilai sekarang total manfaat (B) = Rp. 44.881.344
Nilai sekarang total biaya (C) = Rp. 39.583.876

Selanjutnya dimasukkan kedalam rumus NPV sebagai berikut: B

$$\begin{aligned} - C &= \text{Rp. } 44.881.344 - \text{Rp. } 39.583.876 \\ &= \text{Rp. } 5.297.468 \end{aligned}$$

Dari table di atas dapat diketahui $B/C = 1,134$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat suku bunga yang dihasilkan bagus dari dasar kurva nilai positif a/ lebih dari nol dan proyek ini layak dalam hal ekonomi.

4.6.2 Benefit Cost Ratio (B/C)

Dalam perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR) ini masing-masing komponen manfaat dan biaya dijadikan nilai sekarang (Present Value). Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam perhitungan BCR. Tingkat suku bunga yang digunakan dalam kajian kali ini yaitu 8%. Dengan umur rencana selama 20 tahun.

Berikut adalah perhitungan BCR Jembatan Apung Kali Tuntang:

- Komponen Biaya (Cost)

Total Biaya sekarang = Rp. 39.583.876

- Biaya Operasional dan Pemeliharaan (O & P)

Total Biaya O & P = Rp. 24.400.000

- Komponen Manfaat (Benefit)

Nilai total manfaat = Rp. 44.881.344

Sehingga dapat disimpulkan nilai BCR adalah sebagai berikut:

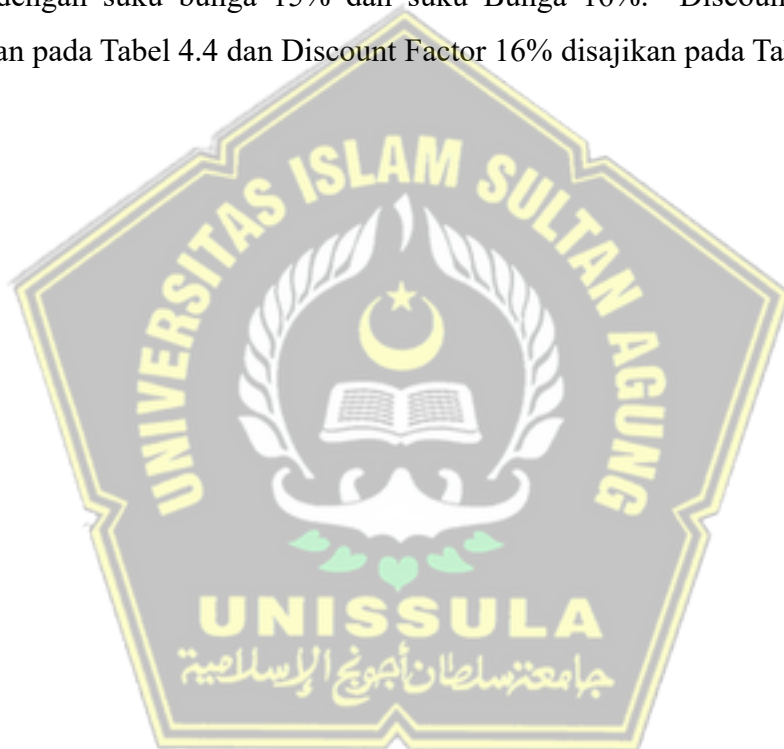
$$BCR = \frac{\text{PV dari manfaat}}{\text{PV dari biaya}}$$

$$BCR = \frac{44.881.344}{39.583.876} = 1,134 > 1$$

Dapat dilihat dari perhitungan di atas nilai $B/C > 1$ maka dapat disimpulkan bahwa proyek ini layak dalam hal ekonomi.

4.6.3 Internal Rate of Returns (IRR)

Internal Rate of Returns adalah tingkat suku Bunga yang membuat manfaat dan biaya mempunyai nilai sama atau $B-C = 0$ atau $B/C = 1$. Dalam perhitungan IRR ini dengan cara trial and error dimana tingkat suku bunga awal adalah sebesar 8%. Kemudian menghitung Discount Factor maksimal yang bernilai positif pada $B-C$ dan Discount Factor minimal dengan nilai $B-C$ negatif. Dalam umur rencana 20 tahun dengan suku bunga 15% dan suku Bunga 16%. Discount Factor 15% disajikan pada Tabel 4.4 dan Discount Factor 16% disajikan pada Tabel 4.5.



