

**SKRIPSI**

**STUDI KARAKTERISTIK ALIRAN PENGENDALI SEDIMEN  
(CHECK DAM ) TYPE SEGI EMPAT DAN TYPE LINGKARAN**



**OLEH :**

**PENDI 105 81 2227 14**

**KHAIDIR S.A.M 105 81 1979 13**

**JURUSAN SIPIL PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2019**



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](http://www.unismuh.ac.id), e-mail : [unismuh@gmail.com](mailto: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 : **STUDI KARAKTERISTIK ALIRAN PENGENDALI SEDIMEN (CHECK DAM) TYPE SEGI EMPAT DAN TYPE LINGKARAN**

Nama : PENDI  
KHAIDIR S.A.M

Stambuk : 105 81 2227 14  
105 81 1979 13

Makassar, 15 Oktober 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Sc.

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.,MT.,IPM

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Andi Makbul Syamsuri, ST.,MT.,IPM

NBM : 1183 084



# 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](http://www.unismuh.ac.id), e-mail : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### PENGESAHAN

Skripsi atas nama Pendi dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2227 14 dan Khaidir S.A.M dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1979 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0008/SK-Y/22201/091004/2019, 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 05 Oktober 2019

Makassar, 16 Rabiul Awwal 1441 H  
15 Oktober 2019 M

Panitia Ujian :

#### 1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

#### 2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

b. Sekertaris : Andi Makbul Syamsuri, ST.,MT.,IPM

#### 3. Anggota

: 1. Ir. Hamzah AL Imran, ST.,MT.,IPM

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

3. Ir. Andi Rahmat, MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr.Ir.Hj. Sukmasari Antaria,M.Sc

Pembimbing II

Dr. Ir. Nenny T Karim,ST.,MT.,IPM

Dekan

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

NBM : 855 500



## STUDI KARAKTERISTIK ALIRAN PENGENDALI SEDIMEN (CHECK DAM) TYPE SEGI EMPAT DAN TYPE LINGKARAN

Pendi<sup>1</sup> Khaidir S.A.M<sup>2</sup>

Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Makassar

Email : [pendicst97@gmail.com](mailto:pendicst97@gmail.com) ; [aiekyondaime@gmail.com](mailto:aiekyondaime@gmail.com)

### Abstrak

Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terangkut oleh aliran dari bagian hulu. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan (*deposition*) dan Pemadatan (*Compaction*) dari sedimentasi itu sendiri. Sedimentasi tersebut menimbulkan pendangkalan badan perairan seperti sungai, waduk, bendungan atau pintu air dan daerah sepanjang sungai, yang dapat menimbulkan banjir. Pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh karakteristik aliran dan besarnya volume sedimen yang tertahan terhadap model tampungan sedimen (*Check dam*) dengan Type segi empat dan Type Lingkaran. Jenis saluran yang digunakan adalah saluran tanah dengan panjang (P) : 9 m dan lebar dasar saluran (B) : 0,4 m dan Tinggi , t : 0,3 m. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik aliran pada kedua bangunan semuanya memiliki aliran superkritis. Untuk bangunan *check dam* segi empat memiliki nilai  $Fr = 1.850$  dan  $Re = 7652$  untuk *check dam* type lingkaran memiliki nilai  $Fr = 2,042$  dan  $Re = 7106$  jadi nilai  $Fr$  kedua bangunan tersebut melebihi 1 maka kecepatan alirannya adalah super kritis dan untuk nilai  $Re$  kedua bangunan tersebut  $500 < Re < 12.500$  yaitu , pola alirannya adalah aliran transisi. Kemampuan menangkap sedimen yang berbeda beda untuk *check dam* type segi empat memiliki volume  $V = 0,0025 \text{ m}^3$  sedangkan bangunan *check dam* type lingkaran memiliki volume  $V = 0,0015 \text{ m}^3$

**Kata kunci :** Sedimentasi, Pengendapan, Pemadatan, Karakteristik aliran, Tampungan sedimen

### Abstract

Sedimentation is the process of settling material that is transported by the flow from the upstream part. The sedimentation process includes the process of erosion, transportation (transportation), deposition and compaction of the sedimentation itself. Sedimentation causes siltation of water bodies such as rivers, reservoirs, dams or floodgates and areas along rivers, which can cause flooding. In this study to determine the effect of flow characteristics and the amount of sediment volume retained against the sediment storage model (*Check dam*) with rectangular Type and Circle Type. The channel used is a channel with a length (P): 9 m and a channel bottom width (B): 0.4 m and Height, t: 0.3 m. The results showed the flow characteristics in both buildings all have supercritical flow. For *check dam* rectangular buildings have a value of  $Fr = 1,850$  and  $Re = 7652$  for *check dam* type circle has a value of  $Fr = 2,042$  and  $Re = 7106$  so the  $Fr$  value of both buildings exceeds 1 then the flow velocity is super critical and for the  $Re$  values of the two buildings  $500 < Re < 12,500$  that is, the flow pattern is a transition flow. The ability to capture different sediments for *check dam* rectangular type has a volume  $V = 0.0025 \text{ m}^3$  while the *check dam* type circle building has a volume  $V = 0.0015 \text{ m}^3$

**Keywords:** Sedimentation, Deposition, Compaction, Flow characteristics, Flow patterns.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT , karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun proposal tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Proposal 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.

penulis menyadari bahwa didalam penulisan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu di tinjau dari segi teknis maupun penulisan dan perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan sangat ikhlas dan senang hati atas segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Proposal tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang dan do'a serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

1. Bapak Hamzah Al Imran,ST.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri,ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Dr. Ir. Hj.Sukmasari Antaria, M.Sc. Selaku pembimbing I dan Ibu Dr.Ir. Nenny T Karim. ST.,MT.,IPM Selaku Pembimbing II yang meluangkan waktu untuk membimbing kami.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
5. Kedua orang tua dan Keluarga dan saudara-saudariku angkatan 2014 vektor teknik unismuh Makassar dan teman-teman mahasiswa unismuh

Semoga semua pihak tersebut mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta Bangsa dan Negara.

