

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KARAKTERISTIK SEDIMEN DAN KEDALAMAN
ALIRAN TERHADAP VOLUME GERUSAN PADA
BANGUNAN GROUND SILL**

***EFFECT OF SEDIMENT CHARACTERISTICS AND FLOW
DEPTH ON SCOUR VOLUME IN GROUND SILLS BUILDING***

**SAMUEL
D011 18 1328**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PENGARUH KARAKTERISTIK SEDIMEN DAN KEDALAMAN ALIRAN
TERHADAP VOLUME GERUSAN PADA BANGUNAN GOUNDSILL**

Disusun dan diajukan oleh:

SAMUEL

D011 18 1328

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 Mei 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,



Dr. Ir. H. Riswal K, ST, MT., IPM., ASEAN.Eng.
NIP: 197105052006041002

Pembimbing II,



Dr. A. Ildha Dwipuspita, ST, MT
NIP: 198907142020054001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Samuel, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pengaruh Karakteristik Sedimen dan Kedalaman Aliran Terhadap Volume Gerusan Pada Bangunan Groundsill**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 25 Februari 2023

Yang membuat pernyataan,



NIM: D011 18 1328

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH KARAKTERISTIK SEDIMEN DAN KEDALAMAN ALIRAN TERHADAP VOLUME GERUSAN PADA BANGUNAN GROUNDSTALL”** yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. **Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Dr. Ir. Riswal Karamma, ST. MT.**, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. **Ibu Dr. A. Ildha Dwi Puspita, ST., MT.**, selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. **Ibu Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT.**, selaku Kepala Laboratorium Hidrolika Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan
6. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tua tercinta, Ayahanda **Benyamin Samin Pagassang** dan Ibunda **Naomi Karatnan** yang tiada henti-hentinya memberikan perhatian, kasih sayang, dorongan, motivasi dan iringan doa serta memberikan bantuan baik moril maupun materil.
2. Kakak Tercinta **Suryanti, Julianto, Debora, Daniel, Kristina** yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.

3. **Yusriah, Ummul, Melani, Nabilah, Rudy dan Made** sebagai partner penelitian yang telah berjuang bersama selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir.
4. Rekan-rekan Penelitian, terkhusus **Pak Hendra dan Pak Ahmad** yang telah banyak memberikan ilmu dan masukan selama penyusunan tugas akhir.
5. **Keluarga Mahasiswa Kristen Oikumene Teknik dan Jurusan Sipil** yang menemani suka duka dan pengalaman-pengalaman Rohani yang tak terlupakan dan kehidupan dalam maupun luar kampus dan terus mendoakan yang terbaik.
6. **Keluarga Lantang 09, Berlian, Elang, Ottow, Kaleb, Nandi, Caca** yang memberikan pengalaman dalam suka maupun duka selama berada di kampus.
7. Saudara-saudari **TRANSISI 2019** yang senantiasa memberikan warna serta kenangan yang sangat indah, dukungan yang tiada henti serta semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

ABSTRAK

Belakangan ini, masalah gerusan di sekitar pondasi jembatan menjadi perbincangan hangat di kalangan peneliti. Gerusan adalah pembesaran aliran yang disertai perpindahan material melalui aksi gerak fluida. Proses gerusan akan terjadi secara alami, baik karena pengaruh morfologi sungai maupun perubahan kondisi aliran. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengurangi masalah gerusan di dasar sungai adalah metode pengurangan kecepatan aliran sungai sebagai pemicu gerusan. Salah satu caranya adalah dengan merencanakan bangunan groundsill.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh dari karakteristik sedimen dan kedalaman aliran terhadap volume gerusan disekitar bangunan Groundsill.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrolika, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin dengan menggunakan metode eksperimental. Dalam penelitian ini digunakan model Groundsill dengan dimensi panjang 30 cm, lebar 20 cm dan tinggi 16 cm yang diletakkan di flume dengan tiga variasi kemiringan saluran, dua variasi sedimen, dan dua variasi Model dengan susunan yang berjarak 5 mm dan 10 mm .

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa semakin besar kedalaman aliran maka semakin dalam gerusan yang terjadi dan semakin besar volume gerusan yang didapatkan. Selain itu, perbedaan butiran sedimen yang digunakan sangat berpengaruh ke volume yang di hasilkan, semakin besar butiran sedimen semakin bertambah volume yang di hasilkan. Volume gerusan semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman aliran dan perbandingan butiran yang digunakan secara bersama-sama. Hal tersebut disebabkan karena pengaruh kedua variabel tersebut yang saling menguatkan dalam meningkatkan volume gerusan.

Kata Kunci: Groundsill, Gerusan, Kedalaman Aliran, Butiran Sedimen, Volumen Gerusan

ABSTRACT

Recently, the problem of scour around bridge foundations has become a hot topic of discussion among researchers. Scour is the enlargement of flow accompanied by material displacement through the action of fluid motion. The scouring process will occur naturally, both due to the influence of river morphology and changes in flow conditions. One approach that can be used to reduce scour problems at the bottom of the river is the method of reducing river flow velocity as a scour trigger. One way is to plan a groundsill building.

The purpose of this study is to analyze the effect of sediment characteristics and flow depth on the scour volume around the Groundsill building.

This research was conducted at the Hydraulics Laboratory, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University using experimental methods. In this study, a Groundsill model with dimensions of 30 cm long, 20 cm wide and 16 cm high was used which was placed in a flume with three variations of channel slope, two variations of sediment, and two variations of models with an arrangement that was 5 mm and 10 mm apart.

From the research that has been done, it is found that the greater the depth of flow, the deeper the scour that occurs and the greater the volume of scour obtained. In addition, the difference in sediment grains used greatly affects the volume produced, the finer the sediment grains the more volume is produced. The volume of scour increases as the depth of flow increases and the ratio of grains used together. This is due to the influence of the two variables that reinforce each other in increasing the volume of scour.

Keywords: Groundsill, Scour, Flow Depth, Sediment Grains, Scour Volume

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	2
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	3
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan	3
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
A. Sungai.....	6
A.1 Klasifikasi Aliran Sungai	8
B. Bangunan Groundsill.....	11
B.1 Groundsill	11
B.2 Klasifikasi Bangunan Groundsill	13
B.3 Perencanaan Bangunan Groundsill	15
C. Sedimen dan Gerusan	15
C.1 Sedimen	15
C.2 Gerusan	20
D. Penelitian sebelumnya	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32

A. Umum	32
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	32
B.1 Lokasi Penelitian	32
B.2 Waktu Pengambilan Data Penelitian	32
C. Alat dan Bahan Penelitian	33
C.1 Alat penelitian.....	33
C.2 Bahan Penelitian	35
D. Variabel Yang Diteliti	37
E. Kerangka Alur	39
BAB IV.....	42
HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Hasil Penelitian	42
A.1 Pemeriksaan Butiran Sedimen	42
A.2 Berat Jenis Sedimen	44
A. Volume gerusan di sekitar Groundsill	45
B.1 Pengukuran Tinggi Muka Air	45
B.2 Kecepatan Aliran	48
B.3 Pengukuran Volume Gerusan	51
BAB V.....	116
KESIMPULAN DAN SARAN	116
A. Kesimpulan	116
B. Saran	116
DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Potongan Memanjang <i>Groundsill</i>	13
Gambar 2. <i>Groundsill</i> Datar	13
Gambar 3. <i>Groundsill</i> Pelimpah	14
Gambar 4. Kedalaman Gerusan (ds) sebagai Fungsi Waktu (t) (Breusers dan Raudkivi,1991).....	22
Gambar 5. Kedalaman Gerusan (ds) sebagai Fungsi Kecepatan geser (u^*). (Breusers dan Raudkivi,1991)	23
Gambar 6. Urutan <i>Bedform</i> yang dihasilkan dari Peningkatan Kekuatan Aliran ..	24
Gambar 7. Variasi kedalaman gerusan ds dengan gradasi sedimen d_{50} , (<i>Local scour at abutment; A Review, ASCE Journal 2004</i>).....	27
Gambar 8. Kerangka pikir penelitian	31
Gambar 9. Kolam Uji (Flume Test) Laboratorium Riset Sungai Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.....	33
Gambar 10. Tampak atas Flume Test.....	34
Gambar 11. Point Gauge	34
Gambar 12. Stopwatch , Synthetic Grass, Jet Pump	35
Gambar 13. Tampak depan model	36
Gambar 14. Tampak samping model	36
Gambar 15. Gambar proyeksi dari model.....	37
Gambar 16. Grafik uji gradasi butiran material sedimen Pertama.....	43
Gambar 17. Grafik uji gradasi butiran material sedimen Kedua	44
Gambar 18. Grafik Hubungan Tinggi Muka Air Terhadap Porositas pada Model K05 dan K10 $I_1 = 0.00005$	47
Gambar 19. Grafik Hubungan Tinggi Muka Air Terhadap Porositas pada Model K05 dan K10 $I_2 = 0.0028$	47
Gambar 20. Grafik Hubungan Tinggi Muka Air Terhadap Porositas pada Model K05 dan K10 $I_3 = 0.013$	48
Gambar 21. Grafik Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Kemiringan Flume pada Model K05	50
Gambar 22. Grafik Hubungan Kecepatan Aliran Terhadap Kemiringan Flume pada Model K10	51
Gambar 23. Titik-Titik Pengamatan Kedalaman Gerusan	52

