

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EFEKTIVITAS TINGGI DAN JARAK GROUND SIL DALAM  
MEMINIMALISIR TERJADINYA GERUSAN PADA ABUTMEN**



**ANRI NOOR FADLY**

**D111 13 541**

**JURUSAN SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2019**



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji bagi ALLAH SWT karena berkat limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*studi efektifitas tinggi dan jarak groundsil dalam meminimalisir terjadinya gerusan pada abutmen*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Salam dan shalawat senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan untuk seluruh umat manusia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya Tugas Akhir ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi - tingginya kepada :

1. Ayahanda tercinta Muh. Noor Uthary, S.E. Ibunda tercinta Murdaliah Anshar, yang tiada henti - hentinya memberikan perhatian, kasih sayang, dorongan, motivasi dan iringan doa yang tulus serta memberikan bantuan baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di bangku kuliah. Kakak dan adik sekeluarga.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT, selaku Pembimbing I dan Bapak., Dr. Eng. Bambang Bakri, S.T., M.T. selaku Pembimbing II, atas keikhlasannya meluangkan waktu, memberikan petunjuk, saran, tenaga dan pemikirannya sejak awal perencanaan penelitian hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



4. Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Dr. Muh. Asad Abdurrahman, S.T., M. Eng., PM. selaku Penasehat Akademik atas segala perhatian, nasehat dan bantuannya selama penulis duduk di bangku kuliah.
7. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang dengan ikhlas membagikan ilmunya kepada penulis selama duduk di bangku kuliah.
8. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan yang diberikan selama proses perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini selesai.
9. Ibu Laela Fajar Riani, Pak Ahmad, Saudara Nurindah Eka Fitriani, S.H., Ahmad Riski Rustan, Andi. Bambang Herman, S.T., dan M. Rizky Akbar yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
10. Semua teman - teman C'13, yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.



Akhir kata penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, namun besar harapan kiranya dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknik sipil.

Makassar, Maret 2019

Penulis,

**ANRI NOOR FADLY**



# **STUDI EFEKTIFITAS TINGGI DAN JARAK GROUNDSSIL DALAM MEMINIMALISIR TERJADINYA GERUSAN PADA ABUTMEN**

**Anri Noor Fadly**

D111 13 541

Mahasiswa S1 Jurusan Sipil

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Jl. Poros Malino Km. 7

Kampus Gowa, Gowa 92171, Sul-Sel

Email : [andrimamutaka@gmail.com](mailto:andrimamutaka@gmail.com)

**Pembimbing I : Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T.**

**Pembimbing II : Dr. Eng. Bambang Bakri, S.T., M.T**

## **ABSTRAK**

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Salah satu karakteristik sungai terjadinya perubahan morfologi sungai. Abutment merupakan bangunan pelengkap jembatan yang terletak di pinggir sungai, yang dapat mengakibatkan perubahan pola aliran. Proses gerusan yang terjadi perlu dipelajari untuk diketahui parameter aliran yang mempengaruhi gerusan local di sekitar konstruksi pilar jembatan dengan menempatkan groundsill sehingga selanjutnya dapat dipelajari pengaruh kecepatan aliran terhadap pola gerusan local di sekitar pilar jembatan dengan perlindungan groundsill.

Penelitian tersebut berupa model fisik tentang “Studi Efektifitas Tinggi Dan Jarak  
Dalam Meminimalisir Terjadinya Gerusan Pada Abutmen” dengan  
ketahui bentuk aliran sedimen terhadap groundsill dan abutment di daerah



Penelitian bertujuan Menganalisa kecepatan aliran di hulu groundsill terhadap variasi ukuran groundsill, dan Menganalisa pola sedimentasi yang ada pada abutmen sampai ke hulu groundsill.

Adapun dari hasil penelitian di laboratorium, tinggi groundsill terendah 2,5 cm untuk kemiringan  $3^{\circ}$  sedimen yang ada tertahan, tidak melewati groundsill. Untuk kemiringan  $4^{\circ}$  sedimen melewati groundsill sedangkan tinggi groundsill 5 cm untuk kemiringan  $3^{\circ}$  sedimen yang ada tertahan, tidak melewati groundsill. Untuk kemiringan  $4^{\circ}$  sedimen melewati groundsill. Dan untuk ukuran tertinggi 7.5 cm kemiringan  $3^{\circ}$  sedimen yang ada tertahan, tidak melewati groundsill. Untuk kemiringan  $4^{\circ}$  sedimen melewati groundsill. tinggi groundsill yang efektif adalah pada groundsill ukuran 5 cm, sedangkan jarak groundsill yaitu 50 cm.

**Kata kunci:** Abutment, Pilar Jembatan, Kemiringan, Sedimen, Groundsill



# STUDY OF HIGH EFFECTIVENESS AND GROUND SILL DISTANCE IN MINIMIZING THE OCCURRENCE OF ERRORS IN ABUTMENTS

**Anri Noor Fadly**

D111 13 541

Undergraduate Student Majoring In Civil  
Engineering Faculty University Of Hasanuddin

Jl. Poros Malino Km.7

Kampus Gowa, Gowa 92171, Sul-Sel

Email : [andrimamutaka@gmail.com](mailto:andrimamutaka@gmail.com)

**Supervisor I : Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, M.T.**

**Supervisor II : Dr. Eng. Bambang Bakri, S.T., M.T**

## ABSTRACT

A river is a large and longitudinal stream that flows continuously from upstream (source) to downstream (estuary). One of the characteristics of the river is the change in river morphology. Abutment is a complementary bridge building located on the river bank, which can cause changes in flow patterns. The scouring process needs to be studied to find out the flow parameters that affect local scour around the bridge pillar construction by placing ground sill so that it can then be studied the effect of flow velocity on the local scour pattern around the bridge pillar with ground sill protection. The study was in the form of a physical model about "High Effectiveness Study and Distance in Minimizing the occurrence of

in Abutments" by being able to know the form of sediment flow to the  
and abutments in the upstream area. The aim of the study was to  
the flow velocity up to the ground sill to the ground sill size variation, and



analyze the sedimentation patterns found in the abutments to the upstream groundsill. As for the results of a laboratory study, the lowest groundsill of 2.5 cm for the slope of 30 existing sediments was held up, not past the groundsill. For a slope of 40 sediments past the groundsill while the groundsill height of 5 cm for the slope of 30 existing sediments is restrained, not past the groundsill. To slope 40 sediments past the groundsill. And for the highest size of 7.5 cm slope 30 existing sediments are held up, not past the groundsill. To slope 40 sediments past the groundsill. the effective groundsill height is at the 5 cm size grounds, while the groundsil distance is 50 cm.