**“Billahi Fii Sabilil Hak Fastabiqul Khaerat”**

Makassar, September 2019

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

### HALAMAN PENGESAHAN

### PENGESAHAN

**KATA PENGANTAR.....i**

**DAFTAR ISI..... iii**

**DAFTAR PERSAMAAN ..... v**

**DAFTAR GAMBAR.....vi**

**DAFTAR TABEL .....x**

**DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....xii**

**BAB 1 PENDAHULUAN..... 1**

A. Latar Belakang ..... 1

B. Rumusan Masalah ..... 3

C. Tujuan Penelitian..... 3

D. Manfaat Penelitian ..... 3

E. Batasan Masalah ..... 4

F. Sistematika Penulisan ..... 5

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 7**

A. Sungai ..... 7

B. Aliran ..... 7

C. Sedimen ..... 13

D. Bangunan Pengendali Sedimen (Check Dam) ..... 28

**BAB III METODE PENELITIAN..... 32**

A. Lokasi Dan Waktu Penelitian..... 32

B. Model Check Dam .....	32
C. Model Saluran .....	33
D. Jenis Penelitian Dan Sumber Data.....	34
E. Alat Dan Bahan .....	34
F. Variable Yang Digunakan .....	35
G. Prosedur Penelitian .....	36
H. Pencatatan data .....	37
I. Analisa Data.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
A. Analisis Hasil Perhitungan .....	40
B. Pembahasan .....	65
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
A. Kesimpulan .....	68
B. Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>72</b>
<b>DOKUMENTASI .....</b>	<b>77</b>



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1. Menghitung Bilangan Reynold .....	10
Persamaan 2 Menghitung Bilangan Froude .....	12
Persamaan 3 Menghitung kecepatan geser (m/dt).....	25
Persamaan 4 Menghitung dimensi tegangan geser kritis .....	26
Persamaan 5 Menghitung tegangan geser (kg/m <sup>2</sup> ) .....	26
Persamaan 6 Menghitung volumen tampungan sedimen.....	27



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Aliran Turbulen dan Laminar .....	11
Gambar2. Pola penjalaran gelombang di saluran terbuka (Bambang Triatmojo, 2008). .....	13
Gambar 3. Tampang saluran dengan dasar gesergranuler ( mardjikoen,1987) .....	16
Gambar 4. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler (mardjikoen 1987).....	16
Gambar 5. Transfor sedimen dalam aliran air sungai (Asdak,2014) .....	19
Gambar 6. Bagan mekanisme dan asal bahan sedimen (mardjikoen,1987).22	22
Gambar 7. Permulaan gerak butiran .....	23
Gambar 8. Grafik tegangan geser .....	24
Gambar 9. Sedimen disebelah hulu check dam tertutup .....	29
Gambar 10. Check dam tipe beam australia .....	30
Gambar 11. Check dam tipe slit .....	30
Gambar 12. Check dam tpe grid pada sungai ikazawa propinsi niigata jepang .....	30
Gambar 13. Desain model check dam segi empat .....	32
Gambar 14. Desain model check dam lingkaran.....	33
Gambar 15. Denah penelitaan.....	33
Gambar 16. Flowchart / alur penelitian.....	39

Gambar 17. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 2 cm type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit. ....	44
Gambar 18. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 2,5 cm Type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.....	44
Gambar 19. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 3 cm Type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.....	45
Gambar 20. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 2 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.....	45
Gambar 21. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 3 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.....	46
Gambar 22. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 4 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.....	47
Gambar 23. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 2 cm type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.....	51

Gambar 24. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 2,5 cm type segi empat dan beberpa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit .....	51
Gambar 25. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 3 cm type segi empat dan beberpa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit. ....	52
Gambar 26. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 2 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu. t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit. ....	52
Gambar 27. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 3 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu. t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit .....	53
Gambar 28. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 4 cm lingkaran dan beberapa variasi waktu. t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit .....	54
Gambar 29. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser .....	57
Gambar 30. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan kritis .....	57
Gambar 31. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser .....	59

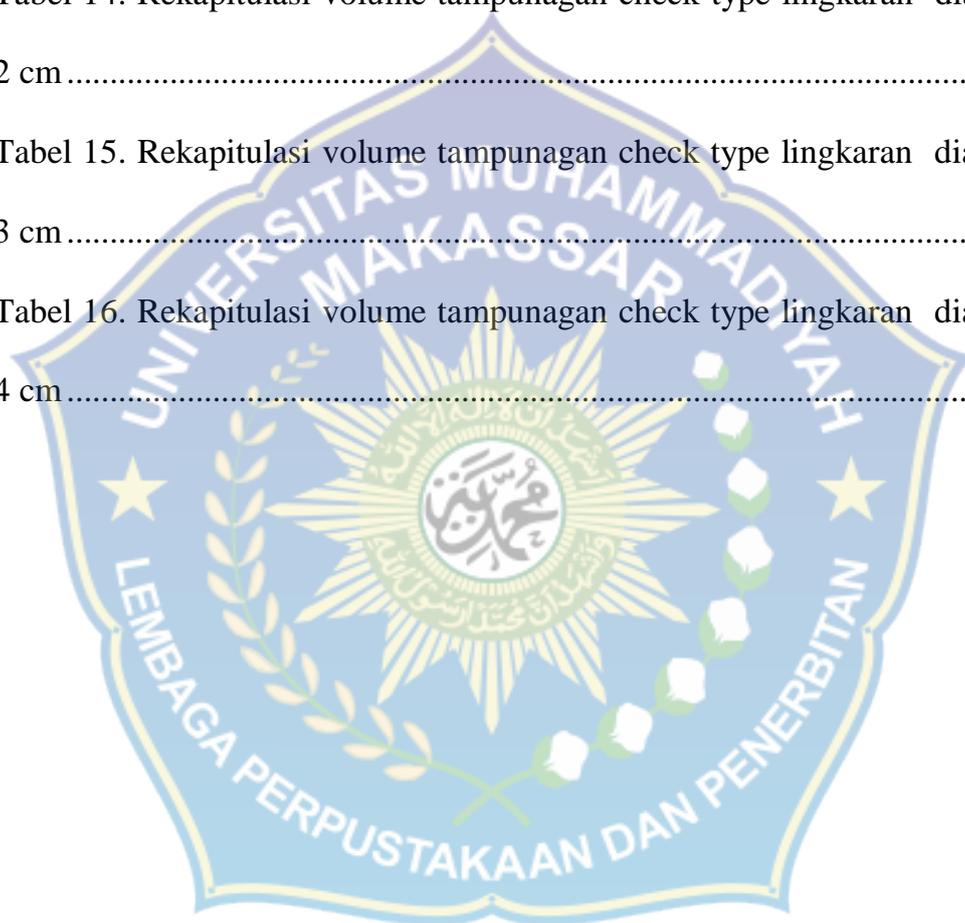
Gambar 32. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan kritis .....	59
Gambar 33. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser .....	61
Gambar 34. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan kritis .....	61
Gambar 35. Grafik bilangan froude untuk bangunan check dam type segiempat, type lingkaran .....	65
Gambar 36. Grafik Bilangan Reynold untuk bangunan check dam type segiempat, type lingkaran .....	65