Gambar 24. Kontur Gerusan Sedimen Variasi pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit pertama.....	56
Gambar 25 .Kontur Gerusan Sedimen Variasi pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit kedua	57
Gambar 26 Kontur Gerusan Sedimen Variasi pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit ketiga	58
Gambar 27. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit pertama	60
Gambar 28. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit kedua	61
Gambar 29. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit ketiga	63
Gambar 30. Kontur Gerusan Sedimen Variasi pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit pertama	65
Gambar 31. Kontur Gerusan Sedimen Variasi pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit kedua	66
Gambar 32. Kontur Gerusan Sedimen Variasi pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit ketiga	67
Gambar 33. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit pertama	69
Gambar 34. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit kedua	70
Gambar 35. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$ dengan running 10 menit ketiga	71
Gambar 36. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Pertama	72
Gambar 37. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Kedua.....	74
Gambar 38. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Ketiga.....	76
Gambar 39. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Pertama	78
Gambar 40. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Kedua.....	79

Gambar 41. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Ketiga.....	80
Gambar 42. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Pertama	82
Gambar 43. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Kedua.....	83
Gambar 44. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Ketiga.....	84
Gambar 45. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Pertama	85
Gambar 46. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Kedua.....	86
Gambar 47. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$ dengan running 10 menit Ketiga.....	87
Gambar 48. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Pertama	88
Gambar 49. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Kedua.....	90
Gambar 50. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Ketiga	92
Gambar 51. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Pertama	94
Gambar 52. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Kedua.....	95
Gambar 53. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K05 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Ketiga	96
Gambar 54. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Pertama	98
Gambar 55. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Kedua.....	99
Gambar 56. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Pertama di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Ketiga	100
Gambar 57. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Pertama	101

Gambar 58. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Kedua.....	102
Gambar 59. Kontur Gerusan Sedimen Variasi Kedua di sekitar model K10 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$ dengan running 10 menit Ketiga.....	103
Gambar 60. Grafik Hubungan Volume Gerusan 2 variasi sedimen pada model K05 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$	106
Gambar 61. Grafik Hubungan Volume Gerusan 2 variasi sedimen pada model K10 dengan kemiringan $I_1 = 0,00005$	107
Gambar 62. Grafik Hubungan Volume Gerusan 2 variasi sedimen pada model K05 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$	108
Gambar 63. Grafik Hubungan Volume Gerusan 2 variasi sedimen pada model K10 dengan kemiringan $I_2 = 0,0028$	109
Gambar 64. Grafik Hubungan Volume Gerusan 2 variasi sedimen pada model K05 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$	110
Gambar 65. Grafik Hubungan Volume Gerusan 2 variasi sedimen pada model K10 dengan kemiringan $I_3 = 0,013$	111
Gambar 66. Hubungan dari Kedalaman Aliran Terhadap Volume Gerusan pada Variasi Sedimen pertama dan Model K05	112
Gambar 67. Hubungan dari Kedalaman Aliran Terhadap Volume Gerusan pada Variasi Sedimen Kedua dan Model K05	113
Gambar 68. Hubungan dari Kedalaman Aliran Terhadap Volume Gerusan pada Variasi Sedimen Pertama dan Model K10.....	114
Gambar 69. Hubungan dari Kedalaman Aliran Terhadap Volume Gerusan pada Variasi Sedimen Kedua dan Model K10	115

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Variasi pengujian model.....	37
Tabel 2. Matriks penelitian	38
Tabel 3. Matriks penelitian	38
Tabel 4. hasil uji Gradasi Butiran material sedimen Pertama	42
Tabel 5. hasil uji Gradasi Butiran material sedimen kedua.....	43
Tabel 6. hasil uji Berat Jenis material sedimen Pertama	44
Tabel 7. hasil uji Berat Jenis material sedimen kedua.....	45
Tabel 8. Pengukuran Tinggi Muka Air Model K05	46
Tabel 9. Pengukuran Tinggi Muka Air Model K10	46
Tabel 10. Pengukuran Kecepatan Aliran Model K05.....	49
Tabel 11. Pengukuran Kecepatan Aliran Model K10.....	49
Tabel 12. Pengukuran kedalaman gerusan model K05 sedimen pertama pada kemiringan 0,00005	52
Tabel 13. Pengukuran kedalaman gerusan model K05 sedimen pertama pada kemiringan 0,0028	53
Tabel 14. Pengukuran kedalaman gerusan model K05 sedimen pertama pada kemiringan 0,013	54
Tabel 15. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit pertama.....	56
Tabel 16. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Kedua	57
Tabel 17. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Ketiga.....	59
Tabel 18. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit pertama.....	60
Tabel 19. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit kedua	62
Tabel 20. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit ketiga	63
Tabel 21. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama	

Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Pertama	65
Tabel 22. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Kedua	66
Tabel 23. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Ketiga.....	68
Tabel 24. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Kedua	
Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Pertama	69
Tabel 25. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Kedua	
Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Kedua	70
Tabel 26. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Kedua	
Variasi Kemiringan $I_1 = 0,00005$ running 10 menit Ketiga.....	71
Tabel 27. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Pertama	72
Tabel 28. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Kedua	74
Tabel 29. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Ketiga.....	76
Tabel 30. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Ketiga.....	78
Tabel 31. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Kedua	79
Tabel 32. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Ketiga.....	81
Tabel 33. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Pertama	82
Tabel 34. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Kedua	83
Tabel 35. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Ketiga.....	84
Tabel 36. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Kedua	
Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Pertama	85

Tabel 37. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Kedua	86
Tabel 38. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_2 = 0,0028$ running 10 menit Ketiga.....	87
Tabel 39. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Pertama	88
Tabel 40. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Kedua	90
Tabel 41. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Ketiga	92
Tabel 42. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Pertama	94
Tabel 43. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Kedua	95
Tabel 44. Perhitungan Volume Gerusan Model K05 Sedimen Kedua Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Ketiga	97
Tabel 45. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Pertama	98
Tabel 46. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Kedua	99
Tabel 47. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Ketiga	100
Tabel 48. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Pertama	101
Tabel 49. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Kedua	102
Tabel 50. Perhitungan Volume Gerusan Model K10 Sedimen Pertama Variasi Kemiringan $I_3 = 0,013$ running 10 menit Ketiga	103
Tabel 51. Rekapitulasi Perhitungan Volume Gerusan untuk variasi sedimen pertama	104
Tabel 52. Rekapitulasi Perhitungan Volume Gerusan untuk variasi	

sedimen kedua	105
Tabel 53. Rekap Hubungan Karakteristik Sedimen Terhadap Volume Gerusan dalam rentang waktu 30 menit	105

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan suatu saluran terbuka yang terbentuk secara alamiah di atas permukaan bumi dimana air mengalir dengan muka air bebas. Setiap sungai memiliki karakteristik dan bentuk yang berbeda antara satu dan yang lainnya, seperti halnya sungai yang bercabang dan berkelok-kelok. Sungai ini sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, sehingga keadaan ini perlu dijaga agar tetap berada pada kondisi yang baik.

