

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENUMPUKAN ALIRAN DEBRIS PADA PILAR-
PILAR JEMBATAN TERHADAP KEHILANGAN ENERGI**

***THE EFFECT OF DEBRIS FLOW ACCUMULATION ON
BRIDGE PIERS TO ENERGY LOSS***

ARDIANSAH

D111 14 037



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PENGARUH PENUMPUKAN ALIRAN DEBRIS PADA PILAR-PILAR JEMBATAN
TERHADAP KEHILANGAN ENERGI**

Disusun dan diajukan oleh:

ARDIANSAH

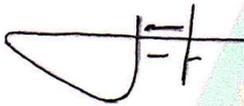
D111 14 037

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 15 April 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT
NIP. 196410201991031002

Muhammad Farid Maricar, B.Eng, M.Eng
NIP. 199210312018015001

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 Ardiansah, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul " **PENGARUH PENUMPUKAN ALIRAN DEBRIS PADA PILAR-PILAR JEMBATAN TERHADAP KEHILANGAN ENERGI**", 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 risiko.

GOWA, 2021

Yang memberi pernyataan



ARDIANSAH

Nim : D111 14 037

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH PENUMPUKAN ALIRAN DEBRIS PADA PILAR-PILAR JEMBATAN TERHADAP KEHILANGAN ENERGI”**, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa di dalam tugas akhir yang sederhana ini terdapat banyak kekurangan dan sangat memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Tentunya hal ini disebabkan keterbatasan ilmu serta kemampuan yang dimiliki penulis, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak.

Tentunya tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu:

Kepada Ayahanda tercinta dan Ibunda tercinta dan saudara-saudari saya, atas kasih sayang yang diberikan kepada saya dan atas bantuan serta dukungan baik secara moral maupun materi.

1. Keluarga yang tercinta Bapak **Ican Tinggi** dan ibu **Marwah Mahdi** serta adinda **Rizki Naiza** atas segala doa dan dukungan selama perkuliahan hingga melewati seluruh rangkaian ujian.
2. Yang terhormat Bapak **Prof. Dr. Ir. H. M. Arsyad Thaha, MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng.,** selaku ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT.,** selaku pembimbing I, yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, saran dan nasihat mulai dari awal penelitian hingga penyelesaian tugas akhir ini.

5. Bapak **Muhammad Farid Maricar, B.Eng., M.Eng.**, selaku dosen pembimbing II, atas segala kesabaran dan waktu yang diluangkan untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
7. Rekan-rekan di Laboratorium Hidrolika Sipil atas bantuan kepada penulis hingga terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.
8. **Andi Yuliani Rusli** yang selalu memberikan bantuan tenaga, waktu, perhatian, semangat dan hiburan kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
9. Tim penelitian **Apriyanto** dan **Eka Yuliana** yang telah sama-sama berjuang untuk mengumpulkan dan mengolah data di laboratorium.
10. Saudara-saudari mahasiswa sipil angkatan 2014 yang saya cintai yang telah banyak membantu dalam penelitian tugas akhir ini, baik bantuan secara fisik maupun semangat yang diberikan. Terimakasih perjalanan panjang yang menyenangkan ini.
11. **HMS FT-UH** terima kasih telah menjadi wadah dalam pembentukan karakter penulis selama aktif dalam berorganisasi.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam penelitian maupun selama menjalani kehidupan kampus, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa setiap karya manusia pasti memiliki banyak kekurangan dan mengharapkan partisipasi pembaca untuk memberikan kritik ataupun saran yang berguna untuk penyempurnaan atau pengembangan penelitian ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga seluruh ilmu yang diperoleh dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya dan dapat membawa manfaat bagi semua orang. Semoga seluruh dukungan dan doa yang telah diberikan mendapatkan balasan oleh Allah SWT dan membawa kami menjadi manusia yang lebih baik lagi kedepannya.