Keywords: Abutment, Pillar Bridge, Slope, Sediment, Groundsill



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penulisan.....	4
D. Batasan Masalah.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
A. Studi Terdahulu.....	8
2.2. Biaya Proyek .....	10
2.2.1. Biaya Langsung (Direct Cost) .....	10
2.2.2. Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost) .....	11
2.3. Penjadwalan Proyek .....	13
2.3.1. Percepat Waktu Penyelesaian Proyek .....	16
2.3.2. Pelaksanaan Percepatan Durasi .....	19
	ix



2.4.2. Hubungan Waktu dan Biaya .....	20
2.5. Analisa Pertukaran Biaya dan Waktu (Time Cost Trade Off) .....	23
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1. Metodologi pelaksanaan penelitian .....	26
3.2. Data Umum Proyek .....	27
3.2.1. Data Umum .....	27
<b>BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1. Pembiayaan Proyek .....	28
4.1.1. Biaya Langsung .....	28
4.1.2. Biaya Tidak Langsung .....	30
4.1.3. Biaya Total Proyek .....	31
4.2. Work Breakdown Structure (WBS) dan Precedence Diagram Method (PDM).....	32
4.3. Identifikasi Kondisi Proyek dan Hubungan Antar Aktivitas .....	37
4.4. Perhitungan Crashing Program .....	42
4.4.1. Penambahan 4 Jam Kerja (Lembur) .....	42
4.4.2. Penambahan 7 Jam Kerja (Lembur).....	46
4.5. Analisa Pertukaran Biaya dan Waktu (Time Cost Trade Off) .....	54
4.5.1. Penambahan 4 Jam Kerja (Lembur) .....	54
4.5.2. Penambahan 7 Jam Kerja (Lembur) .....	60

<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
-----------------------------------	-----------



5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>66</b>



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
2.1	Denah ambang dan arah limpasan air ..... 25
2.2	Profil groundsill pada umumnya ..... 25
2.3	Groundsill srandakan sebagai contoh groundsill tinggi ..... 26
2.4	Beberapa contoh groundsill yang ada di S. Code Yogyakarta ..... 27
2.5	Distribusi kecepatan aliran ..... 29
2.6	Jenis-jenis pelampung ..... 30
2.7	Kerangka pikir ..... 33
3.1	Tampak Samping Penempatan Abutment, Groundsill dan Material Angkutan pada Jarak 50 cm dan 100 cm ..... 38
3.2	Tampak Atas Flume dan Posisi Perletakan Dalam Saluran dengan Jarak Groundsill dari Abutment 50 cm dan 100 cm ..... 39
3.3	Bagan Alir Penelitian ..... 42
4.1	Sketsa Sedimentasi Goundsill Jarak 50cm dan Ukuran Groundsill 2,5 cm. .... 45
4.2	Sketsa Sedimentasi Groundsill Jarak 50cm dan Ukuran Groundsill 5 cm ..... 49
4.3	Sketsa Sedimentasi Groundsill Jarak 50cm dan Ukuran Goundsill 7.5 cm ..... 53
4.4	Sketsa Sedimentasi Groundsill Jarak 100cm dan Ukuran Groundsill 2.5 cm ..... 57
4.5	Sketsa Sedimentasi Groundsill Jarak 100cm dan Ukuran Groundsill 5 cm ..... 61
	Sketsa Sedimentasi Groundsill Jarak 100cm dan Ukuran Groundsill 7.5 cm ..... 65



## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
2.1	Kemiringan Saluran Berdasarkan Bahan.....	14
2.2	Kecepatan Maksimum Menurut Frotier dan Scobey .....	15
2.3	Cara Pengukuran Kecepatan Aliran.....	32
3.1	Variasi Penelitian .....	37
4.1	Data Sampel Sedimen .....	43
4.2	Kecepatan aliran pada groundsill 2.5cm jarak 50cm .....	44
4.3	Kecepatan aliran pada groundsill 5cm jarak 50cm.....	48
4.4	Kecepatan aliran pada groundsill 7.5cm jarak 50cm .....	52
4.5	Kecepatan aliran pada groundsill 2.5cm jarak 100cm.....	56
4.3	Kecepatan aliran pada groundsill 5cm jarak 100cm.....	60
4.4	Kecepatan aliran pada groundsill 7.5cm jarak 100cm .....	64



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Tabel karakteristik sedimen.....	45
2	Tabel karakteristik sedimen.....	49
3	Tabel karakteristik sedimen.....	53
4	Tabel karakteristik sedimen.....	57
5	Tabel karakteristik sedimen.....	61
6	Tabel karakteristik sedimen.....	65



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sungai merupakan suatu unsur alam yang sangat berperan dalam membentuk corak kehidupan suatu masyarakat. Ketersediaan air dan potensi-potensi yang terkandung di dalamnya menarik manusia untuk memanfaatkannya. Dalam upaya pemanfaatan potensi sungai tersebut manusia tidak akan lepas dari konsekuensi untuk melakukan rekayasa terhadapnya yang diperlukan untuk lebih banyak dapat mengambil manfaatnya.

Sungai adalah badan air alamiah tempat mengalirnya air hujan dan air buangan menuju laut dan tempat bersemayamnya biotik dan abiotik. (Rita Lopa, 2002), Saat ini sebagian daerah aliran sungai di Indonesia mengalami kerusakan sebagai akibat dari aliran yang terjadi pada sungai yang biasanya disertai pula dengan proses penggerusan/erosi dan endapan/deposisi. Namun dalam keadaan yang parah hal ini dapat menyebabkan longsoran (*sliding*) dengan massa yang besar pada tebing sungai dan dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur yang ada.

*Abutment* merupakan bangunan pelengkap jembatan yang terletak di pinggir sungai, yang dapat mengakibatkan perubahan pola aliran. Bangunan seperti *abutment* jembatan selain dapat merubah pola aliran juga dapat menimbulkan perubahan bentuk dasar saluran seperti penggerusan. Gerusan lokal yang terjadi pada *abutment* biasanya terjadi gerusan pada bagian hulu *abutment* dan proses deposisi pada bagian hilir *abutment* (Hanwar, 1999).

Dampak dari gerusan lokal harus diwaspadai karena dapat berpengaruh pada penurunan stabilitas keamanan bangunan air. Banyak kasus tentang runtuhnya bangunan jembatan bukan hanya disebabkan oleh *factor* konstruksi, namun persoalan gerusan di sekitar *abutment* jembatan juga bisa menjadi penyebab lain, hal ini ditunjukkan karena proses gerusan yang terjadi secara terus menerus

terjadi penurunan pada pangkal *abutment*. Demikian juga apabila tidak dibangun pengendali gerusan di sekitar *abutment* jembatan, dalamnya tidak akan dapat direduksi, sehingga kedalaman gerusan bisa mencapai



maksimum. Hal ini dapat menyebabkan rusaknya pilar jembatan. Untuk itu perlu adanya upaya pengendalian terhadap gerusan di sekitar *abutment* jembatan, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menempatkan *groundsill* di bagian hilir *abutment*.

Proses terjadinya gerusan ditandai dengan berpindahnya sedimen yang menutupi pilar jembatan serta erosi dasar sungai yang terjadi akan mengikuti pola aliran. Proses terus berlanjut dan lubang gerusan akan semakin berkembang, semakin lama semakin besar dengan mencapai kedalaman tertentu (maksimum).