Salah satu permasalahan yang kerap terjadi yaitu perubahan pada dasar sungai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen yang terbawa oleh arus sungai dan pengendapan akan terjadi bila material yang akan dipindahkan jauh lebih berat dari pada gaya penyebab pergerakan. Hal ini dapat mempengaruhi kemiringan atau terjadinya erosi pada dinding atau pada tebing yang dapat mengakibatkan terjadinya longsor. Masalah gerusan ini membahayakan sungai dan bangunan air disekitarnya sehingga kondisi semacam ini perlu mendapatkan perhatian agar potensi sumber air yang ada bisa dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengurangi masalah gerusan di dasar sungai adalah metode pengurangan kecepatan aliran sungai sebagai pemicu gerusan. Salah satu caranya adalah dengan merencanakan bangunan ground sill.

Groundsill merupakan salah satu struktur ambang melintang sungai sehingga dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengurangi kecepatan aliran sungai pada bagian hulu strukturnya. Selain daripada itu, *groundsill* juga mungkin dapat meningkatkan laju pengendapan sedimen di bagian hulu strukturnya dikarenakan struktur *groundsill* dapat menjadi penghalang pergerakan sedimen kebagian hilir sehingga sedimen yang terhalang dapat mengendap dibagian hulu struktur *groundsill* tersebut.

Pada umumnya, *groundsill* dibuat di bagian hilir suatu bangunan sungai yang rusak atau terancam rusak disebabkan oleh gerusan seperti pada struktur pondasi bangunan jembatan, tebing sungai runtuh dan longsor akibat erosi di alur sungai dan kombinasi peristiwa erosi dasar sungai dan tebing sungai. Keberadaan *groundsill* diharapkan dapat mengurangi masalah gerusan yang terjadi di dasar sungai sehingga dapat melindungi bangunan-bangunan yang ada pada aliran sungai.

Dalam beberapa kondisi tersebut, maka penulis melakukan penelitian di laboratorium untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi butiran sedimen yang ada di bawah *Groundsill* dan laju kedalaman aliran terhadap volume gerusan. Maka diambil data kecepatan aliran beserta kedalaman aliran dengan 2(dua) variasi sedimen ,2(dua) variasi porositas model dan kedalaman gerusan setiap variasi.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Karakteristik Sedimen dan Kedalaman Aliran Terhadap Volume Gerusan Pada Bangunan *Groundsill*”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya maka dapat ditarik perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh karakteristik sedimen terhadap volume gerusan
2. Bagaimana pengaruh kedalaman aliran terhadap volume gerusan

C. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis volume gerusan disekitar bangunan Groundsill.
2. Menganalisis pengaruh kedalaman aliran terhadap volume gerusan lokal disekitar bangunan Groundsill.

D. Batasan Masalah

Sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir, maka penulis memberikan batasan masalah agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu melebar. Batasan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. *Groundsill* yang digunakan pada penelitian yaitu dengan tipe lolos air tipe datar (permeabel).
2. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium Hidraulika Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Dari hulu hingga ke hilir, volume gerusan yang ditinjau yang hanya berada di sekitar model *Groundsill*.

4. Model yang ditinjau adalah Model dengan susunan yang berjarak 5 mm dan 10 mm setebal 16 cm.
5. Sedimen yang digunakan yaitu pasir dengan butiran kasar dan sedang.
6. Kekasaran dinding saluran tidak di tinjau.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian diharapkan memberikan manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama bidang hidrolika yang berkaitan dengan konsep gerusan dan mengetahui sejauh apa pengaruh dari variasi butiran yang diteliti dan kedalaman aliran terhadap volume gerusan pada bangunan Groundsill tersebut.

F. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam memahami penulisan skripsi ini, disusun secara singkat sistematika penulisan laporan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Landasan teori Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendukung dalam proses analisa dan penyelesaian masalah pada penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Data dan Metode Penelitian Bab ini menjelaskan jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, perolehan data, penyajian data dan tahapan-tahapan penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Bab ini menjelaskan hasil yang diperoleh dari pengolahan data dan Analisa.

BAB V PENUTUP

Penutup Bab ini berisi kesimpulan, saran, daftar pustaka serta lampiran pendukung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

Suatu alur yang panjang diatas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Perpaduan antara alur sungai dan aliran air didalamnya disebut sebagai sungai. Proses terbentuknya sungai itu sendiri berasal dari mata air yang berasal dari gunung/pegunungan yang mengalir di atas permukaan bumi. Dalam proses selanjutnya aliran air ini akan bertambah seiring dengan terjadinya hujan, karena limpasan air hujan yang tidak dapat diserap bumi akan ikut mengalir ke dalam sungai, mengakibatkan terjadinya banjir.

Dalam perjalanannya dari hulu menuju hilir, aliran sungai secara berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya. Perpaduan ini membuat tubuh sungai menjadi semakin besar. Apabila suatu sungai mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai yang daerah pengaliran, panjang dan volume airnya paling besar disebut sebagai sungai utama (main river). Sedangkan cabang yang lain disebut anak sungai (tributary). Suatu sungai kadang-kadang sebelum aliran airnya mencapai laut, sungai tersebut membentuk beberapa cabang yang disebut cabang sungai (enfluent) (Sosrodarsono, 1984).

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur

terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran dan sebagainya.

Menurut Bambang Triatmodjo (1993) jenis aliran pada saluran terbuka diantaranya yaitu Aliran laminar dimana kondisi aliran dengan garis-garis aliran mengikuti jalur yang sejajar, sehingga tidak terjadi pencampuran antara bidang-bidang geser didalam fluida. Aliran laminar terjadi pada bilangan reynold yang rendah ($Re < 2.000$), dimana viskositas yang dominan. Dan aliran turbulen terjadi pada aliran- aliran fluida yang bergerak tidak teratur, tidak tenang dan partikel-partikel airnya saling acak. Aliran turbulen memiliki angka Reynolds $Re > 4.000$. Aliran melalui saluran terbuka dianggap seragam (uniform) bila berbagai variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan, dan debit pada setiap tampang saluran terbuka adalah konstan. Aliran melalui saluran terbuka disebut tidak seragam atau berubah (non uniform flow atau varied flow), terjadi apabila variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan di sepanjang saluran tidak konstan, selalu berubah-ubah.

Apabila perubahan aliran terjadi pada jarak yang pendek maka disebut aliran berubah cepat, sedang apabila terjadi pada jarak yang panjang disebut aliran berubah tidak beraturan. Aliran disebut aliran mantap (*steady flow*) jika variabel aliran di suatu titik seperti kedalaman dan kecepatan tidak berubah terhadap waktu, dan apabila terjadi sebaliknya, yaitu berubah terhadap waktu maka aliran disebut aliran tidak mantap.

Selain itu aliran melalui saluran terbuka juga dapat dibedakan menjadi aliran sub kritis (mengalir) yaitu aliran lambat yang memiliki nilai bilangan Froude (Fr) < 1 , dan aliran super kritis (meluncur) dimana aliran ini disebut aliran cepat, jika $Fr > 1$. Di antara kedua tipe aliran tersebut terdapat aliran kritis yaitu aliran tenang yang memiliki $Fr = 1$.

A.1 Klasifikasi Aliran Sungai

A.1.1 Aliran Steady dan Unsteady

Berdasarkan pada perubahan kedalaman aliran air menurut waktu, aliran dapat dibagi menjadi :

1. Aliran Tetap (*Steady Flow*)

Dalam saluran terbuka dikatakan bertipe aliran tetap (steady) bila kedalaman kedalaman aliran tidak berubah atau dianggap konstan selama suatu selang waktu tertentu. Sebagian besar persoalan tentang saluran terbuka umumnya hanya memerlukan penelitian mengenai perilaku aliran dalam keadaan tetap.

2. Aliran Tidak Tetap (*Unsteady Flow*)

aliran dikatakan tidak tetap (unsteady) bila kedalamannya berubah sesuai dengan waktu. Banjir dan gelombang merupakan salah satu contoh kasus dimana analisa aliran dilakukan dengan pendekatan tidak tetap.

A.1.2 Aliran Uniform dan Non Uniform

Berdasarkan pada perubahan kedalaman menurut tempat aliran dapat di bagi menjadi 2 yaitu :

1. Aliran Seragam (*Uniform*)

Aliran saluran dikatakan seragam bila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tetap atau tidak tetap, tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu.

