

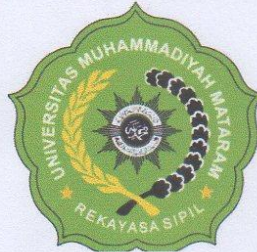
SKRIPSI

MODEL FISIK KENAIKAN MUKA AIR AKIBAT TERTAHANNYA DEBRIS RUMPUN BAMBU DI JEMBATAN DUA PILAR



**PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI
MODEL FISIK KENAIKAN MUKA AIR AKIBAT TERTAHANNYA
DEBRIS RUMPUN BAMBU DI JEMBATAN DUA PILAR



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing :

1. Pembimbing I

Dr. Eng. M. ISLAM Y RUSYIDA, ST., MT
NIDN. 0824017501

Tanggal : 29 Juli 2019

2. Pembimbing II

AGUSTINI ERNAWATI, ST., M.Tech
NIDN. 0810087001

Tanggal : 29 Juli 2019

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram



Ir. SEANARI, ST., MT
NIDN. 0830086701

Ketua Program Studi Rekayasa Sipil
Universitas Muhammadiyah Mataram



TIPIK WAHYUNINGSIH, ST., MT
NIDN. 0819097401

PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2019

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

**MODEL FISIK KENAIKAN MUKA AIR AKIBAT TERTAHANNYA
DEBRIS RUMPUN BAMBU DI JEMBATAN DUA PILAR**

Yang Dipersiapkan Dan Disusun Oleh :

Nama : PRIANTONO

NIM : 41311A00876

Telah dipertahankan di depan tim penguji

Padatanggal : Agustus 2019

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan tim penguji :

Susunan Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Dr. Eng. M. Islamy Rusyida, ST., MT

.....(Ketua)

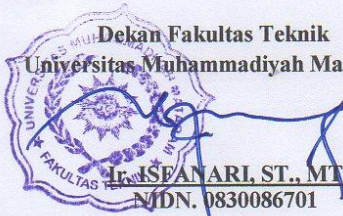
2. Ir. Isfanari, ST., MT

.....(Anggota 1)

3. Maya Saridewi Pascanawati, ST., MT

.....(Anggota 2)

Mengetahui :


Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram
IR. ISFANARI, ST., MT
NIDN. 0830086701


Ketua Program Studi Rekayasa Sipil
Universitas Muhammadiyah Mataram
HTIK WAHYUNINGSIH, ST., MT
NIDN. 0819097401

PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Fisik Kenaikan Muka Air Akibat Tertahannya Debris Rumpun Bambu Dijembatan Dua Pilar (Studi Kasus Banjir Jerowaru Lombok Timur 2017)”.

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh Mahasiswa Teknik Sipil untuk menyelesaikan suatu paket kurikulum jenjang Strata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Sehubungan dengan selesainya skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr.H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd selaku rektor Universitas Muhammadiyah Mataram;
 2. Isfanari,ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram;
 3. Titik Wahyuningsih, ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram;
 4. Dr.Eng.M.Islamy Rusyda,ST.MT selaku Dosen Pembimbing I;
 5. Agustini Ernawati,ST.,M.Tech selaku Dosen Pembimbing II;
 6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
- Terimakasih atas ilmu yang telah diberikan;

Mataram, Agustus, 2019

Penulis

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Menjadi orang besar tidak harus berangkat dari keluarga yang berasal dari orang besar. Kesuksesan atau kegagalan yang didapat hari ini dan hari esok adalah bukan warisan dari siapapun. Maka, semangatlah untuk terus berjuang”

(Penulis)

“Istiqomahlah, karena dengan istiqomah itu tidak ada yang tidak bisa dilakukan”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan bagian dari niatku untuk beribadah kepada Allah SWT. Semoga dengan selesainya skripsi ini dicatat sebagai amal ibadahku kepada-Nya. Amin ya rabbal alamin. Dengan segenap rasa syukur, sebagai bentuk terimakasihku kepada keluarga tersayang. Maka skripsi ini aku persembahkan untuk :

Buat ayah dan ibu. Kepada keduanya saya belajar arti keikhlasan dan kasih sayang. Semoga kasih sayangnya kepadaku selama ini mendapat balasan kasih sayang yang setimpal disisi Allah SWT. Amin...

Dan untuk one heart ku (D.R), terima kasih sudah menyemangati ku selama ini.

ABSTRAK

Hujan deras mengguyur Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat (NTB) pada 2017. Hujan deras tersebut menyebabkan banjir dan aliran debris di hulu Sungai Sepapan, kecamatan Jerowaru. Kondisi ini menyebabkan erosi samping di sepanjang hulu sungai. Peristiwa erosi ini mengakibatkan banjir bandang dengan sejumlah besar sedimen dan debris rumpun bambu. Bambu yang diangkut tertahan di sebuah jembatan dua pilar di sungai dan kemudian meluap-luap ke beberapa bagian.

Kenaikan muka air terjadi karena akumulasi debris rumpun bambu yang tertahan di jembatan dari pandangan teknik sipil menjadi faktor penting dalam masalah banjir. Percobaan saluran dilakukan di Laboratorium Hidrolika Universitas Muhammadiyah Mataram untuk menyelidiki kenaikan muka air yang terjadi akibat debris rumpun bambu yang tertahan di jembatan dua pilar. Ukuran rumpun bambu 15 cm dan memiliki jumlah batang yang bervariasi yaitu berbatang 1,2,3 dan 4. Hasil eksperimen ini mengungkapkan bahwa 1. Jumlah debris rumpun bambu yang tertahan di jembatan 93% dari yang dihanyutkan karena dipengaruhi oleh jumlah debris dan kombinasi rumpun bambu yang dihanyutkan, sedangkan 7% nya lolos, semakin banyak rumpun bambu yang dihanyutkan maka peluang tertahannya semakin besar dan debris rumpun bambu yang tertahan di jembatan mempengaruhi kenaikan muka air di hulu jembatan. Kenaikan muka air dan loss koefisien mengalami peningkatan terhadap debris rumpun bambu yang tertahan oleh jembatan dua pilar.

Kata kunci: banjir, debris rumpun bambu, tertahan, jembatan.

ABSTRACT

The heavy rains flushed in East Lombok, West Nusa Tenggara (NTB) in 2017. The heavy rains caused the flooding and the debris flow upstream of the Jerowaru River, Sepapan. This condition causes the side erosion along the headwaters of the river. The erosion events caused the flash floods with large amounts of sediment and bamboo debris. The transported bamboo is held up on a bridge without the pillars in the river, and then it overflows to several parts. The increasing of water level occurs due to the accumulation of bamboo debris that is stuck on the bridge.

In the perspective of civil engineering, the flooding problem is an important factor. The experiment of culvert was carried out at the Laboratory of Hydraulics at Muhammadiyah University of Mataram to investigate the rising in water level caused by the debris of a clump of bamboo that was held on a bridge without the pillars. The size of the bamboo clump is 15cm and it has a varied number of stems, 1,2,3 and 4. The results of this experiment reveal that 1. The number of bamboo clumps stuck on the bridge is around 93% of those washed away because it is influenced by the number of debris and the combination of bamboo clumps that is washed out, while 7% of bamboo debris escaped. The more bamboo clumps were washed away so the stuck of bamboo debris is more and more. It also affected the rising in water level at the bridge. The increasing of water level and the coefficient loss has increased against the debris of a bamboo clump that is being held by the bridge without the pillars.