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Partikel Sedimen .....	16
Tabel 2. Rekapitulasi bilangan (Fr) type segi empat diameter 2 cm dan type lingkaran 2 cm.....	41
Tabel 3 Rekapitulasi bilangan (Fr) type segi empat diameter 2,5 cm dan type lingkaran 3 cm.....	42
Tabel 4 Rekapitulasi bilangan (Fr) type segi empat diameter 3 cm dan type lingkaran 4 cm.....	43
Tabel 5. Rekapitulasi bilangan Reynold (Re) type segi empat diameter 2 cm dan type Lingkaran 2 cm.....	48
Tabel 6. Rekapitulasi bilangan Reynold (Re) type segi empat diameter 2,5 cm dan type Lingkaran 3 cm.....	49
Tabel 7. Rekapitulasi bilangan Reynold (Re) type segi empat diameter 3 cm dan type Lingkaran 4 cm.....	50
Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan ( $\tau_0$ ) dan ( $\tau_c$ ) dengan diameter 2 cm segi empat dan lingkaran 2 cm.....	56
Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan ( $\tau_0$ ) dan ( $\tau_c$ ) dengan diameter 2,5 cm segi empat dan lingkaran 3 cm .....	58
Tabel 10. Rekapitulasi Perhitungan ( $\tau_0$ ) dan ( $\tau_c$ ) dengan diameter 3 cm segi empat dan lingkaran 4 cm.....	60
Tabel 11. Rekapitulasi volume tampunagan check type segi empat diameter 2 cm .....	62

Tabel 12. Rekapitulasi volume tampunagan check type segi empat diameter 2,5 cm.....	62
Tabel 13. Rekapitulasi volume tampunagan check type segi empat diameter 3 cm.....	63
Tabel 14. Rekapitulasi volume tampunagan check type lingkaran diameter 2 cm.....	63
Tabel 15. Rekapitulasi volume tampunagan check type lingkaran diameter 3 cm.....	64
Tabel 16. Rekapitulasi volume tampunagan check type lingkaran diameter 4 cm.....	64



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$T_o$	=	Tegangan Geser
$V$	=	Kecepatan Aliran
$P_s$	=	Rapat Massa Sedimen
$I$	=	Kemiringan Saluran
$P_w$	=	Rapat Massa Air
$Q_B$	=	Berat Sedimen Persatuan Waktu (Kg/Det)
$D$	=	Diameter Butiran Sedimen (mm)
$U^*$	=	Kecepatan Geser
$D$	=	Kedalam Airan (m)
$B$	=	Lebar Saluran (m)
$Q_b$	=	Laju Bebas Aliran (Kg/(Detik)(m))
$Q_c$	=	Laju Perpindahan Sedimen (Kg/(Detik)(m))
$\gamma_w$	=	Berat Jenis Air (Kg/m <sup>3</sup> )
$\gamma_s$	=	Berat Jenis Sedimen (Kg/m <sup>3</sup> )
$K/K'$	=	Koefisien Kekasaran Saluran
$R_b$	=	Jari Jari Hidrolis (M)
$T_c$	=	Tegangan Geser Kritis (Kg/m <sup>2</sup> )
$\Psi$	=	Intensitas Geser Pada Butir Sedimen
$\Phi$	=	Intensitas Transport Pada Butir Sedimen
$A$	=	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )



- P = Keliling Basah (m)
- R = Jari Jari Hidrolis (m)
- B = Lebar Saluran (m)
- H = Tinggi Kedalam Air (m)



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus menerus dari hulu menuju hilir. Sungai juga merupakan sarana yang sangat penting dalam proses pengangkutan sedimen, sungai berfungsi untuk mengalirkan sedimen-sedimen dari hasil erosi yang nantinya akan diteruskan ke laut.

Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terangkut oleh aliran dari bagian hulu. Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan (*deposition*) dan Pemadatan (*Compaction*) dari sedimentasi itu sendiri. Sedimentasi tersebut menimbulkan pendangkalan badan perairan seperti sungai, waduk, bendungan atau pintu air dan daerah sepanjang sungai, yang dapat menimbulkan banjir.