GOWA, 2021

ARDIANSAH

ABSTRAK

Daerah aliran sungai (DAS) sebagai daerah tangkapan air hujan rentan dengan permasalahan erosi dan sedimentasi. Prediksi laju sedimentasi diperlukan sebagai dasar perencanaan bangunan hidraulik sungai, pengelolaan scouring dan beberapa masalah lainnya di sungai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pemodelan fisik secara experimental dengan model jembatan 1 pilar dan model jembatan 2 pilar, model variasi sedimen dengan diameter 4 cm, 5 cm dan 6 cm dengan 1 variasi ketinggian yaitu 3,6 cm. Dari hasil penelitian di dapatkan hubungan antara jumlah kayu yang dilepaskan dengan jumlah kayu yang tertahan pada pilar jembatan. Bertambahnya ukuran diameter kayu yang dilepasakan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kayu yang tertahan. Jumlah kayu yang tertahan pada pilar jembatan mempengaruhi besar atau kecilnya kehilangan energi yang terjadi.

Kata Kunci : Daerah aliran sungai, Erosi dan Sedimentasi, Kecepatan Aliran, Kehilangan energi.

ABSTRACT

The watershed as a catchment area is vulnerable to erosion and sedimentation problems. Sedimentation rate prediction is needed as a basis for river hydraulic building planning, scouring management and several other problems in the river. The method used in this study uses experimental physical modeling with a 1 pillar bridge model and a 2 pillar bridge model, sediment variation models with diameters of 4 cm, 5 cm and 6 cm with 1 height variation of 3.6 cm. From the results of the study found a relationship between the amount of wood released with the amount of wood retained on the bridge pillar. The increasing size of the diameter of the wood that is leached affects the increase in the amount of wood retained. The amount of wood retained on the bridge pillar affects the size of the energy loss that occurs.

Keyword : *Watersheds, Erosion and Sedimentation, Flow Velocity, Energy Loss.*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Daerah Aliran Sungai	6
B. Aliran Debris	7
C. Sedimen	11
D. Kecepatan aliran	13
E. Kehilangan Energi	14

	Halaman
BAB III. METODE PENELITIAN	16
A. Penentuan Lokasi Penelitian	16
B. Jenis dan Variabel Penelitian	16
1. Jenis Penelitian	16
2. Sumber Data	17
C. Alat dan Bahan Penelitian	17
1. Alat Penelitian	17
2. Bahan Penelitian	21
D. Variasi Penelitian	22
E. Kerangk Alir Penelitian	22
F. Prosedur Penenlitian	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Percobaan Penelitian	29
B. Data Akumulasi Penumpukan Debris Kayu Pada Pilar Jembatan	29
C. Hubungan Antara Penumpukan Debris Kayu Dengan kehilangan Energi	31
D. Hubungan Antara Perubahan Diameter Kayu Dengan Kehilangan Energi	34
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	37
A. Kesimpulan	37

B. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	16
Gambar 3.2. Desain flume	17
Gambar 3.3. Tampak model flume	18
Gambar 3.4. Model jembatan	18
Gambar 3.5. Tempat menjatuhkan sedimen	19
Gambar 3.6. Point gauge	19
Gambar 3.7. Stopwatch	20
Gambar 3.8. Ember	20
Gambar 3.9. Timbangan	21
Gambar 3.10. Kayu	22
Gambar 3.11. Kerangka alir	23
Gambar 3.12. Proses penyusunan kayu pada tempat pelepasan	25
Gambar 3.13. Proses pengambilan debit	27
Gambar 3.14. Menghitung debit air pada ember dengan menggunakan timbangan	27
Gambar 3.15. Pelepasan sedimen kayu	28
Gambar 3.16. Menghitung tinggi muka air	28
Gambar 4.1. Grafik koefisien kehilangan dengan diameter kayu 4 mm	32
Gambar 4.2. Grafik koefisien kehilangan dengan diameter kayu 5 mm	33
Gambar 4.4. Grafik koefisien kehilangan dengan diameter kayu 6 mm	34

Gambar 4.4. Grafik kehilangan energi pada jembatan 1 pilar	35
Gambar 4.5. Grafik kehilangan energi pada jembatan 2 pilar	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Volume kayu	20
Tabel 2. Berat kayu basah	21
Tabel 3. Berat kayu kering	21
Tabel 4. Akumulasi penumpukan debris kayu dengan diameter 4 mm pada jembatan 1 pilar	30
Tabel 5. Akumulasi penumpukan debris kayu dengan diameter 5 mm pada jembatan 1 pilar	30
Tabel 6. Akumulasi penumpukan debris kayu dengan diameter 6 mm pada jembatan 1 pilar	30
Tabel 7. Akumulasi penumpukan debris kayu dengan diameter 4 mm pada jembatan 2 pilar	31
Tabel 8. Akumulasi penumpukan debris kayu dengan diameter 5 mm pada jembatan 2 pilar	31
Tabel 9. Akumulasi penumpukan debris kayu dengan diameter 6 mm pada jembatan 2 pilar	31

