

(SKRIPSI)

**ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN AKIBAT PERUBAHAN POLA
ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA (UJI MODEL LABORATORIUM)**



Oleh :

MOH. CHALID IDRIS : 105 810 1429 11

IKBAL : 105 810 1601 11

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2017**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN AKIBAT PERUBAHAN
POLA ALIRAN SUNGAI PADA SALURAN TERBUKA
(UJI MODEL LABORATORIUM)**

Nama : MOH. CHALID IDRIS

: IKBAL

Stambuk : 105 81 01429 11

105 81 01601 11

Makassar, 19 Desember 2017

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I



Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT.

Pembimbing II

Dr. Ir. Nenny, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Muh. Syafaat S. Kuba, ST

NBM : 975 288



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Moh. Chalid Idris dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 01429 11 dan Ikkal dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 01601 11, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 1067/05.A.2-II/II/39/2017, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 16 Desember 2017

Makassar, 30 Rabiul Awal 1439 H
19 Desember 2017 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua : Ir. Hj. Sukmasari A., M.Si.

b. Sekretaris : Lutfi Hair Djunur, ST., MT.

3. Anggota

1. Prof. Dr. Ir. Lawalenna Sammang, M.S., M.Eng.

2. Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT.

3. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

Mengetahui :

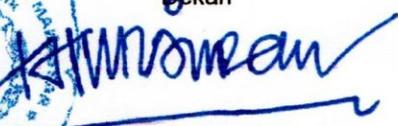
Pembimbing I


Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT.

Pembimbing II


Dr. Ir. Nenny, ST., MT.

Dekan


Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500



KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah "**ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN AKIBAT PERUBAHAN POLA ALIRAN PADA SALIRAN TERBUKA**", penulis menyadari bahwa didalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan – perhitungan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran serta perbaikan guna kesempurnaan penulisan ini agar kelak bermanfaat terutama bagi penulis sendiri.

Proposal ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi – tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST., MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT. selaku Pembimbing I dan Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT. selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala telah mendidik dan meluangkan waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a dan pengorbanannya kepada anandamu ini.
6. Rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus saudara seperjuangan angkatan 2011, serta teman – teman yang tidak sempat kami sebutkan namanya satu – persatu namanya yang telah banyak memberikan support kepada kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga seluruh pihak diatas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, masyarakat serta bangsa dan negara, Aamiin

Makassar, 13 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI & SINGKATAN.....	ix

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Batasan Masalah	6
E. Manfaat Penelitian	7
F. Sistematika Penulisan	7

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. SEDIMEN	10
1. Pengertian Sedimen	10
2. Peroses Sedimen	11
3. Angkutan Sedimen	12
4. Macam – Macam Angkutan Sedimen	18

B. MATERIAL PEMBENTUK DASAR SUNGAI	20
C. KERIKIL SUNGAI	21
1. Skala Wentworth	22
D. SALURAN TERBUKA	23
1. Pengertian Saluran Terbuka	23
2. Pola Aliran	24
3. Unsur – Unsur Geometri Saluran	29
4. Bentuk Saluran	30
E. KARAKTERISTIK ALIRAN	31
1. Tipe Aliran	31
2. Sifat – Sifat Aliran	33
F. MODEL FISIK	37
1. Hukum Dasar Model	37
2. Kesebangunan (similaritas)	39
3. Model Terdistorsi	41
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian	43
B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data	43
C. Alat Dan Bahan Penelitian	44
D. Variabel Yang Digunakan	45
E. Langkah – Langkah Penelitian	46
F. Flow Chart Data	47

BAB IV. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kecepatan Aliran	48
B. Pola Aliran	50
1. Perhitungan Bilangan Froude (Fr)	50
2. Perhitungan Kekentalan Relatif	59
3. Pola Aliran pada Saluran Terbuka	71
C. Analisa Pola Sedimen Dasar pada Saluran Terbuka	72
1. Analisa Pola Sedimen Dasar pada Kondisi Debit Norman dan Debit Banjir	72

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan	76
B. Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Nomor		halaman
1.	Tampang panjang saluran dengan dasar granuler	13
2.	Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler	14
3.	Transpor sedimen dalam aliran air sungai	16
4.	Skema angkutan Sedimen	20
5.	Kerikil Sungai	22
6.	P.A Dendritik	25
7.	P.A Rectangular	25
8.	P.A Trelis	26
9.	P.A Paralel	27
10.	P.A Radial Sentrifugal	27
11.	P.A Radial Sentripetal	28
12.	P.A Annular	29
13.	bentuk saluran terbuka	31
14.	Aliran turbulen dan Laminer	36
15.	Desain Flume	44
16.	Bagan Alir Penelitian	47
17.	kecepatan aliran debit banjir dan debit normal tanpa adanya sedimen	49

18.	kecepatan aliran debit banjir dan debit normal dengan adanya sedimen	50
19.	Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Froude dalam kondisi Normal	51
20.	kondisi debit banjir titik A	53
21.	kondisi debit banjir titik B	54
22.	kondisi debit banjir titik c	54
23.	kondisi debit banjir titik D	55
24.	kondisi debit banjir titik E	55
25.	kondisi debit banjir titik F	56
26.	kondisi debit banjir titik G	56
27.	kondisi debit banjir titik H	57
28.	kondisi debit banjir titik I	57
29.	kondisi debit banjir titik J	58
30.	kondisi debit banjir titik K	59
31.	Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Reynold (Re) dalam kondisi Debit Normal	60
32.	kondisi debit banjir titik A	64
33.	kondisi debit banjir titik B	64
34.	kondisi debit banjir titik C	65
35.	kondisi debit banjir titik D	65
36.	kondisi debit banjir titik E	66
37.	kondisi debit banjir titik F	66
38.	kondisi debit banjir titik G	67

39.	kondisi debit banjir titik H	67
40.	kondisi debit banjir titik I	68
41.	kondisi debit banjir titik J	68
42.	kondisi debit banjir titik K	69
43.	Pola Aliran Pada Saluran	70
44.	Pola Sedimen Dasar Pada Kondisi Debit Normal	71
44.	Pola Sedimen Dasar Pada Kondisi Debit Normal	72
45.	Pola Sedimen Dasar Pada Kondisi Debit Banjir	73

DAFTAR TABEL

Nomor		halaman
1.	Proses Sedimen Dasar	14
2.	kecepatan aliran tanpa sedimen	48
3.	kecepatan aliran dengan sedimen	49
4.	Perhitungan bilangan Froude Debit Normal	51
5.	Perhitungan bilangan Froude Debit Banjir	52
6.	Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu	59
7.	Hasil Perhitungan bilangan Reynold (Re) Debit Normal tanpa sedimen	59
8.	Hasil Perhitungan bilangan Reynold (Re) Debit Normal dengan sedimen	60
9.	Hasil Perhitungan bilangan Reynold Debit Banjir tanpa Sedimen	61
10.	Hasil Perhitungan bilangan Reynold Debit Banjir dengan Sedimen	62

DAFTAR NOTASI & SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
A	Luas penampang basah
b	Lebar dasar saluran
D_s	Diameter butiran sedimen
d_{50}	Diameter median material
F^*	Dimensi tegangan geser
Fr	Bilangan Froude
F_m	Ukuran gaya pada model
F_p	Ukuran gaya pada prototipe
g	Kecepatan Grafitasi
h	Kedalaman aliran
H_m	Ukuran tinggi pada model
H_p	Ukuran tinggi pada prototipe
l	Kemiringan dasar saluran
L_p	Ukuran panjang prototype
L_m	Ukuran panjang model
n_F	Skala gaya
n_h	Skala tinggi
n_L	Skala panjang
P	Keliling basah
Q	Debit pengaliran
U_0	Kecepatan aliran

u^*	Kecepatan geser
R	Jari-jari hidrolis
ρ_s	Rapat massa butiran
ρ_w	Rapat massa fluida
τ_c	Tegangan geser kritis
τ_0	Tegangan geser
γ_s	Berat jenis butiran sedimen
γ	Berat jenis air
ν	viskositas kinematik
α	Koefisien kecepatan aliran
\bar{v}	Kecepatan rata-rata aliran

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil dibagian hulu sampai besar dibagian hilir (I wayan Sudira, Tiny Mananoma & H. Manatip, 2013). Aliran sungai merupakan aliran permukaan yang dapat menjadi sumber air baku guna memenuhi kebutuhan manusia akan sumber air. Air yang mengalir dalam sungai akan mengakibatkan proses penggerusan pada bagian tanah dasarnya. Penggerusan akan terjadi secara terus menerus yang mengakibatkan semakin dalamnya tanah dasar yang tergerus. Proses gerusan diakibatkan oleh pengaruh morfologi dari sungai yang berupa tikungan atau adanya penyempitan pada saluran sungai. Morfologi sungai merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam proses terjadinya gerusan, hal ini disebabkan aliran saluran terbuka mempunyai permukaan bebas (*free surface*). Kondisi aliran saluran terbuka berdasarkan pada kedudukan permukaan bebasnya cenderung berubah sesuai waktu dan ruang, disamping itu ada hubungan ketergantungan antara kedalaman aliran, debit air, kemiringan dasar saluran dan permukaan saluran bebas itu sendiri. Fenomena hidrolis utamanya sungai atau saluran terbuka ternyata tidak sesederhana yang kita bayangkan. Selain terjadinya pengaliran air sungai atau saluran-saluran

terbuka juga melakukan aktifitas pengangkutan sedimen, dimana sedimen tersebut berasal dari hasil penggerusan / erosi di *catchment area*, bagian hilir (downstream) saluran, bagian dasar maupun tepi saluran.

Di sungai maupun di saluran–saluran terbuka lainnya, ketika terjadi erosi maka akan menyebabkan pendangkalan sungai atau saluran – saluran karena angkutan sedimentasi dan hal ini akan sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia. Aliran saluran merupakan aliran permukaan yang dapat menjadi sumber air baku guna memenuhi kebutuhan manusia akan sumber air, namun saat ini banyak sungai ataupun saluran telah mengalami penurunan produktifitas. Salah satu faktor yang menjadi penyebab menurunnya produktifitas saluran adalah sedimentasi.

Arus air dibagian hulu sungai (umumnya terletak di daerah pegunungan), biasanya lebih deras dibandingkan dengan arus sungai di bagian hilir. Aliran sungai seringkali berliku-liku karena terjadinya proses pengikisan dan pengendapan di sepanjang sungai (faisal, 2014).

Pergerakan air merupakan peristiwa yang sangat kompleks, disebabkan pergerakan air yang tidak homogen di sungai / saluran. Peningkatan gaya gesek yang terjadi pada dasar saluran akan membawa bahan sedimen yang lebih besar, terutama kecepatan aliran dibagian tengah sungai / middle stream.

Jenis pola alur sungai antara alur sungai utama sangat bervariasi. Adanya perbedaan pola alur sungai antar wilayah sangat ditentukan oleh

perbedaan kemiringan topografi dan struktur batuan, pola alur sungai yang umum dikenal adalah pola dendritik, radial, *rectangular*, *trellis*, anular, dan paralel. Menurut aliran airnya, sungai dibedakan menjadi sungai permanen dan sungai non-permanen atau musiman.

Pada sungai-sungai aluvial yang relatif lurus, pengaruh aliran terhadap tegangan geser dasar relatif kecil jika dibandingkan ketika aliran memasuki bagian sungai menikung. Namun pada saat memasuki tikungan aliran mulai membesar yang menyebabkan tegangan geser dasar mulai membesar pula. Hal ini berdampak pada terjadinya gerusan pada bagian luar tikungan dan lain pihak terjadinya pengendapan di bagian dalam tikungan. (masloman H, 2016)

Di dalam aliran air terangkut juga material-material sedimen yang berasal dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan akibat sedimentasi dimana aliran air tersebut akan bermuara di laut.

Muatan sedimen dasar (*bed load*) adalah partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan (Soewarno, 1991). Adanya sedimen muatan dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai, gerakan itu dapat bergeser, meng-gelinding atau meloncat-loncat tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak ke arah hilir.

Proses sedimentasi pada suatu sungai meliputi proses erosi, transportasi, pengendapan dan pepadatan dari sedimentasi itu sendiri. Pengendapan sedimen merupakan permasalahan yang paling dominan pada saluran terbuka. Begitupun yang terjadi di Sungai Maruni yang terletak di Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat yang memiliki Luasan Area 193.320 (Km²) tidak menutup kemungkinan terjadi proses sedimentasi yang dapat mengurangi daya tampung sungai.

Berdasarkan stratigrafi wilayah Papua Barat terdiri atas: (1). Paleozoic Basement; (2). Sedimentasi Mesozoik hingga Senozoik; (3). Sedimentasi Senozoik Akhir; (4). Stratigrafi Lempeng Pasifik; dan (5). Stratigrafi Zone Transisi.

Wilayah Papua secara umum terdiri dari dua dataran yaitu "Dataran Grime" dan "Dataran Sekoli". Kedua dataran ini menyatu sebagai suatu dataran luas yang membujur ke arah Barat Daya Danau Sentani. Dataran ini memanjang dari Timur ke arah Barat dengan lebar bentangan yang hampir sama. Di ujung sebelah Barat, dataran ini membentuk daerah rawa hingga ke arah pantai.

Berdasarkan stratigrafi ini dapat disimpulkan bahwa wilayah Papua Barat terdiri dari empat ragam formasi batuan utama yaitu batu gamping atau dolomit, batuan beku atau malihan, batuan sedimen lepas (kerikil, pasir lanau), dan batuan sedimen padu (tak terbedakan). Hal ini dapat dipahami karena secara regional, wilayah Papua Barat terdiri dari dua lempeng, yaitu Lempeng Benua Australia di bagian Selatan dan lempeng

Samudera Pasifik di bagian Utara. Sedangkan diantara kedua lempeng adalah Lajur Sesar Anjak dan Lipatan Pegunungan Tengah atau “New Guinea Mobile Belt” (Dow, 1977). Lempeng Benua Australia tersusun oleh batuan sedimen klastik, yang berumur Mesozoikum yang disebut sebagai Kelompok Kembelangan; Batu Gamping yang berumur eosin-Miosen Tengah, yang disebut sebagai Kelompok Batu Gamping New Guinea; dan Batuan Sedimen Klastik Plio-plistosen.

Mengingat akan pentingnya permasalahan sedimen oleh karena itu, kami mencoba melakukan uji laboratorium terkait tentang “**ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN AKIBAT PERUBAHAN POLA ALIRAN SUNGAI PADA SALURAN TERBUKA**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Apa pengaruh kecepatan aliran terhadap perubahan pola aliran.
2. Apa pengaruh pola aliran terhadap angkutan sedimen pada saluran terbuka / sungai.
3. Seberapa besar perubahan pola aliran yang disebabkan besaran angkutan sedimen.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas, maka penulis merumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan aliran terhadap perubahan pola aliran
2. Untuk mengetahui pengaruh pola aliran terhadap angkutan sedimen pada saluran terbuka / sungai.
3. Untuk membandingkan besarnya perubahan pola aliran yang disebabkan meningkatnya jumlah sedimentasi.

D. Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang luas serta memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Penelitian dilakukan pada saluran terbuka (uji model laboratorium).
- b) Fluida yang digunakan adalah air tawar dan pengaruh mineral air tidak diperhitungkan,
- c) Penelitian hanya dilakukan di laboratorium dengan menggunakan debit yang diperoleh dari hasil kalibrasi dengan percobaan laboratorium,
- d) Aliran yang digunakan adalah aliran tanpa adanya kandungan sedimen.

- e) Menggunakan beberapa kondisi Q (debit air) dan waktu pengaliran yang ditentukan.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian antara lain :

1. Mengetahui seberapa besar perubahan pola aliran yang disebabkan angkutan sedimen dasar pada saluran terbuka yang terjadi di sungai Maruni kabupaten Monokwari.
2. Sebagai salah satu dasar dalam merancang bangunan – bangunan pengendali sungai maupun saluran–saluran irigasi, perbaikan navigasi, bangunan–bangunan lainnya.
3. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang kami dapatkan di bangku kuliah.
4. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian lanjutan.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini merupakan susunan yang serasi dan teratur oleh karena itu dibuat dengan komposisi bab-bab mengenai pokok-pokok uraian sehingga mencakup pengertian tentang apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan diuraikan sebagai berikut:

BAB I. Merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

- BAB II. Merupakan tinjauan pustaka yang memuat secara sistematis tentang teori, pemikiran dan hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini. Bagian ini akan memberikan kerangka dasar yang komprehensif mengenai konsep, prinsip atau teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah yang meliputi tentang, sedimen, Proses sedimen, angkutan sedimen, macam-macam angkutan sedimen, material pembentuk dasar sungai, kerikil sungai, skala wentworth, saluran terbuka, pola aliran, unsur-unsur geometri saluran, bentuk saluran, karakteristik aliran dan model fisik.
- BAB III. Merupakan metodologi penelitian yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian serta tahap-tahap dalam proses penelitian di laboratorium, dimulai dari pembuatan saluran, dan pengambilan data pada kondisi yang bervariasi.
- BAB IV. Merupakan Analisa Hasil dan Pembahasan yang menguraikan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya. Penyajian hasil penelitian memuat deskripsi sistematis tentang data yang diperoleh. Sedangkan pada bagian pembahasan adalah mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB V. merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi kerekayasaan khususnya bangunan air dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sedimen

1. Pengertian Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, didaerah genangan banjir, disaluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Proses erosi terdiri atas tiga bagian yaitu: pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*) (Asdak, 2014).

Erosi dan sedimentasi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya dari suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti oleh pengendapan material yang terjadi di tempat lain. (Suripin, 2002)

Sedimentasi dan erosi adalah dua hal yang sangat berkaitan erat. Erosi dan sedimentasi dapat disebabkan oleh aliran gleyter (es). Erosi juga sering disebut sebagai faktor penyebab banyaknya sedimen yang terangkut oleh air.

Sedimen dapat pula berasal dari erosi yang terjadi pada luar sungai. Sedimen terangkut oleh aliran sungai pada saat debitnya meningkat dari bagian hulu dan kemudian di endapkan pada alur sungai

yang landai atau pada ruas sungai yang melebar, selanjutnya pada saat debitnya mengecil dan kandungan beban dalam aliran mengecil, maka sedimen yang mengendap tersebut secara berangsur - angsur terbawa hanyut lagi dan dasar sungai akan berangsur turun kembali.

2. Proses Sedimen

Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan proses sedimentasi. Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (sumber : Oliviana Mokonio, T. Mananoma, L. Lanudjaja dan A. Binilang. 2013)

Proses sedimentasi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu (sumber : Ahmad Nasirul Umam, 2015) :

- a) Proses sedimentasi secara geologis Sedimentasi secara geologis merupakan proses erosi tanah yang berjalan secara normal, artinya proses pengendapan yang berlangsung masih dalam batas-batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan aggradasi pada permukaan kulit bumi akibat pelapukan.

- b) Proses sedimentasi yang dipercepat: Sedimentasi yang dipercepat merupakan proses terjadinya sedimentasi yang menyimpang dari proses secara geologi dan berlangsung dalam waktu yang cepat, bersifat merusak atau merugikan dan dapat mengganggu keseimbangan alam atau kelestarian lingkungan hidup. Kejadian tersebut biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia dalam mengolah tanah. Cara mengolah tanah yang salah dapat menyebabkan erosi tanah dan sedimentasi yang tinggi.

3. Angkutan Sedimen (Transpor Sedimen)

Akibat adanya aliran air, timbul gaya-gaya yang bekerja pada material sedimen. Gaya-gaya tersebut mempunyai kecenderungan untuk menggerakkan atau menyeret butiran material sedimen. Pada waktu gaya-gaya yang bekerja pada butiran sedimen mencapai suatu harga tertentu, sehingga apabila sedikit gaya ditambah akan menyebabkan butiran sedimen bergerak, maka kondisi tersebut disebut kondisi kritis. Parameter aliran pada kondisi tersebut, seperti tegangan geser (τ_0), kecepatan aliran (U) juga mencapai kondisi kritik (sumber: skripsi kajian perubahan pola gerusan pada tikungan sungai akibat penambahan debit)

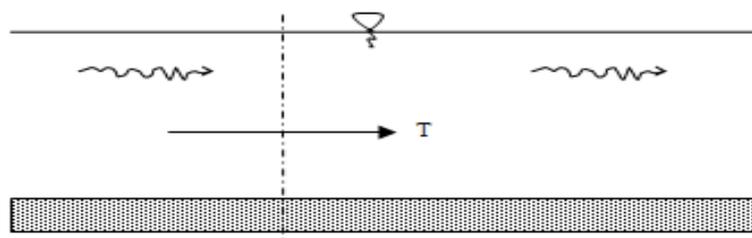
Proses pengangkutan sedimen (*sediment transport*) dapat diuraikan meliputi tiga proses sebagai berikut :

- a. Pukulan air hujan (*rainfall detachment*) terhadap bahan sedimen yang terdapat diatas tanah sebagai hasil dari erosi percikan (*splash*

erosion) dapat menggerakkan partikel-partikel tanah tersebut dan akan terangkut bersama-sama limpasan permukaan (*overland flow*).