Longsor Kaldera Bawakaraeng yang terjadi tahun 2004 menyebabkan sedimentasi di sepanjang sungai Jeneberang. Hasil analisis sedimentasi akibat longsor dilakukan berdasarkan hasil survey pengukuran lapangan (2004-2008) dengan 26 titik potongan melintang (BP01-BP26) di sepanjang sungai Jeneberang bagian hulu Waduk Bili-Bili. Dari setiap titik cross section tersebut dilakukan pengukuran elevasi endapan. Berdasarkan data yang ada diperoleh bahwa total endapan sejak tahun 2004

sampai dengan 2008 adalah 83.865.060 m<sup>3</sup>. Adapun total volume erosi adalah 18.212.962 m<sup>3</sup> sehingga total volume aliran sedimen yang terjadi pada saat itu telah mencapai 65.652.098 m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan telah terjadi peningkatan jumlah sedimen secara total terutama pada saat terjadinya longsor kaldera pada tahun 2004 yang menyebabkan volume endapan sebesar 45.027.954 m<sup>3</sup>. Berdasarkan kondisi tersebut, usaha untuk memperlambat proses sedimentasi adalah dengan mengadakan pekerjaan teknik sipil untuk mengendalikan gerakannya menuju bagian sungai di sebelah hilir. Pekerjaan teknik sipil tersebut berupa pembangunan bendung penahan (check dam), dan lain-lain. Bendung penahan di bangun dibagian hulu yang berfungsi memperlambat gerakan dan berangsur angsur mengurangi volume banjir. Untuk menghadapi gaya- gaya yang terdapat pada banjir.

Maka di perlukan bendung penahan yang cukup kuat. Selain itu untuk menampung benturan batu- batu besar, maka mercu dan sayap bendung harus di buat dari beton atau pasangan yang cukup tebal dan di anjurkan sama dengan diameter maksimum batu- batu yang di perkirakan akan melintas,

Sehubungan dengan permasalahan diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul **“STUDI KRAKTERISTIK ALIRAN PENGENDALI SEDIMEN (CHECK DAM ) TYPE SEGI EMPAT DAN TYPE LINGKARAN”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pada uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh karakteristik aliran terhadap model tampungan sedimen (check dam) dengan Type segi empat dan Type Lingkaran untuk mengendalikan Sedimen.
2. Berapa besar volume sedimen yang tertampung dengan menggunakan check dam Type Se Baja dan Type Lingkaran.

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh karakteristik aliran terhadap model tampungan sedimen (Check dam) dengan Type segi empat dan Type Lingkaran.
2. Untuk mengetahui besarnya volume sedimen yang tertahan pada check dam Type Segi empat dan Type Lingkaran.

## **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pertimbangan dalam membuat bangunan penangkap sedimen.

2. Sebagai bahan informasi bangunan pengendali sedimen yang efektif bagi mahasiswa jurusan teknik sipil pada khususnya dan jurusan lain pada umumnya mengenai bangunan pengendali sedimen (check dam).
3. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang di dapatkan dalam bangku perkuliahan.
4. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya

#### **E. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, mencapai sasaran yang diinginkan dan lebih terarah maka diberikan batasan-batasan masalah diantaranya yaitu :

1. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sungai (uji model laboratorium)
2. Jenis saluran yang digunakan adalah saluran tanah dengan panjang (P) : 9 m dan lebar dasar saluran (B) : 0,4 m dan Tinggi ,t : 0,3 m
3. Dilakukan pengamatan terhadap Bangunan Pengendali Sedimen (chek dam) untuk mengurangi laju sedimen pada saluran terbuka.
4. Data – data yang diambil pada uji model laboratorium adalah data Kecepatan aliran (v), kedalaman aliran (h), debit aliran (Q), volume tampungan pengendali sedimen (Vs).
5. Jenis pasir yang digunakan adalah pasir no kohesi (granuler) dan kerikil.
6. Menggunakan beberapa kondisi Q (debit air) dan waktu pengaliran yang ditentukan.

7. Sedimen yang dihitung adalah adalah sedimen dasar (bed load) pada bangunan check dam

#### **F. Sistematika Penulisan**

Guna memperjelas dan mempermudah bagi pembaca dalam memahami atau mengkaji kandungan skripsi ini, perlu disusun sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

Bagian awal skripsi terdiri dari halaman judul, halaman pengesahan, sari, motto dan permasalahan, kata pengantar dan berbagai daftar meliputi daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar lampiran, daftar notasi dan daftar surat keterangan.

Bagian isi skripsi terdiri dari lima bab, yang meliputi :

**BAB I PENDAHULUAN** merupakan bab pendahuluan dari tulisan ini, yang berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, batasan masalah yang di angkat dan sistematika penulisan berupa gambar singkat dari tiap-tiap bab yang ada di dalam tulisan ini.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** dalam bab ini akan diberikan uraian secara teoritis tentang daerah aliran sungai, aliran, sedimen, dan bangunan pengendali sedimen (Check Dam).

**BAB III METODE PENELITIAN** menguraikan lokasi dan waktu penelitian, metode penelitian, prosedur penelitian dan tahapan penelitian.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan mengenai study karakteristik aliran pengendali sedimen (check dam) type segi empat dan type lingkaran, di Laboratorium.

**BAB V PENUTUP KESIMPULAN DAN SARAN** bab ini merupakan penutup dari keseluruhan penulisan dengan berisikan kesimpulan yang didapatkan dari studi yang dilakukan dan saran untuk bahan referensi pelaksanaan studi selanjutnya atau yang serupa. Bagian akhir skripsi terdiri dari daftar pustaka dan lampiran.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sungai**

Sungai merupakan jalan air alami, mengalir menuju samudera, danau, laut, atau ke sungai yang lain. Pada beberapa kasus, sebuah sungai secara sederhana mengalir meresap ke dalam tanah sebelum menemukan badan air lainnya. Melalui sungai merupakan cara yang biasa bagi air hujan yang turun di daratan untuk mengalir ke laut atau tampungan air yang besar seperti danau. Sungai terdiri dari beberapa bagian, bermula dari mata air yang mengalir ke anak sungai. Beberapa anak sungai akan bergabung untuk membentuk sungai utama. Aliran air biasanya berbatasan dengan saluran dasar dan tebing di sebelah kiri dan kanan. Penghujung sungai di mana sungai bertemu laut dikenal sebagai muara sungai. Manfaat terbesar sebuah sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya potensial untuk dijadikan objek wisata sungai (Ahira: 2011).

