

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP GERUSAN LOKAL**  
**PADA PILAR JEMBATAN BERBENTUK LINGKARAN, PERSEGI**  
**DAN JAJARAN GENJANG**



**Disusun oleh :**

**Yoga Dwi Fira Syafitri**

**NIM. 2010611054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

**2024**

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP GERUSAN LOKAL**  
**PADA PILAR JEMBATAN BERBENTUK LINGKARAN, PERSEGI**  
**DAN JAJARAN GENJANG**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**  
**2024**

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP GERUSAN LOKAL**  
**PADA PILAR JEMBATAN BERBENTUK LINGKARAN, PERSEGI**  
**DAN JAJARAN GENJANG**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana*

*Teknik pada Program Studi Teknik Sipil*

*Universitas Muhammadiyah Jember*



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

**2024**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP GERUSAN LOKAL  
PADA PILAR JEMBATAN BERBENTUK LINGKARAN, PERSEGI DAN  
JAJARAN GENJANG

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Jember*

Yang diajukan oleh :

**YOGA DWI FIRA SYAFITRI**

**2010611054**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST.,

Ir. Totok Dwi Kurvanto, MT

MT., IPM

NIDN. 001306602

NIDN. 0705047806

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Arief Aliyudien, ST., MT

NIDN. 0725097101

Ir. Pujo Privono, MT

NIDN. 0022126402

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP GERUSAN LOKAL  
PADA PILAR JEMBATAN BERBENTUK LINGKARAN, PERSEGI DAN  
JAJARAN GENJANG

Disusun oleh :

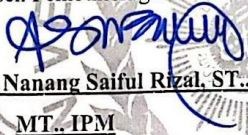
**YOGA DWI FIRA SYAFITRI**

2010611054

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada sidang Tugas Akhir tanggal 02 November 2024 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST.,

MT., IPM

NIDN. 0705047806

Dosen Penguji I



Arief Alihjudien, ST., MT

NIDN. 0725097101

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM

NIDN. 197306102005011001

Dosen Pembimbing II



Ir. Totok Dwi Kurvanto, MT

NIDN. 001306602

Dosen Penguji II



Ir. Pujo Privono, MT

NIDN. 0022126402

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Setivo Ferdi Yanuar, SST., MT

NIDN. 0713019202

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yoga Dwi Fira Syafitri  
NIM : 2010611054  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

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

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

Jember, 8 November 2024

Yang membuat pernyataan,



Handwritten signature of Yoga Dwi Fira Syafitri.

**Yoga Dwi Fira Syafitri**

**NIM 2010611054**

## PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Bapak Joyo dan Ibu Megawati serta kakak saya Yoga Sukma Pratama, terimakasih untuk semua Do'a, semangat dan segala pengorbanan yang telah diberikan kepada saya.
2. Seseorang yang telah kebersamai pada hari-hari yang tidak mudah selama proses perjalanan skripsi ini, terimakasih telah memberi saya support dan meluangkan materi, waktu serta tenaga untuk membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, semoga kita bertahan lama.
3. dr. Setijohadi, Sp.PD, terimakasih untuk semua dukungan dan pengorbanan agar saya dapat sembuh dan melanjutkan penulisan Tugas Akhir hingga selesai.
4. Para guru sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
5. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember terutama untuk *The Ondungers* dan angkatan 2020.
6. Dan semua pihak yang telah membantu selama proses penyelesaian tugas akhir yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

## MOTTO

*“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”*

(QS. Al-Insyirah :5-6)

*“Yang menolong perempuan hanyalah karir dan ayah. Satu lagi, sujud ibu juga peran utama dalam menghadapi tantangan di dunia”*

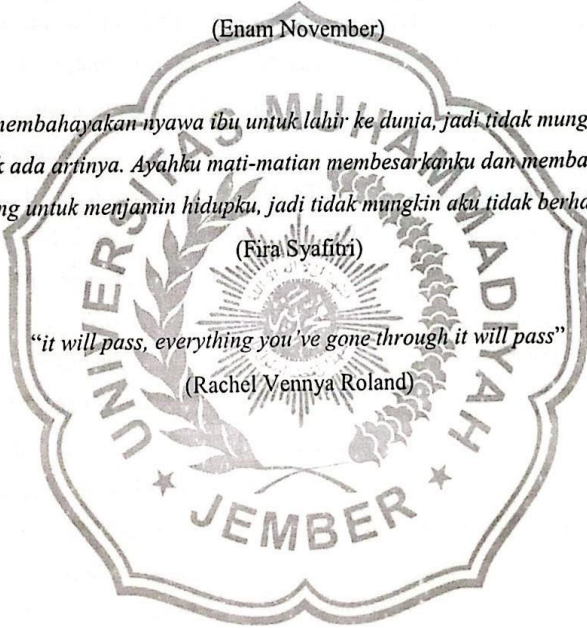
(Enam November)