Tabel 4.4 Perhitungan Total NPV dengan *Discount Factor* 15%

Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 15% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	26.840.000	7.200.000	0,8696	23.340.064	6.261.120	- 17.078.944
2		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,7561	1.844.884	5.443.920	3.599.036
3		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,6575	1.604.300	4.734.000	3.129.700
4		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,5718	1.395.192	4.116.960	2.721.768
5		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,4972	1.819.752	4.295.808	2.476.056
6		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,4323	1.582.218	3.735.072	2.152.854
7		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,3759	1.375.794	3.247.776	1.871.982
8		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,3269	1.196.454	2.824.416	1.627.962
Total		24.400.000	48.800.000	63.360.000		34.158.658	34.659.072	500.414
B/C								1,015

Tabel 4.5 Perhitungan Total NPV dengan *Discount Factor* 16%

Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 16% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	26.840.000	7.200.000	0,8621	23.138.764	6.207.120	- 16.931.644
2		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,7432	1.813.408	5.351.040	3.537.632
3		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,6407	1.563.308	4.613.040	3.049.732
4		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,5523	1.347.612	3.976.560	2.628.948
5		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,4761	1.742.526	4.113.504	2.370.978
6		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,4104	1.502.064	3.545.856	2.043.792
7		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,3538	1.294.908	3.056.832	1.761.924
8		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,305	1.116.300	2.635.200	1.518.900
Total		24.400.000	48.800.000	63.360.000		33.518.890	33.499.152	- 19.738
B/C								0,999

Dari hasil analisis di atas, maka nilai IRR dapat dihitung sebagai berikut:

$$IRR = I' + \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} (I'' - I')$$

Dimana:

I' = Suku bunga memberikan nilai NPV positif = 15 %

I'' = Suku bunga memberikan nilai NPV negative = 16 %

NPV' = NPV Positif = Rp. 500.414

NPV'' = NPV Negatif = Rp. - 19.738

Sehingga:

$$IRR = 15 + \frac{500.414}{500.414 - (-19.738)} (16 - 15)$$

$$IRR = 15,962$$

$$IRR = 15,962 \% > 15\% \text{ (tingkat suku bunga)}$$

Dari hasil perhitungan IRR di atas dapat disimpulkan bahwa proyek Jembatan Apung Kali Tuntang ini layak secara ekonomi. Hal ini disebabkan karena nilai IRR proyek Jembatan Apung ini lebih tinggi dari pada nilai yang dipakai dalam evaluasi kajian sebesar 15%.

4.7 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas yang diperkirakan terjadi pada proyek Jembatan Apung adalah sebagai berikut:

4.7.1 Kondisi 1

Terjadi kenaikan 10% pada biaya yang diperkirakan dan nilai manfaat tetap.

4.7.2 Kondisi 2

Terjadi penurunan NPV, BCR, dan IRR pada nilai manfaat yang diperkirakan dan nilai biaya tetap.

4.7.3 Kondisi 3

Terjadi kenaikan 10% pada nilai biaya yang diperkirakan dan penurunan 10% pada nilai manfaat.

4.7.4 Kondisi 4

Terjadi kenaikan 10% pada nilai manfaat dan biaya tetap.