- b. Limpasan permukaan (*overland flow*) juga mengangkat bahan sedimen yang terdapat di permukaan tanah, selanjutnya dihanyutkan masuk kedalam alur-alur (*rills*), dan seterusnya masuk kedalam selokan dan akhirnya ke sungai.
- c. Pengendapan sedimen, terjadi pada saat kecepatan aliran yang dapat mengangkat (*pick up velocity*) dan mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*) yang dipengaruhi oleh besarnya partikel-partikel sedimen dan kecepatan aliran.

Menurut Mardjikoen (1987), angkutan sedimen merupakan perpindahan tempat bahan sedimen *granular (non kohesif)* oleh air yang sedang mengalir searah aliran. Banyaknya angkutan sedimen T dapat ditentukan dari perpindahan tempat suatu sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup. Lihat Gambar 1. T dinyatakan dalam (berat, massa, volume) tiap satuan waktu.

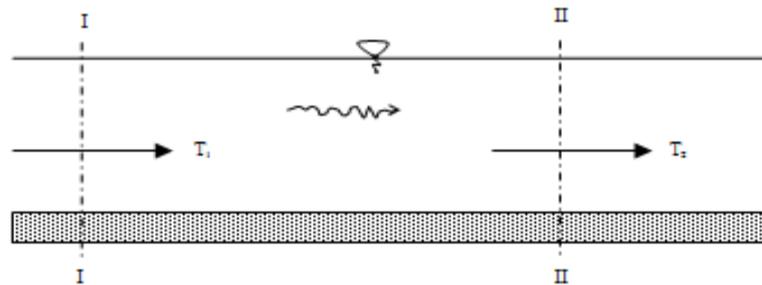


Gambar 1. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler. (Mardjikoen, 1987)

Laju sedimen yang terjadi biasa dalam kondisi seimbang (*equilibrium*). Erosi (*erosion*), atau pengendapan (*deposition*), maka dapat

ditentukan kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut.

Proses sedimentasi di dasar saluran dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler. (Mardjikoen, 1987)

Perbandingan T	Proses yang terjadi	
	Sedimen	Dasar
$T_1 = T_2$	Seimbang	Stabil
$T_1 < T_2$	Erosi	Degradasi
$T_1 > T_2$	Pengendapan	Agradasi

Tabel 1. Proses Sedimen Dasar (Mardjikoen, 1987)

Kondisi yang dikatakan sebagai awal gerakan butiran adalah salah satu dari peristiwa berikut :

1. Satu butiran bergerak,
2. Beberapa (sedikit) butiran bergerak,
3. Butiran bersama-sama bergerak dari dasar, dan
4. Kecenderungan pengangkutan butiran yang ada sampai habis.

Tiga faktor yang berkaitan dengan awal gerak butiran sedimen yaitu

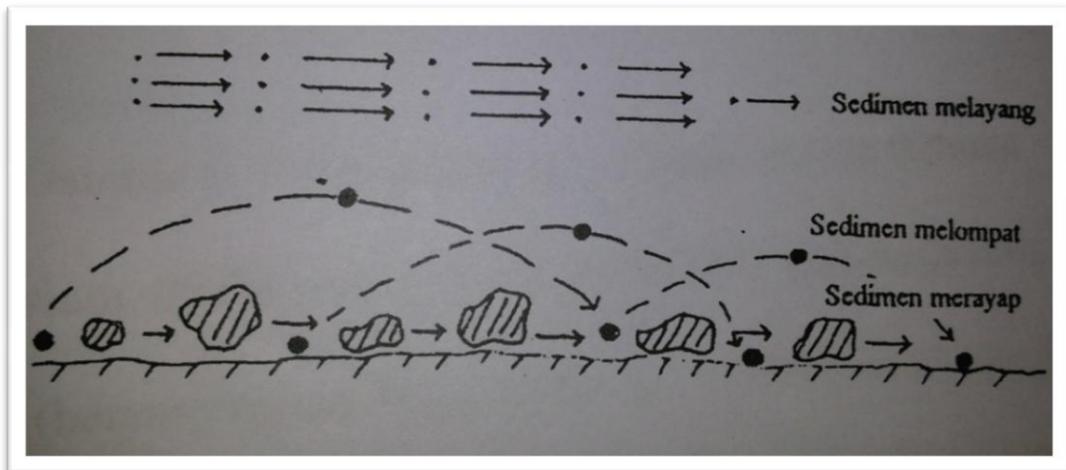
1. Kecepatan aliran dan diameter/ukuran butiran,
2. Gaya angkat yang lebih besar dari gaya berat butiran, dan
3. Gaya geser kritis.

Partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel-partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak ke arah hilir.

Menurut Asdak (2014), besarnya transport sedimen dalam aliran sungai merupakan fungsi dari suplai sedimen dan energi aliran sungai (*stream energy*). Ketika besarnya energi aliran sungai melampaui besarnya suplai sedimen, terjadilah degradasi sungai. Pada sisi lain, ketika suplai sedimen lebih besar dari pada energi aliran sungai, terjadilah aggradasi sungai. Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa aliran sungai merupakan sistem yang bersifat dinamis sehingga aliran air sungai selalu bervariasi.

menurut Asdak (2014), proses Transportasi sedimen adalah begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsunglah transport sedimen. Kecepatan transport merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Sedang partikel yang lebih besar, antara lain, pasir cenderung bergerak dengan cara melompat. Partikel yang lebih besar dari pasir,

misalnya kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (*bed load*) seperti pada gambar berikut :



Gambar 3. Transpor sedimen dalam aliran air sungai (Asdak, 2014)

Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air ditentukan oleh interaksi faktor-faktor sebagai berikut : ukuran sedimen yang masuk kedalam sungai/saluran air, karakteristik saluran, debit, dan karakteristik fisik partikel sedimen. Besarnya sedimen yang masuk ke sungai dan besarnya debit ditentukan oleh faktor iklim, topografi, geologi, vegetasi, dan cara bercocok tanam di daerah tangkapan air yang merupakan asal datangnya sedimen. Sedang karakteristik sungai yang penting, terutama bentuk morfologi sungai, tingkat kekasaran dasar sungai, dan kemiringan sungai. Interaksi dan masing-masing faktor tersebut di atas akan menentukan jumlah dan tipe sedimen serta kecepatan transport sedimen.

Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi mineral dari bahan induk yang menyusunnya, dikenal

bermacam jenis sedimen seperti pasir, liat, dan lain sebagainya. Tergantung dari ukuran partikelnya, sedimen ditemukan terlarut dalam sungai atau disebut muatan sedimen (*suspended sediment*) dan merayap di dasar sungai atau dikenal sebagai sedimen dasar (*bed load*).

Menurut ukurannya, sedimen dibedakan menjadi (Asdak, 2014) :

1. Liat ukuran partikelnya $< 0,0039$ mm
2. Debu ukuran partikelnya $0,0039-0,0625$ mm
3. Pasir ukuran partikelnya $0,0625-2,0$ mm
4. Pasir besar ukuran partikelnya $2,0-64,0$ mm

Proses pengangkutan sedimen (*sediment transport*) dapat diuraikan meliputi tiga proses sebagai berikut :

- a) Pukulan air hujan (*rainfall detachment*) terhadap bahan sedimen yang terdapat diatas tanah sebagai hasil dari erosi percikan (*splash erosion*) dapat menggerakkan partikel-partikel tanah tersebut dan akan terangkut bersama-sama limpasan permukaan (*overland flow*).
- b) Limpasan permukaan (*overland flow*) juga mengangkat bahan sedimen yang terdapat di permukaan tanah, selanjutnya dihanyutkan masuk kedalam alur-alur (*rills*), dan seterusnya masuk kedalam selokan dan akhirnya ke sungai.
- c) Pengendapan sedimen, terjadi pada saat kecepatan aliran yang dapat mengangkat (*pick up velocity*) dan mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*) yang

dipengaruhi oleh besarnya partikel-partikel sedimen dan kecepatan aliran.

Ada dua kelompok cara mengangkut sedimen dari batuan induknya ke tempat pengendapannya, yakni suspensi (*suspended load*) dan (*bed load transport*). Di bawah ini diterangkan secara garis besar keduanya :

a) Suspensi

Dalam teori segala ukuran butir sedimen dapat dibawa dalam suspensi, jika arus cukup kuat. Akan tetapi di alam, kenyataannya hanya material halus saja yang dapat diangkut suspensi. Sifat sedimen hasil pengendapan suspensi ini adalah mengandung prosentase masa dasar yang tinggi sehingga butiran tampak mengambang dalam masa dasar dan umumnya disertai memilahan butir yang buruk. Cirilain dari jenis ini adalah butir sedimen yang diangkut tidak pernah menyentuh dasar aliran.

b) Bed load transport

Berdasarkan tipe gerakan media pembawanya, sedimen dapat dibagi menjadi:

- 1) Endapan arus traksi
- 2) Endapan arus pekat (*density current*) dan
- 3) Endapan suspensi.

4. Macam – Macam Angkutan Sedimen

Pembagian angkutan sedimen menurut sumber asalnya dapat di bedakan menjadi:

- 1) Muatan material dasar (*bed material transport*), dimana sumber asal material yaitu dari dasar. Angkutan ini ditentukan oleh keadaan dasar aliran angkutan bed material dapat berubah angkutan dasar maupun angkutan melayang tergantung dari jenis, ukuran dan keadaan materialnya.
- 2) Muatan bilas (*wash load*), angkutan partikel-partikel halus berupa lempung (*silt*) dan debu (*duts*) yang terbawah oleh aliran sungai. Partikel-partikel ini akan terbawah oleh aliran sungai sampai ke laut atau dapat juga terendapkan pada aliran tenang atau pada aliran yang tergenang. Sumber utama dari muatan bilas adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah daerah pengaliran sungai, hasil pelapukan ini akan terbawah oleh aliran permukaan atau angin kedalam sungai.

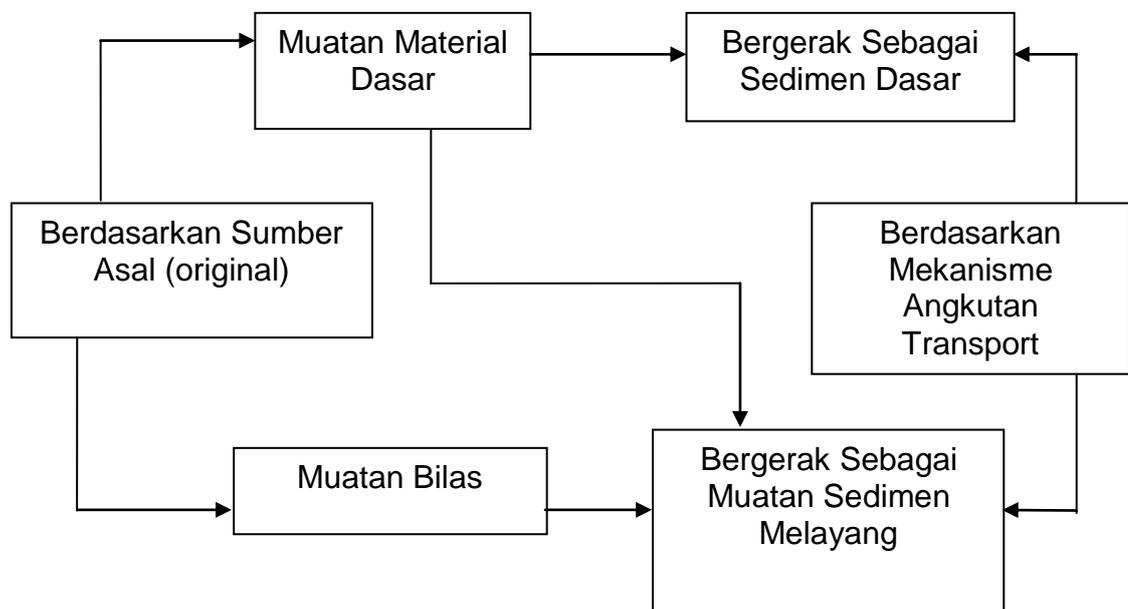
Sedangkan menurut mekanisme pengangkutan dapat dibedakan menjadi:

- 1) Muatan sedimen dasar (*bed load*), dimana gerakan dan perpindahan tanahnya selalu pada dasar saluran atau aliran dengan cara melompat (*jatuh*), berguling dan menggelinding. Akan tetapi partikel angkutan dasar ini lambat laun kemungkinan dapat berubah diri

menjadi angkutan melayang akibat percobaan-percobaan selama dalam pemindahannya.

- 2) Muatan sedimen melayang (*suspended load*), dimana perpindahan partikel-partikel tanahnya bergerak melayang-layang dalam air dan terbawah aliran air.

Secara skematis angkutan sedimen dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Skema angkutan Sedimen
Soewarno, 1991, *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung.

B. Material Pembentuk Dasar Sungai

Material yang digunakan dalam penelitian adalah material tidak berkoheesi (*non cohesive soil*). Dalam digunakan tipe gerusan pada air bersih (*clear water scour*) dan sedimen dasar yang bergerak sesuai dengan aliran yang direncanakan.

Persyaratan utama dalam suatu model dasar yang bergerak yaitu bahan dasar harus dapat bergerak (Yalin, 1972, Dake, 1982). Untuk menentukan bahan dasar bergerak dan tidak, dapat digunakan rumus Shields (syarat $\eta > \eta_c = 0,03$).

$$\frac{\rho_w U^2}{(\rho_s - \rho_w) ds} = \eta_c$$

Dengan Kecepatan geser butiran sebesar :

$$U^* = \sqrt{ghI}$$

Keterangan :

ds = diameter butiran (m)

g = percepatan gravitasi (m/dt)

h = kedalaman aliran (m)

I = kemiringan dasar saluran arah memanjang

ρ_s = rapat massa butiran (kg/m³)

ρ_w = rapat massa fluida (kg/m³)

U^* = kecepatan geser butiran (m/dt)

Apabila kecepatan geser kritis (U^*_c) dari partikel bahan dasar lebih besar dari kecepatan geser butiran (U^*), maka bahan dasar tersebut tidak bergerak. Bila terjadi sebaliknya, kecepatan geser kritis (U^*_c) dari partikel kecil dari pada kel lebih kecepatan geser butiran (U^*), maka dapat dipastikan bahwa bahan dasar tersebut bergerak.

C. Kerikil sungai

Kerikil merupakan batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ketempat llain oleh tenaga air. Air mengalir di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau bergeser di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah. Pengendapan yang terjadi di sungai disebut sedimen fluvial. Hasil pengendapan ini biasanya berupa batu giling, batu geser, pasir, kerikil dan lumpur yang menutupi dasar sungai.

Sungai yang mengalir dengan membawa berbagai jenis batuan akhirnya bermuara dilaut, sehingga dilaut akan terjadi proses pengendapan batuan yang paling besar. Berikut gambar contoh kerikil sungai.



Gambar 5 . Kerikil Sungai

1. Skala Wentworth

Skala Wentworth digunakan untuk klasifikasi material partikel agregat (Udden 1914, Wentworth 1992). Skala ini dipilih karenapembagian menampilkan pencerminan distribusi alami partikel sedimen.

Berikut adalah ukuran yang terdapat pada skala wentworth :

1. Gravel, terbagi atas 4 bagian yakni : bolders / bongkahan (> 256 mm), cobble / berangkal ($64 - 256$ mm), pebble / kerakal ($4 - 64$ mm), dan grit / granule / butiran ($2 - 4$ mm).
2. Sand, pasir sangat kasar ($1 - 2$ mm), pasir kasar ($1/2 - 1$ mm), pasir sedang ($1/4 - 1/2$ mm), pasir halus ($1/8 - 1/4$ mm), dan pasir sangat halus ($1/16 - 1/8$ mm).
3. Mud, terbagi atas 2 : silt/lanua ($1/256 - 1/16$ mm) dan clay/lempung ($< 1/256$ mm).

D. Saluran Terbuka

1. Pengertian Saluran Terbuka

Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan mekanika fluida (*fluid mechanics*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul di antara fluida dan pembatas (dinding). Telah diketahui secara umum bahwa akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal.

Berbagai permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat diselesaikan dengan analitis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat suatu saluran atau alat peraga,

bentuk saluran ini mempunyai bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensinya lebih kecil dari yang ada di lapangan.

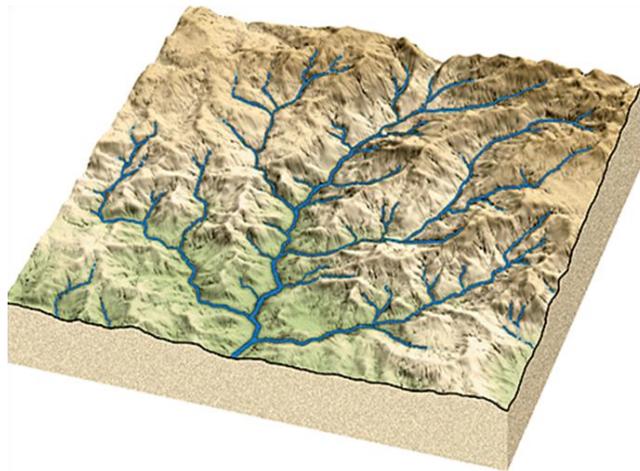
Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alamiah di bumi, dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Aliran air dibawah tanah dengan permukaan bebas juga dianggap sebagai saluran terbuka alamiah.

Saluran buatan adalah saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatnya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri dan sebagainya termasuk model saluran yang dibuat di laboratorium untuk keperluan penelitian. Sifat-sifat hidrolis saluran semacam ini dapat diatur menurut keinginan atau dirancang untuk memenuhi persyaratan tertentu. Oleh karena itu, penerapan teori hidrolis untuk saluran buatan dapat membuahkan hasil yang cukup sesuai dengan kondisi sesungguhnya, dengan demikian cukup teliti untuk keperluan perancangan praktis.

2. Pola aliran

Pola aliran merupakan hasil proses geomorfologi pada permukaan bumi dengan struktur geologi tertentu. Ada beberapa pola aliran sungai, antara lain sebagai berikut :

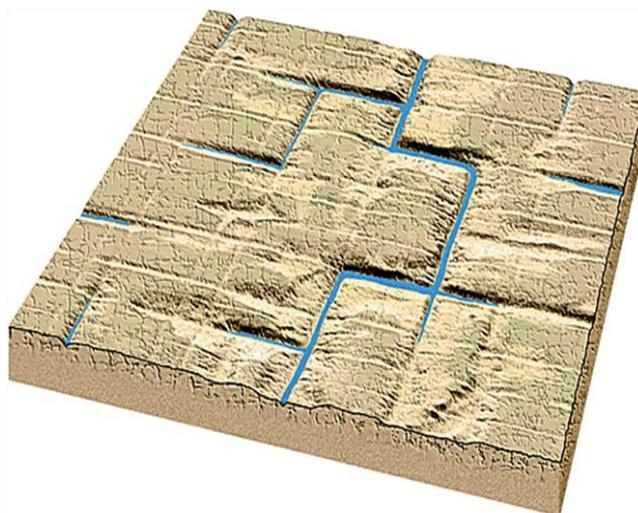
a) Pola aliran sungai dendritik



Gambar 6. P.A Dendritik

- Pola aliran dendritik memiliki bentuk yang tidak teratur
- Berkembang pada daerah dengan curah hujan tinggi serta tidak ada kenampakan struktur geologi yang dominan & komposisi batuan sama
- Bentuk pola aliran ini menyerupai percabangan pohon.