2. Aliran Berubah (*Non Uniform*)

Aliran disebut berubah (*varied*) bila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran. Kondisi dimana komponen aliran berubah terhadap jarak. Contoh aliran di saluran/sungai pada kondisi ada pengaruh pembendungan/terjunan, ada penyempitan/pelebaran yang ekstrim.

A.1.3 Aliran Laminer dan Aliran Turbulen

Aliran dapat bersifat laminar, turbulen, atau peralihan tergantung pada pengaruh kekentalan sehubungan dengan kelembaman (*inersia*).

1. Aliran Laminer

Aliran dikatakan laminar apabila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh terhadap perilaku aliran. Dalam aliran laminar, butir-butir air seolah-olah bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur atau lurus, dan selapis cairan yang sangat tipis seperti menggelincir di atas lapisan sebelahnya.

2. Aliran Turbulen

Aliran turbulen adalah apabila gaya kekentalan relative lemah dibandingkan dengan gaya kelembamannya. Pada aliran turbulen, butir-butir air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar maupun

tidak tetap, walaupun butir-butir tersebut tetap menunjukkan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan.

3. Aliran Peralihan

Merupakan kondisi aliran diantara aliran laminar dan aliran turbulen. Pengaruh kekentalan relative terhadap kelembaman dapat dinyatakan dengan bilangan Reynolds, yang didefinisikan sebagai:

$$Re = \frac{VL}{\theta} \quad (1)$$

Dimana V adalah kecepatan aliran, L adalah jari-jari hidrolis dan θ adalah kekentalan kinematis. Menurut banyak percobaan pada saluran terbuka, bila $Re < 2000$, aliran adalah laminar. Sedangkan bila $Re > 50000$, maka aliran adalah turbulen dengan nilai Re diantara 2000-50000 masuk dalam kategori aliran peralihan.

A.1.4 Aliran Sub-Kritis, Kritis, dan Super Kritis

Gravitasi bumi memiliki pengaruh terhadap aliran air yang berada pada saluran terbuka, Akibat gaya tarik bumi terhadap keadaan aliran dinyatakan dengan rasio gaya inersia dengan gaya taerik bumi. Rasio ini ditetapkan sebagai bilangan Froude yang didefinisikan sebagai:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g.h}} \quad (2)$$

Dimana :

Fr = Bilangan Froude

V = Kecepatan rata – rata aliran (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/de^2)

h = Kedalaman aliran (m)

Apabila $Fr = 1$ berarti $V = \sqrt{g \cdot h}$ maka aliran dinamakan dalam keadaan kritis (aliran kritis). Bila Fr lebih kecil dari 1, $V < \sqrt{g \cdot h}$ atau aliran adalah sub-kritis. Dalam hal ini gaya gravitasi memegang peranan penting, aliran mempunyai kecepatan kecil yang biasanya ditunjukkan sebagai aliran yang tenang atau disebut mengalir biasa. Bila Fr lebih besar dari 1 atau $V > \sqrt{g \cdot h}$ aliran adalah superkritis. Dalam hal ini gaya inersia menjadi dominan (memegang peranan) sehingga kecepatan aliran besar dan biasanya terlihat dari alirannya yang deras atau biasa disebut air mengalir deras atau menjeram.

B. Bangunan Groundsill

B.1 Groundsill

Groundsill adalah bangunan melintang pada sungai yang berfungsi mengendalikan stabilitas sungai untuk mengurangi degradasi dengan cara meninggikan elevasi muka air sungai. *groundsill* banyak ditemui pada sungai bagian hulu yang alirannya cukup deras.

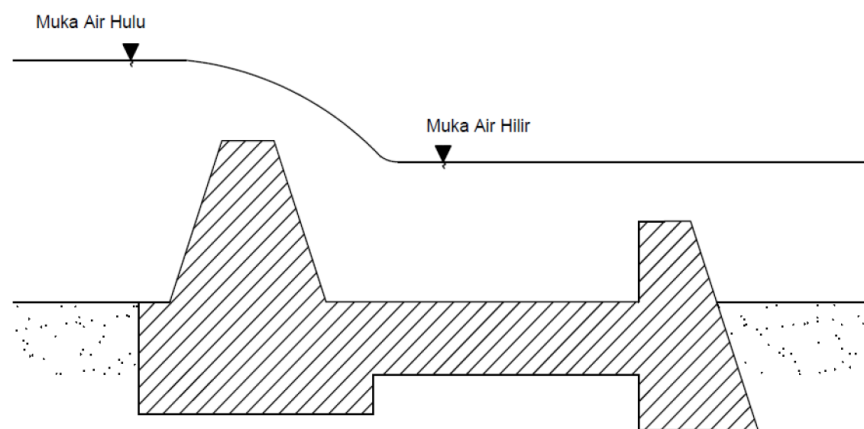
Berbeda dengan fungsi bendung dimana air dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti irigasi, *groundsill* difungsikan untuk mengatasi kerusakan dasar sungai akibat perubahan kecepatan debit aliran agar dapat melindungi bangunan air lainnya seperti pilar jembatan sehingga kegagalan konstruksi dapat dicegah.

Umumnya, beberapa bangunan ground sill dibangun dengan posisi mercu yang tidak jauh dari dasar sungai. Namun, ada juga ground sill yang memiliki posisi mercu jauh di atas dasar sungai. Hal ini dimaksudkan untuk menaikan dasar sungai pada keadaan sebelumnya.

Desain ground sill harus dibuat dengan perencanaan secara matang supaya bangunan berfungsi secara efisien. Kontrol terhadap bahaya seperti guling, geser, rembesan dan faktor daya dukung tanah juga perlu dilakukan agar desain ground sill teruji aman terhadap bahaya-bahaya tersebut.

Analisis dampak keberadaan dari bangunan ground sill pada beberapa sungai menjadi sangat penting untuk memberikan informasi kepada masyarakat mengenai efektivitas dari bangunan ground sill tersebut dalam mengatasi sebagian permasalahan di sekitar sungai. Berdasarkan hasil analisis pada beberapa sungai di Indonesia, didapati bahwa bangunan ground sill dapat menjadi salah satu jalan keluar yang bisa dilakukan untuk menangani permasalahan gerusan di dasar sungai.

Bangunan ground sill dapat mengurangi kecepatan arus sungai dan meningkatkan laju pengendapan pada bagian hulu strukturnya. Selain daripada itu, keberadaan struktur ground sill dapat melindungi bangunan-bangunan disekitar sungai dari gerusan. Hal ini dikarenakan bangunan ground sill mengurangi transportasi sedimen pada sungai sehingga dapat mengendalikan pnurunan dasar sungai. Ground sill juga dapat mengembalikan kondisi sungai yang telah tergerus dan menjaga bangunan-bangunan yang ada di sekitar sungai. (Putri Shakinah Ragilia,2021)

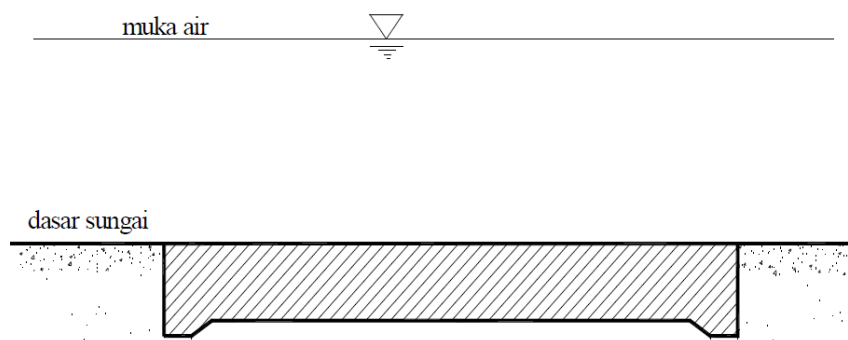


Gambar 1. Potongan Memanjang *Groundsill*

B.2 Klasifikasi Bangunan *Groundsill*

B.2.1 Ambang datar (bed gindle work)

Ambang yang hampir tidak mempunyai terjunan dan elevasi mercunya hampir sama dengan permukaan dasar sungai dan berfungsi menjaga agar permukaan dasar sungai tidak turun lagi

