

**TUGAS AKHIR
(SKRIPSI)**

**KAJIAN MEREDAM ENERGI KAKI BENDUNG AKIBAT
PENGARUH ALIRAN TURBULENSI
DENGAN UJI MODEL HIDROLIK**

*Diajukan Kepada Universitas Sangga Buana (USB) - YPKP
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1)
Teknik Sipil*

Disusun Oleh :

Luthfy Adrik Ramdhana Lukman

2112177040



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA (USB) - YPKP
BANDUNG
2019**

ABSTRAK

Kerusakan konstruksi pada kaki bendung bangunan tahan air seperti retak, tergerus, maupun kerusakan dini yang diakibatkan oleh tekanan yang terjadi dalam suatu aliran air dimana tekanan tersebut dipengaruhi oleh perubahan debit, perubahan kecepatan aliran, adanya tekanan aliran turbulensi, perubahan energi potensial dan perubahan energi spesifik. Perubahan energi potensial yang terjadi akibat adanya pengaruh dari kedalaman air, massa jenis air, dan gravitasi yang mengakibatkan terjadinya tekanan hidrolis sehingga dapat menimbulkan penggerusan setempat kerusakan konstruksi pada kaki bendung bangunan air.

Adanya perubahan perilaku aliran dari subkritis ke aliran kritis, kemudian dari aliran kritis ke aliran superkritis yang menyebabkan terjadinya pergerakan dasar material didasar sungai yang berakibat terjadi gerusan sedalam 11,161 cm. Ketika nilai froude maksimum sebesar 2,59, maka aliran yang melalui penampang saluran adalah aliran superkritis $F > 1$.

Faktor lain yang dapat mengakibatkan kerusakan kaki bendung adalah adanya tekanan dinamik potensial akibat perbedaan elevasi pada kaki bendung. Perbedaan ketinggian membuat energi potensial yang terjadi pada limpasan spillway berubah – ubah sehingga mengakibatkan adanya inkonsistensi tekanan yang membuat terjadinya gerusan pada ujung kaki bendung.

Kata Kunci : Kerusakan Kaki Bendung, Perubahan Energi Potensial, Uji Model

Hidroulik

ABSTRACT

Damage of construction at front of dam waterproof building like crack, grind, and also damage early resulted from by dividing valve happened a current where the dividing valve influenced by transformation of debit, transformation of speed of flow, influence of turbulence pressure, transformation of potential energy and transformation of specific energy. Potential energy happened as result of existence of influence from water depth, density of water, and gravitation resulting the happening of dividing valve hydrolyze causing can generate local scouring damage of construction at front of dam waterworks.

Existence of transformation of behavior of flow from sub-critics to stall flow, then from critical flow to flow super critic causing the happening of movement of material basis is basis [by] causing alluvium happened grinder in 11,161 cm. While if assessing the froude is maximum 2,59, then hence flow passing passage is super critic pressure $F > 1$.

The other factor which can damage at front of dam is the dynamic potential pressure, the result of ranges elevation inlet and outlet of dam. The range can make dynamic potential energy of spillway overflow and make inconsistency of pressure. It can make alluvium at front of dam.

Keywords: Damage to Weir Legs, Potential Energy Changes, Model Test Hidroulik

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang merupakan sumber dari segala ilmu pengetahuan, penabur cahaya ilham dan sumber segala kebenaran yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul **“KAJIAN MEREDAM ENERGI KAKI BENDUNG AKIBAT PENGARUH ALIRAN TURBULENSI DENGAN UJI MODEL HIDROLIK”**.

Penulis menghaturkan banyak terimakasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu, tanpa mereka penulisan ini tidak akan terlaksana dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. H. Asep Effendi R., SE., M.Si, selaku Rektor Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
2. Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT, Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
3. Memi Sulaksmi, SE., M.Si selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
4. Dr. Deni. N.H Drs. M.Si selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
5. Dr. Ir. Bakhtiar AB, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung
6. Slamet Risnanto ST, M.Kom, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
7. Chandra Afriade Siregar, ST, Mpd, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
8. Dody Kusmana, ST, MT, selaku Kepala Laboratorium Prodi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.