Proses gerusan yang terjadi perlu dipelajari untuk diketahui parameter aliran yang mempengaruhi gerusan local di sekitar konstruksi pilar jembatan dengan menempatkan *groundsill* sehingga selanjutnya dapat dipelajari pengaruh kecepatan aliran terhadap pola gerusan local di sekitar pilar jembatan dengan perlindungan *groundsill*.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk mengadakan studi penelitian berupa model fisik tentang “**Studi Efektifitas Jarak Dan Tinggi Groundsill Dalam Meminimalisir Terjadinya Gerusan Pada Abutmen**”. dengan harapan dapat mengetahui keefektifan bangunan *groundsill* terhadap kemiringan tertentu.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang di rumuskan sebelumnya maka, pokok permasalahan yang menjadi bahan kajian dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Perlunya kesesuaian tinggi *groundsill* yang akan dipakai
2. Bagaimana pengaruh jarak penempatan *groundsill* terhadap sedimentasi pada saluran

## **C. Tujuan Penulisan**

Berkait dengan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya, maka yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu :

1. Mendapatkan jarak yang efektif dalam penempatan *groundsill*



2. Mendapatkan tinggi groundsil yang paling efektif

#### **D. Batasan Masalah**

Berdasarkan pada fasilitas serta keadaan yang ada, maka untuk mencapai sasaran yang diinginkan penulis cukup membatasi ruang lingkup penelitian ini pada:

1. *Fluida* yang digunakan adalah air tawar dan pengaruh mineral air tidak diperhitungkan.
2. Kekasaran dinding saluran tidak diperhitungkan.
3. Stabilitas struktur *groundsill* tidak dikaji.
4. Penelitian hanya dilakukan di laboratorium dengan menggunakan asumsi kecepatan aliran.
5. Bahan atau material *groundsill* dimodelkan.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Dengan penyusunan skripsi ini maka diharapkan dapat membawa manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Sebagai salah satu bentuk kajian ilmu yang membahas mengenai pemanfaatan bangunan *groundsill* yang tepat dengan tinggi tertentu.
2. Dapat digunakan sebagai referensi dalam pengaturan jarak bangunan *groundsill*.

Dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan tersebut.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Studi Terdahulu

Sucipto dan Tugino (2009) meneliti pengaruh jarak penempatan *groundsill* terhadap kedalaman gerusan local disekitar abutment jembatan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlindungan *abutmen* jembatan dengan *groundsill* memberikan efek yang cukup besar untuk mengurangi terjadinya gerusan di sekitar *abutmen*. Jarak penempatan *groundsill* yang jauh dengan *abutmen* memberikan reduksi kedalaman gerusan yang semakin besar. Selain itu bahan dasar material juga mempengaruhi besarnya reduksi kedalaman gerusan, berarti besarnya butiran material dasar sangat berpengaruh terhadap kedalaman gerusan yang dihasilkan, semakin kecil butiran material dasar pada saluran maka gerusan yang dihasilkan semakin besar sehingga reduksi kedalamannya juga semakin besar.

Istiarto (2008) memberikan gambaran mengenai urgensi rehabilitasi *groundsill* pengaman Jembatan Kretak secara menyeluruh ditinjau dari sudut pandang teknik hidraulika. Robohnya sejumlah *sheet pile groundsill* pengaman Jembatan memicu degradasi dasar sungai yang sangat cepat sehingga pondasi / pilar jembatan tersingkap lebih kurang 3 meter. Untuk mencegah degradasi dasar sungai lebih lanjut dan mengamankan pilar jembatan, rehabilitasi *groundsill*

menendesak untuk dilaksanakan. Perbaikan dilakukan dengan perkuatan dengan pemancangan *sheet pile* baja di sisi hilir *sheet pile* lama serta



penempatan lantai hilir. *Sheet pile* baja ditambahkan di sisi hilir bagian *groundsill* yang mengalami kerusakan. Dengan cara ini seluruh bentang *groundsill* akan menutup. Aliran akan terbendung dan degradasi dasar sungai berhenti, bahkan sedimen diharapkan akan mengisi alur sungai di hulu *groundsill* sehingga dasar sungai naik sampai *mercu groundsill*. Dengan demikian, *groundsill* akan berfungsi kembali untuk mengamankan pilar jembatan terhadap ancaman degradasi dasar sungai.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Konsep Daerah **Aliran** Sungai (DAS) merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi. Mengingat DAS yang besar pada dasarnya tersusun dari DAS - DAS kecil, dan DAS kecil ini juga tersusun dari DAS - DAS yang lebih kecil lagi. Secara umum DAS dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan, seperti jalan atau tanggul dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (*outlet*). Menurut kamus *Webster*, DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan, dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut (Suripin, 2002).

Sehingga usaha - usaha pengelolaan DAS adalah sebuah bentuk manajemen wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan dan dasarnya merupakan usaha - usaha penggunaan sumber daya alam di



suatu DAS secara rasional untuk mencapai tujuan produksi yang optimum dalam waktu yang tidak terbatas sehingga distribusi aliran merata sepanjang tahun (Suripin, 2002).

Pengelolaan DAS merupakan suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai unit pengembangannya. Ada tiga aspek utama yang selalu menjadi perhatian dalam pengelolaan DAS yaitu jumlah air (*water yield*), waktu penyediaan (*water regime*) dan sedimen. DAS dapat dipandang sebagai suatu sistem hidrologi yang dipengaruhi oleh peubah *presipitasi* (hujan) sebagai masukan ke dalam sistem. Disamping itu DAS mempunyai karakter yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur - unsur utamanya seperti jenis tanah, *topografi*, geologi, *geomorfologi*, vegetasi dan tata guna lahan. Karakteristik DAS dalam merespon curah hujan yang jatuh di tempat tersebut dapat memberi pengaruh terhadap besar kecilnya *evapotranspirasi*, *infiltrasi*, *perkolasi*, aliran permukaan, kandungan air tanah, dan aliran sungai (Asdak, 2002).

## 2. Alur Sungai

Suatu alur sungai dapat dibagi menjadi tiga bagian. Tiga bagian itu adalah bagian hulu, tengah dan hilir.

### a. Bagian Hulu

Hulu sungai merupakan daerah konservasi dan juga daerah sumber erosi karena memiliki kemiringan lereng yang besar (lebih besar dari 15%). Alur di

ulu ini biasanya mempunyai kecepatan yang lebih besar dari bagian hilir,



sehingga saat banjir material hasil erosi yang diangkut tidak saja partikel sedimen yang halus akan tetapi juga pasir, kerikil bahkan batu.

b. Bagian Tengah

Bagian ini merupakan daerah peralihan dari bagian hulu dan hilir. Kemiringan dasar sungai lebih landai sehingga kecepatan aliran relatif lebih kecil dari bagian hulu. Bagian ini merupakan daerah keseimbangan antara proses erosi dan sedimentasi yang sangat bervariasi dari musim ke musim.

c. Bagian Hilir

Alur sungai di bagian hilir biasanya melalui dataran yang mempunyai kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat. Keadaan ini menyebabkan beberapa tempat menjadi daerah banjir (genangan) dan memudahkan terbentuknya pengendapan atau sedimen. Endapan yang terbentuk biasanya berupa endapan pasir halus, lumpur, endapan organik, dan jenis endapan lain yang sangat stabil.

### 3. Aliran Air di Saluran Terbuka

Aliran Air dapat terjadi pada saluran terbuka maupun pada saluran tertutup (*pipe flow*). Pada saluran terbuka, aliran air memiliki suatu permukaan bebas yang dipengaruhi kecepatan, kekentalan, *gradien* dan geometri saluran.