Keywords: flood, bamboo groove debris, stuck, bridge.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTO dan PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR ISTILAH	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Lokasi Studi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Aliran Debris	5
2.2 Debit	5
2.3 Batas Ambang Aliran Debris	7
2.4 Tipe Aliran Debris.....	7
2.5 Pola Aliran Debris	8
2.6 Deposisi Debris	9
2.7 Kenaikan Permukaan Air di Hulu Jembatan	9
2.8 Loss Koeffisien Dan Keseimbangan Gaya.....	10
2.9 Ringkasan Studi Terdahulu Tentang Aliran Debris (Bambu)	11

2.10 Penelitian yang Dilakukan oleh Peneliti Lain	12
2.10.1 <i>Curran 2010</i>	12
2.10.2 <i>Villanueva et al., 2014</i>	12
2.10.3 <i>Schmocker L dan Hager W.H., 2011</i>	13
2.10.4 <i>Bertoldi et al., 2014</i>	13
2.10.5 <i>Zulfathurrahman.,2018</i>	14
2.11 Hasil Analisa Saringan dan <i>Specific Gravity</i> (Berat Jenis) Tanah	14

BAB III METODE PENELITIAN.....15

3.1 Lokasi Studi.....	15
3.2 Bagan Alur Penelitian	15
3.2.1 Tahap Persiapan	16
3.2.2 Persiapan Percobaan Pendahuluan	23
3.2.3 Pelaksanaan Eksperimen	23
3.3 Jadwal Eksperimen.....	26
3.4 Pelaksanaan Eksperimen	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN34

4.1 Perhitungan Debit di Laboraturium.....	34
4.2 Perhitungan Debit di Lapangan	35
4.3 Perhitungan Jemlah Debris Bambu yang Tertahan	36
4.4 Kenaikan Muka Air (<i>Backwater Rise</i>)	39
4.5 <i>Loss Koefisien</i> Bambu	70
4.6 Hasil Analisa Saringan dan <i>Specific Grafity</i> (Berat Jenis) Tanah	72

BAB V PENUTUP73

6.1 Kesimpulan	73
6.2 Saran.....	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Nama Tabel	Halaman
3.3	Daftar Alat Penelitian.....	18
3.4	Daftar Bahan Penelitian	18
3.5	Jadwal Eksperimen.....	25
3.6	Jumlah Rumpun Bambu yang Tertahan Dijembatan	33
3.7	Jumlah Rumpun Bambu yang Lolos	33
3.8	Jumlah Rumpun Bambu yang Dialirkan	33
4.1	Perhitungan Debit Dilaboratorium.....	35
4.2	Perhitungan Debit Rata-rata.....	36
4.3	Kombinasi dan Debit Eksperimen.....	37
4.4	Variasi dan Debit Eksperimen 1	40
4.5	Variasi dan Debit Eksperimen 2	43
4.6	Variasi dan Debit Eksperimen 3	46
4.7	Variasi dan Debit Eksperimen 4	49
4.8	Variasi dan Debit Eksperimen 5.....	52
4.9	Variasi dan Debit Eksperimen 6.....	55
4.10	Variasi dan Debit Eksperimen 7.....	58
4.11	Variasi dan Debit Eksperimen 8.....	61
4.12	Variasi dan Debit Eksperimen 9.....	64
4.13	Variasi dan Debit Eksperimen 10.....	67
4.14	Tabel Analisa Saringan.....	73
4.15	<i>Specific Gravity</i>	73

DAFTAR GAMBAR

No. Gamba	Nama Gambar	Halaman
1.1	Peta Lokasi.....	4
2.1	Tipe aliran debris.....	8
2.2	Pola aliran pada penampang sungai.....	8
2.3	Skema Pepohonan dan Jembatan yang menahan debris (kayu)	9
3.1	Bagan Alur Penelitian.....	15
3.2	Kondisi Jembatan.....	16
3.3	Sket Jembatan Dua Pilar.....	16
3.4	Sket Tampak Samping Flume.....	20
3.5	Model Jembatan.....	21
3.6	Model Debris.....	22
3.7	Perlengkapan Penelitian.....	22
3.8	Pengujian Dasar Flume.....	23
3.9	Uji Dasar Flume Tidak Tetap.....	24
3.10	Waktu dan Arah Pengukuran.....	25
3.11	Persiapan Debris Bambu.....	27
3.12	Menaikkan Flume.....	27
3.13	Menyusun Debris Bambu.....	28
3.14	Penempatan Posisi Kamera.....	28
3.15	Menghidupkan Pompa.....	29
3.16	Mulai Penelitian.....	29
3.17	Pengaturan Muka Air.....	30
3.18	Mengukur Debit di Hilir flume.....	30
3.19	Pengukuran Permukaan Air.....	31
3.20	Mengecek Debit.....	31
3.21	Menjatuhkan Debris Bambu.....	32
3.22	Kondisi Sedimen Dijembatan.....	34
4.1	Grafik Jumlah Bambu yang di Hanyutkan Terhadap yang Tertahan...	39

4.2	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	41
4.3	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	41
4.4	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	42
4.5	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	44
4.6	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	44
4.7	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	45
4.8	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	47
4.9	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	47
4.10	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	48
4.11	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	50
4.12	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	50
4.13	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	51
4.14	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	53
4.15	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	53
4.16	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	54
4.17	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	56
4.18	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	56
4.19	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	57
4.20	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	59
4.21	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	59
4.22	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	60
4.23	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	62
4.24	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	62
4.25	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	63
4.26	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	65
4.27	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	65
4.28	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	66

4.29	Grafik Elevasi pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Pendek	68
4.30	Grafik Elevasi Permukaan Air pada saat Debris Bambu Tertahan dijembatan dalam Jarak Panjang	68
4.31	Kondisi Debris Bambu yang Tertahan Dijembatan	69
4.32	Grafik Kenaikan Muka Air terhadap Volume Debris Bambu yang Tertahan	70
4.33	Grafik Loos Koefisien Terhadap Volume Debris Bambu yang Tertahan	71



DAFTAR ISTILAH

Bamboo debris jam = kumpulan sampah bambu

Back water rise = kenaikan permukaan air

Bamboo debris = sampah bambu

Backwater rise to log jam = kenaikan permukaan air akibat kumpulan bambu

Free board = tinggi jagaan

Loss koefisien = kehilangan energy

Model bridge = model jembatan

Riparian trees = pohon ditepi sungai

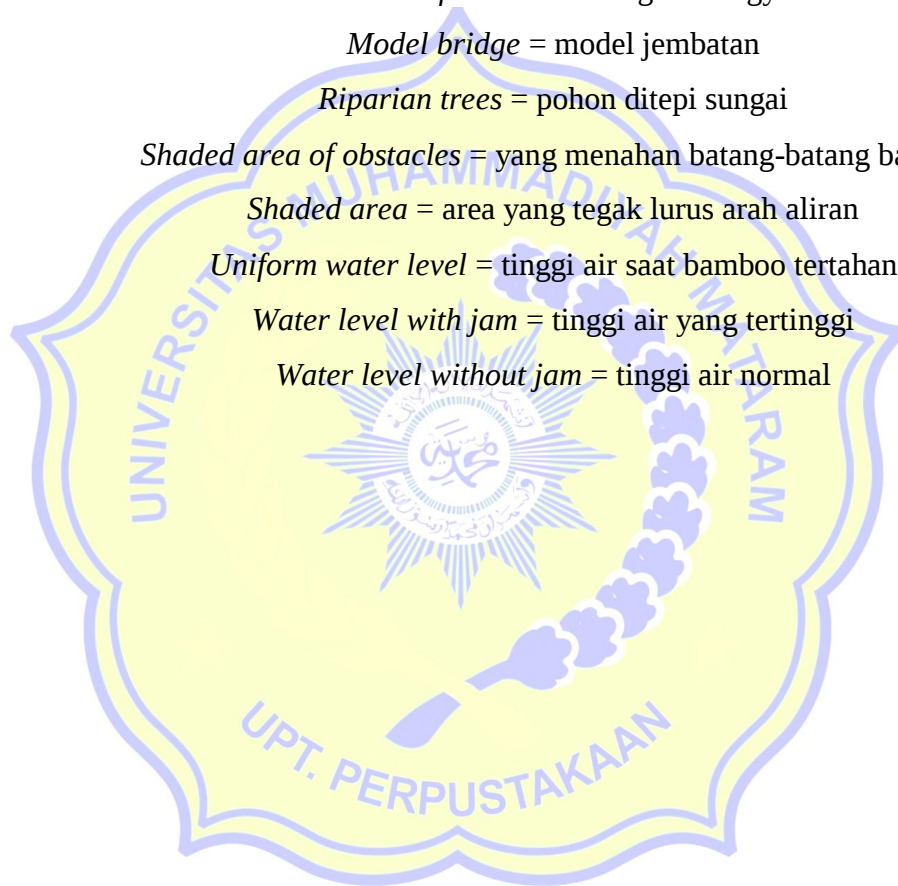
Shaded area of obstacles = yang menahan batang-batang bambu