BAB 1.PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan sungai dan anak sungai, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas laut sampai dengan daerah yang masih terpengaruh aktivitas daratan (UU No 17 tahun 2019). Daerah aliran Sungai (DAS) di beberapa tempat di Indonesia memikul beban amat berat sehubungan dengan tingkat kepadatan penduduk di Indonesia sangat tinggi dan pemanfaatan sumber daya alamnya yang intensif sehingga terdapat indikasi belakangan ini bahwa kondisi DAS semakin menurun dengan indikasi meningkatnya kejadian tanah longsor, erosi dan sedimentasi, banjir, dan kekeringan.

Erosi dan sedimentasi merupakan dua buah masalah yang saling berkaitan. Erosi tanah yang meliputi proses pelepasan butir-butir tanah dan proses pemindahan tanah akan menyebabkan timbulnya endapan atau sedimentasi di tempat lain. Apabila erosi dan sedimentasi ini dibiarkan secara terus menerus, maka akan terjadi bencana alam. Bencana alam tersebut berupa banjir yang membawa material sedimen dengan berbagai ukuran. *Debris flow* (aliran debris) merupakan aliran sedimen yang membawa material sedimen dengan proporsi dan ukuran, dengan konsentrasi tinggi yang mempunyai daya rusak yang sangat besar.

Bencana Debris flow sudah sering terjadi di berbagai Negara belahan dunia dan menyebabkan jatuhnya korban jiwa manusia, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan. Debris flow merujuk pada percampuran material klastis yang termasuk batuan besar dan kayu. Penelitian tentang akumulasi serpihan kayu selama banjir penting dari sudut pandang pertahanan banjir. Mobilitas dan akumulasi serpihan kayu di Sungai Baru-baru ini menjadi fokus perhatian banyak peneliti di bidang Geomorfologi dan teknik sungai. Material debris flow mengalir dengan volume yang sangat besar dan kecepatan yang tinggi yang bisa menyebabkan kerusakan infrastruktur, lingkungan dan korban jiwa.

Kehilangan energi menyebabkan pengurangan debit pada aliran. Kehilangan energi dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah kekasaran pada saluran. Kehilangan energi dapat diketahui melalui persamaan empiris dan pengujian laboratorium. Koefisien kekasaran merupakan fungsi dari beberapa variable, sehingga koefisien ini sulit diketahui secara pasti.

**“PENGARUH PENUMPUKAN ALIRAN DEBRIS PADA PILAR-PILAR
JEMBATAN TERHADAP KEHILANGAN ENERGI”**

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh diameter kayu pada aliran debris terhadap kehilangan energi ?
2. Bagaimana pengaruh penumpukan debris kayu pada pilar jembatan terhadap kehilangan energi ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Menganalisis pengaruh diameter kayu pada aliran debris terhadap kehilangan energi.
2. Menganalisis penumpukan aliran debris pada pilar jembatan yang menyebabkan terjadinya kehilangan energi.

D. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian dibatasi pada :

1. Pengujian dilakukan di laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Debit yang digunakan ditandai dengan tinggi muka air 3.6 cm.
3. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah model jembatan 1 pilar dan 2 pilar.
4. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu yang memiliki diameter 4 mm, 5 mm, 6 mm, dengan panjang 7 cm.
5. Penentuan jarak pengambilan data pada hulu dan hilir jembatan.

6. Nilai viskositas dan kemiringan saluran di abaikan.

E. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam lima bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori – teori dan tinjauan umum yang digunakan untuk membahas dan menganalisis tentang permasalahan dari penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap demi tahap prosedur pelaksanaan penelitian serta cara pengolahan data hasil penelitian. Termasuk juga kerangka alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menerangkan tentang kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sungai merupakan suatu saluran terbuka yang terbentuk secara alamiah diatas permukaan bumi, tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkannya dari hulu sampai ke hilir sungai. Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Alur sungai akan selalu ada alur lurus, kelokan (*meander*), dan bercabang.