Tabel 4.6 Biaya Tetap, Manfaat Tetap

Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 8% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	26.840.000	7.200.000	0,9259	24.851.156	6.666.480	- 18.184.676
2		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,8573	2.091.812	6.172.560	4.080.748
3		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,7938	1.936.872	5.715.360	3.778.488
4		2.440.000	2.440.000	7.200.000	0,735	1.793.400	5.292.000	3.498.600
5		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,6806	2.490.996	5.880.384	3.389.388
6		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,6302	2.306.532	5.444.928	3.138.396
7		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,5835	2.135.610	5.041.440	2.905.830
8		3.660.000	3.660.000	8.640.000	0,5403	1.977.498	4.668.192	2.690.694
Total		24.400.000	48.800.000	63.360.000		39.583.876	44.881.344	5.297.468

B/C								1,134
-----	--	--	--	--	--	--	--	-------

Tabel 4.7 Biaya Naik 10%, Manfaat Tetap

Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 8% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	29.524.000	7.200.000	0,9259	27.336.272	6.666.480	- 20.669.792
2		2.440.000	2.684.000	7.200.000	0,8573	2.300.993	6.172.560	3.871.567
3		2.440.000	2.684.000	7.200.000	0,7938	2.130.559	5.715.360	3.584.801
4		2.440.000	2.684.000	7.200.000	0,735	1.972.740	5.292.000	3.319.260
5		3.660.000	4.026.000	8.640.000	0,6806	2.740.096	5.880.384	3.140.288
6		3.660.000	4.026.000	8.640.000	0,6302	2.537.185	5.444.928	2.907.743
7		3.660.000	4.026.000	8.640.000	0,5835	2.349.171	5.041.440	2.692.269
8		3.660.000	4.026.000	8.640.000	0,5403	2.175.248	4.668.192	2.492.944

Total		24.400.000	53.680.000	63.360.000		43.542.264	44.881.344	1.339.080
B/C								1,031

Tabel 4.8 Biaya Tetap, Manfaat Turun 10%

Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 8% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	26.840.000	6.480.000	0,9259	24.851.156	5.999.832	18.851.324
2		2.440.000	2.440.000	6.480.000	0,8573	2.091.812	5.555.304	3.463.492
3		2.440.000	2.440.000	6.480.000	0,7938	1.936.872	5.143.824	3.206.952
4		2.440.000	2.440.000	6.480.000	0,735	1.793.400	4.762.800	2.969.400
5		3.660.000	3.660.000	7.776.000	0,6806	2.490.996	5.292.346	2.801.350
6		3.660.000	3.660.000	7.776.000	0,6302	2.306.532	4.900.435	2.593.903
7		3.660.000	3.660.000	7.776.000	0,5835	2.135.610	4.537.296	2.401.686

8		3.660.000	3.660.000	7.776.000	0,5403	1.977.498	4.201.373	2.223.875
Total		24.400.000	48.800.000	57.024.000		39.583.876	40.393.210	809.334
B/C								1,020

Tabel 4.9 Biaya Naik 10%, Manfaat Turun 10%

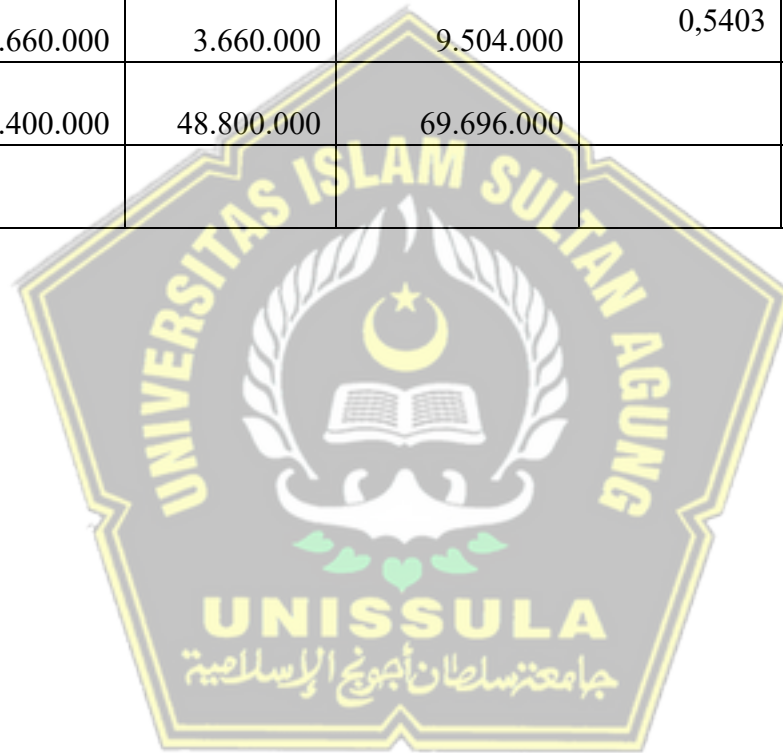
Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 8% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	29.524.000	6.480.000	0,9259	27.336.272	5.999.832	-
2		2.440.000	2.684.000	6.480.000	0,8573	2.300.993	5.555.304	3.254.311
3		2.440.000	2.684.000	6.480.000	0,7938	2.130.559	5.143.824	3.013.265
4		2.440.000	2.684.000	6.480.000	0,735	1.972.740	4.762.800	2.790.060
5		3.660.000	4.026.000	7.776.000	0,6806	2.740.096	5.292.346	2.552.250
6		3.660.000	4.026.000	7.776.000	0,6302	2.537.185	4.900.435	2.363.250