#### **B. Aliran**

##### **1. Karakteristik Aliran**

Karakteristik aliran adalah gambaran spesifik mengenai aliran yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia. Karakter aliran yang paling sesuai untuk mengendapkan partikel sedimen adalah aliran laminar



dengan kecepatan yang rendah. Banyak cara dilakukan untuk mendapatkan pola aliran yang seperti ini., seperti merancang posisi inlet dan outlet (pearson et.al, 1995).

Aliran pada saluran terbuka merupakan aliran permukaan yang mempunyai permukaan yang bebas. Permukaan bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan  $\rho$  (density) yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka dua fluida itu adalah udara dan air dimana kerapatan udara jauh lebih kecil dari kerapatan air.

Aliran dalam suatu saluran dapat berupa aliran dalam saluran terbuka dan dapat pula berupa aliran dalam pipa. Kedua jenis aliran tersebut memiliki prinsip yang 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. Banyak factor yang berpengaruh terhadap pengendapan partikel dalam suatu aliran, tetapi yang terpenting adalah kecepatan endap dan karakteristik aliran (Takamatsu dan Naito, 1967). Karakteristik 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 berubah terhadap waktu dan segala variable disepanjang saluran sungai.

- b. Aliran tidak tetap/tidak mantap (*unsteady flow*) yaitu apabila kecepatan air ( $h$ ) berubah menurut waktu demikian pula kecepataannya 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 variable 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 (*rapidly varied flow*).

## 2. Sifat Aliran

Sifat-sifat aliran saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh adanya pengaruh kekentalan (*viscositas*) dan pengaruh gravitasi dalam perbandingannya dengan gaya-gaya kelembapan (*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 berbanding antara pengaruh gaya-gaya kekentalan yang dipertimbangkan maka aliran aliran dapat di bedakan menjadi aliran

laminar, aliran turbulen, dan aliran transisi. Parameter yang digunakan sebagai dasar untuk membedakan sifat aliran tersebut adalah suatu parameter yang tidak berdimensi yaitu bilangan Reynold ( $Re$ ).

a. Sifat-sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembapan dengan gaya kekentalan adalah sebagai berikut :

- 1) Aliran laminar yaitu aliran dimana gaya-gaya kekentalan relative lebih besar disbanding dengan gaya kelembapan sehingga kekentalan berpengaruh besar pada sifat aliran. Partikel aliran ini seolah-olah bergerak secara teratur mengikuti lintasan tertentu.
- 2) Aliran turbulen yaitu apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur.
- 3) Aliran transisi yaitu aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relative terhadap kecepatan.

Pengaruh kekentalan terhadap kelembapan dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold dikenal juga dengan nama angka Reynold. Angka ini menyatakan perbandingan gaya-gaya kelembapan dengan gaya-gaya kekentalan yaitu:

$$Re = \frac{\bar{v}r}{\mu} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$Re$  = Angka Reynold

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

$\mu$  =kekentalan (viscositas) kinematik cairan (m<sup>2</sup>/det)

kemudian dari berbagai percobaan dapat disimpulkan bahwa untuk saluran terbuka :

$Re < 500$  = aliran laminar

$500 < Re < 12.500$  = aliran transisi

$Re > 12.500$  = turbulen



Gambar 1. Aliran turbulen dan laminar (Robert J. Kodoatie.,2002)

b. Sifat-sifat aliran berdasarkan perbandingan gaya kelembapan dengan gaya gravitasi

- 1) Aliran super kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan gelombangnya.
- 2) Aliran kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.
- 3) Aliran subkritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih kecil daripada 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 sebagai berikut :

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

Dimana :

Fr = angka Froude

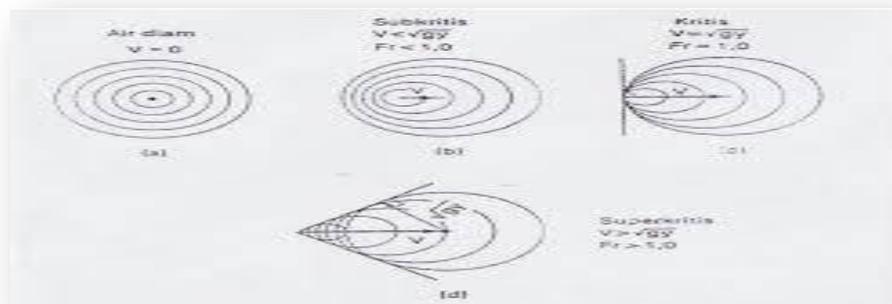
$\tilde{v}$  = kecepatan rata-rata aliran

h = kedalaman aliran

g = gaya gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

Sehingga :

- 1) Aliran Kritis apabila  $Fr = 1$ , dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang
- 2) Aliran Subkritis apabila  $Fr < 1$ , dimana kecepatan aliran lebih kecil dari kecepatan rambat gelombang
- 3) Aliran Seperkritis apabila  $Fr > 1$ , Dimana kecepatan aliran lebih besar daripada kecepatan rambat gelombang.



Gambar2.Pola penjalaran gelombang di saluran terbuka  
(Bambang Triatmojo, 2008)

## C. 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, di daerah genangan banjir, di saluran 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 dalam Rasmawati dan sufiah, 2016).

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)

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

## **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 peristiwa atau 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 agradasi pada perataan 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.

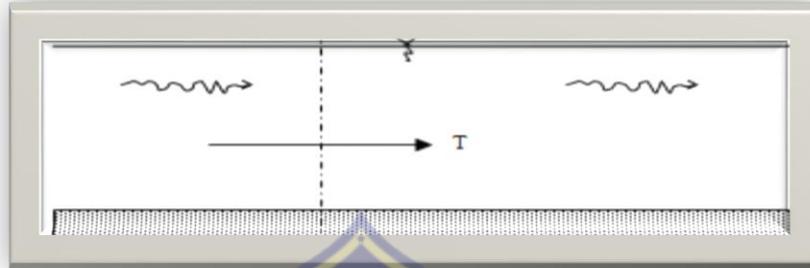
### 3. Angkutan Sedimen (Transport Sedimen)

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 ( $\tau_0$ ), kecepatan aliran ( $U_*$ ) juga mencapai kondisi kritik.