Adapun tipe aliran pada saluran terbuka yaitu :

a. Aliran Tunak (*Steady Flow*)

Perubahan volume terhadap waktu tetap  $\partial Q/\partial t=0$

Perubahan kedalaman terhadap waktu tetap  $\partial h/\partial t=0$

Perubahan kecepatan terhadap waktu tetap  $\partial v/\partial t=0$



b. Aliran Tak Tunak (*Unsteady Flow*)

Perubahan volume terhadap waktu tidak tetap

$$\partial Q/\partial t \neq 0$$

Perubahan kedalaman terhadap waktu tidak tetap

$$\partial h/\partial t \neq 0$$

Perubahan kecepatan terhadap waktu tidak tetap

$$\partial v/\partial t \neq 0$$

c. Aliran Merata (*Uniform Flow*)

Besar dan arah kecepatan tetap terhadap jarak

$$\partial Q/\partial s = 0$$

Aliran dengan penampang sama

$$\partial v/\partial s = 0$$

Variabel fluida lain juga tetap

$$\partial h/\partial z = 0$$

d. Aliran Tidak Merata (*Non Uniform Flow*)

Aliran dengan penampang tidak sama

$$\partial Q/\partial s \neq 0$$

Pengaruh pembendungan dan variabel fluida lain juga tetap

$$\partial h/\partial t \neq 0$$

Hydraulic jump

$$\partial v/\partial s \neq 0$$



#### 4. Perilaku Aliran

Tipe aliran dapat dibedakan menggunakan bilangan Reynolds. Menurut Reynolds tipe aliran dibedakan sebagai berikut :

- a. Aliran laminar adalah suatu tipe aliran yang ditunjukkan oleh gerak partikel-partikel menurut garis-garis arusnya yang halus dan sejajar.

Dengan nilai Reynolds lebih kecil lima ratus ( $Re < 500$ ).

- b. Aliran turbulen mempunyai nilai bilangan Reynolds lebih besar dari seribu ( $Re > 1000$ ), aliran ini tidak mempunyai garis-garis arus yang halus dan sejajar sama sekali.

- c. Aliran transisi biasanya paling sulit diamati dan nilai bilangan Reynolds antara lima ratus sampai seribu ( $500 \leq Re \leq 1000$ ).

Persamaan untuk menghitung bilangan Reynolds yaitu :

$$Re = \frac{U l}{\nu} \dots\dots\dots (1)$$

- dengan :
- Re = bilangan Reynolds
  - U = kecepatan aliran (m/dtk)
  - l = panjang karakteristik (meter)
  - $\nu$  = viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/dtk)

Tipe aliran dapat juga dibedakan dengan bilangan *Froude*, yaitu :



- a. Aliran kritis, jika bilangan *Froude* sama dengan satu ( $Fr=1$ ) dan gangguan permukaan misal, akibat riak yang terjadi akibat batu yang dilempar ke dalam sungai tidak akan bergerak menyebar melawan arah arus. II - 5
- b. Aliran subkritis, jika bilangan *Froude* lebih kecil dari satu ( $Fr<1$ ). Untuk aliran subkritis, kedalaman biasanya lebih besar dan kecepatan aliran rendah (semua riak yang timbul dapat bergerak melawan arus).
- c. Aliran superkritis, jika bilangan *Froude* lebih besar dari satu ( $Fr>1$ ).

Untuk aliran superkritis, kedalaman aliran relatif lebih kecil dan kecepatan relatif tinggi (segala riak yang ditimbulkan dari suatu gangguan adalah mengikuti arah arus).

Persamaan untuk menghitung bilangan *Froude* yaitu:

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots (2)$$

- dengan :
- Fr = bilangan *Froude*
  - U = kecepatan aliran (m/dtk)
  - g = percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)
  - h = kedalaman aliran (m)

Nilai U diperoleh dengan rumus:

$$U = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (3)$$

- dengan :
- Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/dtk)



A = luas saluran (m<sup>2</sup>)

Nilai A diperoleh dengan rumus :

$$A = \frac{1}{2}(b+d)h \dots\dots\dots (4)$$

dengan :            h        = tinggi aliran (m)  
                          d        = lebar atas saluran (m)  
                          b        = lebar saluran (m)

Dalam studi model, angka *Froude* pada protitipe atau model harus sama.

$$\left(\frac{U_0}{\sqrt{g \cdot y_0}}\right) \cdot m = \left(\frac{U_0}{\sqrt{g \cdot y_0}}\right) \cdot p \dots\dots\dots (5)$$

dengan :            U0     = kecepatan rata-rata aliran (m/dtk)  
                          g        = percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)  
                          y0     = kedalaman aliran (m)  
                          m        = model  
                          p        = prototipe

## 5. Kemiringan Saluran

Kemiringan memanjang dasar saluran biasanya diatur oleh keadaan topografi yang diperlukan untuk mengalirkan air. Kemiringan dinding saluran tergantung jenisnya bahan.



Tabel 2.1. Kemiringan Saluran Berdasarkan Bahan

No	Bahan	Kemiringan Dinding Saluran
1	Batu	Hampir tegak lurus
2	Tanah Gambut	$\frac{1}{4} : 4$
3	Lempung Teguh	$\frac{1}{2} : 4$ atau $1 : 1$
4	Tanah Berpasir Batu	$1 : 1$
5	Lempung Kaku	$1,5 : 1$
6	Tanah Berpasir Lepas	$2 : 1$
7	Lempung Berpasir	$3 : 1$

## 6. Kecepatan Maksimum Yang diinginkan

Adalah kecepatan rata-rata terbesar yang tidak menimbulkan erosi pada tubuh saluran. Kecepatan ini sangat tidak menentu dan bervariasi. Saluran lama biasanya mengalami banyak pergantian musim mampu akan menerima kecepatan yang lebih besar dibanding saluran baru. Karena saluran lama biasanya lebih stabil terutama adanya pengendapan bahan-bahan koloida. Tabel kecepatan maksimum yang diijinkan dipilih pada air jernih, berdasarkan bahan yang digunakan menurut Fortier dan Scobey, dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:



Tabel 2.2. Kecepatan Maksimum Menurut Fortier dan Scobey

No	Bahan	Nilai n	V
1	Pasir Halus	0.02	1.50
2	Debu Vulkanis	0.02	2.50
3	Kerikil Halus	0.02	2.5
4	Bebatuan	0.035	5

## 7. Gerusan

Gerusan merupakan penurunan dasar sungai karena erosi di bawah permukaan alami atau datum yang di asumsikan. Gerusan adalah proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Legono, 1990).

Gerusan didefinisikan sebagai pembesaran dari suatu aliran yang disertai pemindahan material melalui aksi gerakan fluida. Gerusan lokal (*local scouring*) terjadi pada suatu kecepatan aliran dimana sedimen ditranspor lebih besar dari sedimen yang disuplai. Transpor sedimen bertambah dengan meningkatnya tegangan geser sedimen, gerusan terjadi ketika perubahan kondisi aliran menyebabkan peningkatan tegangan geser dasar (Laursen, (1952) dalam Hanwar (1999).

Sifat alami gerusan mempunyai fenomena sebagai berikut:

- a. Besar gerusan akan sama selisihnya antara jumlah material yang diangkut

di daerah gerusan dengan jumlah material yang diangkut masuk ke dalam daerah gerusan.



- b. Besar gerusan akan berkurang apabila penampang basah di daerah gerusan bertambah. Untuk kondisi aliran bergerak akan terjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas, besarnya akan asimtotik terhadap waktu.