*“Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya. Ayahku mati-matian membesarkanku dan membanting tulang untuk menjamin hidupku, jadi tidak mungkin aku tidak berharga”*

(Fira Syafitri)

*“it will pass, everything you've gone through it will pass”*

(Rachel Venny Roland)





## PRAKATA

Puji syukur penulis kepada Allah SWT yang trlah memberikan berkat, nikmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP GERUSAN LOKAL PADA PILAR JEMBATAN BERBENTUK LINGKARAN, PERSEGI DAN JAJARAN GENJANG”.

Maksud dan tujuan dari penulisan dan penyusunan skripsi ini untu memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Sipil (S1) Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan banyak terimakasih sebesar – besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir ini yang telah memberikan berbagai masukan, nasehat, wawasan dan ilmu pengetahuan kepada penulis.
2. Ir. Totok Dwi Kuryanto, MT, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan pada Tugas Akhir ini dan juga nasehat, serta motivasi kepada penulis.
3. Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
4. Setiyo Ferdi Yanuar, SST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
5. Ibu, Bapak, dan Keluarga besar yang selalu memberi dukungan materi maupun doa. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat-Nya.
6. Seseorang yang telah memberi support dan meluangkan waktu, tenaga untuk membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Segenap Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
8. Teman – teman *The Ondungers* yang selalu memberikan dukungan dan pendorong dalam proses perkuliahan hingga Tugas Akhir penulis.

9. Billy Fatechan, Fajar Ilham Aqtobah, M. Fahrur Rozy, Adelia Pramesti, Rico Prasetyo, Bagas Prasetyo, M Sevi Abdillah, Alfian Geofany, Deny Alfiandri yang membantu saya dalam pengujian dan pembuatan alat penelitian.
10. Untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesainya laporan ini.

Jember, 8 November 2024



Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan .....	5
1.6 Manfaat .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Saluran Terbuka .....	7
2.2 Debit.....	8
2.3 Jembatan.....	8
2.4 Pilar Jembatan .....	9
2.5 Gerusan .....	10
2.6 Mekanisme Gerusan.....	11
2.7 Geometri Saluran .....	12
2.8 Karakteristik Aliran.....	13
2.9 Tranportasi Sedimen .....	14
2.10 Energi Spesifik .....	16
2.11 Penelitian Terdhulu .....	17

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.3 Persiapan Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.4 Pelaksanaan Pendahuluan .....	27
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	28
3.6 Hipotesis.....	28
3.7 Rancangan Percobaan .....	28
3.8 Alur Penelitian .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
4.1 Umum.....	32
4.2 Perencanaan Saluran .....	32
4.3 Perencanaan Ukuran sedimen.....	33
4.4 Kalibrasi Alat Dan Model .....	34
4.4.1 Kecepatan Aliran.....	34
4.4.2 Pengukuran Debit.....	34
4.5 Pengambilan Data .....	35
4.6 Karakteristik Pola Gerusan Pada Pilar Persegi, Lingkaran Dan Jajar Genjang .....	37
4.7 Kedalaman Gerusan .....	40
4.7.1 Hubungan Debit Dengan Kedalaman Gerusan .....	40
4.7.2 Hubungan Bentuk Pilar dengan Kedalaman Gerusan.....	42
4.7.3 Menentukan Pilar Yang Terbaik.....	43
4.8 Analisa Gerusan Lokal Berdasarkan Metode Empiris.....	44
4.8.1 Perhitungan Gerusan Lokal Dengan Metode Laursen Dan Toch .....	44
4.8.2 Perhitungan Gerusan Lokal Dengan Metode Wu .....	46
4.8.3 Perhitungan Gerusan Lokal Dengan Metode Froechlich.....	48
4.9 Kesesuaian Formula .....	50
4.9.1 Kedalaman Gerusan di Sekitar Pilar .....	50
4.9.2 Kesesuaian Formula Analisa Fisik dan Metode Empiris.....	51
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54