Konsep daerah aliran sungai (DAS) merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi. Mengingat DAS yang besar tersusun dari DAS yang kecil dan DAS yang kecil tersusun dari DAS yang lebih kecil lagi. Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan manusia, menyebabkan usaha pertanian meningkat bukan hanya pada kawasan pertanian, namun juga masuk dalam kawasan hutan. Dengan adanya perluasan lahan pertanian dan terdesaknya kawasan hutan, maka luas hutan semakin mengecil sehingga tidak berfungsi lagi sebagai daerah resapan.

Rusaknya wilayah hulu DAS sebagai daerah tangkapan air di duga sebagai salah satu penyebab terjadinya bencana alam. Seperti banjir dan erosi yang melanda Indonesia pada tahun 2007 sampai tahun 2008 yang melanda sebagian wilayah Indonesia dari pulau Sumatera sampai pulau papua.

Usaha-usaha pengelolaan DAS merupakan sebuah bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit

pengelolaan yang pada dasarnya merupakan usaha penggunaan sumber daya alam di suatu DAS secara rasional untuk mencapai tujuan produksi yang optimum dalam waktu yang tidak terbatas sehingga distribusi aliran mengalir sepanjang tahun.

B. Aliran Debris

Aliran debris adalah suatu fenomena dari gerakan sedimen yang berada di tebing gunung atau pada lembah dengan kemiringan lebih dari 15° dan disebabkan hujan di daerah *torrent* atau akibat salju. Aliran air yang bercampur batu, tanah, pasir dan batang kayu mengalir dengan kecepatan tinggi dan mempunyai daya rusak yang besar. (I Made Udiana, 2011)

PWRI Sabo Technical Centre dalam Sugeng Wiratno (2006) mengklasifikasikan aliran debris kedalam dua tipe aliran yaitu :

1. Aliran debris tipe batuan (*sand-gravel type debris flow*) yaitu aliran debris yang banyak mengandung kerikil dan batuan besar.
2. Aliran debris tipe lumpur (*mud-flow type debris flow*) yaitu aliran debris yang banyak mengandung pasir, kerikil dan batu-batuan kecil

Gerakan tanah paling sedikit dikuasai oleh lima *variable*/peubah, yaitu antara lain : batuan, lereng, Penggunaan lahan, curah hujan dan gempa, secara umum dapat ditulis persamaan sebagai berikut :

$$Y = (B, L, T, H, G) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

Y = Gerakan tanah

B = Batuan, yang meliputi : jenis, Struktur batuan

L = Lereng, dalam arti kemiringan medan

T = Penggunaan lahan (termasuk tanamannya)

H = Faktor Hidrologi (curah hujan)

G = Faktor Gempa

Aliran debris mempunyai karakteristik sebagai berikut :

1. Aliran debris mengalir dengan kecepatan tinggi 5-10 m/dtk untuk *sand-gravel type debris flow* dan 10-20 m/dtk untuk *mud-flow type debris flow*.
2. Aliran debris di bagian depan disebut kepala aliran (*head*) sedangkan di belakang disebut ekor aliran (*tail*).
3. Aliran debris yang mengangkut bahan rombakan berupa bebatuan dengan berbagai ukuran maupun batang-batang kayu. Bagian depan aliran pada umumnya terdiri dari bebatuan besar dan batang-batang kayu besar sehingga mempunyai daya rusak tinggi.
4. Aliran debris terjadi secara mendadak hingga sulit diperkirakan sebelumnya dan tanpa tanda-tanda. Sulit member informasi peringatan sedini mungkin pada masyarakat untuk menghindar.

Aliran debris disebabkan oleh pengaliran air yang berlangsung pada lapisan endapan pada dasar sungai, dengan memakai persamaan stabilitas pada kemiringan dasar sungai, Takahashi mengemukakan formula berikut ini :

$$A \geq \frac{3,6}{r} \left[\frac{8 \cdot g \cdot \sin \theta}{fr} \right]^{1/2} \cdot \left[c * \left(\frac{\sigma}{\rho} - 1 \right) \cdot \left(\frac{\tan \phi}{\tan \theta} - 1 \right) - 1 \right]^{3/2} \cdot d^{3/2} \cdot B \dots\dots\dots(2)$$

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Takahashi, 2007) diperoleh informasi mengenai karakteristik aliran debris, sebagai berikut :

1. Bagian depan aliran debris terdiri dari batu-batu berukuran besar dan mengandung sedikit air, mengalir menyerupai mesin pengebor serta ketebalan alirannya meningkat sangat cepat.
2. Bagian depan aliran debris tersebut hanya berlangsung beberapa detik, kemudian diikuti aliran lumpur yang lama kelamaan mengecil seiring dengan turunnya debit aliran.
3. Kecepatan terbesar terjadi dibagian tengah aliran.