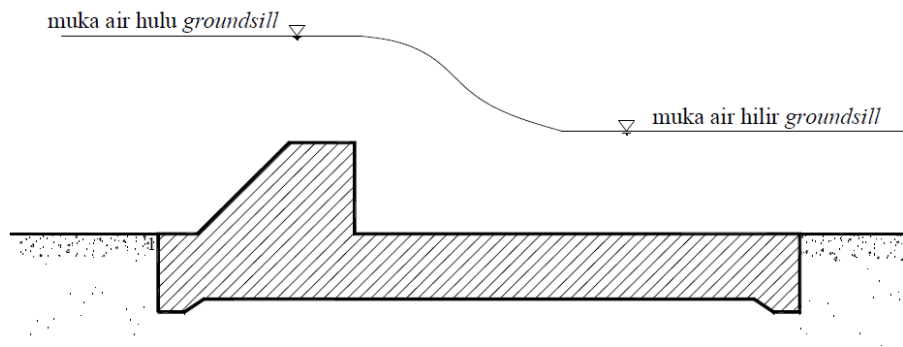


Gambar 2. *Groundsill* Datar

B.2.2 *Groundsill* Pelimpah (*Head work*)

Groundsill pelimpah memiliki terjunan sehingga elevasi permukaan dasar

sungai disebelah hulu *groundsill* lebih tinggi daripada elevasi permukaan dasar sungai sebelah hilirnya dan tujuannya adalah untuk melandaikan kemiringan dasar sungai.



Gambar 3. *Groundsill* Pelimpah

Apabila ingin melakukan pembangunan ambang tipe pelimpah maka sebaiknya melakukan perencanaan sesuai dengan kinerja hidrolis. Hal ini dilakukan agar apa yang direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan apa yang diharapkan. Hal tersebut dapat dibentuk denah penempatan dengan peletakan tegak lurus dari arah sungai.

Jenis ambang yang dimanfaatkan dalam proses pembangunan *groundsill* adalah tegak lurus. Hal ini dikarenakan harganya jauh lebih murah dan ekonomis. Selain itu, pelaksanaannya sangat mudah diterapkan. Sedangkan tipe diagonal sangat jarang digunakan karena ambangnya menjadi semakin panjang dengan aliran permukaan air memusat di bagian tengah ambang. Harga pengerjaan jenis ambang ini jauh lebih mahal.

B.3 Perencanaan Bangunan Groundsill

Groundsill pelimpah haruslah direncanakan agar secara hidraulis dapat berfungsi dengan baik antara lain denahnya ditempatkan sedemikian rupa agar porosnya tegak arah arus sungai, khususnya arah arus banjir, denah tersebut yaitu terdiri dari :

- a. Denah tipe tegak lurus, umumnya sudah banyak dibangun pada sungai-sungai guna mencegah penurunan dasar sungai.
- b. Denah tipe diagonal, tipe ini sangat jarang dibuat.
- c. Denah tipe poligonal.
- d. Denah tipe lengkung

Denah tipe poligonal dan denah lengkung hanya untuk kondisi yang khusus saja karena berbagai kelemahannya antara lain *groundsill* menjadi lebih panjang dan limpasan air terpusat di tengah serta harganya pun mahal.

C. Sedimen dan Gerusan

C.1 Sedimen

Beberapa ahli memberikan pengertian yang berbeda dengan sedimen. Menurut (Suripin, 2003 : 343) Sedimentasi merupakan akibat lebih lanjut dari erosi yang terdapat pada daerah yang lebih rendah, terutama pendangkalan mulut kanal. Material erosi yang di bawa aliran air dari hulu, pada saat memasuki daerah/saluran yang ditandai, tidak semuanya mampu hanyut ke hilir, Sebagian akan terendapkan disepanjang perjalanan disaluran yang dilewati.

Pipkin (1977) menyatakan bahwa sedimen adalah pecahan, mineral, atau material organik yang di transforkan dari berbagai sumber dan di endapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalambentuk larutankimia.

Pettijohn (1975) mendefenisikan sedimentasi sebagai proses pembentukan sedimen atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan dari material pembentuk atau asalnya pada suatu tempat yang disebut dengan lingkungan pengendapan berupa muara , sungai, danau, delta, estuaria, laut dangkal sampai laut dalam.

C.1.1 Mekanisme Pengangkutan Sedimen

Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terangkut oleh aliran dari bagian hulu akibat dari erosi. Sedimen dapat berada di berbagai lokasi dalam aliran, tergantung pada keseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel (gaya tarik dan gaya angkat) dan kecepatan pengendapan partikel. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan (deposition) dan pemadatan (compaction) dari sedimentasi itu sendiri (Oktavia dkk., 2019).

Transpor sedimen merupakan fenomena kompleks yang sering terjadi akibat terlepasnya partikel tanah dan kemudian terbawa aliran ke bagian hilir saluran. Jika ditinjau sebuah pias pada sebuah saluran aluvial, akan terjadi tiga buah kemungkinan kondisi dasar saluran akibat adanya proses transpor sedimen. Kondisi pertama adalah saat besaran debit

sedimen masuk sama dengan debit sedimen keluar, kondisi kedua adalah ketika debit sedimen masuk lebih besar jika dibandingkan dengan debit sedimen keluar, dan kondisi ketiga adalah jika debit sedimen masuk lebih kecil daripada debit sedimen keluar (Purnomo dkk., 2016).

C.1.2 Jenis angkutan Sedimen

Menurut Oktavia dkk. (2019), berdasarkan jenis pergerakannya, sedimen terdiri dari:

a) Sedimen dasar

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan bed load. Adanya bed load ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai.

b) Sedimen melayang

Suspended load adalah material dasar sungai (bed material) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu didorong oleh turbulensi aliran. Suspended load itu sendiri umumnya bergantung pada kecepatan jatuh atau lebih dikenal dengan fall velocity. Pada kenyataan pada tiap satu satuan waktu pergerakan angkutan sedimen yang dapat diamati hanyalah bed load transport dan suspended load transport.

c) Sedimen kikisan

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (silt) dan debu (dust), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. erusan merupakan proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai. Proses penggerusan akan terjadi secara alami, baik karena pengaruh morfologi seperti tikungan aliran atau penyempitan aliran, atau pengaruh bangunan hidraulika yang menghalangi aliran seperti abutment jembatan (Legono, 1990).

Einstein(1950)menurunkan persamaan angkutan sedimen berdasarkan teori statistik dan hasil pengamatan eksperimental di laboratorium dimana pergerakan partikel sedimen yang terjadi pada dasar aliran disebabkan oleh adanya gaya angkat (*uplift force*) yang lebih besar daripada berat massa partikel sedimen di dalam air. Debit angkutan sedimen dasar (q_b) dinyatakan dalam persamaan (3).

$$q_b = \Phi * \sqrt{\left[\frac{\rho_s + \rho_w}{\rho_w} \right] x g x D x \rho_s} \quad (3)$$

Dengan,

q_b = total sedimen dasar per meter lebar saluran (kg/m.det),

$\Phi*$ = intensitas angkutan sedimen,

ρ_w = rapat massa air (kg/m³),

ρ_s = rapat massa sedimen (kg/m³),

g = percepatan gravitasi (m/s²),

D = diameter butiran sedimen (m)

Nilai parameter intensitas angkutan sedimen (Φ^*) ditentukan berdasarkan nilai parameter intensitas aliran atau tegangan geser aliran (ψ^*) yang dinyatakan dalam kurva hubungan intensitas angkutan sedimen (Φ^*) dan intensitas aliran atau tegangan geser aliran (ψ^*).

Meyer-Petter Muller (1948) menurunkan persamaan angkutan sedimen dimana prinsip dari pergerakan sedimen didasarkan akibat adanya kemiringan energi. Massa angkutan sedimen ($g'sb$) dinyatakan dalam bobot terendam dalam satuan (kg/s/m) yang dinyatakan pada persamaan (4). Sedangkan debit angkutan sedimen (qsb) dinyatakan pada persamaan (5).

$$0,25 \rho^{\frac{1}{3}} \frac{(g'sb)^{\frac{2}{3}}}{(\rho_s - \rho)} = \frac{\rho \cdot R_h \cdot \mu \cdot S}{(\rho_s - \rho) d} - 0,047 \quad (4)$$

$$q_{sb} = \frac{g'sb}{(\rho_s - \rho) \cdot g} \quad (5)$$

dengan,

qsb = total sedimen dasar per meter lebar saluran (m³/det/m),

μ = faktor kekasaran dasar saluran (ripple factor),

ρ_w = rapat massa air (kg/m³),

ρ_s = rapat massa sedimen (kg/m³),

g = percepatan gravitasi (m/s²),

D = diameter butiran sedimen (mm),

R_h = radius hidraulik penampang saluran (m),

S = kemiringan dasar saluran

C.2 Gerusan

Gerusan merupakan proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai. Proses penggerusan akan terjadi secara alami, baik karena pengaruh morfologi seperti tikungan aliran atau penyempitan aliran, atau pengaruh bangunan hidraulika yang menghalangi aliran seperti abutment jembatan (Legono, 1990).