Shaded area = area yang tegak lurus arah aliran

Uniform water level = tinggi air saat bamboo tertahan

Water level with jam = tinggi air yang tertinggi

Water level without jam = tinggi air normal



DAFTAR NOTASI

A_o : luas area penghalang

D : lebar penghalang

D_z : ketebalan dek jembatan

f_d^j : loss koefisien karena adanya debris bambu

h_d^j : kedalaman air di hilir kumpulan debris bambu dan model jembatan

h_u^j : kedalaman air di hulu kumpulan debris bambu dan model jembatan

L_z : tinggi kumpulan debris bambu

L_o : tinggi kumpulan batang-batang bamboo

L_y : panjang kumpulan debris bambu

O_y : lebar penghalang

P_y : lebar tiang jembatan

q : debit perunit lebar

v_u^j : kecepatan di hulu akibat debris

v_d^j : kecepatan di hilir karena adanya debris bambu

Δh_{ud}^j : kenaikan permukaan air

ΔE_{ud}^j : kehilangan energi antara hulu dan hilir karena adanya debris bambu



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah sebuah provinsi di Indonesia dengan luas wilayah $20.153,15 \text{ km}^2$. Sesuai dengan namanya, provinsi ini meliputi bagian barat Kepulauan Nusa Tenggara. Dua pulau terbesar di Provinsi ini adalah Lombok yang terletak di barat dan Sumbawa yang terletak di timur. Secara geografis terletak pada 115° Lintang selatan dengan batas wilayahnya di sebelah Barat berbatasan dengan Selat Lombok, Provinsi Bali, sebelah Timur dengan Selat Sape, Provinsi Nusa Tenggara Timur, sebelah Utara dengan Laut Jawa dan Laut Flores dan sebelah Selatan dengan Samudra Indonesia. Sungai-sungai di NTB dikelompokkan ke dalam dua wilayah sungai yaitu Lombok yang terdiri dari 197 wilayah sungai dan Sumbawa 555 wilayah sungai dengan curah hujan tertinggi yaitu pada bulan November 504 m^3 (NTB Dalam Angka 2017).

Jerowaru merupakan salah satu kecamatan yang ada di Nusa Tenggara Barat Kabupaten Lombok Timur dengan luas wilayah $142,78 \text{ km}^2$. Kecamatan Jerowaru memiliki iklim tropis dengan musim kemarau yang kering dan musim hujan yang cukup tinggi disepanjang tahun. Jumlah hari hujan per bulan berkisar antara 1 hingga 21 hari dengan curah hujan berkisar antara 18 hingga 858 mm, membuat kecamatan Jerowaru rentan terhadap banjir (Jerowaru dalam angka 2017). Dampak negatif dari banjir ini sangat banyak salah satunya dapat merusak berbagai jenis infrastruktur seperti jembatan. Hujan deras mengguyur Kecamatan Jerowaru pada tanggal 18 November 2017, menyebabkan banjir dan aliran debris di hulu Sungai Sepapan, Kecamatan Jerowaru. Kondisi ini menyebabkan banjir bandang yang membawa bambu dari hulu sungai.

Sedimen adalah partikel organik dan anorganik yang terakumulasi secara bebas. Sedangkan debris merupakan potongan atau puing-puing yang terbawa oleh banjir, dalam hal ini yaitu bambu. Bambu yang terbawa banjir tersebut sebagian ada yang tertahan oleh jembatan di sungai dan sebagian lagi meluap melalui tepi sungai pada beberapa bagian hal ini menyebabkan pengurangan kapasitas sungai disekitar kumpulan debris bambu pada jembatan dan peningkatan gaya lateral yang bekerja pada jembatan. Kumpulan debris bambu di jembatan seperti jembatan Sepapan menimbulkan kenaikan permukaan

air (*backwater rise*) di hulu jembatan. Jembatan Sepapan merupakan jembatan dua pilar (*a multiple culvert bridge*). Kumpulan debris bambu pada jembatan telah menjadi problem baru dan isu yang penting dalam penanggulangan dan pengendalian bencana banjir, yang dimana lebar sungai dilapangan adalah 30 M dan perkiraan panjang bamboo adalah 15 M sehingga penulis tertarik untuk melakukan eksperimen di laboratorium Hidrolika dengan lebar 30 cm dan panjang debris bamboo 15 cm dengan batang rumpun bamboo yang bervariasi yaitu berbatang 1, 2, 3, dan 4.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan permodelan di laboratorium hidrolika dengan judul skripsi : “model fisik kenaikan muka air akibat tertahannya debris rumpun bambu di jembatan dua pilar”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun rumusan masalah yaitu :

- 1) Bagaimana perbandingan jumlah debris bambu yang tertahan dan yang dihanyutkan ?
- 2) Bagaimana kenaikan muka air (*Backwater Rise*) ?
- 3) Bagaimana *loss koefisien* ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun tujuan yang hendak dicapai yaitu untuk membuat model prediksi kenaikan permukaan air di hulu jembatan yang menahan debris saat banjir dan memiliki target luaran pada penelitian ini mencakup:

- 1) Perbandingan jumlah debris bambu yang tertahan dengan yang dihanyutkan;
- 2) Kenaikan muka air (*Backwater Rise*);
- 3) *Loss koefisien*;

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang terdapat pada makalah ini, yaitu :

- 1) Penelitian ini dilakukan hanya untuk meninjau seberapa besar pengaruh debris bambu yang tertahan di jembatan dua pilar terhadap kenaikan muka air banjir di hulu jembatan tersebut;
- 2) Untuk debris yang digunakan dalam penelitian ini yaitu debris bambu yang memiliki ukuran panjang bervariasi, yaitu: 15 cm, dan berumpun bervariasi yaitu: 1,2,3, dan 4.