Aliran debris dapat disebabkan oleh beberapa faktor, sebagai berikut:

1. Hujan yang deras

Pada musim hujan dengan hujan yang deras di daerah hulu, akan terjadi pula aliran yang besar dan akan membawa atau mengangkut rombakan dari longsor tersebut ke daerah yang lebih rendah/hilirnya.

2. Longsor

Terjadinya longsor-longsor pada tebing yang terjal, sehingga terjadi pembendungan pada sungai yang merupakan kolam/empang. Akibat hujan, tekanan air terus bertambah, maka mengakibatkan akan terjadi limpasan atau bobol, bila pembendungan tersebut tidak kuat menahan air, sehingga terjadi banjir bersama rombakan tersebut.

3. Letusan gunung berapi

Indonesia terletak pada deretan zona vulkanik aktif trans asiatic dan sirkum pasifik yang merupakan sumber bencana alam aliran debris. Adanya aktivitas gunung berapi menyebabkan timbunan bebatuan dan tanah diatas gunung menjadi runtuh dan akan terus turun bersama air hujan melalui aliran sungai dan menjadi aliran debris. Bila terjadi hujan di daerah timbunan atau sebelah hulunya dan tergantung besar kecilnya curah hujan tersebut, maka akan terjadi proses gerakan debris/rombakan.

4. Gempa bumi

Gempa bumi dapat disebabkan oleh aktivitas gunung berapi dan gerakan patahan bumi. Adanya gempa bumi menyebabkan tanah bergetar, sehingga timbunan bebatuan dan tanah diatas gunung menjadi runtuh.

Pengaliran pada aliran debris ditinjau sifat-sifat kecepatan aliran. Bagnold mempelopori studi kecepatan aliran rata-rata pada bagian depan dari aliran debris sebagai pengaliran yang menyebar dan menghasilkan persamaan semi empirik dari hasil percobaannya ($a \sin \alpha$ adalah koefisien Bagnold). Menurut Takahashi dari percobaannya mendapatkan $a \sin \alpha = 0,02$

$$U = 2,8 \cdot [g \cdot \sin \theta]^{1/2} \cdot [Cd + (1 - Cd) \cdot \frac{\rho}{\sigma}]^{1/2} \cdot \left[\left(\frac{C^*}{Cd} \right)^{1/3} - 1 \right] \cdot \frac{h^{3/2}}{d} \dots\dots\dots(3)$$

Rumus (3) diperoleh dari koefisien Bagnold $a \sin \alpha = 0,02$, di dapatkan kecepatan geser :

$$U = \sqrt{g \cdot h \cdot i} = (g \cdot h \cdot \tan \theta)^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

C. Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, didaerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Sedimen sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang di transport oleh media air, angin, es atau gletser di suatu cekungan.

Pada proses pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau dan akhirnya samapi di laut. Pada saat kekuatan pengangkutan berkurang atau habis, batuan di endapkan di daerah aliran sungai. Hasil sedimen (*Sediment yield*) adalah besarnya sedimen dari hasil erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang di ukur pada periode waktu dan tempat tertentu.