## 8. Tipe Gerusan

Tipe gerusan yang diberikan oleh Raudkivi dan Ettema adalah sebagai berikut:

- a. Gerusan umum di alur sungai, tidak berkaitan sama sekali dengan ada atau tidak adanya bangunan sungai.
- b. Gerusan dilokalisir di alur sungai, terjadi karena penyempitan aliran sungai menjadi terpusat.
- c. Gerusan lokal disekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal disekitar bangunan sungai.

Gerusan dari jenis (2) dan (3) selanjutnya dapat dibedakan menjadi gerusan dengan air bersih (*clear water scour*) maupun gerusan dengan air bersedimen (*live bed scour*). Gerusan dengan air bersih berkaitan dengan suatu keadaan dimana dasar sungai di sebelah hulu bangunan dalam keadaan diam (tidak ada material yang terangkut) atau secara teoritik  $\tau_0 < \tau_c$ . Sedangkan gerusan dengan air bersedimen terjadi ketika kondisi aliran dalam saluran menyebabkan material dasar bergerak. Peristiwa ini

menunjukkan bahwa tegangan geser pada saluran lebih besar dari nilai kritisnya atau secara teoritik  $\tau_0 > \tau_c$ .



## 9. Gerusan Dalam Berbagai Kondisi Angkutan

- a. Kondisi *clear water scour* dimana gerusan dengan air bersih terjadi jika material dasar sungai di sebelah hulu gerusan dalam keadaan diam atau tidak terangkut.

Untuk  $\frac{U}{U_{cr}} \leq 0,5$  gerusan lokal tidak terjadi dan proses transportasi sedimen tidak terjadi.

Apabila  $0,5 \leq \frac{U}{U_{cr}} \leq 1,0$  gerusan lokal terjadi secara terus menerus dan proses sedimen tidak terjadi.

- b. Kondisi *live bed scour* dimana gerusan yang disertai dengan angkutan sedimen material dasar saluran, jika :

$$\frac{U}{U_{cr}} > 1,0 \dots \dots \dots (6)$$

dengan :

U = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)

U<sub>cr</sub> = Kecepatan aliran kritis (m/det)

## 10. Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau erosi jenis tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk.

Hasil sedimen adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di

angkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*bed sediment*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk, dengan



kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, mineral, atau material organik yang ditransferkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, **angin**, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 2007).

Sedimen sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang ditranspor oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (*sand dunes*) yang terdapat di gurun dan tepi pantai adalah pengendapan dari material-material yang diangkut oleh angin. Proses tersebut terjadi terus menerus, seperti batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin dan gletser. Air mengalir dipermukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau digeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya. Pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin tadi membuat terjadinya sedimen.

## 11. Mekanisme Proses Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terbawaoleh air, angin, maupun glistler. Pengendapan biasa terjadi di darat,laut, maupun sungai.

yang terbawa merupakan material ayng berasal dari pengikisan atau

n.



Sedimentasi yang dilakukan oleh air, angin, maupun glitser memiliki hasil yang berbeda. Tergantung dari lokasi materi itu berada. Selain batuan sedimen, sedimentasi juga salah satu penyebab terbentuknya permukaan bumi. Permukaan bumi yang memiliki banyak bentuk, akibat adanya pengendapan yang berlangsung lama. Hal ini menyebabkan setiap sedimentasi membentuk suatu yang unik, dan mempercantik bentuk permukaan bumi.

Pengendapan yang berlangsung lama, akan membentuk batuan sedimen. Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari proses sedimentasi. Sebagian besar batu di bumi adalah batuan sedimentasi.

Ranga raju (1986) menjelaskan suatu saluran terbuka yang mempunyai sedimen lepas (loose sediment) diatur pada kemiringan tertentu di mana aliran seragam terjadi pada debit yang berbeda. Sebagai akibatnya, pada debit yang rendah ketika kedalaman dan tegangan geser kecil, partikel sedimen akan berhenti dan aliran itu sama dengan yang ada batasan kukuh. Apabila debit secara berangsur bertambah, suatu tahap dicapai apabila sedikit partikel pada dasar yang bergerak secara terputus-putus. Keadaan ini dapat di namakan keadaan kritis (criticalcondition) keadaan gerak awal(incipent motion condition). Kwan (1984) menjelaskan pengaruh ukuran butir sedimen terhadap kedalaman gerusan pada abutmen untuk ukuran seragam. Dari data yang didapat menunjukkan bahwa semakin besarukuranbutirsedimen ( $b/d_{50}$ ) maka kedalaman gerusan ( $Y_s$ ) akan semakin besar. Keadaan ini tidak lagi tampak pada  $b/d_{50} = 50$  mm. Untuk

mm, kedalaman gerusan tidak lagi terpengaruh oleh ukuran butiran  
Ettema menjelaskan bahwa terjadinya pengurangan kedalaman gerusan



pada ukuran butir sedimen yang relatif besar disebabkan karena butir sedimen berukuran besar tersebut menghalangi proses erosi dasar lubang gerusan dan menghamburkan aliran energi di zona erosi. Beberapa penelitian telah mencoba mencari hubungan secara empirik maupun analitik gerusan di sekitar pilar jembatan, yang ditujukan untuk mengetahui gerusan lokal yang baik. Namun sampai saat ini belum ada literatur yang memberikan perkiraan besarnya gerusan lokal pada bahan dasar kohesif. Perkiraan besarnya gerusan lokal pada abutmen jembatan model spill through ini diperoleh dengan cara memberikan faktor pengali dari jenis atau model abutmen yang diujikan. Faktor pengali dari model abutmen jenis spill trough yaitu  $k_3 = 0,5$ . Beberapa rumus praktis untuk memperkirakan gerusan lokal disekitar abutmen jembatan dalam Legono (1990) antara lain: Persamaan Shen I  $Y_s = 1,17 \cdot U_o^{0,62} \cdot b^{0,62} \cdot k_3$  ..... (5) Persamaan Shen II  $Y_s = 1,59 \cdot U_o^{0,67} \cdot b^{0,67} \cdot k_3$  ..... (6)

Keterangan:  $Y_s$  = Kedalaman gerusan, diukur (arah vertikal) dari dasar sampai elevasi muka pasir dekat sebelah hulu abutmen, (m)  $b$  = Lebar abutmen, m  $U_o$  = Kecepatan aliran, m/det  $k_3$  = faktor pengali abutmen.