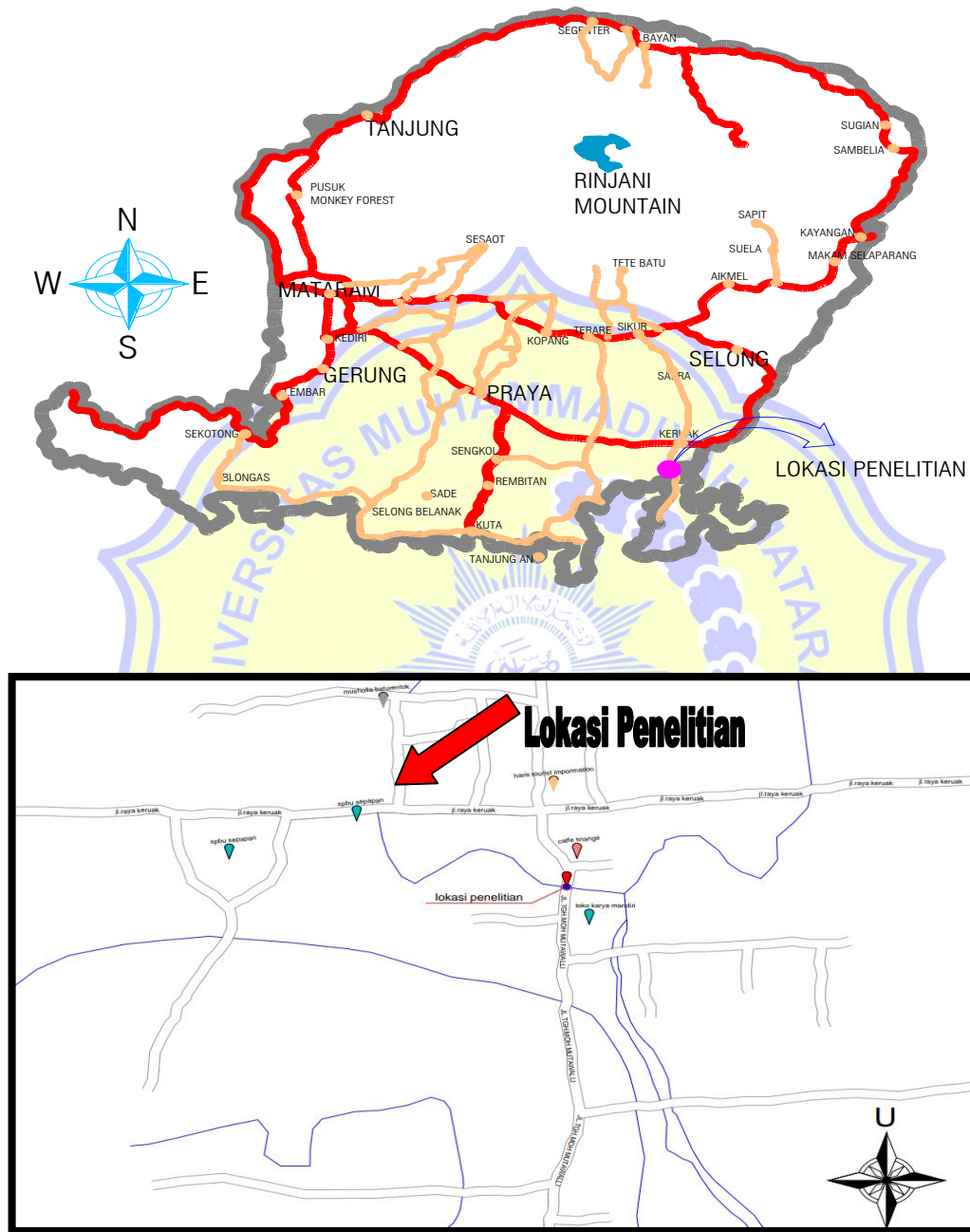
1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan oleh instansi pemerintah atau swasta apabila hasil yang diteliti/ diuji sesuai dengan syarat yang ditetapkan dalam merencanakan suatu struktur pembangunan jembatan maupun pelengkap sungai itu sendiri. Dan juga dapat memberikan manfaat bukan hanya bagi penulis tetapi juga bagi pihak-pihak yang saling terkait dan untuk rekan-rekan mahasiswa.



1.6 Peta Lokasi Studi

Lokasi penelitian dilakukan disungai sepapan, Kecamatan Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur, dapat dilihat pada gambar 1.1 dibawah ini;



Gambar 1.1 Peta Lokasi Studi

(Sumber : Google Map)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aliran Debris (Kayu)

Aliran debris adalah aliran sungai dengan konsentrasi sedimen tinggi pada sungaidengan kemiringan sangat curam. Aliran debris tergantung pada kondisi morfologi sungai, debit aliran, ketersediaan debris dan karakteristik debris. Menurut Diehl (1997) parameter penting untuk aliran debris meliputi:

- 1) Rasio panjang debris dan lebar sungai;
- 2) Rasio diameter debris dan kedalaman air sungai dan;
- 3) Orientasi debris terhadap arah aliran sungai.

2.2 Debit

Debit adalah suatu besaran air yang keluar dari daerah aliran sungai (DAS). Debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu tempat atau yang dapat ditampung dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu (Asdak, Chay. 2007). Satuan debit adalah meter kubik per detik (m^3/s). Debit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1:

$$Q = A \times V \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana;

Q = Debit aliran (m^3/s)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan (m/s)

Dimana untuk mencari nilai V atau kecepatan menggunakan persamaan 2.2 manning sebagai berikut:

$$V = 1/n R^{2/3} I^{1/2} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana ; n = Koefisien Manning

R = Jari-Jari Hidraulik

I = Kemiringan Sungai

Untuk mencari debit di laboratorium, langkah-langkah yang harus dilakukan seperti dibawah ini sebagai berikut:

1. Alirkan air ke flume
2. Setelah air mengalir letakkan ember di ujung flume pada saat yang bersamaan jalankan stopwatch
3. Kemudian matikan stopwatch ketika air telah memenuhi kira-kira setengah dari volume ember
4. Timbang berat air, tetapi terlebih dahulu timbang berat ember dalam keadaan tanpa air. Berat air dihitung dengan mengurangi berat total air + ember dikurangi berat ember
5. Lalu hitung debit dengan menggunakan rumus 2.3 dibawah ini;

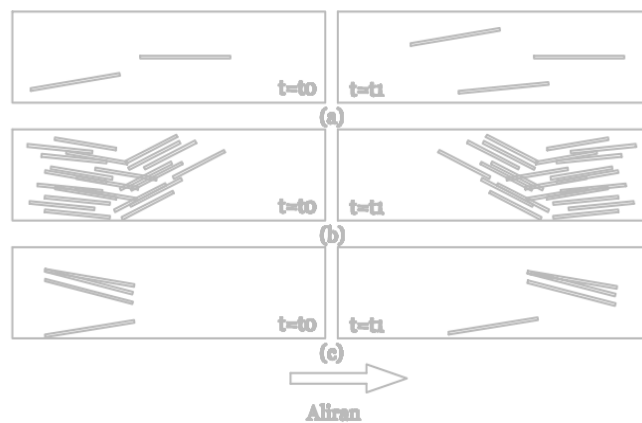
$$Q = \frac{\text{berat air (kg)}}{\text{lamanya pengukuran (s)} \times \text{Lebar flume (m)}} \times \text{berat jenis air (kg/m}^3\text{)} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.3 Batas Ambang Aliran Debris (Kayu)

Braudrick and Grant (2001) mengasumsikan bahwa batas ambang debris mulai bergerak adalah saat dia berpindah sejauh setengah dari panjangnya. Kedalaman aliran sebesar diameter pangkal kayu tersebut di tambah panjang akar dari pangkal kayu tersebut merupakan kondisi batas yang memungkinkan debris (kayu) dapat mengapung (Diehl, 1997). Aliran debris (kayu) merupakan fungsi dari sudut kayu terhadap arah aliran, ada atau tidaknya akar, massa jenis kayu dan diameter kayu. Batas ambang aliran debris(kayu) tidak dipengaruhi oleh panjangnya bila ukurannya lebih kecil dari lebar sungai (Braudrick and Grant, 2001). Tetapi rasio panjang debris (kayu) terhadap lebar sungai kemungkinan mempengaruhi stabilitas debris (kayu) di sepanjang jaringan sungai (Bocchiola et al., 2008).