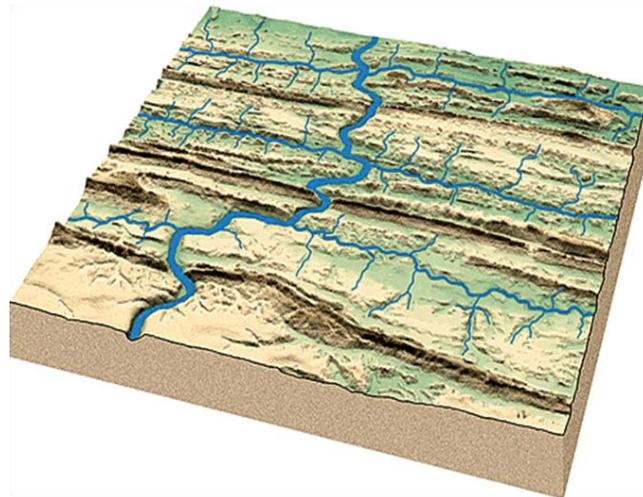
b) Pola aliran sungai rectangular



Gambar 7. P.A Rectangular

- Pola aliran ini terdapat pada daerah dengan struktur patahan (*fault*) atau mempunyai banyak retakan (*joint*)
- Pola aliran ini ditandai oleh pertemuan aliran sungai utama dengan anak sungai membentuk pola saling tegak lurus

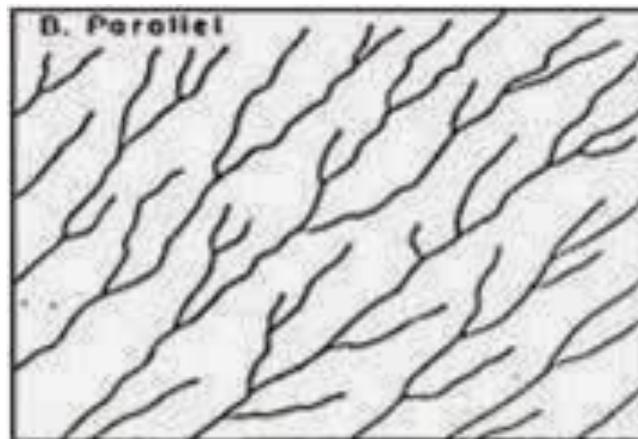
c) Pola aliran sungai trellis



Gambar 8. P.A Trellis

- Pola aliran ini berbentuk seperti teralis atau menyirip seperti daun
- Terdapat pada daerah dengan struktur lipatan, biasanya juga didukung oleh adanya patahan atau retakan
- Pola aliran ini terbentuk ketika lembah sempit berbatuan lunak dipisahkan oleh perbukitan paralel berbatuan resisten.

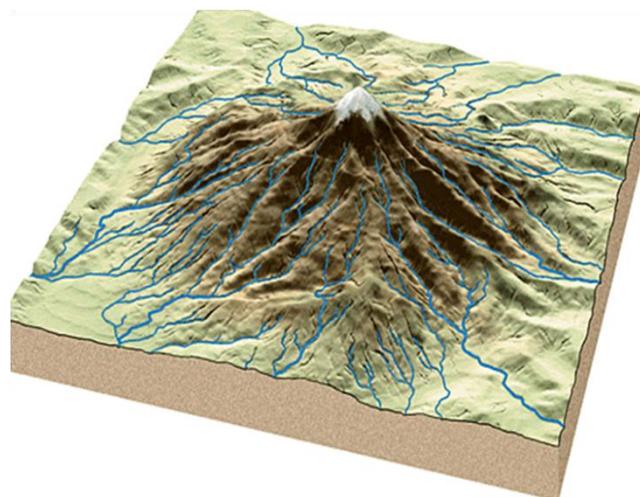
d) Pola aliran sungai paralel



Gambar 9. P.A Paralel

- Pola aliran ini memiliki arah yang saling sejajar, terkendali oleh proses dan struktur geologi
- Pola ini terbentuk pada daerah yang kemiringan lerengnya dapat menghambat kerja angin atau faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya pembengkokan alur.

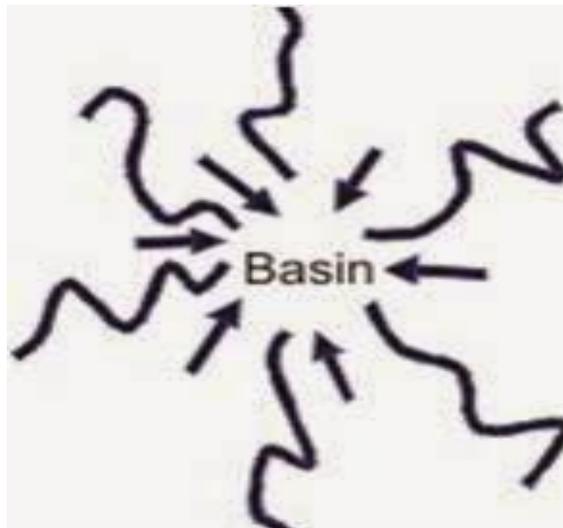
e) Pola aliran sungai radial sentrifugal



Gambar 10. P.A Radial Sentrifugal

- Pola aliran ini memiliki arah menyebar dari satu titik puncak ke segala arah,
- di jumpai pada daerah berbentuk kerucut

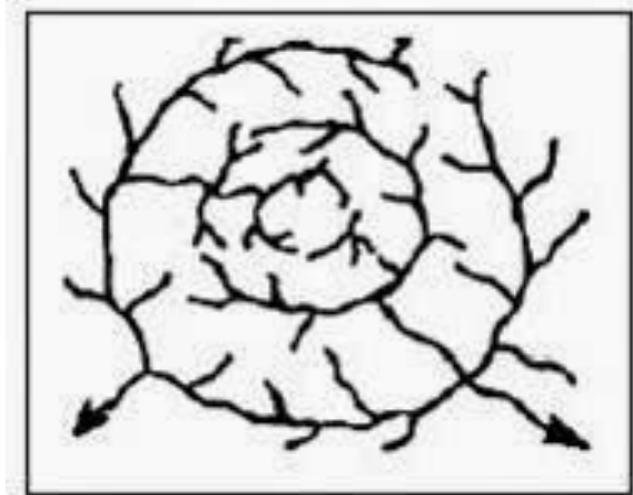
f) Pola aliran sungai radial sentripetal



Gambar 11. P.A Radial Sentripetal

- Pola aliran ini memiliki arah mengumpul/memusat ke satu titik pusat dengan elevasi terendah.
- Dijumpai pada daerah berbentuk cekungan/basin atau pada daerah bertopografi karst.

g) Pola aliran sungai annular



Gambar 12. P.A Annular

- Pola aliran ini hampir sama dengan pola aliran radial
- Tetapi pada pola aliran annular aliran yang menyebar tadi kemudian masuk ke sungai subsekuen
- Pola ini terbentuk pada daerah dengan struktur kubah/dome

3. Unsur-unsur Geometri Saluran

Unsur-unsur geometri saluran adalah sifat-sifat suatu saluran yang dapat diuraikan seluruhnya berdasarkan geometri penampang dan kedalaman aliran. Unsur-unsur ini sangat penting dan banyak sekali dipakai dalam perhitungan aliran.

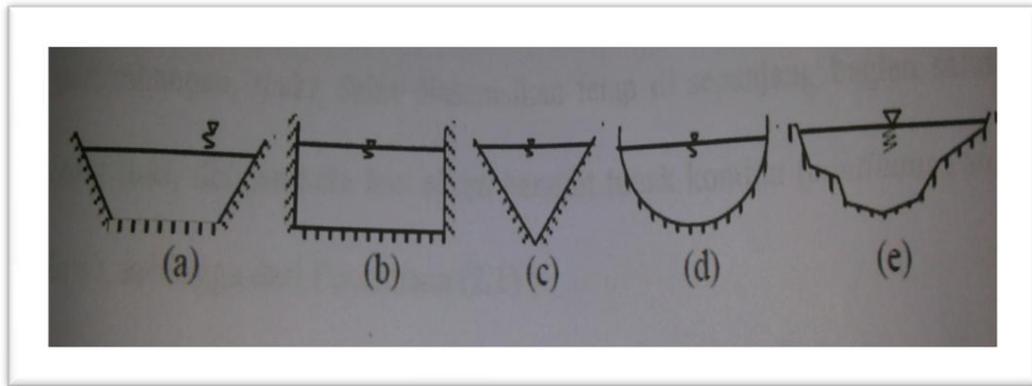
Untuk penampang biasa yang sederhana, geometri dapat dinyatakan secara matematik menurut kedalaman aliran dan dimensi lainnya dari penampang tersebut. Namun untuk penampang yang rumit dan penampang saluran alam, belum ada rumus tertentu untuk

menyatakan unsur-unsur tersebut, selain kurva-kurva yang menyatakan hubungan unsur-unsur ini dengan kedalaman aliran yang disiapkan untuk perhitungan hidrolis.

Penampang saluran buatan biasanya direncanakan berdasarkan bentuk geometris yang umum. Penampang saluran alam umumnya sangat tidak beraturan, biasanya bervariasi dari bentuk seperti parabola sampai trapesium. Istilah penampang saluran (*channel section*) adalah tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang vertikal saluran (*vertical channel section*) adalah penampang vertikal melalui titik terbawah atau terendah dari penampang. Oleh sebab itu pada saluran mendatar penampangnya selalu merupakan penampang vertikal.

4. Bentuk Saluran

Terdapat banyak bentuk penampang saluran terbuka antara lain penampang bentuk trapesium, penampang bentuk persegi panjang, penampang bentuk segitiga, penampang bentuk parit dangkal, dan penampang saluran alam yang tidak beraturan.



Gambar 13. Berbagai macam bentuk saluran terbuka (a)Trapesium,(b) Persegi, (c) Segitiga, (d) Setengah lingkaran, (e)Tak beraturan (sumber: Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 1/th XII/2007)

E. Karakteristik Aliran

Kondisi biofisik setiap saluran terbuka memiliki karakter yang berbeda yang mencerminkan tingkat kepekaan dan potensi suatu saluran. Pengumpulan data fisik dengan mencatat beberapa faktor yang dominan pada suatu wilayah akan mencerminkan karakteristik suatu saluran.

Karakteristik aliran adalah gambaran spesifik mengenai aliran yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia.

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran dalam saluran terbuka, dan dapat pula berupa aliran dalam pipa. Kedua jenis aliran tersebut memiliki prinsip yang sangat berbeda. Aliran melalui saluran terbuka adalah aliran yang memiliki permukaan bebas sehingga memiliki tekanan udara walaupun berada dalam saluran tertutup. Adapun aliran dalam pipa merupakan aliran yang tidak memiliki permukaan bebas, karena aliran air mengisi saluran secara terus menerus, sehingga tidak

dipengaruhi oleh tekanan udara dan hanya dipengaruhi oleh tekanan hidrostatis, Karakteristik aliran terdiri dari :

1. Tipe Aliran

Mengkaji suatu aliran pada saluran terbuka, haruslah dipahami tentang sifat dan jenis aliran itu sendiri. Adapun tipe aliran pada saluran terbuka yakni dipengaruhi oleh adanya suatu permukaan bebas yang berkaitan langsung dengan parameter-parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradient serta geometri saluran.

Aliran saluran terbuka dapat digolongkan berdasarkan pada berbagai kriteria, salah satu kriteria utama adalah perubahan kedalaman aliran (h) terhadap waktu (t) dan terhadap tempat (s).

- 1) Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Waktu yaitu:
 - a) Aliran Tetap/mantap (*Steady Flow*) yaitu aliran di mana kedalaman air (h) tidak berubah menurut waktu atau dianggap tetap dalam suatu interval waktu, dengan demikian kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu dan segala variabel disepanjang saluran sama.
 - b) Aliran tidak tetap/Tidak Mantap (*Unsteady Flow*) yaitu apabila kedalaman air (h) berubah menurut waktu demikian pula kecepatannya berubah menurut waktu. Aliran ini terbagi dua yaitu: Aliran seragam tidak tetap (*unsteady uniform flow*) dan aliran tidak tetap dan berubah-ubah (*unsteady varied flow*). Aliran ini hampir tidak pernah terjadi.

- c) Aliran Seragam (*uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas, debit, konstan disepanjang saluran sama.
 - d) Aliran tidak seragam (*un-uniform Flow*) yaitu aliran berubah-ubah (*varied flow*) disepanjang saluran terhadap kedalaman, luas, dan debit, Yang terdiri dari: Aliran tetap berubah lambat laun (*gradually varied flow*) dan Aliran tetap berubah dengan cepat (*rapidle varied flow*).
- 2) Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Tempat yaitu:
- a) Aliran seragam (*uniform flow*) yaitu: aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit konstan disepanjang saluran sama. Aliran ini terbagi dua yaitu:
 1. Aliran seragam tetap (*steady uniform flow*) yaitu aliran seragam yang tidak berubah terhadap waktu.
 2. Aliran seragam tidak tetap (*unsteady uniform flow*) yaitu aliran yang dapat pula berubah terhadap waktu apabila fruktiasi muka air terjadi dari waktu ke waktu namun tetap paralel dengan dasar saluran.
 - b) Aliran Tidak seragam (*non uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit berubah di sepanjang saluran. Aliran ini disebut juga aliran berubah-ubah (*varied flow*) yaitu; Aliran berubah lambat laun (*gradually varied flow*) dan Aliran berubah dengan cepat.

2. Sifat-sifat Aliran

Sifat-sifat aliran saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh adanya Pengaruh kekentalan (*viscositas*) dan pengaruh gravitasi dalam perbandingannya dengan gaya-gaya kelembaman (*inersia*) dari aliran. Tegangan permukaan sebenarnya juga dapat berpengaruh pada sifat-sifat aliran, namun dalam kebanyakan aliran tegangan permukaan tidak memegang peranan penting, oleh karena itu tidak diperhitungkan. Selanjutnya apabila perbandingan antara pengaruh gaya-gaya kelembapan dengan gaya-gaya kekentalan yang dipertimbangkan maka aliran dapat dibedakan menjadi: aliran laminar, dan aliran turbulen serta aliran transisi. Parameter yang dipakai sebagai dasar untuk membedakan sifat aliran tersebut adalah suatu parameter tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Reynold (Re) yaitu: perbandingan (*ratio*) dari gaya kelembapan (*inersia*) terhadap gaya-gaya kekentalan (*viscositas*) persatuan volume.

- 1) Sifat-sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembapan dengan gaya kekentalan yaitu:
 - a) Aliran Laminar yaitu suatu aliran dimana gaya-gaya kekentalan relatif lebih besar dibanding dengan gaya kelembapan sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap sifat aliran. Pada aliran ini partikel cairan seolah-olah bergerak secara teratur menurut lintasan tertentu.

- b) Aliran Turbulen yaitu apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran-butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar, tidak tetap, walaupun butiran bergerak maju dalam kesatuan aliran secara keseluruhan.
- c) Aliran Transisi yaitu Aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relatif terhadap kecepatan.

Pengaruh kekentalan terhadap kelembaban dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold. Reynold menerapkan analisa dimensi pada hasil percobaannya dan menyimpulkan bahwa perubahan dari aliran laminar ke aliran turbulen terjadi suatu harga yang dikenal dengan angka Reynold (Re). Angka ini menyakatan perbandingan antara gaya-gaya kelembaban dengan gaya-gaya kekentalan yaitu :

$$Re = \frac{\tilde{v}R}{\mu}$$

Dimana :

Re = Angka Reynold

\tilde{v} = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

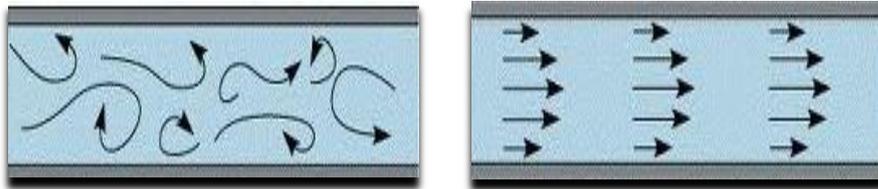
μ = kekentalan (*viscositas*) kinematik cairan (m^2/det)

Kemudian dari berbagai percobaan disimpulkan bahwa untuk saluran terbuka :

$Re < 500$ aliran laminar

$500 < Re < 12.500$ aliran transisi

$Re > 12.500$ aliran turbulen



a) Turbulen

b) Laminer

Gambar 14. Aliran turbulen dan Laminer

2) Sifat-sifat aliran berdasarkan Perbandingan gaya kelembapan dengan gaya Gravitasi.

- a) Aliran super kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan gelombangnya.
- b) Aliran kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.
- c) Aliran subkritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih kecil dari pada kecepatan gelombangnya.

Parameter yang membedakan ketiga aliran tersebut adalah parameter yang tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Froude (Fr) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembapan dan gaya gravitasi, dirumuskan dengan

$$Fr = \frac{\tilde{v}}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Dimana:

Fr = Angka Froude

\tilde{v} = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

h = Kedalaman aliran (m)

g = Gaya Gravitasi (m/det²)

Sehingga :

- a) Aliran bersifat Kritis apabila $Fr = 1$, dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang.
- b) Aliran bersifat subkritis apabila $Fr < 1$, dimana kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan rambat gelombang.
- c) Aliran bersifat superkritis apabila $Fr > 1$, dimana kecepatan aliran lebih besar dari pada kecepatan rambat gelombang.

F. Model Fisik

1. Hukum Dasar Model

Hukum dasar permodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali skala atau fenomena yang ada di prototipe dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi di model akan sebangun (mirip) dengan yang ada di prototipe. Kesebangunan yang

dimaksud adalah berupa sebangun geometrik, sebangun kinematik dan sebangun dinamik (nur Yuwono, 1996).

Hubungan antara model dan prototipe diturunkan dengan skala, untuk masing-masing parameter mempunyai skala tersendiri dan besarnya tidak sama. Skala dapat didefinisikan sebagai rasio antara nilai yang ada di prototipe dengan nilai parameter tersebut pada model.

Dalam desain suatu bangunan yang besar, khususnya bangunan air, pembuatan model sangat diperlukan, hal ini disebabkan :

1. Dalam perencanaan dibuat asumsi untuk menyederhanakan masalah, tetapi prakteknya tidak semua asumsi sesuai dengan perkiraan awal. Permodelan dapat mengkaji sejauh mana penyimpangan yang terjadi dan solusi alternatif yang dapat diambil.
2. Tidak semua masalah hidraulik dapat dengan mudah dipecahkan secara matematis, sehingga pembuatan model diharapkan dapat mempermudah memecahkan masalah.
3. Pelaksanaan prototipe biasanya mahal, untuk menghindari kesalahan dalam pelaksanaan dan mengkaji perilaku hidraulik sebelum pelaksanaan konstruksi pembuatan model fisik sangat penting, juga guna menghemat biaya.
4. Mencari kemungkinan terjadinya suatu gangguan yang mungkin terjadi dalam pengoperasian prototipe.
5. Mengkoreksi dimensi yang ada, yang tidak mungkin dilakukan dalam perencanaan pekerjaan, sehingga dapat terhindari terjadinya erosi.

Dalam hal perencanaan model hidraulik perlu dipertimbangkan beberapa hal antara lain : (Nur Yuswantoro, 1991),

- 1 Hubungan antara skala parameter (hukum skala dan kriteria sebangun)
- 2 Tujuan model (untuk menentukan kriteria sebangun yang akan dipakai dalam penentuan skala)
- 3 Kriteria/keseksamaan terhadap parameter fenomena yang ada di prototipe (perlu diperhitungkan skala efek)
- 4 Fasilitas dilaboratorium (pompa, alat ukur, ruangan dan lainnya)

2. Kesebangunan (similaritas)

Perpindahan besaran yang ada pada prototipe ke dalam besaran yang ada pada model, harus diperhatikan terhadap kesebangunan (similaritas) antara model dengan prototipe.