## 12. Mekanisme Pengangkutan Sedimentasi

Mekanisme pengangkutan butir – butir tanah yang dibawa dalam air yang mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sebagai berikut : (Susanti, T

anto, M. H, 2006)  
*load movement,*



Butiran tanahnya sangat halus berupa lumpur yang bergerak bersama-sama dalam aliran air, konsentrasi sedimen merata di semua bagian pengaliran. Bahan wash load berasal dari pelapukan lapisan permukaan tanah yang menjadi lepas berupa debu – debu halus selama musim kering. Debu halus ini selanjutnya dibawa masuk ke saluran atau sungai baik oleh angin maupun air hujan yang turun pertama pada musim hujan, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih banyak dibandingkan dengan keadaan yang lain.

b. *Suspended load movement*

Butiran tanahnya bergerak melayang dalam aliran air. Gerakan butir-butir tanah ini terus menerus dikompresir oleh gerak turbulensi aliran sehingga butir-butir tanah bergerak melayang di atas saluran. Bahan suspended load terjadi dari pasir halus yang bergerak akibat pengaruh turbulensi aliran, debit dan kecepatan aliran. Semakin besar debit, maka semakin besar pula angkutan *suspended load*nya.

c. *Saltation load movement*

Merupakan pergerakan tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan suspended load dan bed load. Butir tanah bergerak secara terus menerus meloncat-loncat (skip) dan melambung (bounce) sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran. Bahan saltation load terdiri dari pasir halus sampai dengan pasir kasar.

d. *Bed load movement*

Merupakan angkutan butir-butir tanah berupa pasir kasar (*coarse sand*) bergerak secara menggelinding (*rolling*), mendorong dan menggeser



(*pushing and sliding*) terus menerus pada dasar aliran yang pergerakannya dipengaruhi oleh adanya gaya seret (*drag force*) aliran yang bekerja di atas butir-butir tanah yang bergerak.

### 13. Bangunan Pengendalian Aliran Kecepatan

Groundsill merupakan suatu struktur ambang melintang yang dibangun pada alur sungai yang bertujuan untuk mengurangi kecepatan arus dan meningkatkan laju pengendapan di bagian hulu struktur (stabilitas dasar sungai dari ancaman erosi atau degradasi). Hal ini dapat menjaga agar elevasi lapisan endapan tidak mengalami penurunan, sehingga struktur bangunan yang berada di bagian hulu sungai seperti jembatan dan bendungan tetap dalam keadaan aman meskipun terjadi penambangan pasir pada sungai. Umumnya, ambang atau mercu *groundsill* berada di atau dekat dasar sungai. Berbeda dengan bendung, yang juga merupakan bangunan melintang sungai, *groundsill* tidak dimaksudkan untuk membendung aliran atau menaikkan muka air. Karena mercu yang berada di dekat dasar sungai, maka tidak ada terjunan melalui *mercu groundsill*. Dengan demikian, *groundsill* pada umumnya tidak perlu dilengkapi dengan bangunan pemecah energy aliran di sisi hilirnya.

#### a. Tujuan bangunan *groundsill*

Pekerjaan bangunan *groundsill* diperlukan dengan tujuan antara lain :

1. Untuk melindungi bendungan terhadap erosi dan sedimentasi yang disebabkan oleh aliran air sungai.



- 2) Mengusahakan agar sungai berfungsi normal dan efektif baik ditinjau dari segi pengendali banjir itu sendiri maupun segi pengembangan wilayah sungai.

#### 14. Fungsi bangunan *groundsill*

Memperhatikan tujuan bangunan *groundsill*, maka fungsi dari bangunan *groundsill* adalah sebagai berikut :

- a. Untuk menstabilkan dasar sungai dan mengatur arah aliran air.
- b. Untuk mencegah terjadinya erosi *vertical* dan *horizontal* pada sungai.
- c. Untuk mengurangi kecepatan aliran.
- d. Untuk menahan dan mengatur sedimen.
- e. Untuk mengalirkan air banjir ke hilir secara teratur.

#### 15. Tipe dan Bentuk *Groundsill*

Agar tidak terjadi gerusan yang berlebihan di bagian hilir *groundsill*, maka desain *groundsill* hendaknya tidak terlalu tinggi, akan tetapi jika *groundsill* terlalu rendah, pengamanan dasar sungai akan tidak terlalu efektif terutama saat banjir.

Terdapat dua (2) tipe umum *groundsill*, yaitu tipe datar (*bed gindle work*) dan tipe pelimpah (*head work*).

- a. Ambang datar hampir tidak mempunyai terjunan dan elevasi mercunya hampir sama dengan permukaan dasar sungai dan berfungsi untuk menjaga agar permukaan dasar sungai tidak turun lagi.

Ang pelimpah mempunyai terjunan, sehingga elevasi permukaan dasar sungai di sebelah hulu ambang lebih tinggi dari elevasi permukaan dasar di

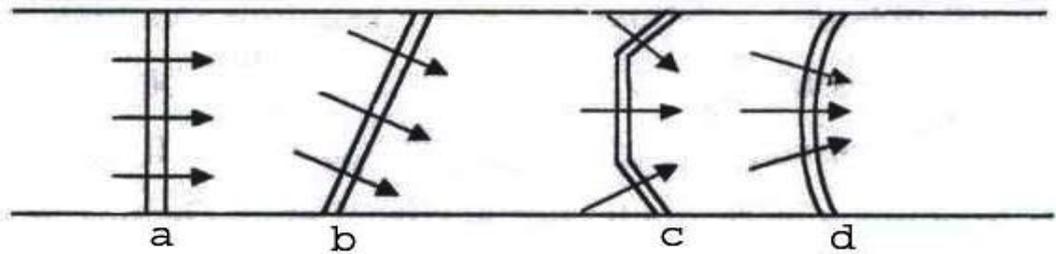


sebelah hilirnya dan tujuannya adalah untuk lebih melandaikan kemiringan dasar sungai.

Ambang pelimpah hendaknya direncanakan agar secara hidrolis dapat berfungsi dengan baik, antara lain denahnya ditempatkan sedemikian rupa sehingga tegak lurus dengan arah sungai, khususnya saat banjir.

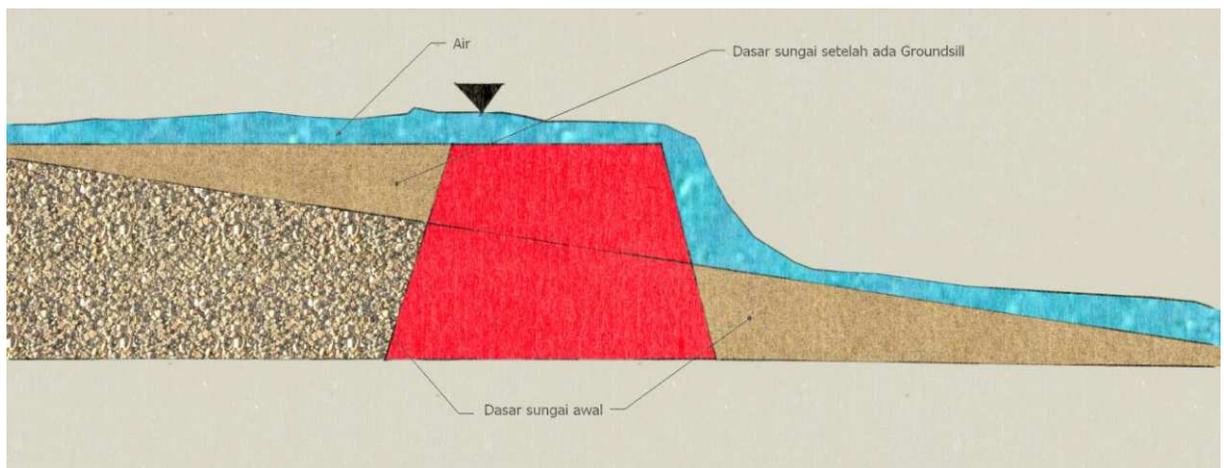
Pada Gambar 4 terdapat 4 (empat) jenis ambang, tetapi yang sering dibangun adalah tipe tegak lurus (a) karena murah dan mudah pelaksanaannya, adapun tipe diagonal (d) jarang digunakan karena ambang menjadi lebih panjang dan limpasan air terpusat di tengah ambang, selain itu biaya pengerjaan juga lebih mahal.