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

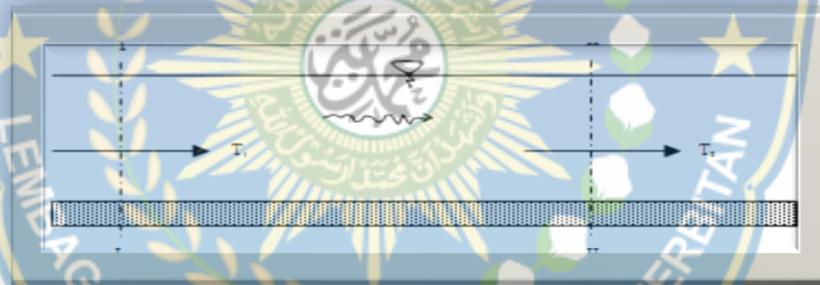


ditentukan dari perpindahan tempat suatu sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup.



Gambar 3. tampang saluran dengan dasar granuler (Mardjikoen,1987)

Laju sedimen yang terjadi bias dalam kondisi seimbang (*equilibrium*). Erosi (*erosion*), atau pengendapan (*deposition*), maka dapat ditentukan kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut. Proses sedimentasi di dasar saluran.



Gambar 4. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler (mardjikoen,1987)

Tabel 1. Proses Sedimen Dasar

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

(Mardjikoen, 1987)

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

- a. Satu butiran bergerak,
- b. Beberapa (sedikit) butiran bergerak,
- c. Butiran bersama-sama bergerak dari dasar, dan
- d. Kecenderungan pengangkutan butiran yang ada sampai habis.

Tiga faktor yang berkaitan dengan awal gerak butiran sedimen yaitu:

- a. Kecepatan aliran dan diameter / ukuran butiran,
- b. Gaya angkat yang lebih besar dari gaya berat butiran, dan
- c. 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.

Berdasarkan pergerakan partikel sedimen yang terdapat di sungai, maupun yang terdapat pada saluran-saluran pengairan, maka angkutan sedimen dapat digolongkan dalam 3 (tiga) bagian yang tergantung pada kecepatan aliran sungai. Ketiga macam angkutan sedimen tersebut

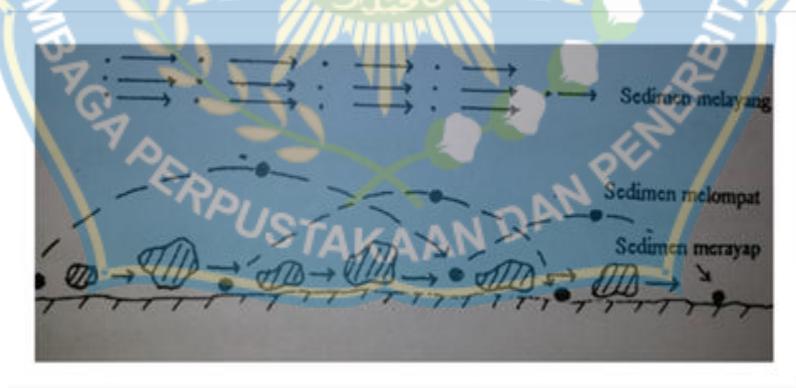
adalah sebagai berikut :

- a. Angkutan Sedimen Dasar ( Bed Load Transport ) Proses angkutan ini, terjadi pada suatu kondisi kecepatan aliran yang relative rendah, yang mampu mengerakkan butiran yang semula dalam keadaan diam akan menggelinding dan meluncur di sepanjang dasar saluran.
- b. Angkutan Sedimen Loncat ( Saltation Load Transport ) Pada kecepatan aliran yang lebih tinggi, butiran-butiran sedimen akan membuat loncatan-loncatan pendek meninggalkan dasar sungai, karena gaya dorong yang bekerja terhadap butiran makin besar. Kemudian butiran tersebut kembali ke dasar sungai atau melanjutkan gerakannya dengan membuat loncatan – loncatan yang lebih jauh
- c. Angkutan Sedimen Layang ( Suspended Load Transport ) Jika kecepatan aliran ditingkatkan lebih besar lagi, maka gerakan loncatan tersebut akan sering terjadi, sehingga apabila butiran tersebut oleh arus utama atau oleh gerakan aliran turbulen kearah permukaan, maka butiran akan tetap bergerak ke dalam arus aliran air untuk selang waktu tertentu yang dapat diamati.

Menurut Asdak (2014), besarnya transport sedimen dalam aliran sungai merupakan fungsi dari suplai sedimen dan energi aliran sungai (*steam 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 agradasi

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 5. 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. Sedangkan 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 :

- a. Liat ukuran partikelnya  $< 0,0039$  mm
- b. Debu ukuran partikelnya  $0,0039-0,0625$  mm
- c. Pasir ukuran partikelnya  $0,0625-2,0$  mm
- d. 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 di atas 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 ke duanya.