Adapun beberapa bentuk kesebangunan model fisik meliputi :

a. Kesebangunan geometrik

Sebangun geometrik adalah suatu kesebangunan dimana bentuk yang ada di model sama dengan bentuk prototipe tetapi ukuran bisa berbeda. Perbandingan antara semua ukuran panjang antara model dan prototipe adalah sama. Ada dua macam kesebangunan geometrik, yaitu sebangun geometrik sempurna (tanpa distorsi) dan sebangun geometrik dengan distorsi (distorted). Pada sebangun geometrik sempurna skala panjang arah horizontal (skala panjang) dan skala panjang arah vertikal

(skala tinggi) adalah sama, sedangkan pada distorted model skala panjang dan skala tinggi tidak sama. Jika memungkinkan skala yang dibuat tanpa distorsi, namun jika terpaksa, maka skala dapat dibuat distorsi. Sebangun geometrik dapat dinyatakan dalam bentuk

$$n_L = \frac{L_p}{L_m}$$

$$n_L = \frac{H_p}{H_m}$$

Dengan : n_L = skala panjang

n_h = skala tinggi

L_p = ukuran panjang prototipe

L_m = ukuran panjang model

H_p = ukuran tinggi pada prototipe

H_m = ukuran tinggi pada model

b. Kesebangunan kinetik

Kesebangunan kinetik adalah kesebangunan yang memenuhi kriteria sebangun geometrik dan perbandingan kecepatan dan percepatan aliran di dua titik pada model dan prototipe pada arah yang sama adalah sama besar. Pada model tanpa distorsi, perbandingan kecepatan dan percepatan pada semua arah adalah sama, sedangkan pada model dengan distorsi perbandingan yang sama hanya pada arah tertentu saja, yaitu pada arah vertikal atau horizontal. Oleh sebab itu, pada permasalahan yang menyangkut tiga dimensi sebaiknya tidak

menggunakan distorted model. Skala kecepatan diberi notasi n_u , skala percepatan n_a , dan skala waktu n_T didefinisikan sebagai berikut :

$$n_u = \frac{U_p}{U_m} = \frac{nl}{nt}$$

$$n_a = \frac{ap}{am} = \frac{nl}{nt^2}$$

$$n_Q = \frac{Q_p}{Q_m} = \frac{nl^3}{nT}$$

$$n_T = \frac{T_p}{T_m}$$

c. Kesebangunan dinamik

Jika prototipe dan model sebangun geometrik dan kinetik, gaya-gaya yang bersangkutan pada model dan prototipe untuk seluruh pengaliran mempunyai perbandingan yang sama dan bekerja pada arah yang sama, maka dikatakan sebagai sebangun dinamik.

Sebangun dinamik dapat di definisikan sebagai berikut :

$$n_F = \frac{F_p}{F_m}$$

Dimana : n_F = skala gaya

F_p = ukuran gaya pada prototipe

F_m = ukuran gaya pada model

3. Model Terdistorsi

Untuk pengerjaan yang besar seperti sungai maupun bendungan pembuatan model dapat dilakukan dengan besaran yang tidak benar dengan prototipenya. Hal ini agar ruang dan biaya yang diinginkan menjadi lebih kecil. Tetapi dapat menyebabkan diperolehnya kedalaman air hanya beberapa milimeter saja, demikian juga untuk kekasaran permukaan sehingga dapat menyebabkan kondisi terbuka tidak akan tercapai. Selain itu dapat menyulitkan dalam pencatatan hasil percobaan karena besarannya terlalu kecil. Untuk itu dengan menggunakan skala tradisional, yaitu model dimana skala dimensi vertikal tidak sama dengan skala dimensi horizontal.

Dalam pembuatan model tradisional dikenal apa yang dinamakan faktor distorsi "n" yang menyatakan hubungan antara skala horizontal terhadap vertikal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar dengan rencana waktu penelitian selama 4 bulan yaitu dimulai bulan Januari sampai dengan bulan maret, dimana pada bulan pertama yakni pada bulan mei – agustus merupakan kajian literatur dan pembuatan saluran, pada bulan selanjutnya yakni bulan agustus - oktober adalah percobaan model, pengambilan data dan pengelolaan data.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, di mana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk pembandingan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu:

- 1) Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
- 2) Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada.
- 3) Berbagai bentuk referensi yang berkaitan dengan penelitian sedimen pada saluran terbuka.

C. Alat dan Bahan Penelitian

Untuk melaksanakan proses eksperimental atau permodelan fisik, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Flume, dengan panjang saluran 12 m, lebar 100 cm, tinggi 30 cm, yang telah dibentuk kontur dasar sungai didalamnya.



Gambar 15. Desain Flume

2. Current meter untuk mengukur kecepatan air.
3. Stopwatch untuk mengukur waktu yang digunakan dalam pengukuran debit aliran.
4. Mistar taraf untuk mengukur ketinggian muka air.
5. Pompa
6. Kamera foto dan video yang digunakan untuk melihat pola pengaliran sungai dan pola penyebaran sedimen yang terjadi pada pengujian.
7. Tabel data untuk mencatat data-data yang diukur dan alat tulis.
8. Komputer, printer dan scanner digunakan untuk membantu dalam menganalisa data.
9. Air
10. Butiran sedimen

D. Variabel yang digunakan

Sesuai tujuan penelitian ini pengujian model hidraulik dilaksanakan pada model saluran terbuka (flume), dengan kajian pada bagian hilir sungai yang mengacu pada rancangan yang telah disetujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Variabel yang akan digunakan adalah :

1. Variabel bebas :
 - a) Tinggi muka air (h)
 - b) Kecepatan aliran (v)
 - c) Waktu (t)

2. Variabel tidak bebas:

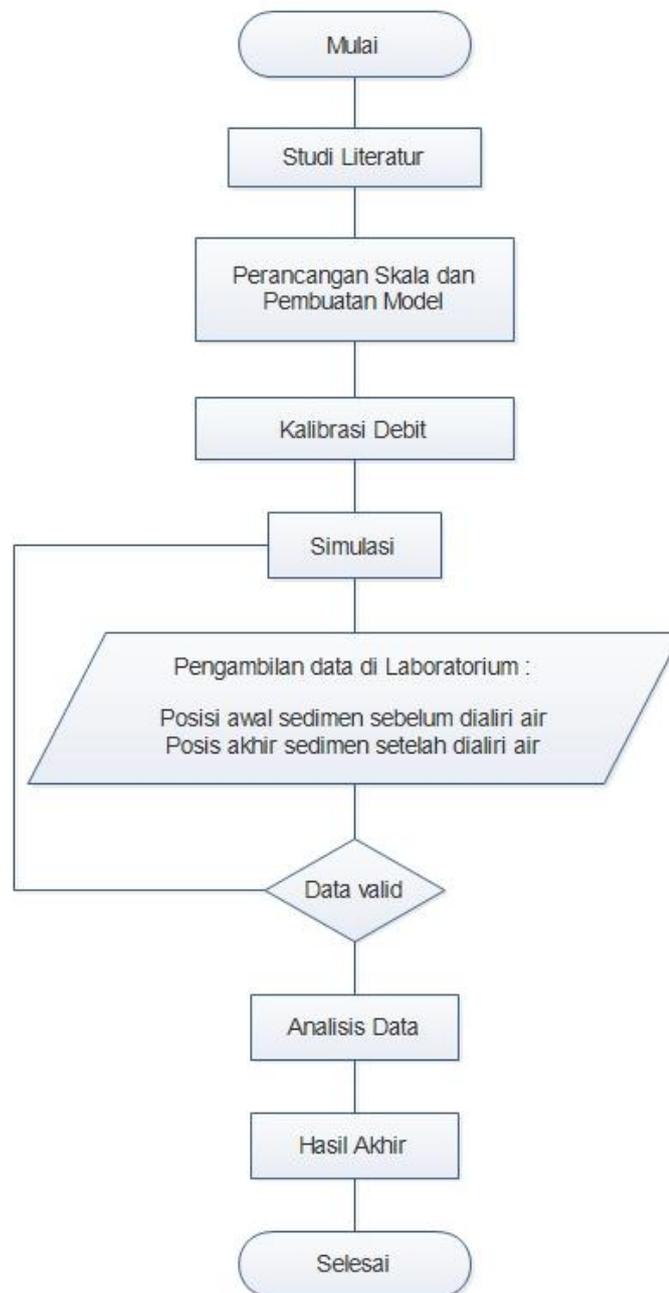
- a) Debit (Q)
- b) Froude (fr)
- c) Reynold (re)

E. Langkah-langkah Penelitian dan Pengambilan Data

Garis besar prosedur penelitian dan pengambilan data adalah sebagai berikut:

- 1) Membuat model Flume, dengan panjang saluran 12 m, lebar 100 cm, tinggi 30 cm, yang telah dibentuk kontur dasar sungai didalamnya.
- 2) Membersihkan dan mengeringkan saluran.
- 3) Melakukan kalibrasi debit laboratorium dan menentukan debit rencana,
- 4) Menempatkan material angkutan (sedimen dasar)
- 5) Melakukan running sesuai waktu aliran rencana,
- 6) Mematikan pompa agar aliran air di flume berhenti,
- 7) Melakukan pengamatan terhadap perpindahan posisi material angkutan,
- 8) Mengulang prosedur 2 – 7 untuk berbagai variasi lainnya yang telah ditentukan.

F. Flow Chart Penelitian



Gambar 16. Bagan Alir Penelitian

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

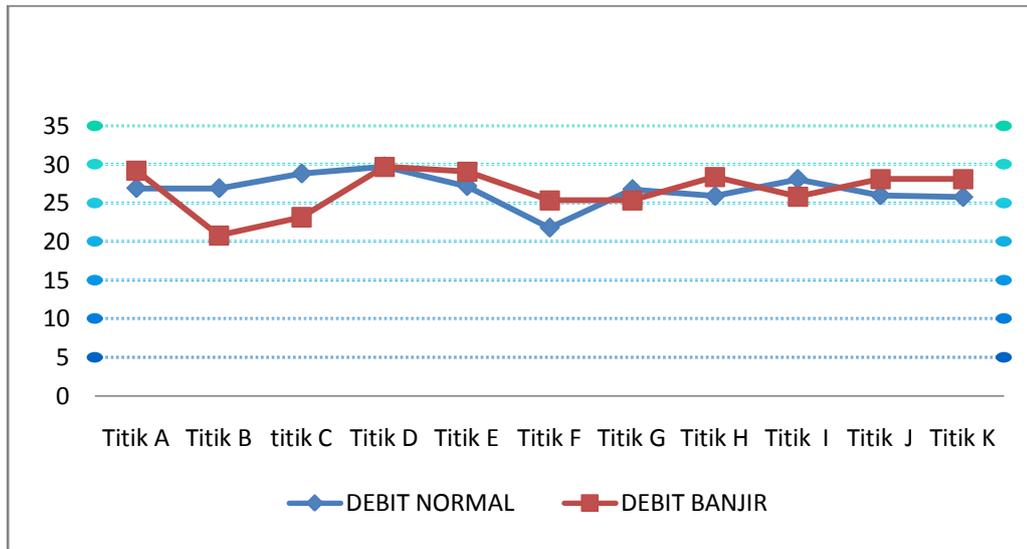
A. Kecepatan Aliran

Untuk mengetahui kecepatan aliran, ada beberapa cara yang bisa kita lakukan. Namun dalam hal ini kami melakukan untuk menentukan kecepatan aliran dengan menggunakan *Current meter*. Berikut hasil perhitungan kecepatan dalam penelitian dapat dilihat pada table.

Tabel 2. Hasil Perhitungan kecepatan aliran tanpa sedimen menggunakan *Current meter*

POSISI	KONDISI	
	DEBIT NORMAL (Q_1)	DEBIT BANJIR (Q_2)
Titik A	26.922	29.202
Titik B	26.904	20.813
titik C	28.805	23.189
Titik D	29.715	29.703
Titik E	27.183	29.055
Titik F	21.809	25.391
Titik G	26.770	25.367
Titik H	25.901	28.409
Titik I	28.094	25.874
Titik J	25.982	28.140
Titik K	25.763	28.089

Sumber: Hasil Perhitungan.

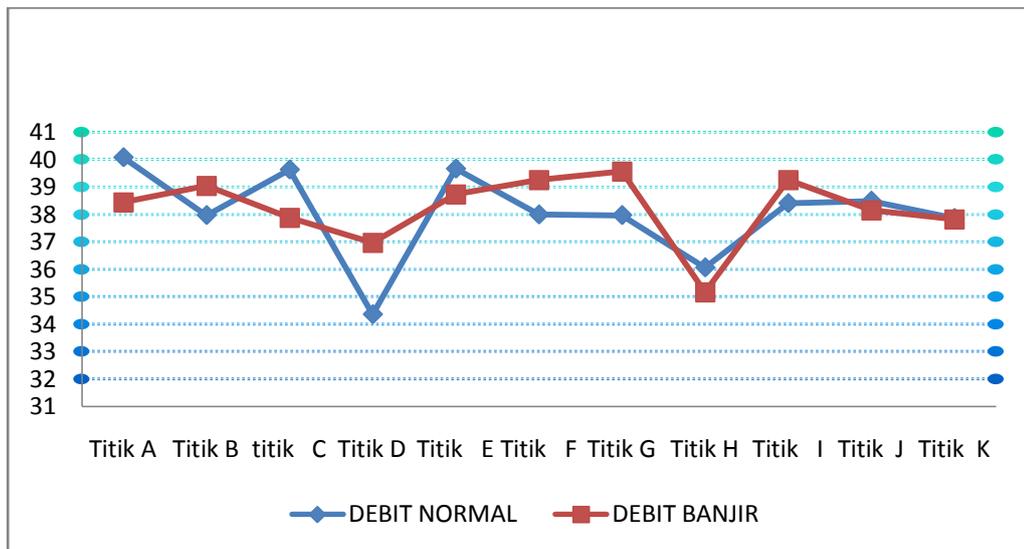


Gambar 17. kecepatan aliran debit banjir dan debit normal tanpa adanya sedimen pada saluran terbuka

Tabel 3. Hasil Perhitungan kecepatan aliran dengan sedimen menggunakan *Current meter*

POSISI	KONDISI	
	DEBIT NORMAL	DEBIT BANJIR
Titik A	40.081	38.438
Titik B	37.974	39.052
titik C	39.634	37.887
Titik D	34.360	36.968
Titik E	39.667	38.727
Titik F	37.996	39.260
Titik G	37.973	39.569
Titik H	36.067	35.167
Titik I	38.409	39.267
Titik J	38.497	38.153
Titik K	37.865	37.832

Sumber: HasilPerhitungan.



Gambar 18. kecepatan aliran debit banjir dan debit normal dengan adanya sedimen pada saluran terbuka

Dari hasil analisa untuk menghitung kecepatan aliran tanpa sedimen dengan perbandingan debit normal dan debit banjir, dapat di ketahui bahwa, semakin cepat kecepatannya maka semakin besar pula debit airnya hal ini terlihat pada grafik diatas.

B. Pola Aliran

1. Perhitungan Bilangan Froude (Fr)

Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran dapat dijabarkan berdasarkan dengan bilangan Froude (Fr), sebagai berikut :

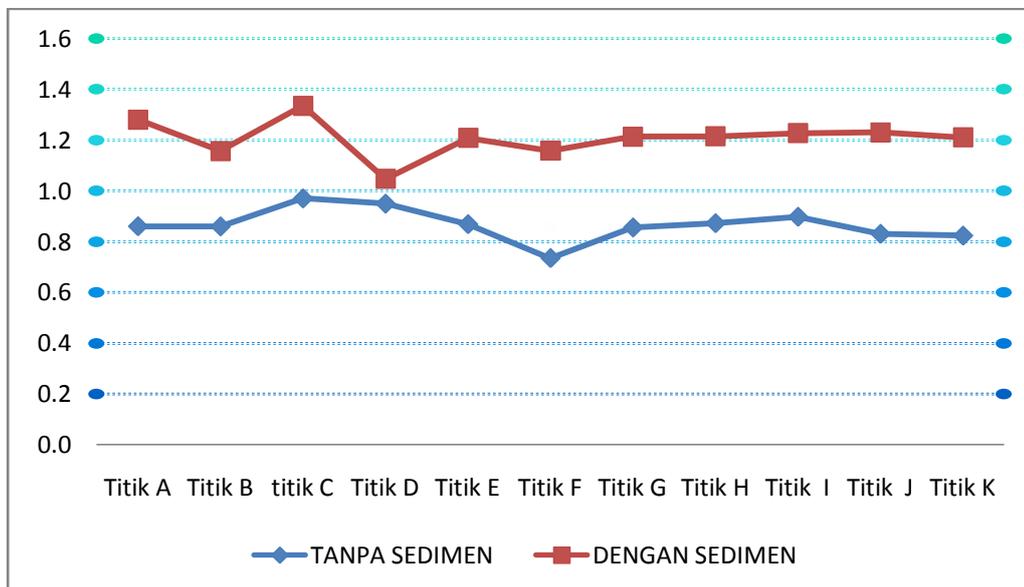
$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

Hasil perhitungan bilangan Froude pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat di lihat pada table berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan bilangan Froude Debit Normal tanpa sedimen dan dengan Sedimen

TITIK	TANPA SEDIMEN				DENGAN SEDIMEN			
	V	h	Fr	KET.	V	h	Fr	KET.
Titik A	0.269	0.01	0.9	Subkritis	0.401	0.01	1.3	superkritis
Titik B	0.269	0.01	0.9	Subkritis	0.380	0.011	1.2	superkritis
titik C	0.288	0.009	1.0	Kritis	0.396	0.009	1.3	superkritis
Titik D	0.297	0.01	0.9	Subkritis	0.344	0.011	1.0	Kritis
Titik E	0.272	0.01	0.9	Subkritis	0.397	0.011	1.2	superkritis
Titik F	0.218	0.009	0.7	Subkritis	0.380	0.011	1.2	superkritis
Titik G	0.268	0.01	0.9	Subkritis	0.380	0.01	1.2	superkritis
Titik H	0.259	0.009	0.9	Subkritis	0.361	0.009	1.2	superkritis
Titik I	0.281	0.01	0.9	Subkritis	0.384	0.01	1.2	superkritis
Titik J	0.260	0.01	0.8	Subkritis	0.385	0.01	1.2	superkritis
Titik K	0.258	0.01	0.8	Subkritis	0.379	0.01	1.2	superkritis

Sumber: HasilPerhitungan.



Gambar 19. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Froude dalam kondisi Normal dengan perbandingan tanpa Sedimen dan dengan Sedimen.

Dari hasil analisa untuk bilangan Froude pada kondisi debit normal dengan perbandingan tanpa Sedimen dan dengan Sedimen dapat di

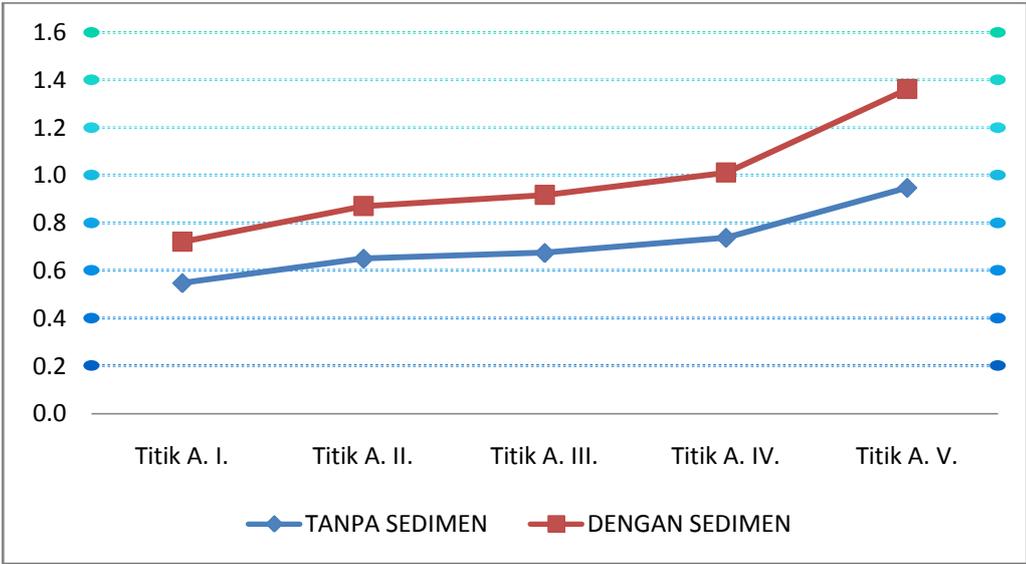
ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude, semakin cepat kecepatan alirannya maka semakin besar pula bilangan Froudenya hal ini terlihat pada grafik diatas.