7		3.660.000	4.026.000	7.776.000	0,5835	2.349.171	4.537.296	2.188.125
8		3.660.000	4.026.000	7.776.000	0,5403	2.175.248	4.201.373	2.026.125
Total		24.400.000	53.680.000	57.024.000		43.542.264	40.393.210	-
B/C								0,928

Tabel 4.10 Biaya Tetap, Manfaat Naik 10%

Tahun Ke- [1]	Cost [2]	Biaya OP + Pemeliharaan [3]	Total Cost [4] = [2] + [3]	Manfaat [5]	DF 8% [6]	PV Cost [7] = [4] x [6]	PV Benefit [8] = [5] x [6]	NPV B - C [9] = [8] - [7]
1	24.400.000	2.440.000	26.840.000	7.920.000	0,9259	24.851.156	7.333.128	-
2		2.440.000	2.440.000	7.920.000	0,8573	2.091.812	6.789.816	4.698.004
3		2.440.000	2.440.000	7.920.000	0,7938	1.936.872	6.286.896	4.350.024
4		2.440.000	2.440.000	7.920.000	0,735	1.793.400	5.821.200	4.027.800
5		3.660.000	3.660.000	9.504.000	0,6806	2.490.996	6.468.422	3.977.426

6		3.660.000	3.660.000	9.504.000	0,6302	2.306.532	5.989.421	3.682.889
7		3.660.000	3.660.000	9.504.000	0,5835	2.135.610	5.545.584	3.409.974
8		3.660.000	3.660.000	9.504.000	0,5403	1.977.498	5.135.011	3.157.513
Total		24.400.000	48.800.000	69.696.000		39.583.876	49.369.478	9.785.602
B/C								1,247



4.8 Rekapitulasi Analisis Sensitivitas

Pada perhitungan analisis sensitivitas dapat dikatakan bahwa nilai terbaik dan nilai layak yang didapat adalah saat terjadi kenaikan 10% pada nilai manfaat dan nilai biaya tetap, pada kondisi ini nilai NPV yang didapat adalah positif dan nilai $B/C > 1$ sehingga layak untuk digunakan. Sedangkan nilai terburuk adalah saat terjadi penurunan 10% pada nilai manfaat dan kenaikan 10% pada biaya, dimana pada kondisi ini nilai NPV yang didapat adalah negatif dan nilai $B/C < 1$, sehingga dikatakan tidak layak digunakan. Rekapitulasi perhitungan analisis sensitivitas disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Analisis Sensitivitas

No.	Kondisi	NPV (Rp)	BCR
1.	Biaya tetap, manfaat tetap	5.297.468	1,134
2.	Biaya naik 10%, manfaat tetap	1.339.080	1,031
3.	Biaya tetap, manfaat turun 10%	809.334	1,020
4.	Biaya naik 10%, manfaat turun 10%	-3.149.054	0,928
5.	Biaya tetap, manfaat naik 10%	809.334	1,020