Gerusan biasanya terjadi sebagai bagian dari perubahan morfologi dari sungai dan perubahan akibat bangunan buatan manusia (Breusers & Raudkivi, 1991) Gerusan adalah fenomena alam yang terjadi karena erosi terhadap aliran air pada dasar dan tebing saluran alluvial atau proses menurunnya atau semakin dalamnya dasar sungai di bawah elevasi permukaan alami (datum) karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Hoffmans and Verheij 1997).

Penambahan gerusan akan terjadi dimana ada perubahan setempat dari geometri sungai seperti karakteristik tanah dasar setempat dan adanya halangan pada alir sungai berupa bangunan sungai. Adanya halangan tersebut akan menyebabkan perubahan pola aliran yang mengakibatkan terjadinya gerusan lokal disekitar bangunan tersebut. Dan menurut Laursen (1952), gerusan didefinisikan sebagai pembesaran dari suatu aliran yang disertai pemindahan material melalui aksi gerakan fluida.

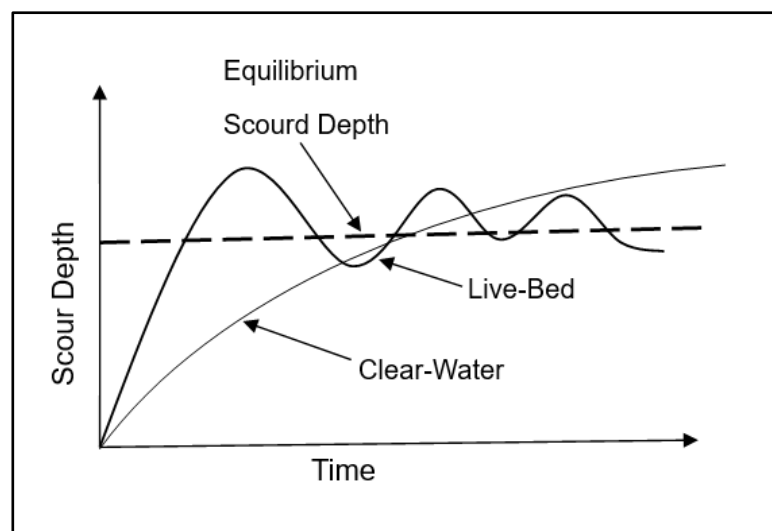
Raudkivi dan Eltema (1982) dalam Abdurrosyid, J. dkk (2009), mengatakan bahwa gerusan dapat dibagi menjadi:

- a. Gerusan umum (general scour), gerusan yang terjadi akibat dari proses alam dan tidak berkaitan sama sekali dengan ada tidaknya bangunan sungai.
- b. Gerusan di lokalisir (constriction scour), gerusan yang diakibatkan penyempitan alur sungai sehingga aliran menjadi terpusat.
- c. Gerusan lokal (local scour) merupakan akibat langsung dari struktur pada alur sungai.

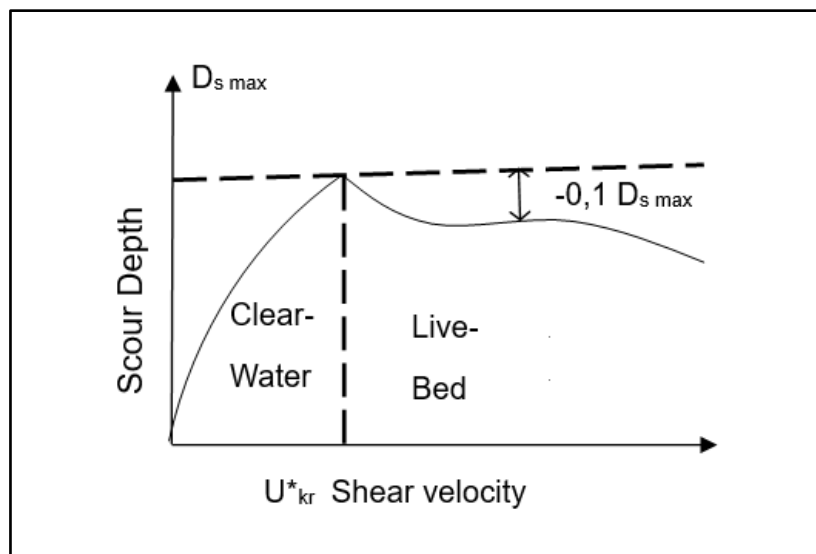
Sifat alami gerusan menurut Laursen (1952) mempunyai fenomena yaitu :

- a. Besar gerusan akan sama selisihnya antara jumlah material yang ditranspor keluar daerah gerusan dengan jumlah material yang ditranspor masuk ke dalam daerah gerusan.
- b. Besar gerusan akan berkurang apabila penampang basah di daerah gerusan bertambah (misal karena erosi).
- c. Untuk kondisi aliran akan terjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas, besarnya akan asimtotik terhadap waktu.

Chabert dan Engeldiner (1956) dalam Breuser dan Raudkivi (1991:61) menyatakan lubang gerusan yang terjadi pada alur sungai umumnya merupakan korelasi antara kedalaman gerusan dengan kecepatan aliran sehingga lubang gerusan tersebut merupakan fungsi waktu. Sedangkan Breusers dan Raudkivi (1991:61) menyatakan bahwa kedalaman gerusan maksimum merupakan fungsi kecepatan geser (Gambar 4) (Halim, 2014).



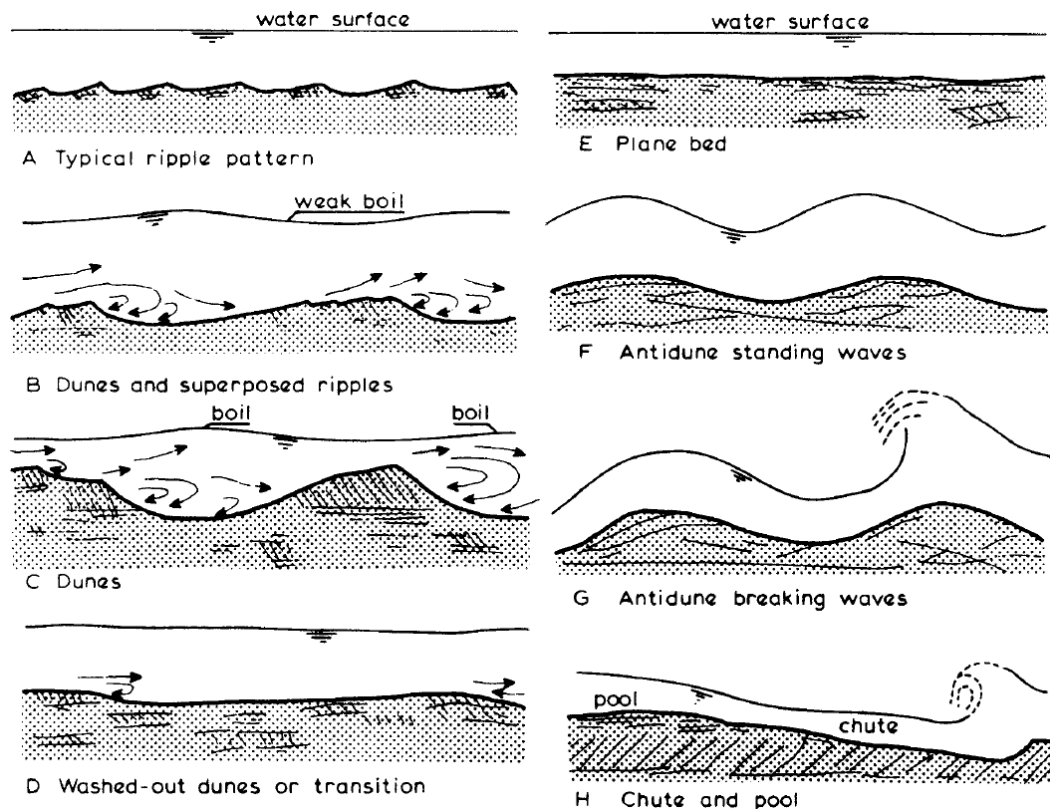
Gambar 4. Kedalaman Gerusan (d_s) sebagai Fungsi Waktu (t) (Breusers dan Raudkivi,1991)