2.4 Tipe Aliran Debris (Kayu)

Umumnya debris bergerak di atas permukaan air sejajar dengan arah aliran sebagai individu dan memiliki kecepatan yang sama dengan kecepatan air (Diehl, 1997). Braudrick and Grant (2000) membagi aliran tersebut menjadi dua jenis yaitu mengambang dan menggelinding atau meluncur. Gerakan pertama terjadi bila gaya apung air cukup untuk mengapungkan kayu. Gerakan kedua bila debris tersebut bergerak dengan menyentuh dasar sungai. Selanjutnya Braudrick et al. (1997) membagi tipe aliran debris menjadi tiga yaitu tidak padat, semi padat dan padat terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Tipe aliran debris, (a) Tidak padat, (b) padat dan (c) semi padat

Sumber : Braudrick et al.1997

2.5 Pola Aliran Debris (Kayu)

Aliran debris (Kayu) umumnya berkonsentrasi pada zona konvergensi yang terlihat pada gambar dibawah ini, yaitu pada kedalaman air yang paling besar di suatu sungai (Diehl, 1997).

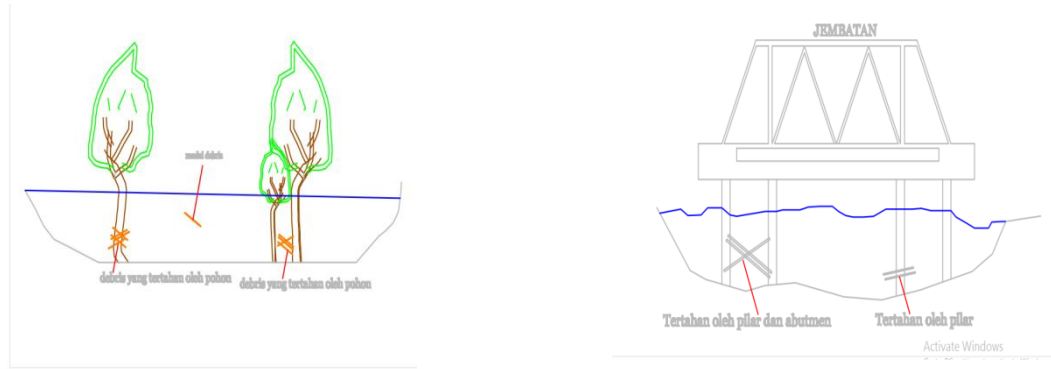


Gambar 2.2 Pola aliran pada penampang sungai, (a) melengkung dan
(b) melengkung cenderung lurus

Sumber : Diehl, 1997

2.6 Deposisi Debris (Kayu)

Debris (kayu) cenderung terhenti di belokan sungai dan pulau-pulau kecil (*bar*) di sungai (Abbe and Montgomery 1996, 2003). Pepohonan di tepi sungai dan batu-batu besar dapat menahan aliran debris (Braudrick and Grant 2000, Bocchiola et al., 2008). Bocchiola et al. (2008) membagi deposisi debris (kayu) menjadi dua yaitu debris yang tertahan oleh satu pohon dan debris yang tertahan oleh dua pohon (Gambar 2.3 a). Bagian jembatan seperti pilar, dek dan abutment (Gambar 2.3 b) juga dapat menahan debris (Diehl, 1997; Schmocker and Hager, 2011) serta bridge deck (Gambar 2.3 b) (Rusyda et al., 2014b)



(a) Debris yang tertahan oleh pepohonan (b) Debris yang tertahan oleh tiang Dan abutment jembatan

Gambar 2.3. Skema Pepohonan dan Jembatan yang menahan debris (kayu)

Sumber : Rusyda et al., 2014b

2.7 Kenaikan Muka Air di Hulu Jembatan

Persamaan untuk menghitung kenaikan muka air di hulu jembatan yang menahan debris (kayu) (Rusyda et al. 2014b) sebagai berikut:

$$\Delta h_{ud}^j = h_u^j - h_d^j \quad \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\Delta h_u^{jn} = h_u^j - h_u^n \quad \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana;

h_u^j = kedalaman air di hulu jembatan (ada debris); h_d^j = kedalaman air di hilir jembatan (ada debris di hulu jembatan); h_u^n = kedalaman air di hulu jembatan (tanpa debris di hulu jembatan) dan h_d^n = kedalaman air di hulu jembatan (tanpa debris).

2.8 Loss koefisien dan Keseimbangan Gaya

Kehilangan tinggi tekanan akibat di Jembatan yang menahan debris saat banjir di sungai dapat disebut juga 'loss koefisien' (Rusyda et al 2014a). Persamaan untuk menghitung 'loss koefisien' adalah sebagai berikut:

$$f_d^j \equiv \Delta E_{ud}^j / ((v_d^j)^2 / 2g) \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

$$\Delta E_{ud}^j \equiv \left\{ \frac{(v_u^j)^2}{2g} + h_u^j \right\} - \left\{ \frac{(v_d^j)^2}{2g} + h_d^j \right\} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$v_u^j = q / h_u^j \dots\dots\dots (2.8)$$

$$v_d^j = q / h_d^j \dots\dots\dots (2.9)$$

f_d^j : loss koefisien karena adanya debris, v_u^j : kecepatan di hulu akibat debris, v_d^j : kecepatan di hilir karena adanya debris, ΔE_{ud}^j : kehilangan energi antara hulu dan hilir karena adanya debris, dan q : debit perunit lebar.

2.9 Ringkasan Studi Terdahulu Tentang Aliran Debris (Kayu)

Debris yang dimaksud dalam rencana penelitian ini adalah rumpun bambu yang terbawa oleh banjir. Selanjutnya dalam rencana penelitian ini istilah debris rumpun bambu merupakan penyederhanaan dari debris berupa batang-batang rumpun bambu.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh pengusul untuk menjadi sumber pustaka dan menunjang rencana penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Rusyda et al. (2013a,2013b,2014a,2014b) dan Rusyda (2015). Rusyda et al. (2013a, 2013 b) melakukan penelitian terkait karakteristik kayu yang terdeposisi di sungai dan dataran banjir saat banjir yang terjadi di Jepang pada bulan Juli 2012 melalui studi lapangan. Kayu beserta sedimen yang terbawa oleh banjir ada yang tertahan oleh rumah, tiang listrik, jembatan dan pepohonan di tepi sungai dalam jumlah yang besar dan ada yang terdeposisi di dataran banjir. Rusyda et al. (2013b) memperkenalkan persamaan untuk memprediksi volume ‘semu’ debris (kayu):

$$V_{wd} = CA_o^\alpha \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana :

V_{wd} = Volume ‘semu’ debris (kayu) yang tertahan, A_o = Luas ‘semu’ debris (kayu), $C=2.5$ dan $\alpha = 3/2$.

Rusyda et al. (2014a,b) melakukan penelitian dengan flume eksperimen berukuran panjang 12 meter, lebar 30 cm dan berbahan acrylic. Model debris (kayu) yang

digunakan berukuran panjang 7 cm dan lebar 3 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah model debris (kayu) yang dijatuhkan, kepadatan model debris (kayu) dan orientasi model debris (sudut debris terhadap arah aliran air di sungai) berpengaruh terhadap tertahannya debris di jembatan. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti lainnya di tampilkan pada tabel dibawah ini:

2.10 Penelitian yang Dilakukan oleh Peneliti Lain.

Dibawah ini adalah lokasi penelitian, area penelitian, dan ringkasan studi yang pernah dilakukan oleh peneliti lain.