Tabel. 5 Hasil Perhitungan bilangan Froude Debit Banjir tanpa Sedimen dan dengan Sedimen

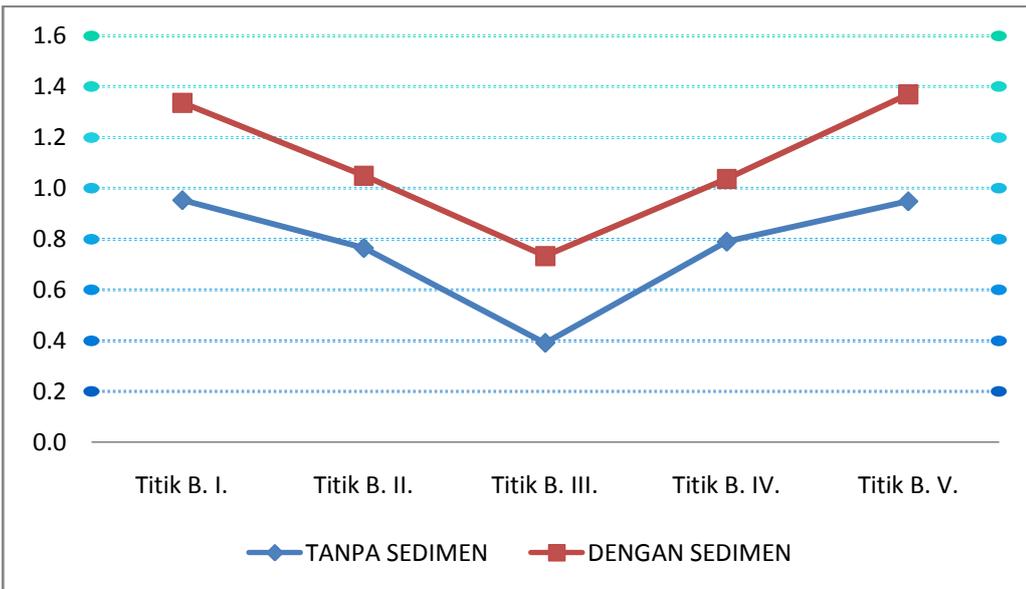
TITIK	TANPA SEDIMEN				DENGAN SEDIMEN			
	V	h	Fr	KET.	V	h	Fr	KET.
Titik A. I.	0.292	0.029	0.5	Subkritis	0.384	0.029	0.7	Subkritis
Titik A. II.	0.273	0.018	0.6	Subkritis	0.366	0.018	0.9	Subkritis
Titik A. III.	0.283	0.018	0.7	Subkritis	0.386	0.018	0.9	Subkritis
Titik A. IV.	0.263	0.013	0.7	Subkritis	0.361	0.013	1.0	Kritis
Titik A. V.	0.266	0.008	0.9	Subkritis	0.381	0.008	1.4	Superkritis
Titik B. I.	0.267	0.008	1.0	Kritis	0.374	0.008	1.3	Superkritis
Titik B. II.	0.273	0.013	0.8	Subkritis	0.374	0.013	1.0	Kritis
Titik B. III.	0.208	0.029	0.4	Subkritis	0.391	0.029	0.7	Subkritis
Titik B. IV.	0.282	0.013	0.8	Subkritis	0.370	0.013	1.0	Kritis
Titik B. V.	0.266	0.008	0.9	Subkritis	0.384	0.008	1.4	Superkritis
Titik C. I.	0.272	0.008	1.0	Kritis	0.364	0.008	1.3	Superkritis
Titik C. II.	0.275	0.008	1.0	Kritis	0.367	0.008	1.3	Superkritis
Titik C. III.	0.265	0.013	0.7	Subkritis	0.381	0.013	1.1	Superkritis
Titik C. IV.	0.232	0.029	0.4	Subkritis	0.379	0.029	0.7	Subkritis
Titik C. V.	0.279	0.013	0.8	Subkritis	0.374	0.013	1.0	Kritis
Titik D. I.	0.284	0.008	1.0	Kritis	0.364	0.008	1.3	Superkritis
Titik D. II.	0.283	0.008	1.0	Kritis	0.360	0.008	1.3	Superkritis
Titik D. III.	0.277	0.013	0.8	Subkritis	0.343	0.013	1.0	Kritis
Titik D. IV.	0.283	0.020	0.6	Subkritis	0.375	0.020	0.8	Subkritis
Titik D. V.	0.297	0.029	0.6	Subkritis	0.370	0.029	0.7	Subkritis
Titik E. I.	0.284	0.013	0.8	Subkritis	0.374	0.013	1.0	Kritis
Titik E. II.	0.274	0.008	1.0	Kritis	0.386	0.008	1.4	Superkritis
Titik E. III.	0.268	0.013	0.8	Subkritis	0.390	0.013	1.1	Superkritis
Titik E. IV.	0.281	0.020	0.6	Subkritis	0.385	0.020	0.9	Subkritis
Titik E. V.	0.291	0.029	0.5	Subkritis	0.387	0.029	0.7	Subkritis
Titik F. I.	0.278	0.008	1.0	Kritis	0.375	0.008	1.3	Superkritis
Titik F. II.	0.286	0.013	0.8	Subkritis	0.346	0.013	1.0	Kritis
Titik F. III.	0.254	0.029	0.5	Subkritis	0.393	0.029	0.7	Subkritis

Titik F. IV.	0.285	0.013	0.8	Subkritis	0.378	0.013	1.1	Superkritis
Titik F. V.	0.288	0.008	1.0	Kritis	0.369	0.008	1.3	Superkritis
Titik G. I.	0.283	0.008	1.0	Kritis	0.345	0.008	1.2	Superkritis
Titik G. II.	0.254	0.029	0.5	Subkritis	0.396	0.029	0.7	Subkritis
Titik G. III.	0.268	0.013	0.7	Subkritis	0.377	0.013	1.1	Superkritis
Titik G. IV.	0.279	0.013	0.8	Subkritis	0.380	0.013	1.1	Superkritis
Titik G. V.	0.283	0.008	1.0	Kritis	0.365	0.008	1.3	Superkritis
Titik H. I.	0.284	0.029	0.5	Subkritis	0.352	0.029	0.7	Subkritis
Titik H. II.	0.292	0.020	0.7	Subkritis	0.375	0.020	0.8	Subkritis
Titik H. III.	0.296	0.013	0.8	Subkritis	0.383	0.013	1.1	Superkritis
Titik H. IV.	0.281	0.013	0.8	Subkritis	0.339	0.013	0.9	Subkritis
Titik H. V.	0.247	0.008	0.9	Subkritis	0.387	0.008	1.4	Superkritis
Titik I. I.	0.291	0.008	1.0	Kritis	0.391	0.008	1.4	Superkritis
Titik I. II.	0.259	0.029	0.5	Subkritis	0.393	0.029	0.7	Subkritis
Titik I. III.	0.286	0.013	0.8	Subkritis	0.359	0.013	1.0	Kritis
Titik I. IV.	0.267	0.013	0.7	Subkritis	0.358	0.013	1.0	Kritis
Titik I. V.	0.253	0.008	0.9	Subkritis	0.380	0.008	1.4	Superkritis
Titik J. I.	0.295	0.008	1.1	Superkritis	0.388	0.008	1.4	Superkritis
Titik J. II.	0.289	0.013	0.8	Subkritis	0.366	0.013	1.0	Kritis
Titik J. III.	0.281	0.029	0.5	Subkritis	0.382	0.029	0.7	Subkritis
Titik J. IV.	0.278	0.013	0.8	Subkritis	0.375	0.013	1.0	Kritis
Titik J. V.	0.238	0.008	0.8	Subkritis	0.391	0.008	1.4	Superkritis
Titik K. I.	0.272	0.009	0.9	Subkritis	0.390	0.009	1.3	Superkritis
Titik K. II.	0.284	0.013	0.8	Subkritis	0.364	0.013	1.0	Kritis
Titik K. III.	0.280	0.013	0.8	Subkritis	0.371	0.013	1.0	Kritis
Titik K. IV.	0.281	0.029	0.5	Subkritis	0.378	0.029	0.7	Subkritis
Titik K. V.	0.293	0.09	0.3	Subkritis	0.372	0.09	0.4	Subkritis

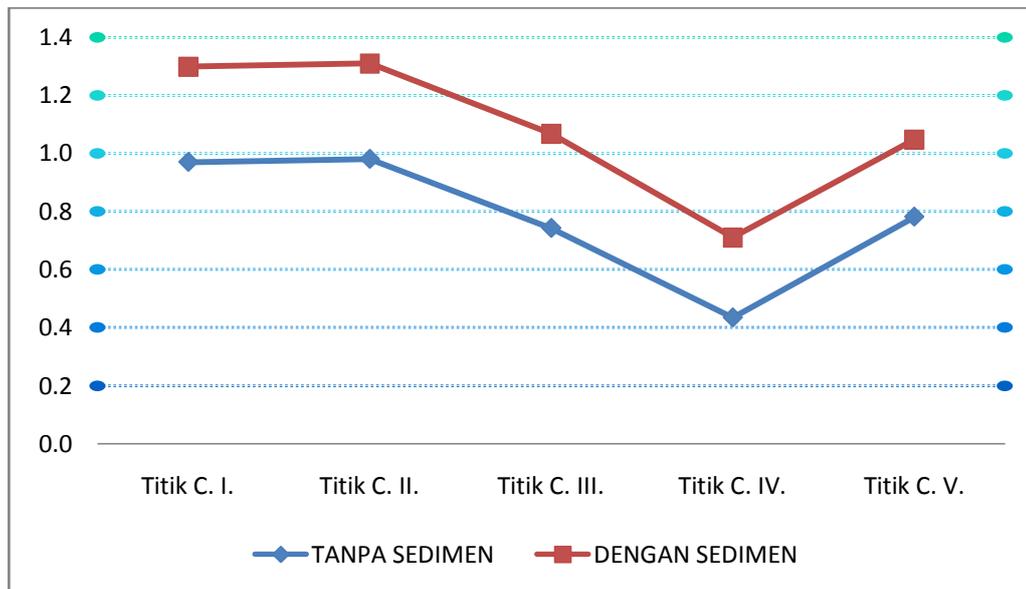
Dari table di atas , terbagi dari 11 bagian . di mana grafiknya dapat dilihat pada gambar berikut.