Gambar 5. Kedalaman Gerusan (d_s) sebagai Fungsi Kecepatan geser (u^*). (Breusers dan Raudkivi,1991)

Mekanisme transportasi sedimen dimulai saat aliran melewati kondisi kritis tegangan geser ($\tau > \tau_{cr}$) dan kecepatan aliran ($U > U_{cr}$) yang bisa dibagi dalam 3 fase :

1. *Lower flow regime* ($Fr < 1$), konfigurasi dasar yang terjadi pada fase ini adalah *ripple*, *sand wave*, dan *dunes*.
2. *Transition flow regime* ($Fr = 1$), pada fase ini konfigurasi tidak teratur, dari bentuk *dunes* sampai *plan (flat) bed*.
3. *Upper flow regime* ($Fr > 1$), menghasilkan pola *plane bed*, *antidunes*, dan *chute and pool*.



Gambar 6. Urutan *Bedform* yang dihasilkan dari Peningkatan Kekuatan Aliran

Laursen (1960) dalam HEC-RAS *River Analysis System* menemukan bahwa pada gerusan dengan aliran angkutan sedimen (*live-bed scour*), pengaruh kecepatan aliran terhadap gerusan adalah kecil, tetapi kedalaman aliran sangat mempengaruhi kedalaman gerusan. Sedangkan pada gerusan aliran jernih (*clear water scour*), kecepatan aliran sangat berpengaruh terhadap kedalaman gerusan.

Meningkatnya kecepatan aliran akan menghasilkan gaya seret (*drag force*) yang juga meningkat hingga pada suatu nilai tertentu menyebabkan tercapainya kondisi seimbang. Gaya seret (*drag force*) akibat kecepatan aliran tersebut ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_w v^2 A \quad (6)$$

Dimana,

F_D = gaya seret (N),

C_D = koefisien seret, yang merupakan fungsi bilangan Reynold (Re),

ρ_w = rapat massa air (kg/m^3),

v = kecepatan aliran (m/det),

A = luas penampang tertahan (m)

C.2.1 Mekanisme Gerusan

Angkutan sedimen terjadi karena aliran air sungai mempunyai energi yang cukup besar untuk membawa sejumlah material. Sedimen yang masuk lebih kecil dari pada sedimen yang keluar pada suatu penggalan sungai maka akan terjadi penurunan dasar sungai secara memanjang (agradasi).

Proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran bagian hulu kebagian hilir saluran. Pada kecepatan yang lebih tinggi maka partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar, baik ukuran maupun kedalamannya bahkan kedalaman gerusan maksimum akan dicapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritik. Lebih jauh lagi ditegaskan bahwa kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan transpor sedimen baik yang masuk maupun yang keluar lubang gerusan, jadi kedalaman rata-rata terjadi pada kondisi equilibrium scour depth (Chabert dan Engal Dinger, 1956 dalam Breuser

dan Raudkivi, 1991).

Rumus dari volume gerusan yang di hitung dalam penelitian menggunakan rumus limas dapat dilihat pada persamaan 6 :

$$Vx = \frac{1}{3} x Z x (Fy + Fx + \sqrt{Fy + Fx}) \quad (7)$$

Dimana ,

Vx = Volume pada kontur (m^3)

Z = Beda Tinggi antar kontur (m)

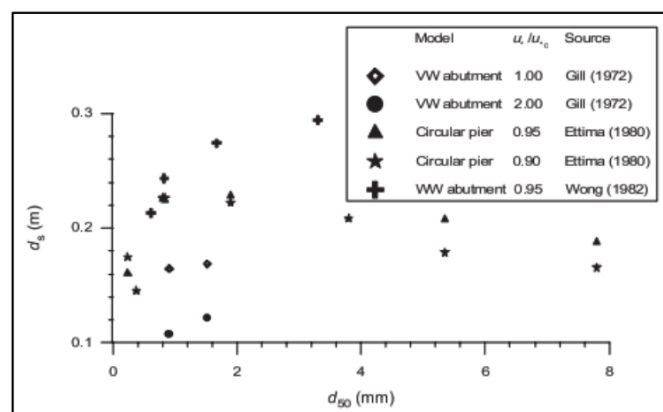
Fy = Luas pada kontur Y (m^2)

Fx = Luas pada kontur X (m^2)

C.2.2 Ukuran dan Gradasi Butir Sedimen

Karakteristik sedimen dasar berasal dari kurva distribusi ukuran partikel. Dua parameter yang paling sering digunakan adalah diameter sedimen rata-rata d_{50} (atau d) dan standar deviasi $\sigma_g = \left(\frac{d_{84}}{d_{16}}\right)^{0.5}$ dari distribusi ukuran partikel, yang merupakan ukuran keseragaman dari sedimen dasar. Ettema (1980) dan Raudkivi & Ettema (1983) menemukan bahwa kedalaman maksimum pada keseimbangan *clear water scour* d_s di pilar jembatan tergantung pada gradasi sedimen d_s . Mereka mengusulkan hubungan untuk memperkirakan kedalaman gerusan kesetimbangan dalam sedimen tidak seragam dalam hal standar deviasi σ_g diberikan oleh : $\frac{d_s \sigma_g}{D} = K_\sigma d_s / D$

Dey dan Barbhuiya (2004) melakukan percobaan untuk mempelajari efek dari lapis baja tipis pada kedalaman gerusan di abutment. Mereka menyimpulkan bahwa kedalaman gerusan pada abutment dengan lapisan pelindung dalam kondisi gerusan air jernih di bawah batas stabilitas dari permukaan partikel permukaan (mendekati kecepatan aliran hampir sama dengan kecepatan kritis untuk gerakan ambang permukaan partikel) adalah selalu lebih besar dari tanpa lapisan pelindung untuk partikel sedimen dasar yang sama. Pada Gambar 8 memperlihatkan hubungan gradasi sedimen d_{50} dengan kedalaman gerusan (ds).



Gambar 7. Variasi kedalaman gerusan ds dengan gradasi sedimen d_{50} , (Local scour at abutment; A Review, ASCE Journal 2004)

Laursen (1960) dalam Dey (2004) menemukan bahwa kedalaman gerusan maksimum dipengaruhi oleh ukuran sedimen pada kondisi *clear water scour* tetapi tidak di kondisi *live bed scour*. Menurut Gill (1972) untuk dua ukuran sedimen ($d = 1,52$ mm dan $0,914$ mm) terindikasi memiliki nilai yang sama dari $\frac{\tau_0}{\tau_c} < 1$, kedalaman gerusan lebih besar dengan sedimen yang kasar dibandingkan dengan sedimen yang halus, dimana $\tau_c =$

tegangan geser kritis untuk partikel sedimen. Untuk *wing-wall*, *spill-through* and *semicircular abutmen*, wong (1982) menemukan kedalaman gerusan meningkat seiring meningkatnya ukuran sedimen dasar untuk nilai konstan dari τ_0/τ_c , dimana mendekati keseragaman.