9. Amran Navambar, ST, MT, selaku Koordinator Laboratorium Prodi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
10. Segenap dosen, staff Program Studi Teknik Sipil, dan staff Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung, yang selalu membantu dalam informasi dan kebutuhan penelitian selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu namanya.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, tetapi bagaimanapun kita hanyalah manusia yang takkan luput dari kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang dapat membangun dengan jiwa besar akan penulis terima dengan baik sebagai bahan pemikiran dan perbaikan. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis pada khususnya dan semua pihak yang berkepentingan dengan penulis Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandung, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-5
1.3. Maksud Penelitian.....	I-5
1.4. Tujuan Penelitian	I-6
1.5. Manfaat Penelitian	I-7
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	I-7
1.7. Hipotesis	I-8
1.8. Sistematika Penulisan	I-9

BAB II STUDI LITERATUR

2.1. Bendungan	II-11
2.1.1. Bendungan	II-11
2.1.2. Sejarah Bendungan	II-12
2.1.3. Keruntuhan Bendungan	II-12
2.1.4. Dasar – dasar Pembagian Tipe Bendungan	II-13
2.1.5.1. Bendungan Berdasarkan Kegunaannya	II-14
2.1.5.2. Bendungan Berdasarkan Perencanaan Hidraulik... ..	II-15
2.1.5.3. Bendungan Berdasarkan Material Yang Digunakan	II-16

2.1.5.	Syarat – syarat Pemilihan Tipe Bendungan	II-17
2.1.5.1.	Faktor Keamanan	II-17
2.1.5.2.	Faktor Biaya.....	II-17
2.1.5.3.	Faktor Lokasi Bendungan yang Terkait dengan Fundasi.....	II-18
2.1.5.4.	Faktor Topografi	II-19
2.1.5.5.	Faktor Ketersediaan Material Dilokasi Rencana Bendungan	II-19
2.1.5.6.	Faktor Topografi.....	II-19
2.1.6.	Tinggi Bendungan yang Ekonomis.....	II-20
2.2.	Sungai	II-20
2.2.1.	Definisi Sungai.....	II-20
2.2.2.	Morfologi Sungai	II-23
2.2.3.	Perilaku Sungai	II-28
2.2.4.	Peranan Sungai dan Teknik Persungai.....	II-30
2.2.5.	Teknik Pengelolaan Sungai.....	II-31
2.2.5.1.	Bangunan Teknik Sungai	II-32
2.2.5.2.	Metoda Umum Persungai.....	II-33
2.2.5.3.	Pengendalian Alur Sungai.....	II-34
2.2.5.4.	Pengaturan Elevasi Muka Air	II-49
2.2.5.5.	Pengaturan Dan Pengendalian Debit Sungai	II-49
2.3.	Saluran Terbuka.....	II-50
2.3.1.	Konsep Dasar Saluran Terbuka	II-50
2.3.2.	Aliran Pada Saluran Terbuka	II-52
2.3.3.	Distribusi Aliran Saluran Terbuka.....	II-54
2.3.4.	Energi Dalam Saluran Terbuka.....	II-54
2.3.5.	Energi Spesifik.....	II-56
2.3.6.	Resim Aliran	II-60
2.4.	Penggerusan	II-61
2.5.	Erosi	II-62
2.5.1.	Bentuk – Bentuk Erosi	II-67
2.5.1.1.	Erosi Percikan (<i>Flash Erosion</i>).....	II-67

2.5.1.2.Erosi Aliran Permukaan	II-67
2.5.1.3.Erosi Alur	II-70
2.5.1.4.Erosi Parit/Selokan (<i>Gully Erosion</i>)	II-71
2.5.1.5.Erosi Tebing Sungai (<i>Stream Bank Erosion</i>)	II-72
2.5.1.6.Erosi Internal (<i>Internal or Subsurface Erosion</i>)	II-72
2.5.1.7.Tanah Longsor (<i>Land Slide</i>)	II-73
2.5.2.Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Erosi	II-73
2.5.2.1.Iklim	II-74
2.5.2.2.Butiran Tanah.....	II-75
2.5.2.3.Topografi.....	II-77
2.5.2.4.Vegetasi.....	II-77
2.5.2.5.Tindakan Campur Tangan Manusia.....	II-78
2.5.3.Penyebaran Daerah Erosi	II-79
2.5.4.Dampak Erosi dan Sedimentasi	II-81
2.5.4.1.Dampak Terhadap Kesuburan Tanah.....	II-81
2.5.4.2.Pengaruh Erosi Terhadap Produktifitas	
Sumber Daya Alam.....	II-83
2.5.4.3.Pengaruh Sedimentasi.....	II-83
2.5.5.Mekanisme Terjadinya Erosi	II-84

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Persiapan Penelitian	III-85
3.1.1.Umum	III-85
3.1.2.Penggunaan Alat Dan Bahan	III-86
3.2. Pelaksanaan Penelitian.....	III-89
3.3. Pengamatan Pola Aliran.....	III-91
3.4. Indeks Erosi Terhadap Pengaruh Run Off.....	III-92
3.5. Pengumpulan Data	III-92
3.6. Analisa Data.....	III-93