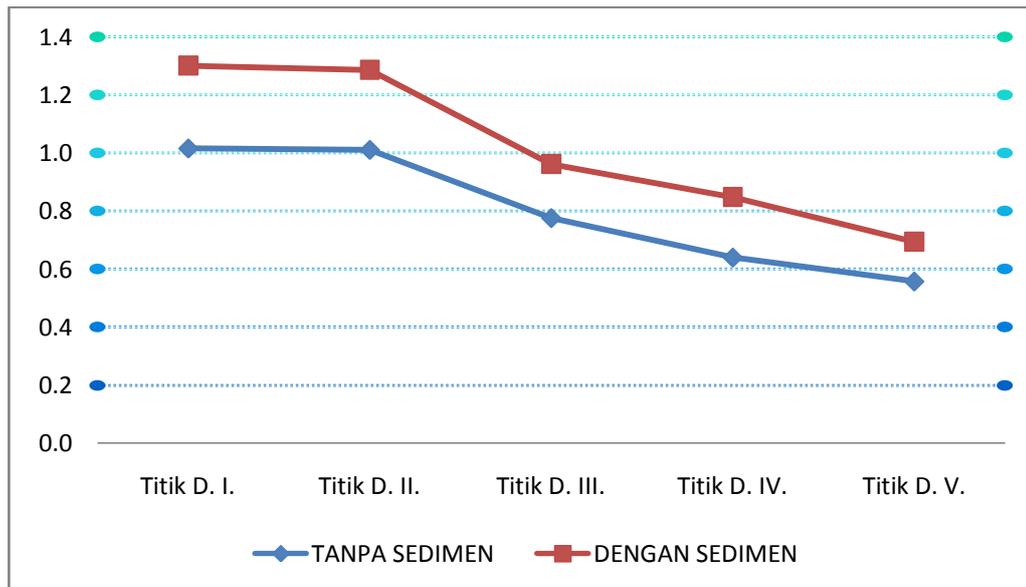
Gambar 20. kondisi debit banjir titik A



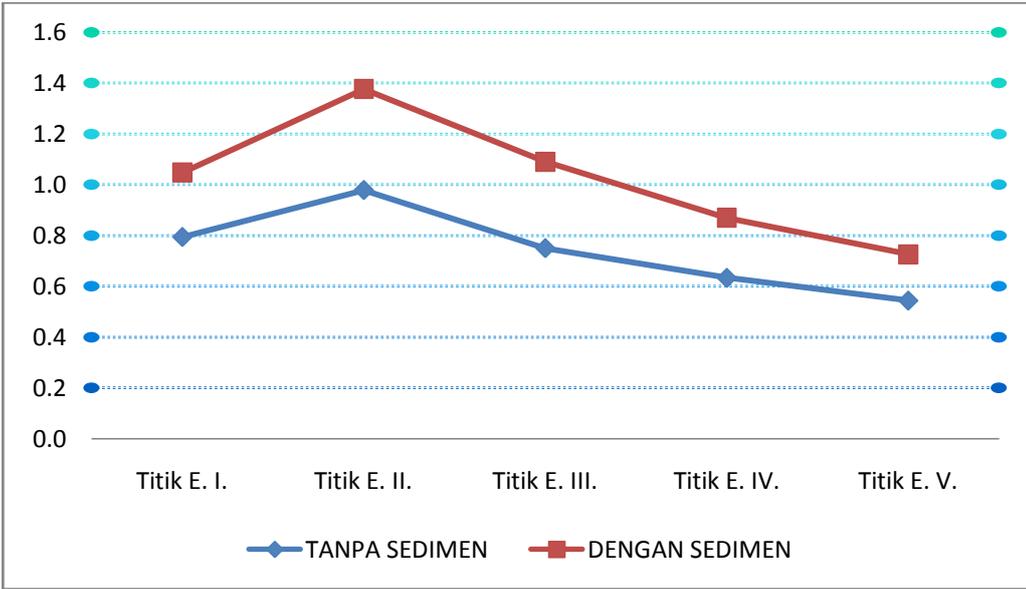
Gambar 21. kondisi debit banjir titik B



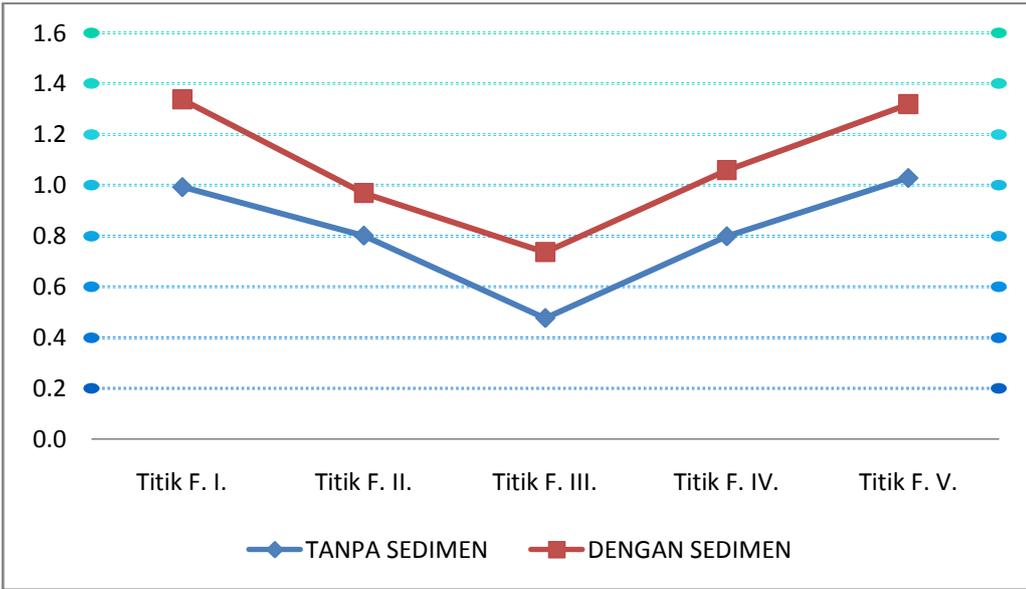
Gambar 22. kondisi debit banjir titik c



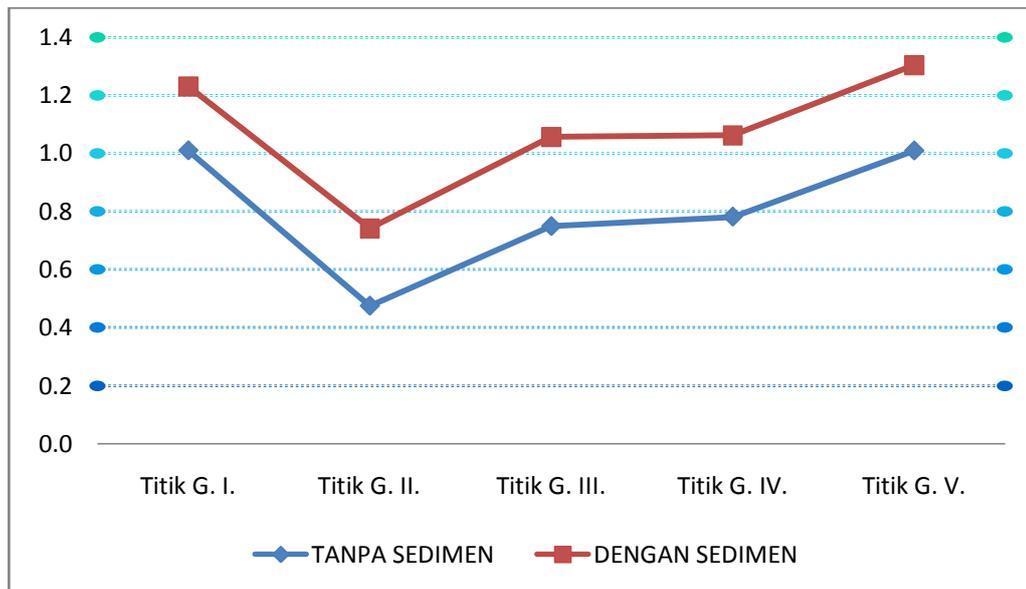
Gambar 23. kondisi debit banjir titik D



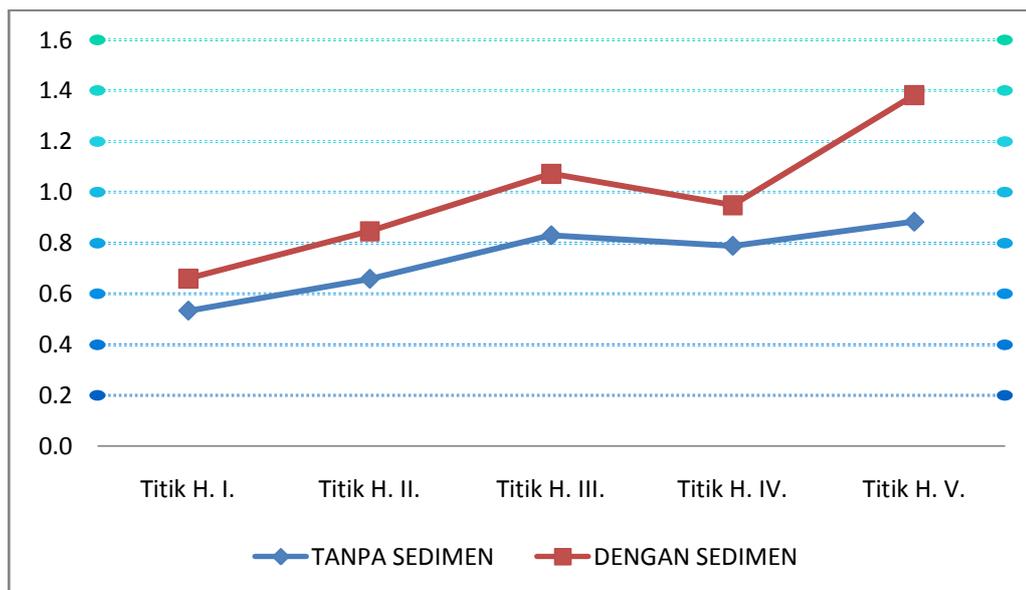
Gambar 24. kondisi debit banjir titik E



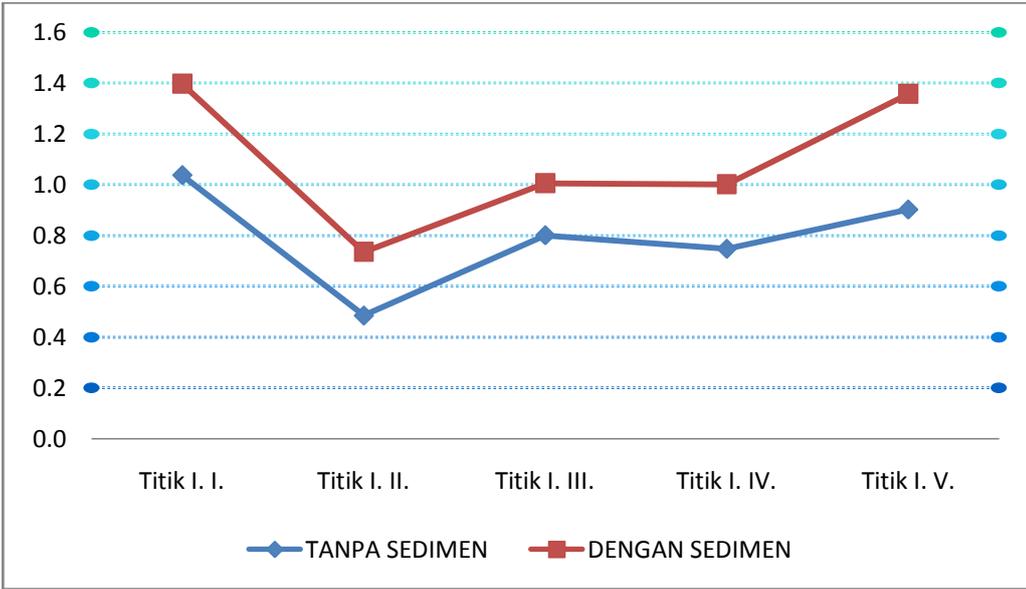
Gambar 25. kondisi debit banjir titik F



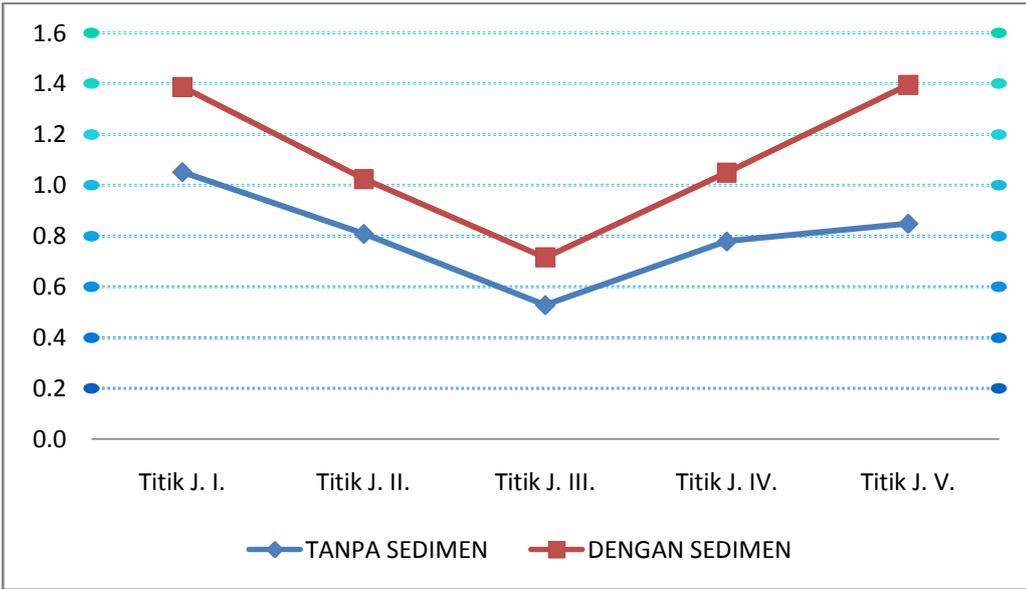
Gambar 26. kondisi debit banjir titik G



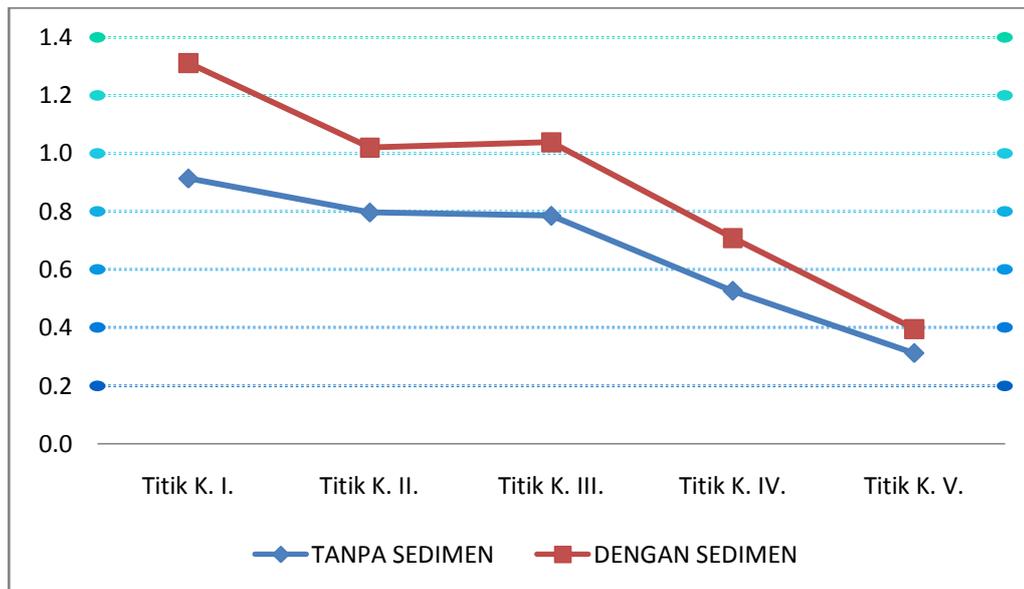
Gambar 27. kondisi debit banjir titik H



Gambar 28. kondisi debit banjir titik I



Gambar 29. kondisi debit banjir titik J



Gambar 30. kondisi debit banjir titik K

Dari hasil analisa untuk bilangan Froude pada kondisi debit Banjir dengan perbandingan tanpa Sedimen dan dengan Sedimen dari titik A-K dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude, semakin cepat kecepatan alirannya maka semakin besar pula bilangan Froudenya hal ini terlihat pada grafik diatas.

2. Perhitungan Kekentalan Relatif (Re)

Keadaan atau perilaku aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh kekentalan dan gravitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminar, turbulen dan peraliran yang

tergantung pada pengaruh kekentalan relative dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold yang didefinisikan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\tilde{v}R}{\mu}$$

Tabel 6. Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu

T	0	5	10	15	20	25	30	35	40	(°)
M	1,75	1,52	1,31	1,14	1,01	0,9	0,8	0,72	0,65	10 ⁻⁶ m ² /det

Sumber : (Mardjikoen, 1987)

Tabel 7. Hasil Perhitungan bilangan Reynold (Re) Debit Normal tanpa sedimen

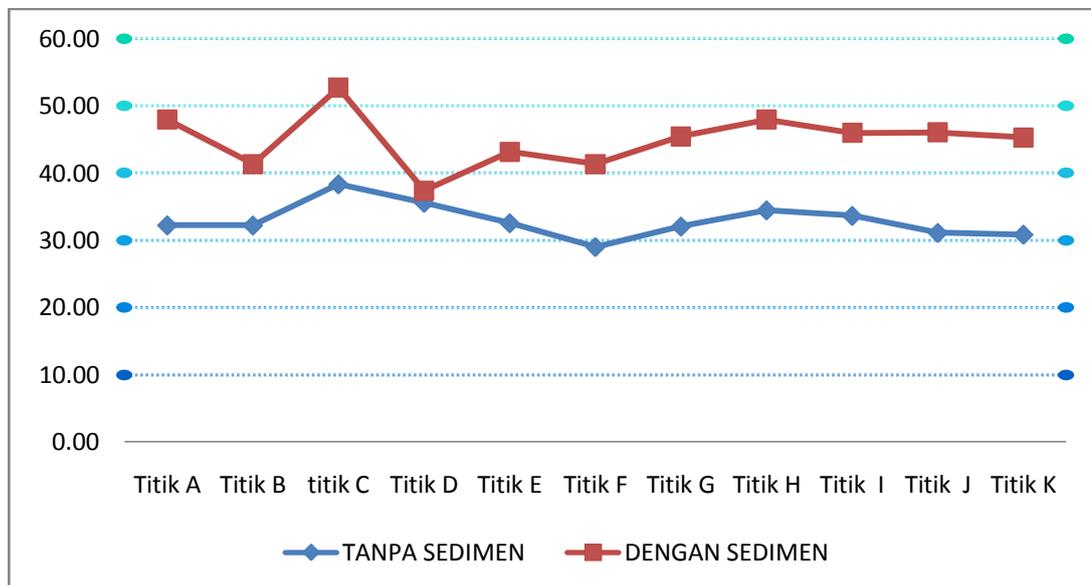
TITIK	TANPA SEDIMEN							KET.
	Q	V	h	A	P	R	Re	
	m ³ /sec	m/sec	m	Bh+mh ²	(b+2)*h	A/V	vR/u	
Titik A	0.85	0.269	0.01	0.002	0.021	0.096	32.20	Laminer
Titik B		0.269	0.01	0.002	0.021	0.096	32.18	Laminer
titik C		0.288	0.009	0.002	0.019	0.106	38.28	Laminer
Titik D		0.297	0.01	0.002	0.021	0.096	35.54	Laminer
Titik E		0.272	0.01	0.002	0.021	0.096	32.52	Laminer
Titik F		0.218	0.009	0.002	0.019	0.106	28.99	Laminer
Titik G		0.268	0.01	0.002	0.021	0.096	32.02	Laminer
Titik H		0.259	0.009	0.002	0.019	0.106	34.42	Laminer
Titik I		0.281	0.01	0.002	0.021	0.096	33.60	Laminer
Titik J		0.260	0.01	0.002	0.021	0.096	31.08	Laminer
Titik K		0.258	0.01	0.002	0.021	0.096	30.82	Laminer

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 8. Hasil Perhitungan bilangan Reynold (Re) Debit Normal dengan sedimen

TITIK	Q	DENGAN SEDIMEN						KET.
		V	h	A	P	R	Re	
	m ³ /sec	m/sec	m	Bh+mh ²	(b+Z)*h	A/V	vR/u	
Titik A	0.85	0.401	0.01	0.002	0.021	0.096	47.94	Laminer
Titik B		0.380	0.011	0.002	0.023	0.087	41.29	Laminer
titik C		0.396	0.009	0.002	0.019	0.106	52.68	Laminer
Titik D		0.344	0.011	0.002	0.023	0.087	37.36	Laminer
Titik E		0.397	0.011	0.002	0.023	0.087	43.14	Laminer
Titik F		0.380	0.011	0.002	0.023	0.087	41.32	Laminer
Titik G		0.380	0.01	0.002	0.021	0.096	45.42	Laminer
Titik H		0.361	0.009	0.002	0.019	0.106	47.94	Laminer
Titik I		0.384	0.01	0.002	0.021	0.096	45.94	Laminer
Titik J		0.385	0.01	0.002	0.021	0.096	46.05	Laminer
Titik K		0.379	0.01	0.002	0.021	0.096	45.29	Laminer

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 31. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Reynold (Re) dalam kondisi Debit Normal dengan perbandingan tanpa Sedimen dan dengan Sedimen.

Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold (Re) kondisi debit Normal dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan

Reynold ,semakin cepat kecepatan alirannya maka semakin besar pula bilangan Reynoldnya hal ini terlihat pada grafik diatas.

Tabel 9. Hasil Perhitungan bilangan Reynold (Re) Debit Banjir tanpa Sedimen.

TITIK	TANPA SEDIMEN							KET.
	Q	V	h	A	P	R	Re	
	m ³ /sec	m/sec	m	Bh+mh ²	(b+2)*h	A/V	vR/u	
Titik A. I.	2.68	0.292	0.029	0.002	0.061	0.033	12045.26	Transisi
Titik A. II.		0.273	0.018	0.002	0.038	0.053	18148.02	Turbulen
Titik A. III.		0.283	0.018	0.002	0.038	0.053	18820.67	Turbulen
Titik A. IV.		0.263	0.013	0.002	0.027	0.074	24245.12	Turbulen
Titik A. V.		0.266	0.008	0.002	0.017	0.120	39699.63	Turbulen
Titik B. I.		0.267	0.008	0.002	0.017	0.120	39919.27	Turbulen
Titik B. II.		0.273	0.013	0.002	0.027	0.074	25109.03	Turbulen
Titik B. III.		0.208	0.029	0.002	0.061	0.033	8584.75	Transisi
Titik B. IV.		0.282	0.013	0.002	0.027	0.074	25933.09	Turbulen
Titik B. V.		0.266	0.008	0.002	0.017	0.120	39733.49	Turbulen
Titik C. I.		0.272	0.008	0.002	0.017	0.120	40650.28	Turbulen
Titik C. II.		0.275	0.008	0.002	0.017	0.120	41086.17	Turbulen
Titik C. III.		0.265	0.013	0.002	0.027	0.074	24408.57	Turbulen
Titik C. IV.		0.232	0.029	0.002	0.061	0.033	9565.00	Transisi
Titik C. V.		0.279	0.013	0.002	0.027	0.074	25691.12	Turbulen
Titik D. I.		0.284	0.008	0.002	0.017	0.120	42500.68	Turbulen
Titik D. II.		0.283	0.008	0.002	0.017	0.120	42296.25	Turbulen
Titik D. III.		0.277	0.013	0.002	0.027	0.074	25463.81	Turbulen
Titik D. IV.		0.283	0.020	0.002	0.042	0.048	16933.34	Turbulen
Titik D. V.		0.297	0.029	0.002	0.061	0.033	12251.59	Transisi
Titik E. I.		0.284	0.013	0.002	0.027	0.074	26103.48	Turbulen
Titik E. II.		0.274	0.008	0.002	0.017	0.120	40987.60	Turbulen
Titik E. III.		0.268	0.013	0.002	0.027	0.074	24667.24	Turbulen
Titik E. IV.		0.281	0.020	0.002	0.042	0.048	16793.61	Turbulen
Titik E. V.		0.291	0.029	0.002	0.061	0.033	11984.36	Transisi
Titik F. I.		0.278	0.008	0.002	0.017	0.120	41550.31	Turbulen
Titik F. II.		0.286	0.013	0.002	0.027	0.074	26316.18	Turbulen
Titik F. III.		0.254	0.029	0.002	0.061	0.033	10473.20	Transisi
Titik F. IV.		0.285	0.013	0.002	0.027	0.074	26220.30	Turbulen

Titik F. V.	0.288	0.008	0.002	0.017	0.120	43054.82	Turbulen
Titik G. I.	0.283	0.008	0.002	0.017	0.120	42298.77	Turbulen
Titik G. II.	0.254	0.029	0.002	0.061	0.033	10463.48	Transisi
Titik G. III.	0.268	0.013	0.002	0.027	0.074	24621.77	Turbulen
Titik G. IV.	0.279	0.013	0.002	0.027	0.074	25694.21	Turbulen
Titik G. V.	0.283	0.008	0.002	0.017	0.120	42274.61	Turbulen
Titik H. I.	0.284	0.029	0.002	0.061	0.033	11717.87	Transisi
Titik H. II.	0.292	0.020	0.002	0.042	0.048	17435.04	Turbulen
Titik H. III.	0.296	0.013	0.002	0.027	0.074	27259.94	Turbulen
Titik H. IV.	0.281	0.013	0.002	0.027	0.074	25897.74	Turbulen
Titik H. V.	0.247	0.008	0.002	0.017	0.120	36991.53	Turbulen
Titik I. I.	0.291	0.008	0.002	0.017	0.120	43437.72	Turbulen
Titik I. II.	0.259	0.029	0.002	0.061	0.033	10672.32	Transisi
Titik I. III.	0.286	0.013	0.002	0.027	0.074	26311.66	Turbulen
Titik I. IV.	0.267	0.013	0.002	0.027	0.074	24560.21	Turbulen
Titik I. V.	0.253	0.008	0.002	0.017	0.120	37774.20	Turbulen
Titik J. I.	0.295	0.008	0.002	0.017	0.120	44035.56	Turbulen
Titik J. II.	0.289	0.013	0.002	0.027	0.074	26548.69	Turbulen
Titik J. III.	0.281	0.029	0.002	0.061	0.033	11607.02	Transisi
Titik J. IV.	0.278	0.013	0.002	0.027	0.074	25567.23	Turbulen
Titik J. V.	0.238	0.008	0.002	0.017	0.120	35524.63	Turbulen
Titik K. I.	0.272	0.009	0.002	0.019	0.106	36096.26	Turbulen
Titik K. II.	0.284	0.013	0.002	0.027	0.074	26177.32	Turbulen
Titik K. III.	0.280	0.013	0.002	0.027	0.074	25799.21	Turbulen
Titik K. IV.	0.281	0.029	0.002	0.061	0.033	11585.96	Transisi
Titik K. V.	0.293	0.09	0.002	0.188	0.011	3894.27	Transisi

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 10. Hasil Perhitungan bilangan Reynold Debit Banjir dengan Sedimen.

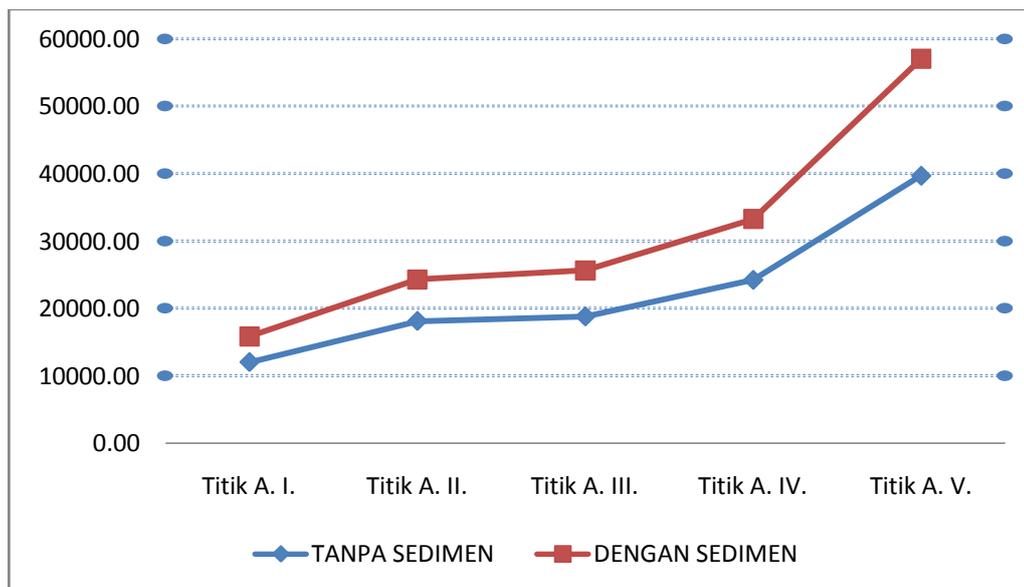
TITIK	DENGAN SEDIMEN							KET.
	Q	V	h	A	P	R	Re	
	m ³ /sec	m/sec	m	Bh+mh ²	(b+2)*h	A/V	vR/u	
Titik A. I.	2.68	0.384	0.029	0.002	0.061	0.033	15854.80	Turbulen
Titik A. II.		0.366	0.018	0.002	0.038	0.053	24316.07	Turbulen
Titik A. III.		0.386	0.018	0.002	0.038	0.053	25626.73	Turbulen
Titik A. IV.		0.361	0.013	0.002	0.027	0.074	33255.49	Turbulen
Titik A. V.		0.381	0.008	0.002	0.017	0.120	57041.48	Turbulen