- a. Suspensi

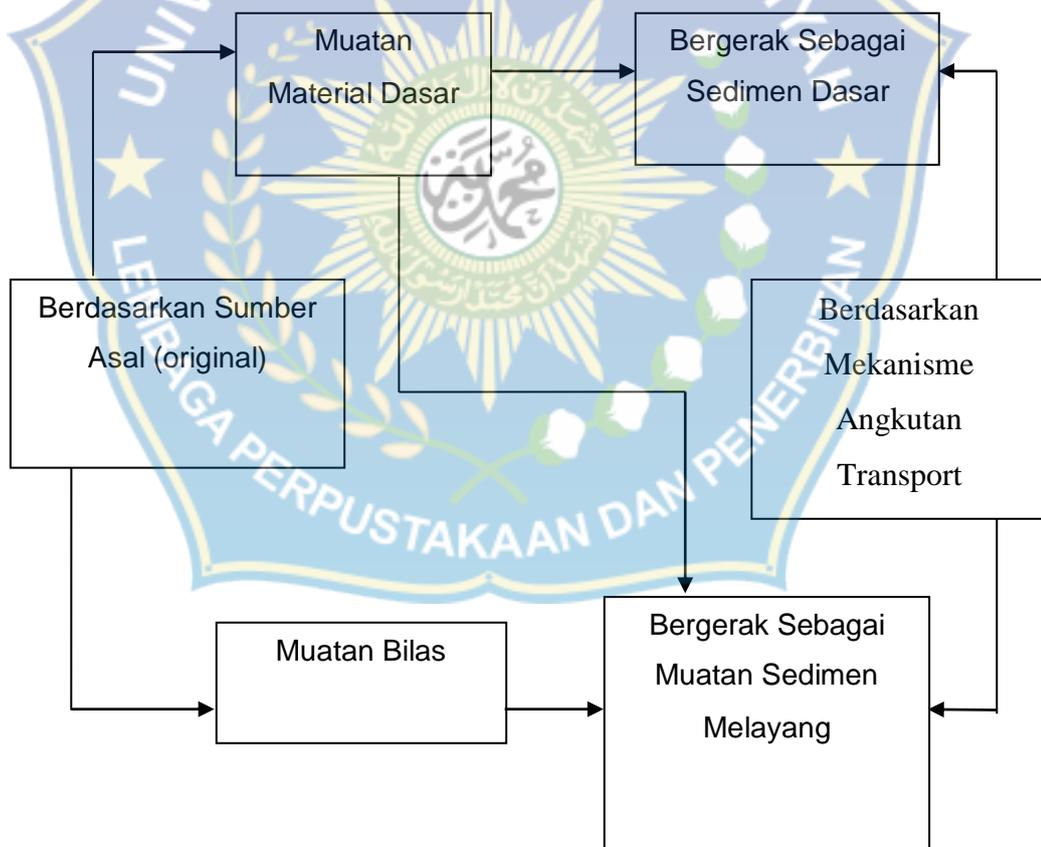
Dalam teori segala ukuran butir sedimen dapat dibawa dalam suspensi, jika arus cukup kuat. Akan tetapi di alam, kenyataannya hanya material halus saja yang dapat diangkut suspensi. Sifat sedimen hasil pengendapan suspensi ini adalah mengandung prosentase masa dasar yang tinggi sehingga butiran tampak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

Secara skematis angkutan sedimen dapat digambarkan sebagai berikut :

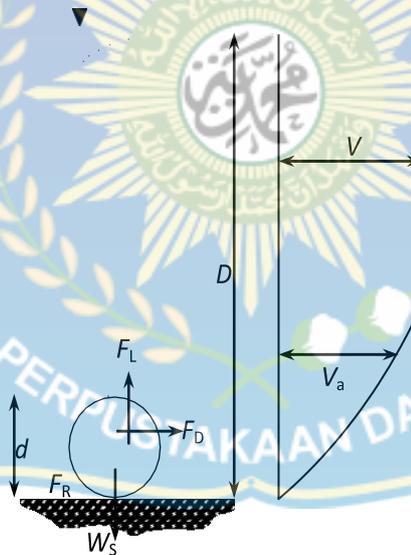


Gambar 6. Bagan mekanisme dan asal bahan sedimen (Mardjiko, 1987)

#### 4. Permulaan Gerak Butir Sedimen

Gaya yang bekerja pada suatu partikel sedimen bundar (*spherical*) pada dasar saluran terbuka, hampir setiap kriteria permulaan gerak butir diturunkan dari pendekatan tegangan geser ataupun kecepatan arus. Gaya yang bekerja pada butiran sedimen (non kohesif) dalam air :

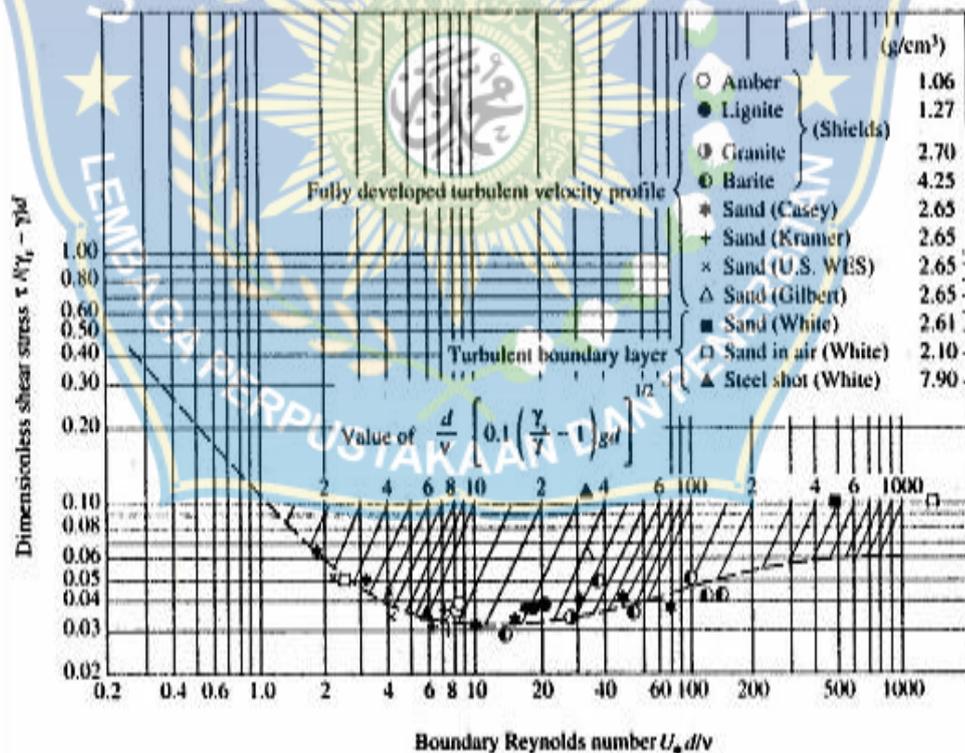
- Gaya berat di air (*submerged weight,  $W_s$* )
- Gaya yang menahan (*resistance force,  $F_R$* )
- Gaya angkat (*lift force,  $F_L$* )
- Gaya seret (*drag force,  $F_D$* )