2.10.1 Curran 2010

Sungai *San Antonio* sepanjang 72 km di Tenggara *Texas*. Luas daerah aliran sungai 5.473 km². kemiringan sungai apad daerah studi adalah 5.7×10^{-4} . Area study mencakup sungai beton berlapis di kota San Antonio dan hingga muara sungai. Data yang diperoleh dari Sungai San Antonio dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2007 dimanfaatkan untuk membuat model yang dapat memprediksi aliran debris (kayu) dan jarak yang ditempuh oleh debris tersebut. Model tersebut memberikan hasil yang cukup baik dalam meprediksi aliran debris dan jarak yang ditempuh debris pada sungai dengan kemiringan landai. (Curran 2010)

2.10.2 Villanueva et al., 2014

Sungai *Arroyo Cabrera*, Spanyol. Luas Daerah Aliran Sungai 15.5 km² dengan rata rata kemiringan sungai 21.6 %. Model Matematika 2 Dimensi digunakan untuk memodelkan aliran debris (kayu) pada kejadian banjir tahun 1997 di Spanyol. Model ini dibuat untuk mensimulasi aliran debris dan hidrodinamikanya. Aliran debris dipengaruhi oleh kondisi jembatan. Hasil pemodelan kemudian dibandingkan dengan foto-foto setelah kejadian banjir tersebut. Model aliran debris berhasil memodelkan pola deposisi debris saat tertahan jembatan. (Villanueva et al., 2014)

2.10.3 Schmocker L dan Hager W.H., 2011

Laboratorium Hidrolika, hidrologi and glaciology, the Swiss Federal Institute of Technology ETH, Zurich. Flume berbentuk segiempat. Panjang 13 meter, lebar 0.6 meter dan tinggi 0.6 meter. Dinding flume berbahan glass dan alasnya dari PVC. Kemiringan flume didesain sebesar 0.002 Debit yang digunakan sebesar 150 l/detik. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menyelidiki probabilitas debris. Kondisi aliran mengacu pada kejadian banjir di Swiss. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Froude Number, freeboard dan karakteristik berpengaruh cukup besar terhadap kemungkinan debris tertahan oleh dek jembatan. (Schmocker L dan Hager W.H., 2011)

2.10.4 Bertoldi et al., 2014

University of Hull, Inggris. Tiga flume yang memiliki lebar masing masing 1.7 m dan panjang 11 meter. Ukuran rata-rata sedimen dasar nya adalah 0.73 mm. Debit yang dialirkan sebesar 1.26 liter/detik dan kemiringan flumenya sebesar 0.0013. Model debris yaitu batang kayu dengan panjang 8 cm dan diameter nya 3 mm. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki perilaku aliran debris pada sungai berkelok. Model debris dengan akar dan tanpa akar digunakan untuk memodelkan aliran debris. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debris akan tertahan di atas pulau-pulau kecil dan jumlah setiap kumpulan debris yang tertahan lebih kecil dari 5 batang. Jumlah debris yang tertahan tergantung jumlah aliran debris yang debris yang dilepaskan dari hulu flume. (Bertoldi et al., 2014)

2.10.4 Zulfathurrahman., 2018

Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Flume berbentuk persegi panjang dan memiliki panjang 12 m, lebar 30 cm dan tinggi 40 cm. Dasar flume adalah dasar tetap yang terbuat dari papan yang ditempel sedimen dasar sesuai dengan karakteristik sedimen dasar sungai yang dimodelkan. Debit yang digunakan sebesar 450 cm²/s dan menggunakan debris potongan bambu yang bervariasi yaitu ; 3,4,5,6,7,8,9,10 dan 11 cm. Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan oleh instansi pemerintah

atau swasta apabila hasil yang diteliti / diuji sesuai dengan syarat yang ditetapkan dalam merencanakan suatu struktur pembangunan jembatan maupun pelengkap sungai itu sendiri. Dan juga dapat memberikan manfaat bukan hanya bagi penulis tetapi juga bagi pihak-pihak yang saling terkait dan untuk rekan-rekan mahasiswa. (Zulfathurrahman., 2018)

2.12 Analisa Saringan dan *Specific Gravity* (Berat Jenis) Tanah

Pemeriksaan ukuran butir tanah dengan analisa saringan berdasarkan PB-0201-76 ASTM C-136-46 ASSHTO T-27-74. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk pembagian butir (gradasi) agregat. Ukuran butir/gradasi agregat lebih besar 0,075 mm digunakan analisa saringan.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Studi

Lokasi studi yaitu jembatan Kecamatan Jerowaru desa Sepapan Kabupten Lombok Timur

3.2 Bagan Alur Penelitian

Tahapan alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar : 3.1 Bagan alur penelitian

3.2.1 Tahap Persiapan

A. Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan pada tanggal 10 April 2018 di desa Sepapan Kecamatan Jerowaru Kabupaten Lombok Timur. Tujuan survei lokasi ini dilakukan untuk memperoleh:



Gambar 3.2 (a). kondisi jembatan dihilu (b). kondisi jembatan dihilir



Gambar 3.3 Sket Jembatan Dua Pilar

Sumber : Survai lapangan

1. Dimensi jembatan di lapangan :
 - a. Panjang 15 m
 - b. Lebar 3 m
 - c. Tinggi 3 m
 - d. Diameter jembatan dua pilar 2,5 m.
2. Penyekalaan data lapangan

Untuk model jembatan di laboratorium dapat digunakan skala 1:50 dimana 1 cm di laboratorium dan 50 cm di lapangan, sehingga dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Panjang 15 m = 30 cm
 - b. Lebar 3 m = 6 cm
 - c. Tinggi 3 m = 6 cm
 - d. Diameter jembatan dua pilar 2,5 m = 4,01 cm
3. Dimensi dasar sungai :
- a. Lebar 15 m = 30 cm
 - b. Kemiringan sungai ($I=0,01$)

B. Persiapan di Laboratorium

Sebelum dilaksanakan penelitian, yang harus dipersiapkan ialah :

1. Alat dan Bahan

a. Pesiapan Alat

Tabel 3.1 Daftar alat penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Kondisi
1	Kamera	2	Baik
2	Stopwatch	2	Baik
3	Penggaris	1	Baik
4	Cawan	4	Baik
5	Timbangan	1	Baik
6	Point Gage	1	Baik
7	Pompa	1	Baik
8	Saringan	2	Baik
9	Ember	1	Baik
10	Papan Pemasat	2	Baik

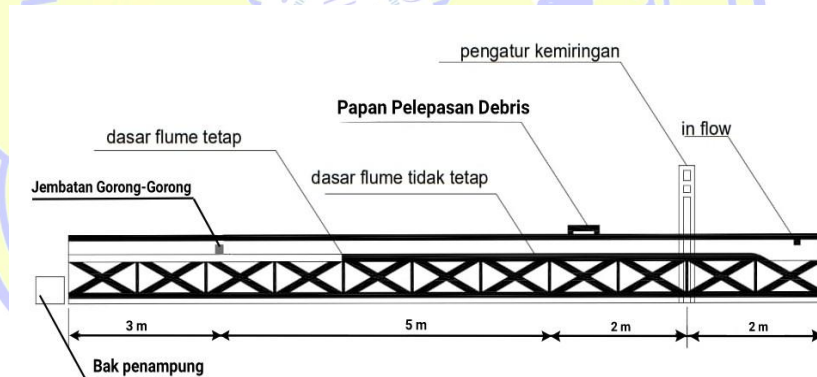
b. Pesiapan Bahan

Tabel 3.2 Daftar bahan penelitian

No	Bahan	Jumlah
1	Bensin	20 Liter
2	Bambu	Disesuaikan
3	Pasir	Disesuaikan

2. Model hidraulika

Eksperimen ini direncanakan menggunakan flume di Laboratorium Hidrolika Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Flume tersebut berbentuk persegi empat yang kedua sisi dan dasarnya terbuat dari acrylic. Flume ini memiliki panjang 12 m, lebar 30 cm dan tinggi 40 cm. Dasar flum ini terdiri dari dua jenis, yaitu:



Gambar 3.4 Sket Tampak Samping Flume

a. Dasar tetap

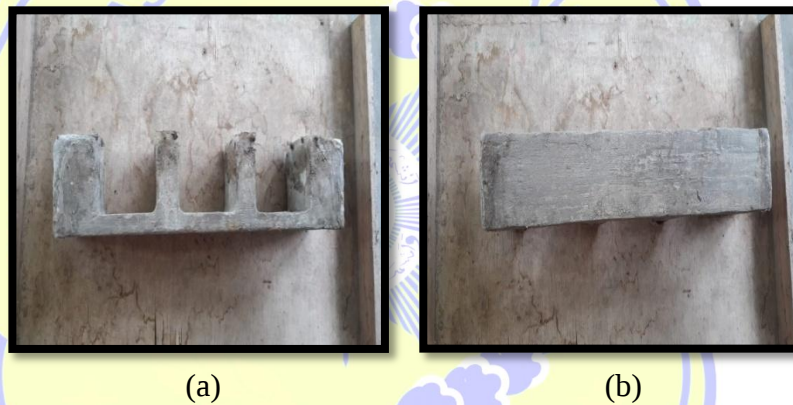
Dasar tetap yaitu pasir yang di lem pada permukaan papan. Proses ini dilakukan dalam waktu 4 hari dan 1 hari untuk proses pemasangannya. Pemasangan ini dilakukan dari jarak 7 m dari hulu ke hilir flume

b. Dasar tidak tetap

Dasar tidak tetap yaitu pasir yang ditumpahkan di atas flume dari jarak 2 m sampai 7 m dari hulu flume dan di padatkan hingga mencapai ketinggian 15 cm. proses ini dilakukan selama 2 hari. Pasir yang digunakan ialah pasir yang di ambil dari lokasi penelitian..

3. Model jembatan

Model jembatan yang digunakan adalah model jembatan dua pilar (Jembatan Sepapan, Kecamatan Jerowaru Kabupaten Lombok Timur). Jembatan ini dibuat dari mortar dan dipinishing dengan menggunakan pasta semen untuk melindungi jembatan agar air yang mengalir tidak masuk ke pori-pori jembatan. Pemasangan jembatan ini dilakukan pada jarak 9.5 m dari hulu flume.



Gambar 3.5 Model Jembatan, (a) Tampak Depan, (b) Tampak Atas,

4. Model debris

Model debris yang digunakan adalah rumpun bambu. Sampel rumpun Bambu yang digunakan diberikan nomer berdasarkan jumlah batang masing-masing berjumlah 4 batang dan panjang 15 cm.



Gambar 3.6 Model Debris

5. Boks penyusunan dan saringan bambu

Boks penyusunan bambu ini terbuat dari papan dengan ukuran 40 cm x 30 cm (memiliki kemiringan 45°) berfungsi sebagai tempat penyusunan bamboo yang akan di hanyutkan. Saringan bambu terbuat dari kayu dengan ukuran 40 cm x 30 cm, dipasangkan kawat sebagai saringan sedimen yang lolos dari jembatan.



(a)



(b)

Gambar 3.7 Perlengkapan Penelitian, (a) Boks Bambu ukuran 40 cm x 30 cm, (b) Saringan ukuran 40 cm x 30 cm.

3.2.2 Persiapan Percobaan Pendahuluan

1. Mengukur dasar permukaan

Sebelum dilakukan pengukuran dasar permukaan ini, terlebih dahulu harus dibuatkan jarak pengukuran pada bagian atas flume yang di sesuaikan dengan kondisi flume dilakukan untuk mengetahui berapa kedalaman dasar permukaan flume di jarak yang telah ditentukan.

3.2.3 Uji aliran

Pengujian aliran air ini dilakukan selama 2 kali pengujian meliputi :

a. Pengujian ketahanan dasar flume tetap

Pengujian ketahanan dasar flume tetap dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat sedimen yang ditempel sebagai media dasar pada flume.



Gambar 3.8 Pengujian Dasar Flume Tetap

b. Pengujian ketahanan dasar flume tidak tetap

Pengujian ketahanan dasar flume tidak tetap dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat sedimen mampu bertahan pada saat dialirkan air.



Gambar 3.9 Uji Dasar Flume Tidak Tetap

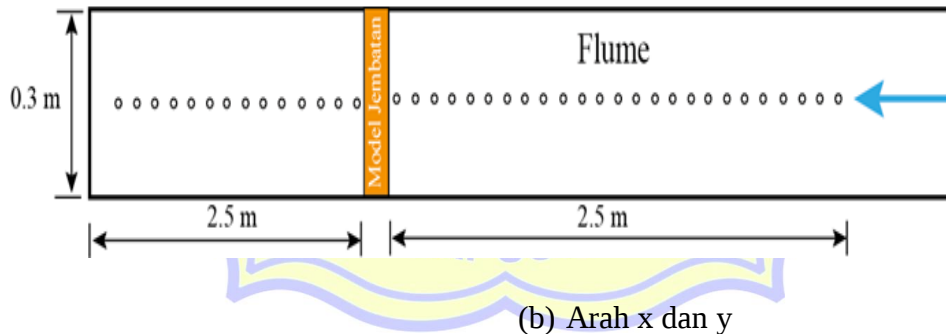
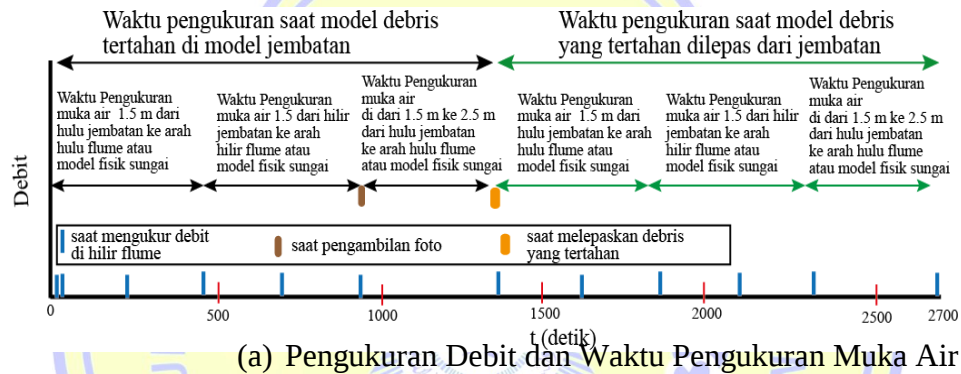
4 Tahap pengukuran kedalaman air

Ada tiga tahap pengukuran kedalaman air yaitu:

- a. Pada saat model jembatan belum terpasang di flume atau di model fisik sungai;
- b. Pada saat model jembatan terpasang di flume di model fisik sungai dan;

c. Pada saat model debris tertahan oleh model jembatan.

Pengukuran tinggi muka air akan dilakukan pada arah memanjang dan melintang dengan menggunakan *point gage*. Pengukuran arah memanjang dilakukan pada bagian tengah flume atau model fisik melalui dua tahap. Pertama, sepanjang 1.5 meter dari hilir jembatan ke arah hilir flume atau model fisik sungai dengan ukuran yang telah ditentukan. Kedua sepanjang 2.5 m dari hulu jembatan ke arah hulu flume atau model fisik sungai dengan ukuran yang telah ditentukan seperti pada gambar 3.10 dibawah ini;



Gambar 3.10 Waktu dan Arah Pengukuran (a) Waktu Pengukuran Debit dan Muka Air, (b) Arah Pengukuran.