BAB IV ANALISA DATA & PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data	IV-94
4.1.1. Data Pengamatan	IV-95
4.1.1.1. Saluran Hidrolika Tanpa Menggunakan Dasar Aliran Pasir.....	IV-97
4.1.1.2. Saluran Aliran Hidrolika Dengan Menggunakan Dasar Aliran Pasir	IV-97
4.1.1.3. Saluran Hidrolika Dengan Dasar Aliran Pasir dan Check Dam Segi-tiga	IV-99
4.1.1.4. Saluran Hidrolika Dengan Dasar Aliran Pasir dan Bendungan Pelimpah	IV-100
4.1.2. Analisa Data Penelitian.....	IV-101
4.1.2.1. Keliling Basah, K.....	IV-101
4.1.2.2. Luas Permukaan Basah, A	IV-102
4.1.2.3. Jari – Jari Hidrolika, R.....	IV-102
4.1.2.4. Analisa Debit Aliran	IV-102
4.1.2.5. Analisa Kecepatan Aliran Pada Uji Model	IV-103
4.1.2.6. Analisa Bilangan Froude (F).....	IV-104
4.1.2.7. Analisa Energi Saluran	IV-104
4.1.2.8. Tekanan Air, P	IV-105
4.1.2.9. Tegangan Geser, τ	IV-106
4.1.2.10. Kedalaman Gerusan, ds	IV-106
4.2. Pembahasan Analisa Data (pada $\Delta h = 0,5$).....	IV-106
4.2.1. Keliling Basah, K.....	IV-107
4.2.2. Luas Permukaan Basah, A	IV-107
4.2.3. Jari – Jari Hidrolika, R.....	IV-107
4.2.4. Analisa Debit Aliran, Q	IV-107
4.2.5. Analisa Kecepatan Aliran Pada Uji Model.....	IV-108
4.2.6. Analisa Bilangan Froude (F).....	IV-108
4.2.7. Analisa Energi Saluran	IV-109
4.2.8. Tekanan Air, P	IV-110
4.2.9. Tegangan Geser, τ	IV-111

4.2.10. Kedalaman Gerusan	IV-111
4.3. Pembahasan Grafik Hubungan	IV-111
4.3.1. Kecepatan Aliran (V) dengan Bilangan Froude (F)....	IV-112
4.3.2. Panjang Kedalaman Air (Y) dengan Kecepatan Aliran (V).....	IV-115
4.3.3. Kecepatan Aliran (V) dengan Luas Penampang Basah (A)	IV-118
4.3.4. Tinggi Permukaan Air (Y) dengan Bilangan Froude (F)	IV-122
4.3.5. Kecepatan Aliran (V) dengan Energi Kinetik (Ek).....	IV-126
4.3.6. Kecepatan Aliran (V) dengan Energi Potensial (Ep)..	IV-130
4.3.7. Kecepatan Aliran (V) dengan Energi Spesifik (Es)....	IV-134

BAB V KESIMPULAN & SARAN

5.1. Kesimpulan	V-139
5.2. Saran	V-144

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Sungai Cimanuk Majalengka	I-2
Gambar 1.2	Turbulensi pada Kaki Bendung Sungai Cimanuk	I-4
Gambar 2.1	Bendungan	II-11
Gambar 2.2	Bendungan Pelimpah	II-16
Gambar 2.3	Sungai.....	II-23
Gambar 2.4	Perbandingan Kemiringan Dasar Sungai Di Jepang dan Negara Lain.	II-25
Gambar 2.5	Daerah Pengairan Sungai	II-27
Gambar 2.6	Susunan Anak-anak Sungai Tie Cabang	II-27
Gambar 2.7	Proses Meander Sungai	II-29
Gambar 2.8	Pembentukan Delta	II-30
Gambar 2.9	Muara Sungai	II-31
Gambar 2.10	Distribusi Tekanan Hidrostatik.....	II-53
Gambar 2.11	Sifat Aliran Pada Saluran Terbuka.....	II-54
Gambar 2.12	Denah Saluran	II-55
Gambar 2.13	Potongan Melintang Saluran Terbuka.....	II-55
Gambar 2.14	Potongan Memanjang Saluran Terbuka	II-55
Gambar 2.15	Jarak Kecepatan Maksimum dan Efek Kekasaran Dasar Saluran.....	II-56
Gambar 2.16	Energi Dalam Saluran Terbuka Berubah Beraturan.....	II-57
Gambar 2.17	Lengkung Energi Spesifik.....	II-60
Gambar 2.18	Hubungan Kedalaman dan Kecepatan untuk 4 macam resim aliran....	II-62
Gambar 2.19	Bagan Model Proses Erosi oleh Air	II-71
Gambar 2.20	Hubungan Kecepatan Aliran dan Ukuran Partikel.....	II-72
Gambar 2.21	Bentuk, Kebulatan dan Penyortiran Butir Sedimen	II-79
Gambar 2.22	Hubungan Yil Sedimen dan Hujan Efektif Rata-rata Tahunan	II-82
Gambar 3.1	Alat Pengukur Kecepatan Alat Venturi Meter	II-92