Titik B. I.	0.374	0.008	0.002	0.017	0.120	55973.25	Turbulen
Titik B. II.	0.374	0.013	0.002	0.027	0.074	34457.11	Turbulen
Titik B. III.	0.391	0.029	0.002	0.061	0.033	16107.90	Turbulen
Titik B. IV.	0.370	0.013	0.002	0.027	0.074	34036.70	Turbulen
Titik B. V.	0.384	0.008	0.002	0.017	0.120	57367.68	Turbulen
Titik C. I.	0.364	0.008	0.002	0.017	0.120	54439.91	Turbulen
Titik C. II.	0.367	0.008	0.002	0.017	0.120	54872.16	Turbulen
Titik C. III.	0.381	0.013	0.002	0.027	0.074	35065.92	Turbulen
Titik C. IV.	0.379	0.029	0.002	0.061	0.033	15627.23	Turbulen
Titik C. V.	0.374	0.013	0.002	0.027	0.074	34411.64	Turbulen
Titik D. I.	0.364	0.008	0.002	0.017	0.120	54424.20	Turbulen
Titik D. II.	0.360	0.008	0.002	0.017	0.120	53791.98	Turbulen
Titik D. III.	0.343	0.013	0.002	0.027	0.074	31546.61	Turbulen
Titik D. IV.	0.375	0.020	0.002	0.042	0.048	22431.47	Turbulen
Titik D. V.	0.370	0.029	0.002	0.061	0.033	15248.48	Turbulen
Titik E. I.	0.374	0.013	0.002	0.027	0.074	34425.94	Turbulen
Titik E. II.	0.386	0.008	0.002	0.017	0.120	57666.82	Turbulen
Titik E. III.	0.390	0.013	0.002	0.027	0.074	35850.45	Turbulen
Titik E. IV.	0.385	0.020	0.002	0.042	0.048	23037.39	Turbulen
Titik E. V.	0.387	0.029	0.002	0.061	0.033	15974.01	Turbulen
Titik F. I.	0.375	0.008	0.002	0.017	0.120	55996.58	Turbulen
Titik F. II.	0.346	0.013	0.002	0.027	0.074	31836.05	Turbulen
Titik F. III.	0.393	0.029	0.002	0.061	0.033	16193.94	Turbulen
Titik F. IV.	0.378	0.013	0.002	0.027	0.074	34761.92	Turbulen
Titik F. V.	0.369	0.008	0.002	0.017	0.120	55180.93	Turbulen
Titik G. I.	0.345	0.008	0.002	0.017	0.120	51558.46	Turbulen
Titik G. II.	0.396	0.029	0.002	0.061	0.033	16321.05	Turbulen
Titik G. III.	0.377	0.013	0.002	0.027	0.074	34729.03	Turbulen
Titik G. IV.	0.380	0.013	0.002	0.027	0.074	34925.24	Turbulen
Titik G. V.	0.365	0.008	0.002	0.017	0.120	54626.26	Turbulen
Titik H. I.	0.352	0.029	0.002	0.061	0.033	14505.35	Turbulen
Titik H. II.	0.375	0.020	0.002	0.042	0.048	22413.96	Turbulen
Titik H. III.	0.383	0.013	0.002	0.027	0.074	35222.74	Turbulen
Titik H. IV.	0.339	0.013	0.002	0.027	0.074	31159.57	Turbulen
Titik H. V.	0.387	0.008	0.002	0.017	0.120	57880.25	Turbulen
Titik I. I.	0.391	0.008	0.002	0.017	0.120	58516.04	Turbulen
Titik I. II.	0.393	0.029	0.002	0.061	0.033	16196.49	Turbulen
Titik I. III.	0.359	0.013	0.002	0.027	0.074	33056.76	Turbulen

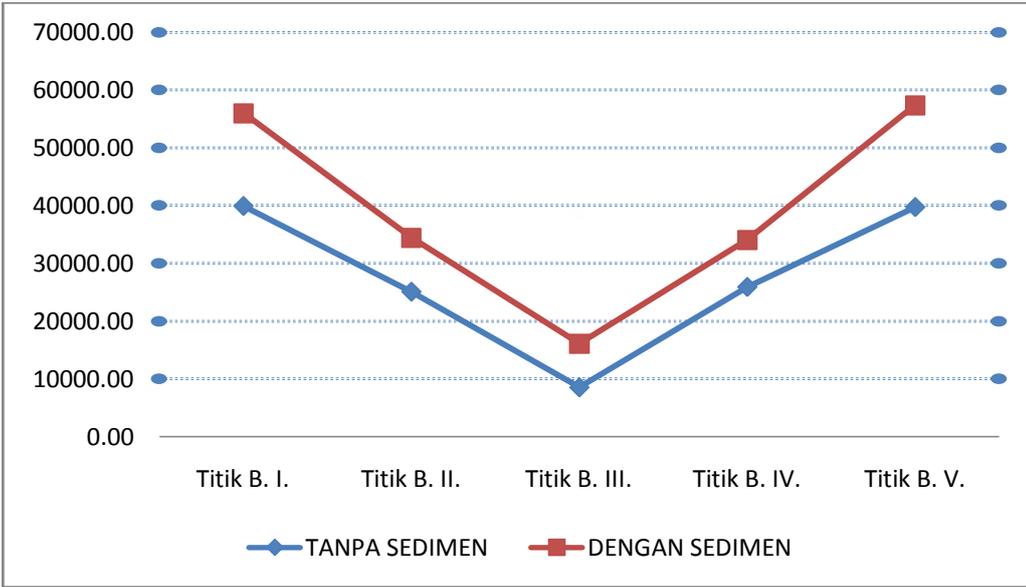
Titik I. IV.	0.358	0.013	0.002	0.027	0.074	32905.08	Turbulen
Titik I. V.	0.380	0.008	0.002	0.017	0.120	56860.14	Turbulen
Titik J. I.	0.388	0.008	0.002	0.017	0.120	58046.10	Turbulen
Titik J. II.	0.366	0.013	0.002	0.027	0.074	33651.02	Turbulen
Titik J. III.	0.382	0.029	0.002	0.061	0.033	15737.19	Turbulen
Titik J. IV.	0.375	0.013	0.002	0.027	0.074	34491.45	Turbulen
Titik J. V.	0.391	0.008	0.002	0.017	0.120	58416.89	Turbulen
Titik K. I.	0.390	0.009	0.002	0.019	0.106	51804.72	Turbulen
Titik K. II.	0.364	0.013	0.002	0.027	0.074	33529.68	Turbulen
Titik K. III.	0.371	0.013	0.002	0.027	0.074	34142.71	Turbulen
Titik K. IV.	0.378	0.029	0.002	0.061	0.033	15604.55	Turbulen
Titik K. V.	0.372	0.09	0.002	0.188	0.011	4940.42	Transisi

Sumber: Hasil Perhitungan

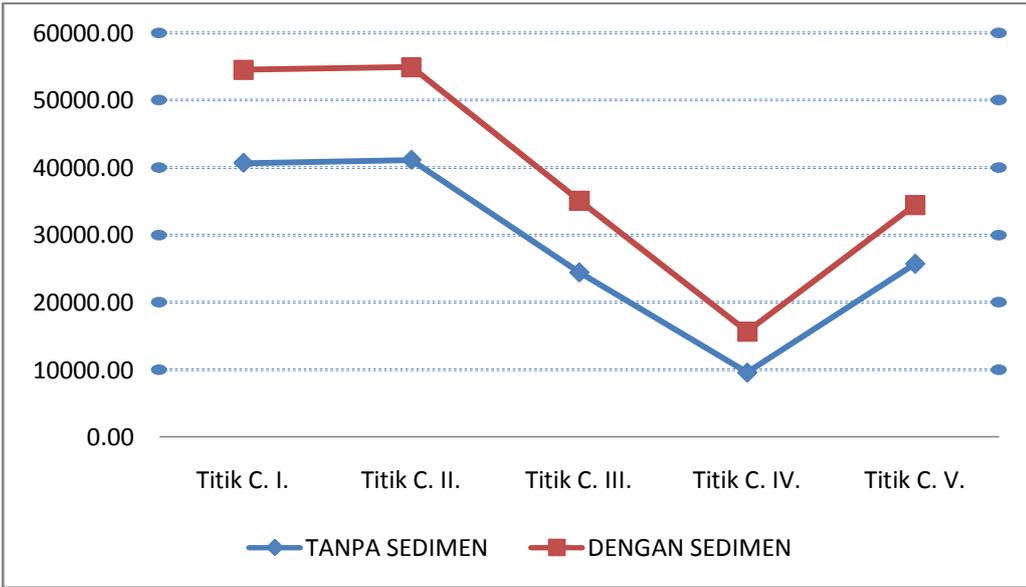
Dari table di atas, terbagi dari 11 bagian. Di mana grafiknya dapat dilihat pada gambar berikut.