Sumber : Zulfaturrahman 2018

3.3 Jadwal Eksperimen

Dibawah ini adalah jadwal pelaksanaan eksperimen yang akan dilakukan seperti pada tabel 3.5 sebagai berikut;

Tabel 3.3 Jadwal Eksperimen

NO	HARI / TANGGAL	KOMBINASI BAMBU				JUMLAH
		1	2	3	4	
	Rumpun Bambu	1	2	3	4	
1	Selasa/09-10-2018	4	4	4	4	16
2		3	4	3	4	14
3	Kamis/11-10-2018	4	3	4	3	14
4		3	3	3	3	12
5	Sabtu/13-10-2018	2	4	2	4	12
6		4	2	4	2	12
7		2	2	2	2	8
8		4	0	0	4	8
9	Senin/15-10-2018	4	0	4	4	8
10		4	4	0	0	8

Peksanaan eksperimen dilakukan selam 4 hari dan perakhir tepat pada waktu yang sudah ditentukan seperti pada tabel 3.5 diatas.

3.4 Pelaksanaan Eksperimen

Tahapan-tahapan pelaksanaan eksperimen ialah :

1. Merendam semua rumpun bambu dengan menggunakan cawan terpisah selama 10 menit dengan jumlah yang ingin digunakan.



Gambar 3.11 Persiapan

Debris Bambu, Perendaman Bambu

2. Menaikkan flume hingga mencapai kemiringan 0.01 cm ;



Gambar 3.12 Menaikkan flume

3. Menyusun debris rumpun bambu di atas papan dengan pola susunan berdasarkan kombinasi rumpun bambu



Gambar 3.13 Menyusun Debris Rumpun Bambu

4. Mengatur posisi kamera atas flume



Gambar 3.14 Penempatan Posisi Kamera

5. Menghidupkan mesin pompa, untuk menaikkan air ke flume. Tunggu beberapa menit sampai air yang mengalir di flume stabil;



Gambar 3.15 Menghidupkan Pompa

6. Pada saat air menyentuh flume maka hidupkan stopwatch (0 detik);



Gambar 3.16 Mulai Penelitian.

7. Mengatur permukaan air yang melewati permukaan jembatan agar tidak terlalu tinggi (kira-kira 2 – 3 mm);



Gambar 3.17 Pengaturan Muka Air

8. Mengukur debit, hingga mencapai kestabilan yang tepat;



Gambar 3.18 Pengukuran Debit di Hilir Flume

9. Mengukur permukaan air di atas jembatan (diukur hanya pada saat $x = 2,7$ cm (posisi as jembatan) dan $y = 5, 15, 25$ cm), terhitung 5 menit setelah air masuk ke flume;



Gambar 3.19 Pengukuran Permukaan Air

10. Mengecek kembali kestabilan aliran dengan memperhatikan ketinggian air di flume dan air yang melimpah di atas jembatan;



Gambar 3.20 Mengecek Debit

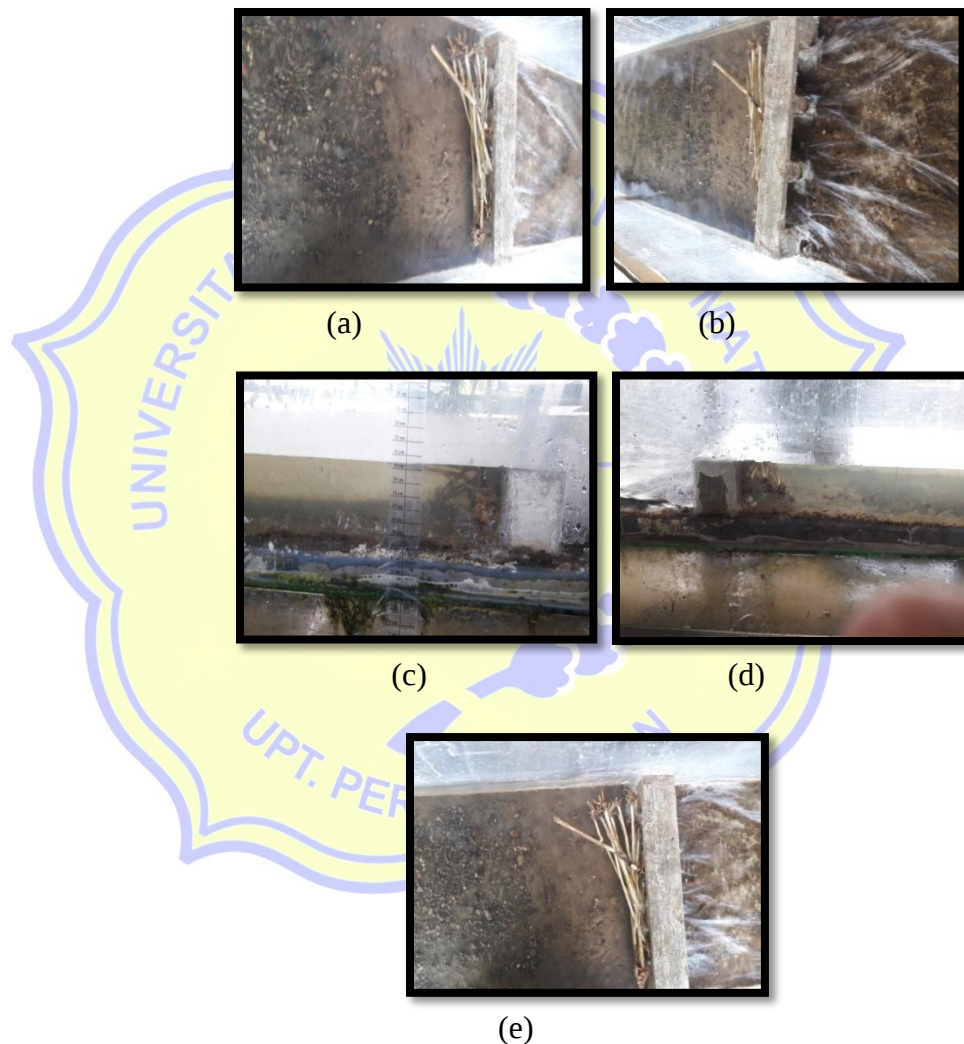
11. Jika aliran tetap stabil maka pada menit ke 10 , potongan bambu dilepaskan dari papan dengan cara mengangkat pintu penahan bambu (semua bambu harus jatuh ke flume), disamping itu juga dilakukan pengukuran debit secara bersamaan selama satu kali untuk mengetahui kestabilan debit.



Gambar 3.21 Menjatuhkan Debris Bambu

12. Setelah rumpun bambu menyentuh jembatan segera dilakukan pengukuran kedalaman air di hulu jembatan pada jarak $y = 15$ cm, pada jarak 0,2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35,dan 40 cm

13. Pengukuran debit dan kedalaman air jembatan dilakukan kembali di bagian hilir jembatan pada $y=15$ cm, dngan jarak 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 55, 60, 70 sampai dengan 230 cm;
14. Pengukuran debit dan kedalaman air dilakukan kembali di bagian hulu jembatan pada jarak 70,80, 90, 100, sampai dengan 730 cm;
15. Mengambil gambar kondisi sedimen rumpun bambu di jembatan dengan kamera dari sisi kiri, kanan, hulu, hilir dan atas jembatan.



Gambar 3.22 Kondisi Sedimen di Jembatan, (a) Hulu, (b) hilir, (c) Sisi kanan, (d) Sisi kiri, (e) Atas jembatan.

16. Pengukuran kedalaman air di hulu jembatan dilakukan kembali pada jarak 2.7, 1.25, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 60, dan 70 cm. serta dihilir jembatan pada jarak 0.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 55, 60, dan 70 cm;