5.2 Saran.....55

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Distribusi Kecepatan Pada Saluran Terbuka .....	5
Gambar 2.2 Mekanisme Gerusan Akibat Pola Aliran di Sekitar Pilar.....	6
Gambar 2.3 Diagram Shields .....	7
Gambar 3.1 Denah Model Fisik dan Potongan Memanjang Serta Melintang ....	21
Gambar 3.2 <i>Multy Purpose Teaching Flume</i> .....	21
Gambar 3.3 Pompa Sirkulasi Air .....	22
Gambar 3.4 <i>Stopwatch</i> .....	22
Gambar 3.5 <i>Current Meter</i> .....	23
Gambar 3.6 Meteran.....	23
Gambar 3.7 <i>Point Gauge</i> .....	24
Gambar 3.8 Alat Tulis.....	24
Gambar 3.9 Saringan Pasir.....	24
Gambar 3.10 Model Pilar Jembatan Persegi .....	25
Gambar 3.11 Model Pilar Jembatan Lingkaran .....	25
Gambar 3.12 Model Pilar Jembatan Jajaran Genjang .....	26
Gambar 3.13 Material Alam .....	26
Gambar 3.14 Air.....	27
Gambar 3.15 Alur Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Grafik Analisa Ayakan.....	34
Gambar 4.2 Letak Titik Pengukuran Gerusan Pada Model Pilar Persegi .....	36
Gambar 4.3 Letak Titik Pengukuran Gerusan Pada Model Pilar Lingkaran.....	37
Gambar 4.4 Letak Titik Pengukuran Gerusan Pada Model Pilar Jajar Genjang.....	37
Gambar 4.5 Pola Gerusan Pada Pilar Persegi Tampak Atas Dan Samping .....	38
Gambar 4.6 Pola Gerusan Pada Pilar Persegi .....	38
Gambar 4.7 Pola Gerusan Pada Pilar Lingkaran Tampak Atas Dan Samping....	39
Gambar 4.8 Pola Gerusan Pada Pilar Lingkaran .....	39
Gambar 4.9 Pola Gerusan Pada Pilar Jajar Genjang Tampak Atas Dan Samping .....	39
Gambar 4.10 Pola Gerusan Pada Pilar Jajar Genjang .....	40

Gambar 4.11 Grafik Hubungan Debit Dengan Kedalaman Gerusan Pada Pilar Persegi Dengan Jenis Sedimen D50.....	40
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Debit Dengan Kedalaman Gerusan Pada Pilar Persegi Dengan Jenis Sedimen D70.....	41
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Debit Dengan Kedalaman Gerusan Pada Pilar Lingkaran Dengan Jenis Sedimen D50.....	41
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Debit Dengan Kedalaman Gerusan Pada Pilar Lingkaran Dengan Jenis Sedimen D70.....	41
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Debit Dengan Kedalaman Gerusan Pada Pilar Jajar Genjang Dengan Jenis Sedimen D50 .....	42
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Debit Dengan Kedalaman Gerusan Pada Pilar Jajar Genjang Dengan Jenis Sedimen D70 .....	42
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Metode Laursen Dan Toch Pada Pilar Persegi.....	45
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Metode Laursen Dan Toch Pada Pilar Lingkaran.....	45
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Metode Laursen Dan Toch Pada Pilar Jajar Genjang .....	46
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Wu Pada Pilar Persegi.....	47
Gambar 4.21 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Wu Pada Pilar Lingkaran .....	47
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Wu Pada Pilar Jajar Genjang .....	48
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Froehlich Pada Pilar Persegi .....	49
Gambar 4.24 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Froehlich Pada Pilar Lingkaran.....	50
Gambar 4.25 Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Froehlich Pada Pilar Jajar Genjang.....	50



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Acak Lengkap Pengujian .....	29
Tabel 4.1 Perencanaan Dimensi Saluran.....	32
Tabel 4.2 Perencanaan Model Pilar .....	33
Tabel 4.3 Tabel Test Pembagian Butir.....	33
Tabel 4.4 Kecepatan Aliran.....	34
Tabel 4.5 Debit Terukur .....	35
Tabel 4.6 Hasil Pembacaan Laboratorium .....	36
Tabel 4.7 Perhitungan Gerusan Lokal Dengan Metode Laursen Dan Toch .....	44
Tabel 4.8 Perhitungan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Wu.....	46
Tabel 4.9 Perhitungan Gerusan Lokal Menggunakan Metode Froehlich .....	47
Tabel 4.10 Perbandingan Antara Analisan Fisik Dengan Perhitungan Menggunakan Metode Empiris.....	52