Gambar 3.2	Detail Venturi Meter	III-93
Gambar 4.1	Penampang Melintang Tanpa Pasir.....	IV-99
Gambar 4.2	Penampang Memanjang Tanpa Pasir	IV-99
Gambar 4.3	Penampang Melintang dengan Medium Pasir.....	IV-100
Gambar 4.4	Penampang Memanjang dengan Medium Pasir.....	IV-101
Gambar 4.5	Penampang Memanjang dengan Checkdam Segi-tiga	IV-102
Gambar 4.6	Penampang Memanjang dengan Bendungan Pelimpah	IV-103
Gambar 4.7	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Bilangan Froude (F) Tanpa Pasir....	IV-115
Gambar 4.8	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Bilangan Froude (F) Dengan Pasir .	IV-116
Gambar 4.9	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Bilangan Froude (F) Pada Check Dam Segitiga.....	IV-117
Gambar 4.10	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Bilangan Froude (F) Pada Bendungan Pelimpah.....	IV-117
Gambar 4.11	Grafik Kedalaman Air (Y) vs Kecepatan Aliran (V) Tanpa Pasir	IV-119
Gambar 4.12	Grafik Kedalaman Air (Y) vs Kecepatan Aliran (V) Dengan Pasir...	IV-120
Gambar 4.13	Grafik Kedalaman Air (Y) vs Kecepatan Aliran (V) Pada Check Dam Segitiga.....	IV-121
Gambar 4.14	Grafik Kedalaman Air (Y) vs Kecepatan Aliran (V) Pada Bendungan Pelimpah.....	IV-122
Gambar 4.15	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Luas Penampang Basah (A) Tanpa Pasir.....	IV-123
Gambar 4.16	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Luas Penampang Basah (A) Dengan Pasir	IV-124
Gambar 4.17	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Luas Penampang Basah (A) Pada Check Dam Segitiga.....	IV-125
Gambar 4.18	Grafik Kecepatan Aliran (V) vs Luas Penampang Basah (A) Pada Bendungan Pelimpah.....	IV-126

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penyebab Keruntuhan Bendung Dari Berbagai Tipe	II-13
Tabel 2.2	Perbandingan Karakteristik Sungai di Jepang dan Negara Lain	II-24
Tabel 2.3	Sungai – sungai Di Indonesia.....	II-26
Tabel 2.4	Contoh – contoh Kerapatan Sungai.....	II-28
Tabel 2.5	Perkiraan Luas Lahan Dengan Kemiringan Lereng 0 – 15 % yang Dapat Dikembangkan Menjadi Area Pemukiman / Pertanian.....	II-65
Tabel 4.1	Turunan Parameter Saluran Hidrolik Tanpa Pasir	IV-100
Tabel 4.2	Turunan Parameter Saluran Hidrolik Dengan Medium Pasir	IV-101
Tabel 4.3	Bilangan Froude Saat Terjadi Proses Turbulensi pada $\Delta h = 0,5$	IV-112
Tabel 4.4	Besar Energi Saluran Yang Terjadi pada $\Delta h = 0,5$	IV-114

**LEMBAR PENGESAHAN
(TUGAS AKHIR)**

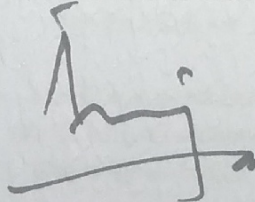
**KAJIAN MEREDAM ENERGI KAKI BENDUNG AKIBAT
PENGARUH ALIRAN TURBULENSI
DENGAN UJI MODEL HIDROLIK**

Nama : Luthfy Adrik Ramdhana Lukman
NPM : 2112177040

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan dan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana – YPKP Bandung.

Disetujui oleh :

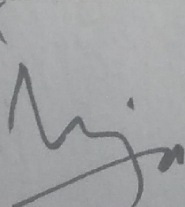
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. H. Bakhtiar AB, MT
NIK. 432 200 090

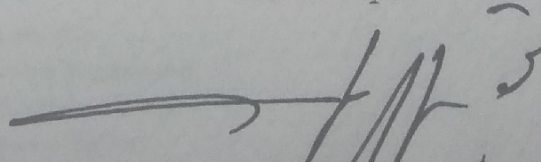
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. H. Bakhtiar AB, MT
NIK. 432 200 090

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil**



Chandra Afriade Siregar ST, MT
NIK. 432 200 167

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “**Kajian Meredam Energi Kaki Bendung Akibat Pengaruh Aliran Turbulensi Dengan Uji Model Hidrolik**” ini sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian didalamnya yang merupakan plagiat dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, Saya siap menanggung resiko / sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Oktober 2019

Pembuat pernyataan,



Luthfy Adrik Ramadhana Lukman

2112177040