Prediksi laju sedimentasi (*Sedimentation rate*) diperlukan guna sebagai dasar perancangan bangunan hidraulik sungai, pengolahan *scouring* dan beberapa masalah lainnya disungai. Berbagai metode tersedia untuk prediksi kecepatan sedimentasi, antara lain Duboys Formula, Meyer-Peter Formula, Einstein Bed-Load Function, Modified Einstein Procedur, Colby's 1957 Method dan Colby's 1964 Method. Menurut

Asalnya, bahan-bahan dalam angkutan sedimen dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

- a. *Bed material transport*, merupakan bahan angkutan yang berasal dari dalam tubuh sungai itu sendiri dan ini dapat diangkut dalam muatan dasar maupun muatan melayang.
- b. *Wash load*, merupakan bahan angkutan yang berasal dari luar tubuh sungai yang tidak ada hubungannya dengan kondisi lokal. Bahan angkutan ini berasal dari hasil erosi di daerah aliran sungai (DAS). Muatannya bilas terdiri dari partikel halus, yaitu lempung (*silt*) dan debu (*dust*) yang terbawa aliran sungai. Lempung dan debu ini berasal dari pelapukan batuan dan tanah daerah aliran sungai. Muatan bilas dapat mempengaruhi viskositas sungai. Akan tetapi pengaruhnya terhadap perilaku dasar sungai umumnya relative kecil.

Pada umumnya prediksi kecepatan sedimentasi dapat didasarkan pada karakteristik sedimen yang terdiri dari ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific weight*), serta kecepatan jatuh (*fall velocity*). Dengan mengidentifikasi Variabel-variabel karakteristik sedimen, maka laju sedimentasi di sungai (pada titik tinjauan) dapat diperkirakan.

D. Kecepatan Aliran

Di era seperti sekarang ini, perkembangan ilmu pengetahuan dalam aspek kehidupan juga terus terjadi. Tidak terkecuali didalam lingkup ketekniksipilan. Dalam dunia ketekniksipilan pengukuran kecepatan merupakan hal yang penting dalam perencanaan bangunan keairan.

Karena penentuan kecepatan di suatu penampang sungai memungkinkan untuk menentukan besarnya debit pada area sungai tersebut. Kecepatan dapat diperoleh dengan mengukur waktu yang diperlukan suatu partikel untuk bergerak pada jarak yang diketahui.

Kecepatan aliran tidak sama disepanjang tubuh sungai, hal ini tergantung bentuk, kekasaran dan pola sungai. Kecepatan terbesar terletak pada bagian tengah sungai dan bagian teratas dari bagian terdalam sungai yang jauh dari seretan friksional pada tepi dan dasar sungai. Pada sungai berkelok, zona kecepatan maksimum berada pada bagian luar kelokan dan zona kecepatan minimum berada pada bagian dalam kelokan. Pola ini salah satu penyebab erosi secara lateral pada sungai dan migrasi sungai.

Parameter aliran seperti laju atau kecepatan, tekanan dan temperatur, serta laju aliran volumetrik (debit) atau laju aliran massa, dalam suatu sistem fluida adalah hal yang perlu diketahui. Pengukuran-pengukuran ini antara lain diperlukan untuk :

- a. Pengendalian proses manufacturing
- b. Penguji untuk peralatan-peralatan seperti pompa, turbin, kipas, *blower*, baling-baling dan aerofil
- c. Studi-studi hidrologi sehubungan dengan curah hujan, drainase daerah genangan air dan pembagian serta pengendalian air dalam sistem irigasi.
- d. Penentuan harga apabila suatu fluida di perjual-belikan, misalnya air, gas, uap untuk proses atau pemanasan, dan bahan bakar cair

- e. Kegiatan-kegiatan eksperimen dalam program-program riset serta pengembangan.

Kecepatan maksimum pada saluran biasanya terjadi dibawah permukaan bebas sedalam 0,05 sampai 0,25 kali kedalamannya, makin dekat tepi berarti dalam dan mencapai maksimum. Distribusi kecepatan pada penampang saluran juga tergantung faktor-faktor lain, seperti bentuk penampang yang tidak lazim, kekasaran dan tekukan-tekukan.

E. Kehilangan Energi

Kehilangan dalam bidang aliran, dalam ilmu termodinamika disebut kehilangan energi. Dalam sistem fluida ini dapat terjadi dalam bidang aliran karena proses disipasi atau karena suhu panas. Karena dampak dari penyempitan saluran selain dari penampang saluran yang tidak prismatis misalnya akibat sambungan dua penampang yang berbeda, adanya bangunan lain seperti pilar jembatan, atau penyebab lain yang mengubah penampang dari saluran. sehingga analisis aliran pada saluran non-prismatis menuntut ketelitian akibat adanya perubahan karakteristik aliran, yang akan menyebabkan ketinggian, kecepatan dan energi pada aliran berubah.