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, Studi kelayakan ekonomi teknik pada proyek pembangunan Jembatan Apung Kali Tuntang Kabupaten Demak dengan membandingkan nilai manfaat dan nilai biaya dengan melakukan perhitungan dengan parameter Benefit Cost Ratio (BCR), Net Present Value (NPV) Internal Of Return (IRR), Analisis Sensitivitas, dan *Payback* periode maka didapat hasil dan kesimpulan sebagai berikut:

1. Rincian biaya total pembangunan Jembatan Apung yang telah diperhitungkan. Adapun total cost untuk proyek pembangunan Jembatan Apung adalah senilai Rp. 39.583.876 dan total benefit Rp. 44.881.344 pada suku bunga 8% Nilai NPV = Rp. 5.297.468 BCR = 1,134 dan IRR = 15,962.
2. Drum plastik yang digunakan sebagai struktur jembatan apung 35 × 3 m yaitu sejumlah 36 drum plastik sesuai gambar perencanaan dan telah diuji keamanannya dengan analisis perhitungan kebutuhan drum plastik.
3. Setelah dilakukan analisis stabilitas struktur jembatan apung 35 × 3 m, dihasilkan nilai GM positif yang menunjukkan bahwa metasentrum M berada di atas pusat berat G, sehingga bangunan jembatan apung berada dalam kondisi stabil.
4. Tahapan pembuatan jembatan apung 35 × 3 m adalah sebagai berikut:
 - a. Persiapan alat dan bahan
 - b. Pelaksanaan eksperimen
 - c. Pemindahan jembatan apung 35 × 3 m dari lokasi penelitian menuju lokasi Kali Tuntang di Demak
 - d. Pemasangan jembatan apung 35 × 3 m di Kali Tuntang Demak

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, ada beberapa saran yang akan diberikan penulis kepada pembaca, saran tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini bisa menjadi bahan acuan penelitian berikutnya, agar bisa lebih ditingkatkan pada pemilihan jenis balok kayu dan papan kayu untuk bisa menggunakan jenis kayu yang lebih kuat dan awet agar bangunan apung memiliki daya tahan yang lebih baik.
- b. Untuk bahan pengikat drum plastik dengan balok kayu bisa lebih ditingkatkan lagi, yaitu dari pemakaian tali tambang menjadi kawat jenis stainless steel agar bisa memiliki daya ikat dan daya tahan yang lebih baik.
- c. Pada penyambungan balok kayu 6/12 bisa ditambahkan metode pengikatan dengan plat besi agar sambungan kayu lebih kokoh.



DAFTAR PUSTAKA

Berita dan Informasi Terkini <https://www.detik.com/tag/jembatan-apung>

Christine, B. 2016. Alamak, Inilah 10 Konsep Rumah Terapung Paling Keren, Unik, dan Gila di Dunia. <https://tentik.com/alamak-inilah-10-konseprumah-terapung-paling-keren-unik-dan-gila-di-dunia/>

Monotaro id. 2021. KIP Tali Tambang Nylon. <https://www.monotaro.id/p105878458.html>

Qothrunnada. 2022. Mengenal Pengertian Pasar dari Ciri, Jenis, dan Contoh. <https://www.detik.com/jabar/bisnis/d-6247224/mengenal-pengertian-pasaroligopoli-dari-ciri-jenis-dan-contoh>

R. N. Bautista. (2022, Maret 08). Solusi *Startup* asal Belanda untuk Kota Rawan Terbenam di Asia Tenggara. <https://id.techinasia.com/flexbase-bangunan-apung-asean>

S. I. Wahyudi, H. P. Adi. 2020. Expectation of Floating Building in Java Indonesia, Case Study in Semarang City, in *Paving The Waves, 2nd World Conference on Floating Solutions*.

S. I. Wahyudi, H.P Adi,. (2020). Polder System to Handle Tidal Flood in Harbour Area (A Case Study in Polder System to Handle Tidal Flood in Harbour Area (A Case Study in Tanjung Emas Harbour, Semarang, Indonesia), in *2nd Internasional Conference on Sustainable Infrastructure*, vol.1625.

T. U. dan T. M. Watanabe, C.M. Wang. (2004). *Very Large Floating Structures: Applications, Analysis And Design*. Singapore: Centre for Offshore Research and Engineering National University of Singapore.