Gambar 2.1. Denah ambang dan arah limpasan air

Fungsi *groundsill* dalam menstabilkan dasar sungai dicapai dengan prinsip pencegahan degradasi dasar sungai dan mempertahankan elevasi dasar sungai setaraf mercu *groundsill*. Dalam beberapa kasus yang jarang ditemui, ada *groundsill* yang dibangun dengan posisi mercu jauh di atas dasar sungai. *Groundsill* semacam ini ditujukan untuk menaikkan dasar sungai, misalnya ke posisi semula sebelum terjadinya degradasi dasar sungai. *Ilustrasi groundsill* pada umumnya dan *groundsill* bermercu tinggi disajikan pada Gambar 5.



2.2. Profil *groundsill* pada umumnya (gambar atas) dan *groundsill* tinggi (gambar bawah)



*Groundsill* Srandakan merupakan contoh *groundsill* yang dibangun dengan tujuan seperti ini (Gambar 6). Karena posisi mercu yang tinggi, aliran air yang melewati mercu *groundsill* memiliki energy yang besar sehingga harus diredam agar tidak mengerosi dasar sungai di hilir *groundsill*. Hal ini dilakukan antara lain dengan penempatan lantai beton di hilir *groundsill*. Apabila energy aliran tidak diredam, maka erosi yang terjadi di hilir *groundsill* akan membahayakan struktur *groundsill* karena dapat menyebabkan badan *groundsill* mengguling, runtuh, atau roboh.



Gambar 2.3. Groundsill Srandakan sebagai contoh groundsill tinggi

Beberapa contoh groundsill yang ada di Sungai Code Yogyakarta seperti ditunjukkan pada Gambar 7





Gambar 2.4. Beberapa contoh ground sill yang ada di S. Code Yogyakarta.

## 16. Distribusi Kecepatan

Distribusi kecepatan untuk tiap bagian pada saluran tidak sama, distribusi kecepatan tergantung pada : (i) bentuk saluran, (ii) kekasaran saluran, dan (iii) kondisi kelurusan saluran. Dalam penggunaan current meter pengetahuan mengenai distribusi kecepatan ini amat penting. Hal ini berkaitan dengan penentuan kecepatan aliran yang dapat dianggap mewakili rata – rata kecepatan pada bidang tersebut.

Dari hasil penelitian “*United Stated geological Survey*” aliran air disaluran (*stream*) dan sungai mempunyai karakteristik distribusi kecepatan

erikut :

a distribusi kecepatan pada penampang melintang berbentuk parabolik.



- b. Lokasi kecepatan maksimum berada antara 0,05 s/d 0,25 h kedalaman air dihitung dari permukaan aliran.
- c. Kecepatan rata-rata berada kurang lebih 0,6 kedalaman di bawah permukaan air.
- d. Kecepatan rata-rata kurang lebih 85 % kecepatan permukaan.
- e. Untuk memperoleh ketelitian yang lebih besar dilakukan pengukuran secara mendetail ke arah vertical dengan menggunakan integrasi dan pengukuran-pengukuran tersebut dapat dihitung kecepatan rata-ratanya.

Dalam pelaksanaan kecepatan rata-rata dapat diperoleh dengan :

- a. Mengukur kecepatan pada titik 0,6h kedalaman

kecepatan rata-rata = kecepatan pada titik tersebut.

- b. Mengukur kecepatan pada titik 0,2h kedalaman dan 0,8h kedalaman

Kecepatan rata-rata =  $0,5 * (\text{kecepatan pada } 0,2\text{h} + \text{kecepatan pada } 0,8\text{ h})$

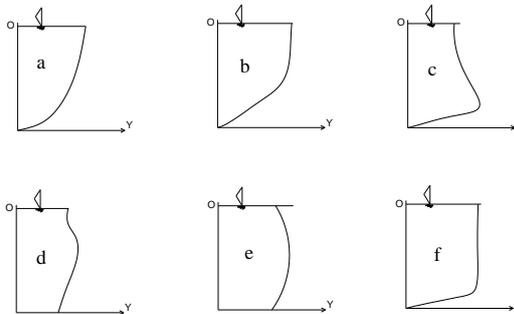
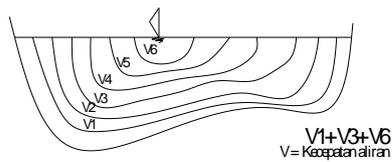
- c. Mengukur kecepatan pada titik pengukuran 0,2h, 0,6h, dan 0,8h.

Kecepatan rata-rata =  $\frac{1}{4} * (\text{kecepatan } 0,2\text{h} + 2 * \text{kecepatan } 0,6\text{h} + \text{kecepatan } 0,8\text{h})$ .

Perlu diingat bahwa distribusi kecepatan aliran di dalam alur tidak sama arah horizontal maupun arah vertical. Dengan kata lain kecepatan aliran pada tepi alur tidak sama dengan tengah alur, dan kecepatan aliran dekat permukaan air tidak sama dengan kecepatan pada dasar alur. Berikut ini disajikan gambar

kecepatan aliran





Gambar 2.5. Distribusi kecepatan aliran

### 17. Mengukur Kecepatan Aliran

Pada prinsipnya kecepatan aliran dapat diukur dengan 3 (tiga) metode, yaitu :

- a. Metode Apung
- b. Metode Tabung Pitot
- c. Metode Current-meter / Flow-meter

### 18. Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Metode Apung

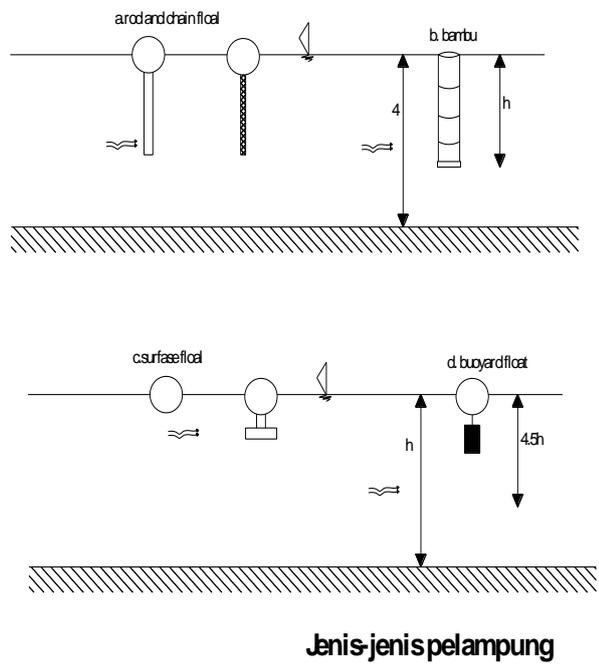
Prinsipnya pengukuran kecepatan metode apung adalah kecepatan aliran (U) ditetapkan berdasarkan kecepatan pelampung (Up), yaitu  $U = U_p \times k$  ..... (14)

..... dengan :  $U_p$  = kecepatan pelampung (m/dt)  
 $k$  = koefisien pelampung



$$k = \frac{1}{1 - 0,116 [(\sqrt{1-\alpha}) - 0,1]} \dots\dots\dots (15)$$

Berikut ini disajikan gambar jenis – jenis pelampung :



Gambar 2.6. Jenis- jenis pelampung

dengan  $\alpha = \frac{\text{kedalaman tangkai (h)}}{\text{kedalaman air (d)}}$   
 yaitu kedalaman bagian pelampung yang tenggelam dibagi kedalaman air



### 19. Pengukuran Kecepatan Aliran dengan menggunakan Tabung Pitot

Alat ukur kecepatan lainnya adalah menggunakan tabung pitot, atau menggunakan penggaris penahan tinggi tekanan. Tinggi tekanan muka air pada tabung pitot atau pada penggaris adalah tinggi tekanan akibat kecepatan.