D. Penelitian sebelumnya

Menurut Adi Daning Pangestu (2018), Pembendungan sungai akan mengakibatkan perbedaan elevasi yang cukup besar antara hulu dan hilir bendung dan mengakibatkan adanya loncat hidrolis. Loncat hidraulik yang terjadi di hilir bendung akan menyebabkan adanya gerusan di hilir bendung dapat merusak kestabilan bendung. Sehingga dalam perencanaan bendung terdapat peredam energi berupa kolam olak. Mengingat kompleks dan pentingnya permasalahan yang terjadi dihilir bendung, kajian tentang gerusan di hilir dari bendung akibat adanya pengaruh debit terhadap aliran pada sungai perlu mendapat perhatian secara khusus, sehingga nantinya dapat diketahui pola gerusan dan kedalaman gerusan yang terjadi. Studi tentang gerusan di hilir bendung dilakukan di laboratorium dengan model bendung menggunakan kolam olak tipe *vlughter* yang dialiri dengan tiga variasi debit, pengujian setiap variasi debit dilakukan pengaliran selama 60 menit. Kemudian dilakukan pengujian dengan memberi proteksi pada hilir bendung menggunakan *groundsill* dengan jarak L_{max} dan $1/2L_{max}$. Hasil percobaan menunjukkan semakin besar debit aliran semakin besar kedalaman gerusan dan nilai karakteristik aliran seperti angka Froude dan angka Reynold. Keseimbangan transport sedimen didapatkan saat

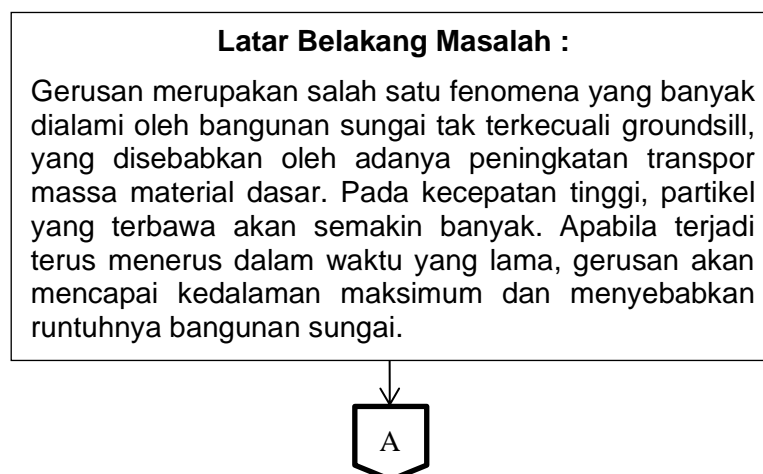
pengamatan kedalaman gerusan pada waktu 50 menit.

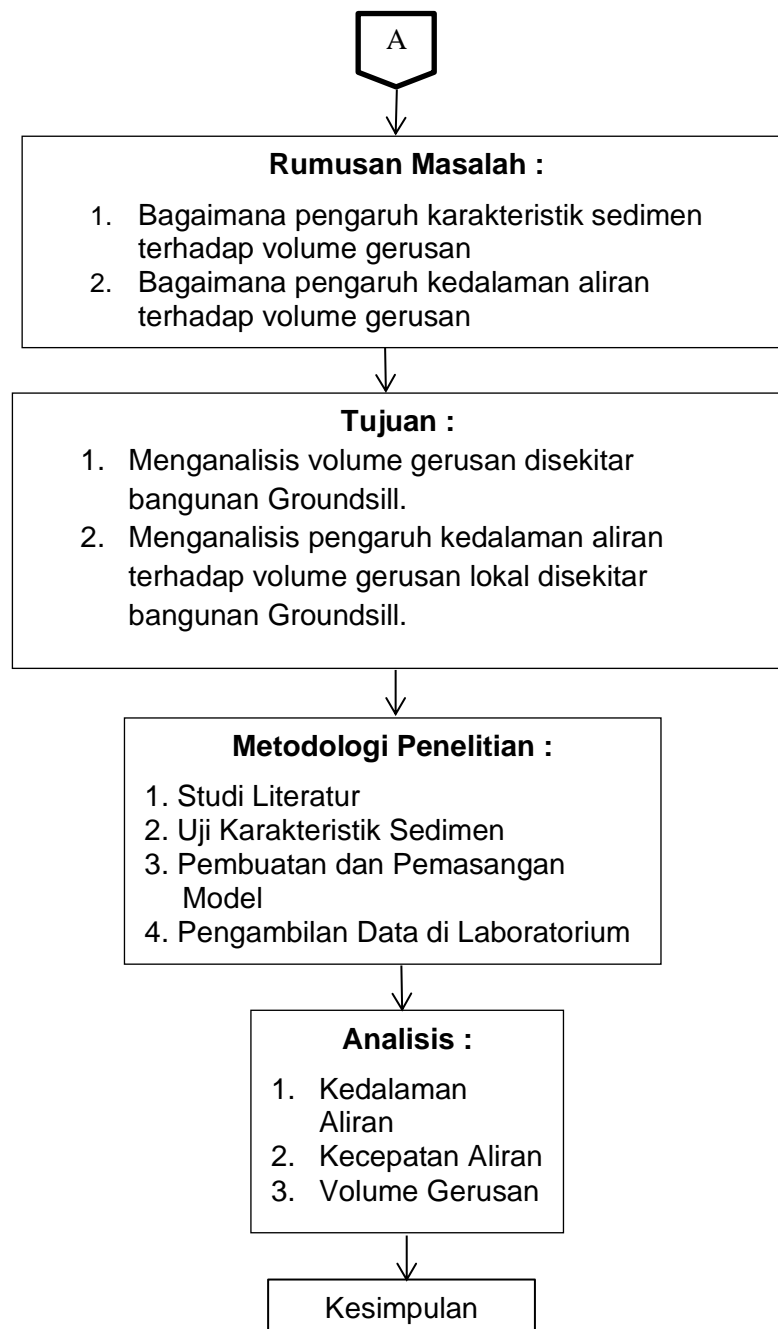
Menurut Ichwan Rachmat Putra dkk (2015), Sungai Senjoyo merupakan anak dari Sungai Tuntang yang memiliki luas DAS $\pm 138 \text{ km}^2$ dengan panjang aliran $\pm 37 \text{ km}$ dan memiliki slope sebesar 0,008. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya gerusan pada pilar jembatan yang terletak di Desa Tempuran, Kecamatan Bringin, Kabupaten Semarang. Sebagai solusinya perlu dilakukan konservasi pada aliran Sungai Senjoyo, yaitu dengan membangun ground sill. Ground sill merupakan bangunan melintang sungai yang dibangun untuk menjaga agar dasar sungai di bagian hulunya tidak mengalami degradasi. Analisis yang dilakukan dalam perencanaan Ground Sill di Sungai Senjoyo terdiri dari analisis hidrologi untuk mendapatkan debit banjir rencana, analisis hidrolis sungai untuk mendapatkan nilai debit passing capacity, analisis angkutan sedimen dan stabilitas dasar sungai untuk mendapatkan nilai slope stabil dan perlindungan lereng sungai, perencanaan normalisasi sungai untuk mendapatkan dimensi penampang sungai yang dibutuhkan, analisis stabilitas lereng untuk kontrol kelongsoran pada lereng sungai dan perencanaan struktur ground sill untuk mendapatkan dimensi ground sill, kolam olak dan lantai pelindung. Dalam studi ini diperoleh hasil bahwa kemiringan dasar sungai mencapai kondisi stabil pada slope sebesar 0,00024 dengan tinggi ground sill sebesar 2 m, sehingga dengan dibangunnya ground sill dapat mengamankan pondasi jembatan dan dapat mengembalikan elevasi dasar sungai seperti semula.

Menurut Nadya Kintantrie Maulana (2020), Kasus berubahnya dasar sungai yang mengakibatkan kegagalan struktur jembatan dapat dijumpai di beberapa daerah. Hal ini tentunya dapat dicegah dengan bangunan pelindung sungai atau *groundsill*. Pada dasarnya *groundsill* bertujuan untuk menstabilkan dasar sungai, maka dari itu perencanaan dimensi *groundsill* harus dilakukan secara matang. Penelitian ini berada di hilir Jembatan Tinjomoyo, Sungai Garang, pada koordinat $7^{\circ} 1' 40,444''$ LS dan $110^{\circ} 24' 7,999''$ BT. Perencanaan dimensi *groundsill*, dilakukan dengan beberapa metode analisis yaitu analisis hidrologi, analisis debit banjir rancangan dengan metode HSS *Nakayasu*, analisis dimensi *groundsill*, dan analisis stabilitas *groundsill*. Hasil dimensi *groundsill* direncanakan memiliki beberapa kriteria antara lain, lebar mercu pelimpah 3 m, tinggi mercu pelimpah 2,5 m, tebal kolam olak 0,8 m, panjang kolam olak 12,26 m, tinggi *sub-dam* 1 m, dan kedalaman pondasi 1,8 m.

E. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :





Gambar 8. Kerangka pikir penelitian