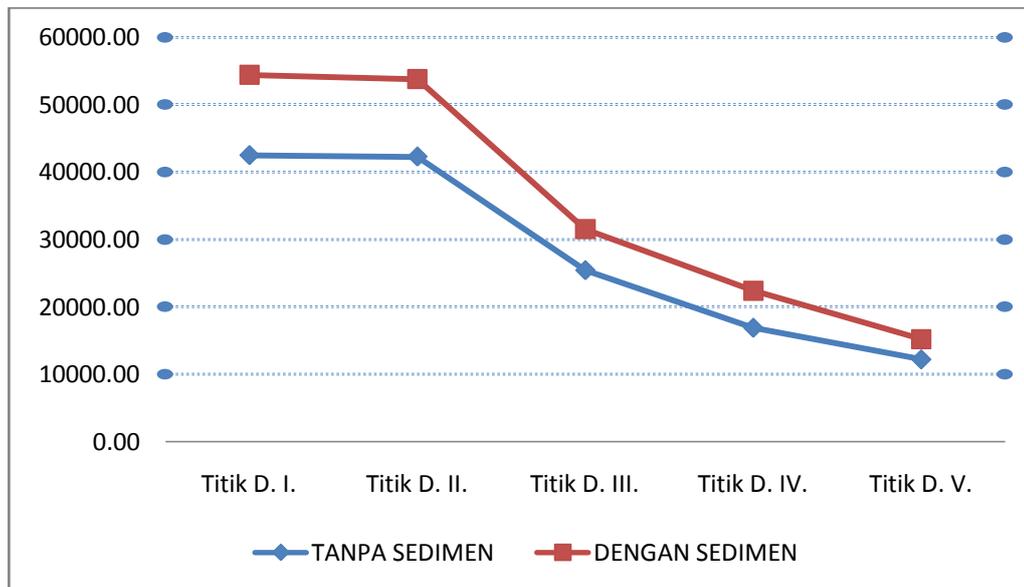
Gambar 32. kondisi debit banjir titik A



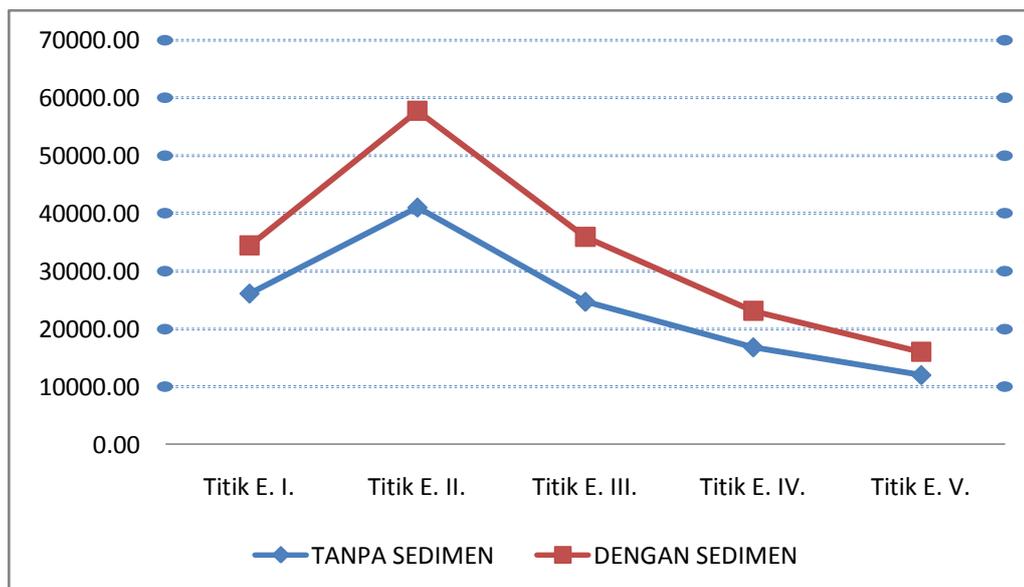
Gambar 33. kondisi debit banjir titik B



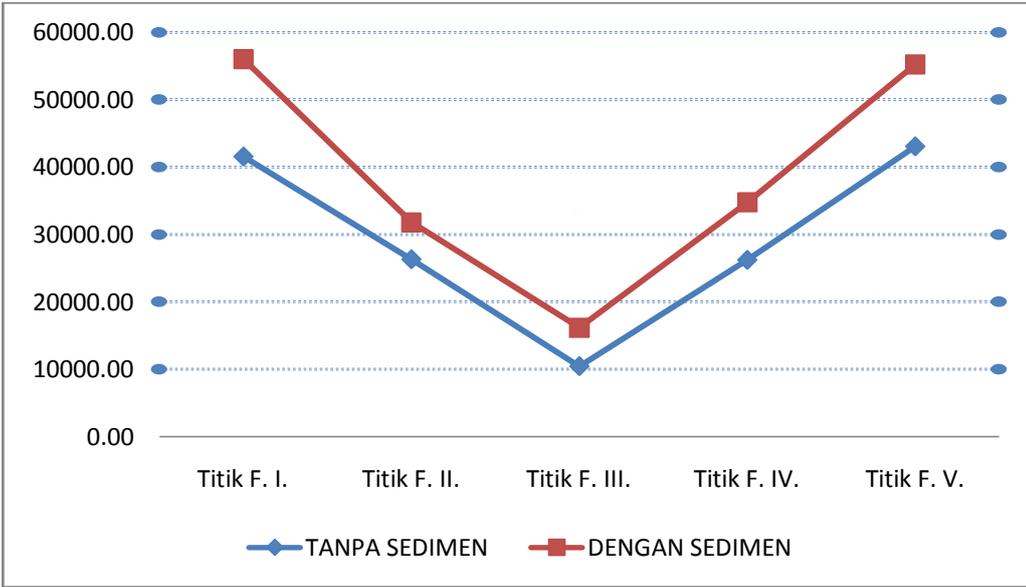
Gambar 34. kondisi debit banjir titik C



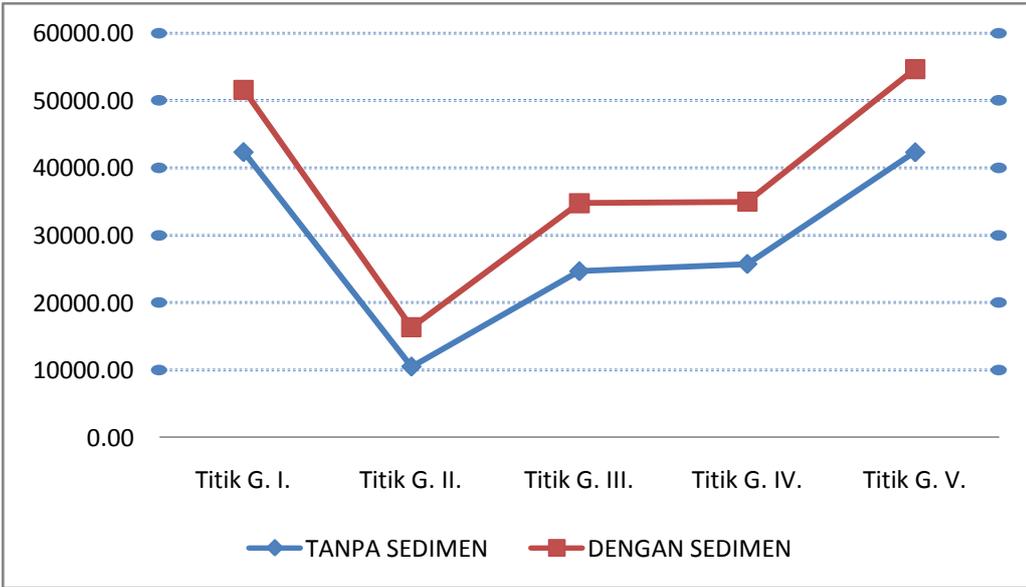
Gambar 35. kondisi debit banjir titik D



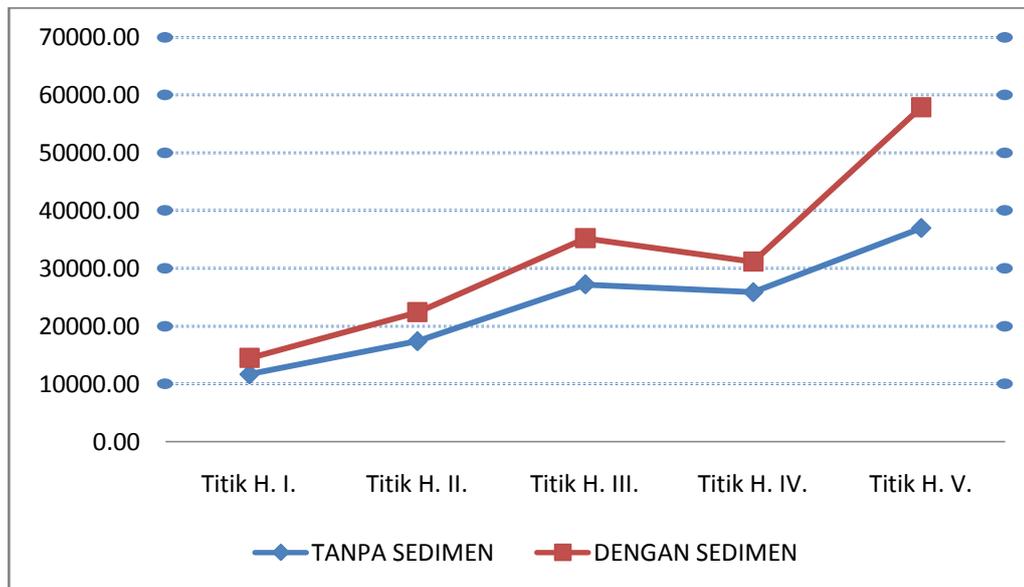
Gambar 36. kondisi debit banjir titik E



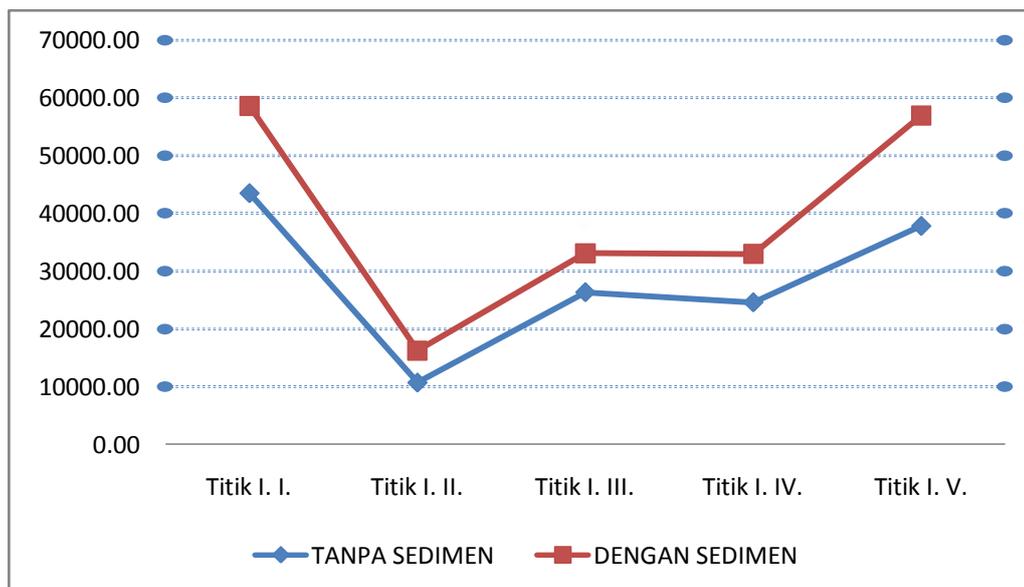
Gambar 37. kondisi debit banjir titik F



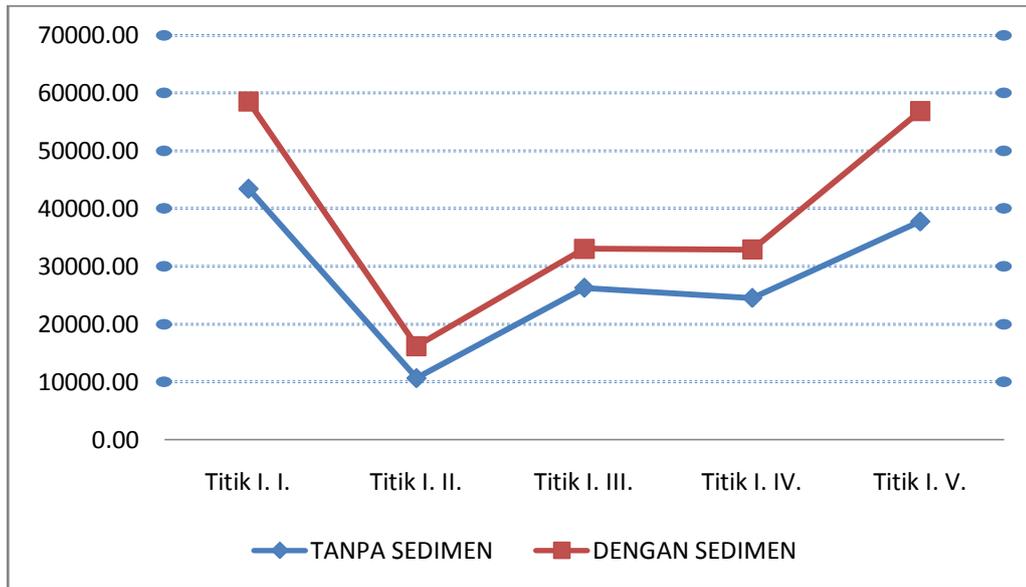
Gambar 38. kondisi debit banjir titik G



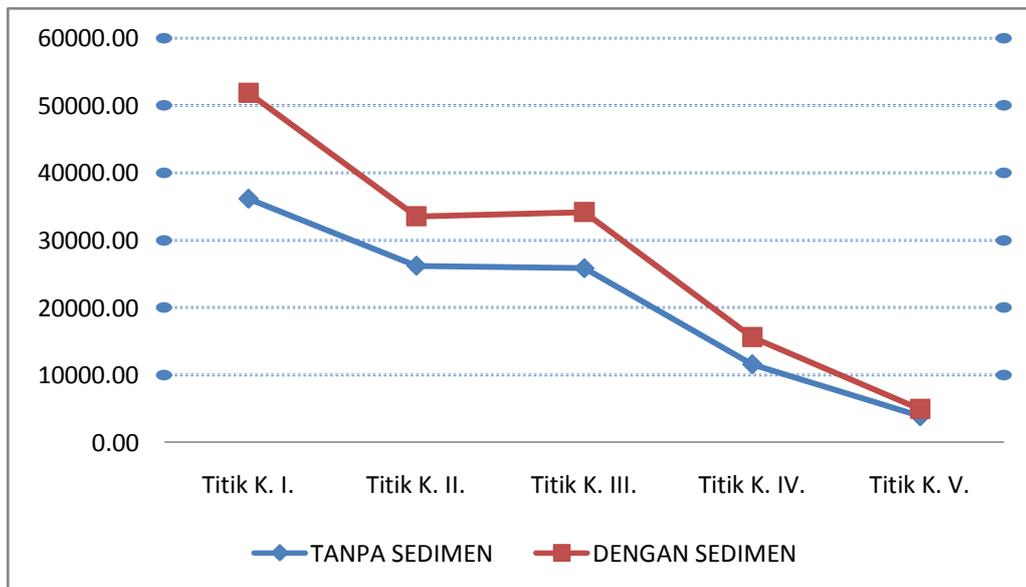
Gambar 39. kondisi debit banjir titik H



Gambar 40. kondisi debit banjir titik I



Gambar 41. kondisi debit banjir titik J



Gambar 42. kondisi debit banjir titik K

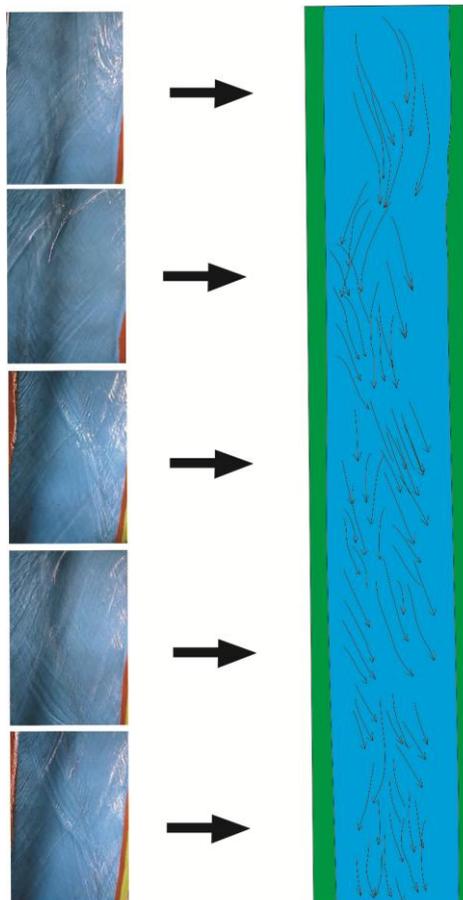
Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold pada kondisi debit Banjir dengan perbandingan tanpa Sedimen dan dengan Sedimen dari titik A-K dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan

bilangan Froude, semakin cepat kecepata alirannya maka semakin besar pula bilangan Froudenya hal ini terlihat pada grafik diatas.

3. Pola Aliran pada Saluran Terbuka

Analisa Pola Aliran pada saluran terbuka yang dimaksud adalah pengamatan pola Sedimen yang mengolah data hasil pengukuran dan pengamatan melalui rekaman video pada saluran setelah pengaliran.

Uraian pola aliran pada saluran terbuka dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 43. Pola Aliran Pada Saluran

Berdasarkan analisa pola aliran pada saluran terbuka dengan melakukan pengamatan video dapat di simpulkan bahwa tipe aliran yang terjadi adalah tipe aliran Seragam (*uniform flow*) karena dimana segala variabel seperti kedalaman, luas, debit, konstan disepanjang saluran sama.

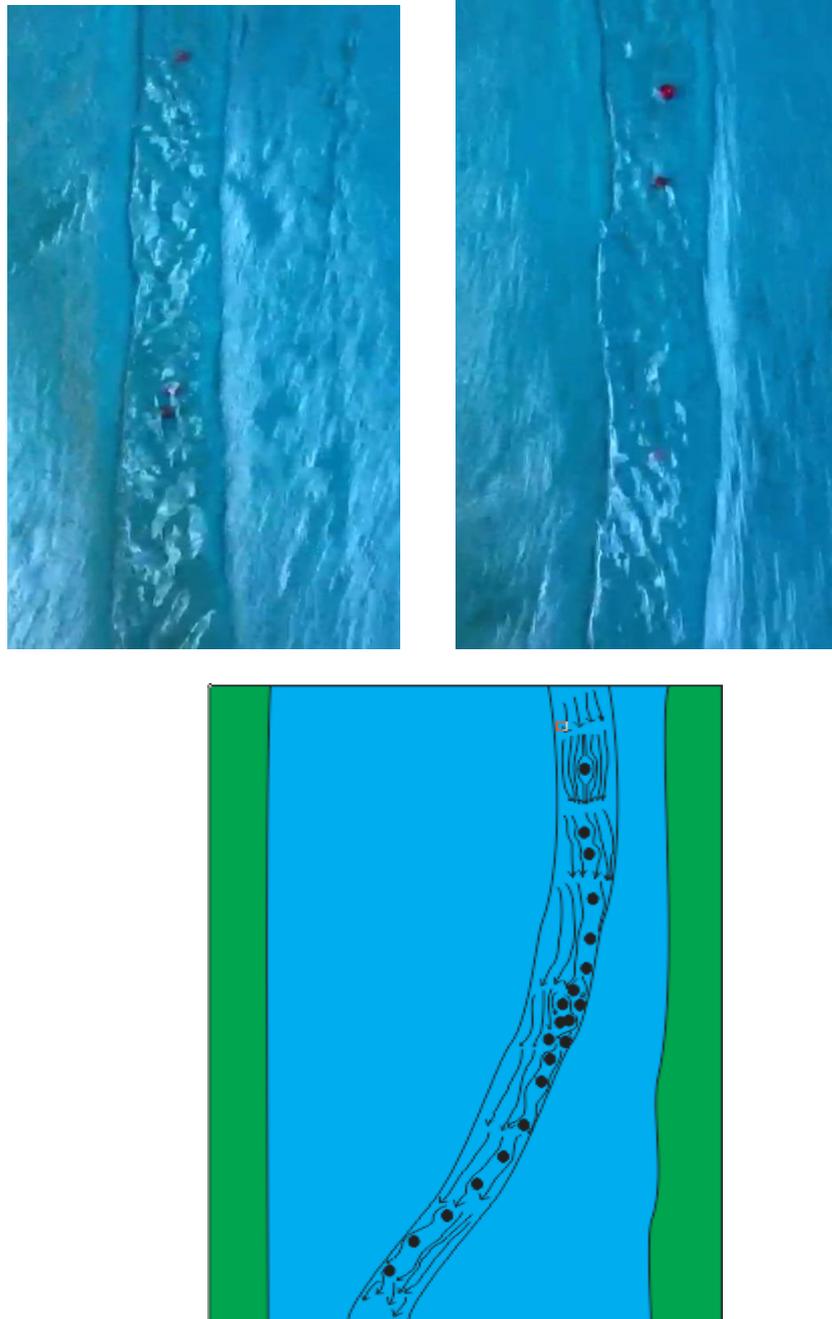
C. Analisa Pola Sedimen Dasar Pada Saluran Terbuka

1. Analisa Pola Sedimen Dasar Pada Kondisi Debit Normal Dan Debit Banjir

Analisa Pola Sedimen Dasar pada kondisi debit normal dan debit banjir yang dimaksud adalah pengamatan pola Sedimen yang mengolah data hasil pengukuran dan pengamatan melalui rekaman video pada saluran setelah pengaliran.

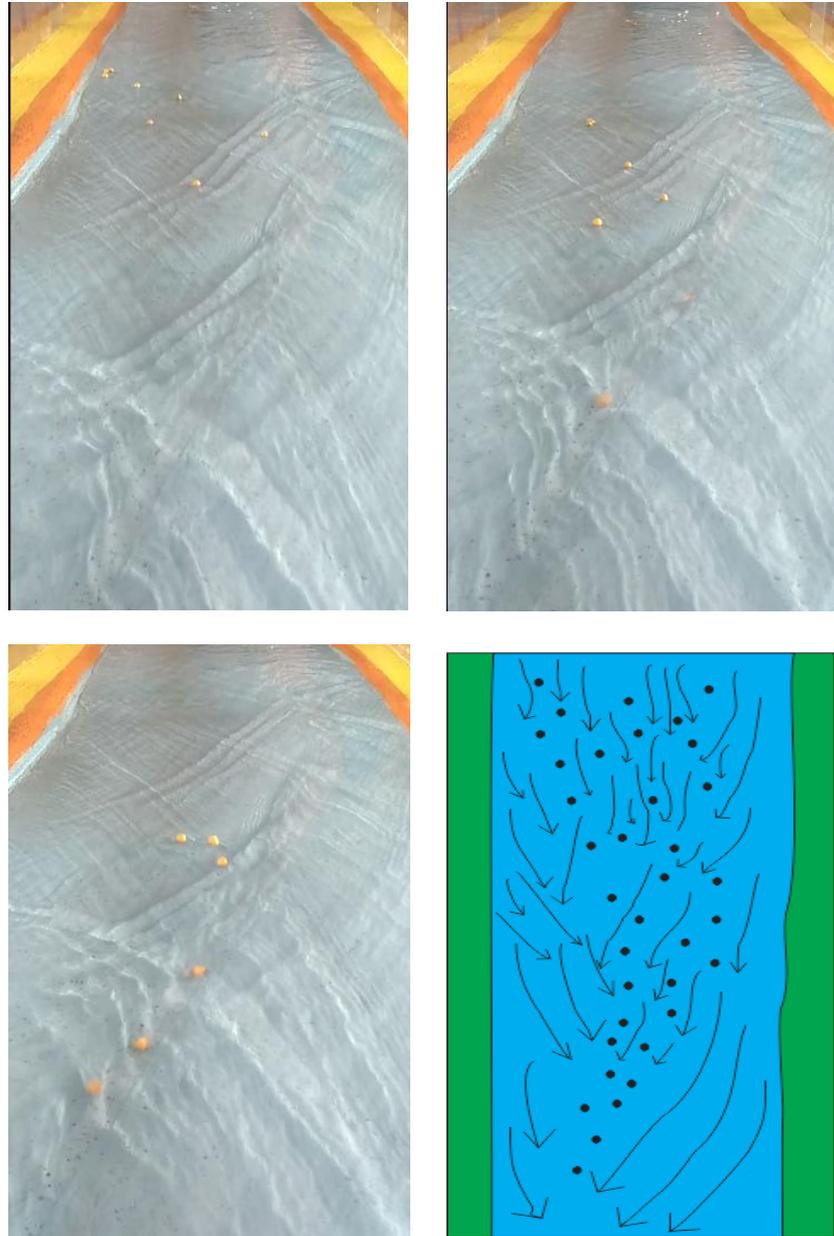
Uraian pola Sedimen Dasar pada kondisi debit normal dan debit banjir dapat dilihat sebagai berikut :

a. Pola Sedimen Dasar pada kondisi debit normal



Gambar 44. Pola Sedimen Dasar Pada Kondisi Debit Normal

b. Pola Sedimen Dasar pada kondisi debit banjir



Gambar 45. Pola Sedimen Dasar Pada Kondisi Debit Banjir

Berdasarkan analisa pola Sedimen Dasar yang di amati melalui rekaman video, pada kondisi debit normal dan debit banjir dapat di

katakan bahwa apabila kondisi debit banjir maka pergerakan sedimennya akan bertumpuk di suatu titik, sedangkan pada saat kondisi debit banjir maka sedimennya akan menyebar akibat perubahan debit/kecepatan aliran.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Dari hasil analisa untuk menghitung kecepatan aliran tanpa sedimen dengan perbandingan debit normal dan debit banjir, dapat di ketahui bahwa, semakin cepat kecepatan alirannya maka semakin besar pula debit airnya.
- 2) Berdasarkan analisa pola Sedimen Dasar yang di amati pada saat running dan rekaman video, pada kondisi debit normal dan debit banjir dapat di katakan bahwa apabila kondisi debit normal maka pergerakan sedimennya akan bertumpuk di suatu titik, sedangkan pada saat kondisi debit banjir maka sedimennya akan menyebar akibat perubahan debit/kecepatan aliran.
- 3) Pada kondisi debit normal cenderung sedimen dasar akan tinggal dan menumpuk di suatu titik, kemudian akan membuat pola aliran yang baru, sedangkan ketika kondisi debit banjir maka sedimen dasarnya berpotensi akan menyebar akibat perubahan debit/kecepatan aliran.

B. Saran

Dari pengamatan di dalam penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk peneitian lebih lanjut, yaitu :

- 1) Penelitian tentang pola aliran ini perlu dikembangkan lagi dengan menambahkan variasi debit
- 2) Untuk penelitian selanjutnya tentang pola sedimen dasar ini perlu di kembangkan lagi dengan menghitung laju kecepatan sedimen dasar.
- 3) Untuk penelitian selanjutnya tentang sedimen dasar perlu di kembangkan lagi dengan bentuk besaran dan jumlah sedimen dasar.
- 4) Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan untuk jenis sedimen yang lebih bervariasi dan spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Nasirul Umam, 2015. Proses Sedimentasi. (<http://www.academia.edu/20128835/>, diakses 03 Desember 2016)
- AsdakChay, 2004. HidrologidanPengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Faisal. 2014. (<http://googlee>, diakses 12 Desember 2016)Gambaran umum wilayah Provinsi Papua Barat tahun 2015
- I wayan Sudira. Dkk, 2013, *Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan* Jurnalllmiah Media Engineering Vol. 3, No. 1 (<http://googlee>, diakses 03 Desember 2016)
- MajalahIlmiah UKRIM Edisi 1. 2007, (<http://googlee>, diakses 03 Desember 2016)
- Mardjikoen, P., 1987. AngkutanSedimen.Diktat, PusatAntarUniversitas (PAU) IlmuTeknik, UGM, Yogyakarta.
- Masloman H. 2016, (<http://googlee>, diakses 12 Desember 2016)
- Nur Yuswantoro. 1991, (<http://googlee>, diakses 12 Desember 2016)
- Nur Yuwono. 1996, (<http://googlee>, diakses 12 Desember 2016)
- Oliviana Mokonio. Dkk, 2013. Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluangko Desa Tounelet Kec. Kakas Kab. Minahasa (<http://googlee>, diakses 03 Desember 2016)
- Soewarno, 1991. *Hidrologi : Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*.
- Suripin, 2002. Dalam buku Tata Ruang Air oleh Restam Sjarief
- Soewarno, 1991. Jurnalllmiah MEDIA ENGINEERING Vol. 3, No. 1, Maret 2013 ISSN 2087-9334 (54-57).
- Udden. 1914, Wentworth. 1992, (<http://googlee>, diakses 12 Desember 2016)
- Yalin. 1972, Dake. 1982, (<http://googlee>, diakses 12 Desember 2016)

LAMPIRAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

- a) *Electro magnetic current meter main unit model VM2201*



Alat *Electro Magnetic Current Meter*

- b) Mistar taraf untuk mengukur tinggi gelombang dan panjang gelombang.



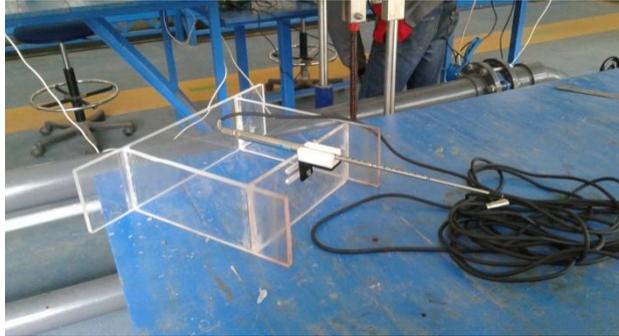
Mistar Ukur

- c) Komputer



Komputer

d) Detector model : VMT2-200-04P



Detector Model

2. Bahan

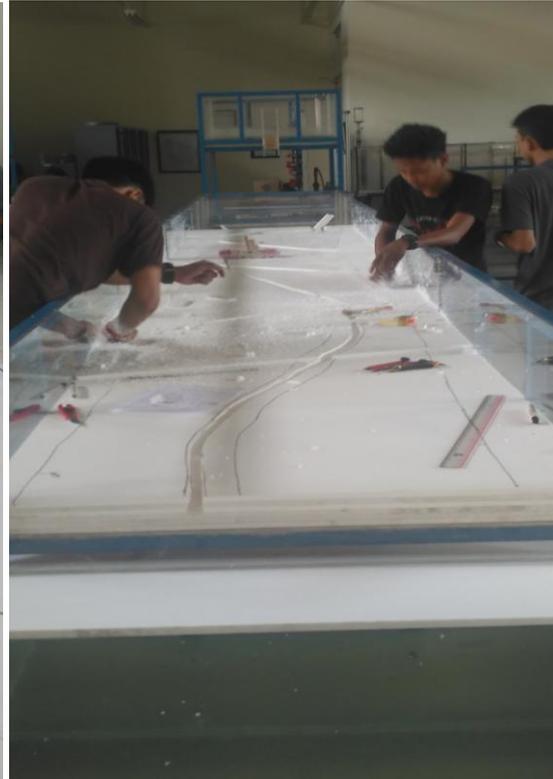


Flum Model Sungai

B. PROSES PENELITIAN



Proses Pembuatan kontur



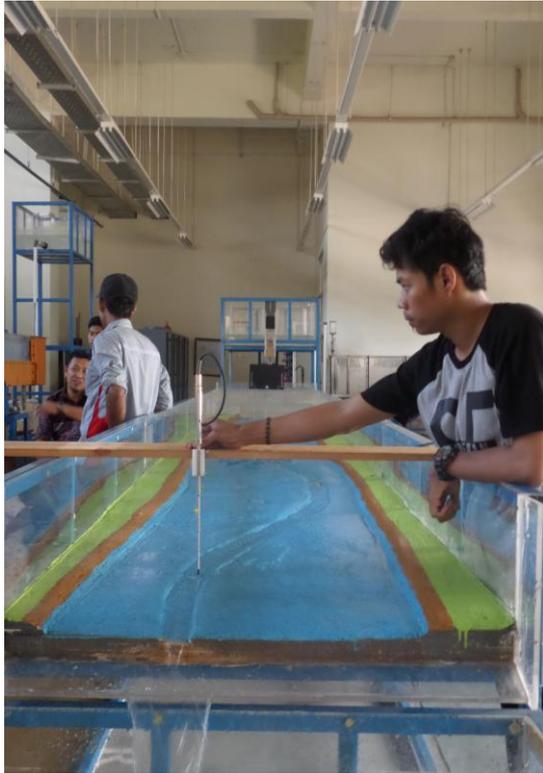
Proses Pembuatan Kontur Model



Proses Penyelesaian Model



Proses Pembersihan Flum



Proses Pengambilan Data (*Current Meter*)



Proses Pengimputan Data (*Computer*)



Pengendapan Sedimen Dasar



Pola Aliran



Diskusi



Diskusi