Sehingga kecepatan adalah :

$$V = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (16)$$

dengan  $V$  = kecepatan (ft/det atau  $m^3/det$ )

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/det^2$ )

$h$  = tinggi tekan akibat kecepatan (m)

### 20. Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Metode Current-meter/Flow-meter

Ada 2 (dua) tipe current-meter yaitu tipe baling-baling (propeller type) dan tipe canting (cup type). Oleh karena distribusi kecepatan aliran di sungai tidak sama baik arah vertical maupun horizontal, maka pengukuran kecepatan aliran dengan alat ini tidak cukup pada satu titik.

Luas penampang basah dihitung dari ukuran lebar permukaan sungai dan kedalaman air. Bila dasar sungai tidak rata atau sangat lebar sehingga kemungkinan bahwa kecepatan air tidak sama, maka lebar sungai dapat dibagi-bagi menjadi banyak pias-pias. Masing-masing pias diukur luasnya, dan setiap pias diukur kecepatannya. Cara pengukuran kecepatan aliran yang disajikan dalam

ikut :  
Cara pengukuran kecepatan aliran



Tipe	Kedalaman saluran (m)	Titik kedalaman pengukuran	Kecepatan Rata-rata ( $\bar{U}$ )
1 titik	0.0 – 0.6	0,6 h	$\bar{U} = U_{0,6h}$
2 titik	0.6 – 3.0	0,2 h; 0,8 h	$\bar{U} = 0.5 * (U_{0,2h} + U_{0,8h})$
3 titik	3.0 – 6.0	0,2 h; 0,6 h; 0,8 h	$\bar{U} = 0.25 * (U_{0,2h} + U_{0,6h} + U_{0,8h})$
5 titik	> .0	S ; 0,2 h; 0,6 h; 0,8 h dan B	$\bar{U} = 0.1 * (U_S + U_{0,2h} + U_{0,6h} + U_{0,8h} + U_B)$

(sumber : Modul Kuliah Mekanika Fluida dan Hidrolika oleh Acep Hidayat ST. MT. 2011.)

- Keterangan :
- $U_s$  diukur 0,3 m dari permukaan air
  - $U_b$  diukur 0,3 m di atas dasar sungai

Kecepatan aliran dihitung berdasarkan jumlah putaran baling-baling per waktu putarannya. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$U = a \frac{N}{t} + b \dots\dots\dots (17)$$

dengan :  $N$  = jumlah putaran baling-baling

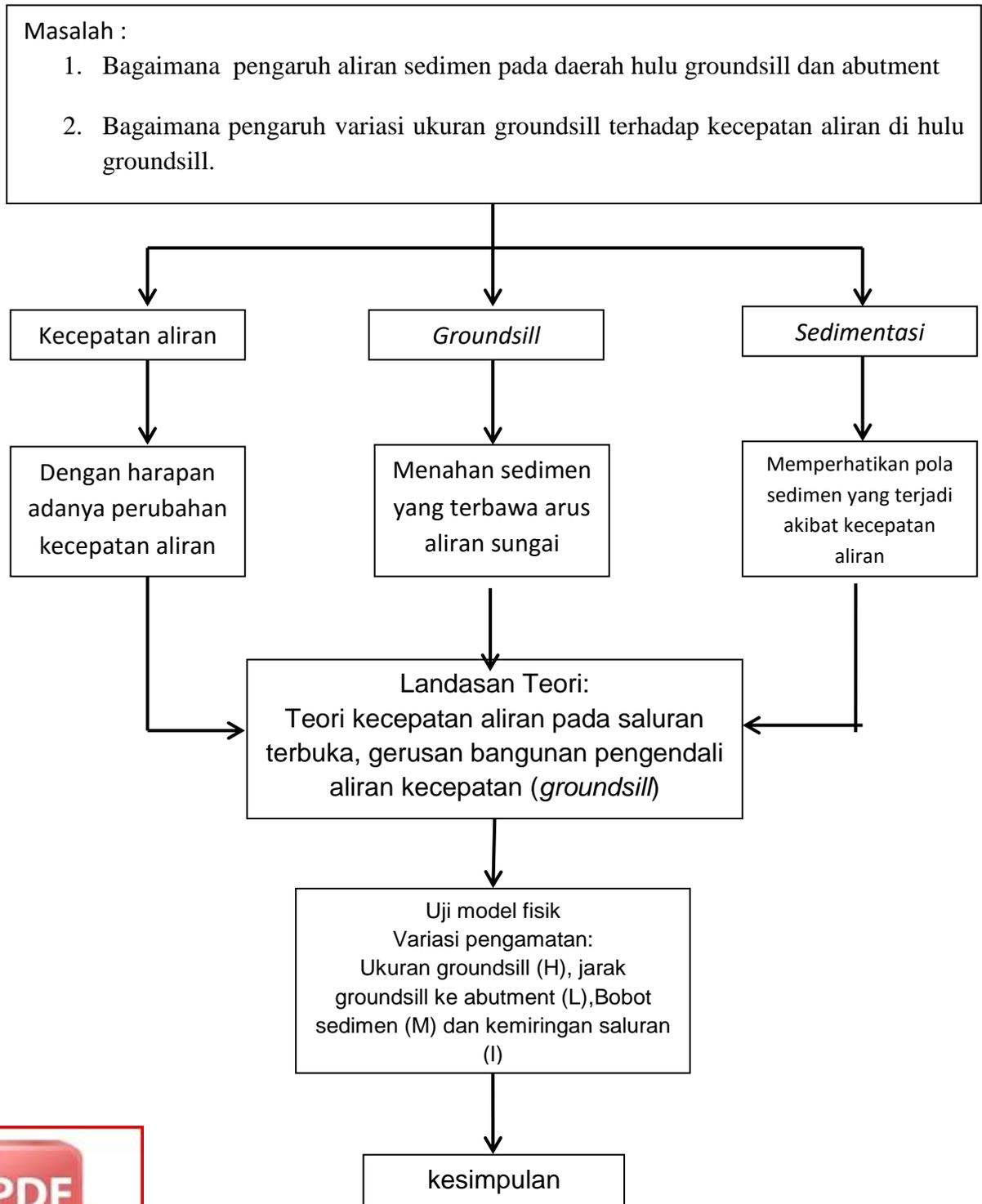
$T$  = waktu putaran baling-baling

$a$  dan  $b$  adalah nilai kalibrasi alat current-mete



### C. KERANGKA PIKIR

Kerangka pikir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 2.7 Kerangka pikir