Gambar 7. Permulaan gerak butiran



Teori permulaan gerak dengan pendekatan tegangan geser menurut Shield, 1936 dapat dilihat pada grafik di Gambar 6. Secara umum sangat sulit untuk menghitung secara analitik berapa besar gaya-gaya yang bekerja pada partikel sedimen, sehingga dengan melakukan analisis dimensi dari beberapa parameter sehingga dapat membuat diagram permulaan gerak dengan pendekatan tegangan geser. Faktor yang berpengaruh dalam penetapan permulaan gerakan butir antara lain adalah tegangan geser, perbedaan rapat masa air dengan rapat massa sedimen, diameter partikel, angka kekentalan kinetik dan grafitasi bumi.



Gambar 8. Grafik tegangan geser

Data ukuran butir partikel sedimen banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Metode yang digunakan untuk menganalisa ukuran butiran yaitu dengan cara ayakan. Dengan cara ayakan ini digunakan satu set ayakan dan pengukuran dilakukan dengan 2 cara meliputi : cara ayakan kering, digunakan bila contoh/sampel terdiri dari pasir lepas sehingga tidak menggumpal. Cara ayakan basah, digunakan bila contoh/sampel banyak mengandung fraksi-fraksi halus sehingga sukar untuk dipisahkan. (soewarno,1991).

Tegangan Geser Dasar, Permulaan gerak butiran sedimen dasar merupakan awal mula angkutan sedimen. Salah satu faktor yang menyebabkan permulaan gerak sedimen adalah kecepatan. Kecepatan efektif untuk menggerakkan butiran dinyatakan dalam rumus berikut :

$$U_* = (g \cdot h \cdot I)^{0,5} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

$U_*$  = kecepatan geser (m/dt)

$g$  = gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

$h$  = kedalaman aliran (m)

$I$  = kemiringan saluran

Selanjutnya digunakan untuk menentukan dimensi tegangan geser ( $F^*$ ) dengan menggunakan diagram Shields. Rumus dimensi tegangan geser adalah sebagai berikut :

$$F_* = \frac{\tau_c}{(\rho_s - \rho_w) D_s} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$F_*$  = dimensi tegangan geser

$\tau_c$  = tegangan geser kritis (kg/m<sup>2</sup>)

$\rho_s$  = berat jenis butiran sedimen (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_w$  = berat jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

$D_s$  = diameter butiran sedimen (m)

Sedangkan tegangan geser yang terjadi dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tau_o = \rho_w \cdot g \cdot H \cdot I \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

$\tau_o$  = tegangan geser (kg/m<sup>2</sup>)

$g$  = gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

$\rho_w$  = berat jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

$H$  = kedalaman saluran (m)

$I$  = kemiringan dasar saluran

Setelah semua sudah di dapatkan hasilnya maka dapat dilihat pergerakannya pada ketentuan di bawah ini:

apabila:

$\tau_o > \tau_c$  maka butiran bergerak

$\tau_o = \tau_c$  maka butiran mulai bergerak (kondisi kritis)

$\tau_0 < \tau_c$  maka butiran diam

## 5. Volume Tampungan

Berdasarkan data BBWS Pompengan Jeneberang menghitung volume tampungan berdasarkan garis kontur, dimulai dari garis kontur paling bawah sampai kontur teratas yang menjadi tampungan air pada kondisi normal maupun banjir. Dengan garis kontur yang berupa polygon tertutup, dengan software card dapat dihitung luasnya. Bila ada pulau atau gundukan maka luasnya dikurangi dengan luas dari kontur yang elevasinya sama dari pulau atau gundukan tersebut.

Berdasarkan daftar elevasi dan luas dan dapat dihitung volume ruang dengan rumus limas terpancung sebagai berikut :

$$vol = (A_1 + A_2 + (A_1 \times A_2)^{0.5})H/3 \dots\dots\dots 6$$

Dimana :

$vol$  = Volume Tampungan ( $m^3$ )

$A_1$  dan  $A_2$  = luas bawah dan luas atas ( $km^2$ )

$H$  = tinggi atau beda elevasi luas atas dan luas bawah (m)

#### **D. Bangunan Pengendali Sedimen (Check Dam)**

Bangunan Check dam merupakan salah satu bangunan pengendali sedimen yang cukup penting. Bangunan check dam sudah banyak dibangun dan sangat terkenal pada banyak negara seperti Jepang, Italia, China, Nepal, Venezuela, Swiss, Indonesia dan lain-lain. Oleh karena itu, pemahaman tentang perilaku check dam sebagai bangunan pengendali sedimen sangat diperlukan.

Check dam dapat juga berfungsi untuk mengurangi debit dari aliran debris dan untuk memantapkan dasar sungai oleh material sedimen yang terkandung dalam aliran debris (*Garcia dkk., 2007; Luan dkk., 2010; Mizuyama, 2008; Osti dkk., 2007; Zeng dkk., 2009*).

Check dam dapat di bagi atas 2 (dua) jenis yaitu jenis tertutup dan jenis terbuka. Check dam tertutup dibangun dengan menggunakan material beton. Check dam tipe tertutup dapat berfungsi secara efektif untuk mengendalikan aliran debris jika daerah tampungannya dalam keadaan belum terisi sedimen (*Mizuyama dkk, 1995; Mizuyama dkk, 2000; Shrestha dkk, 2007*). Namun seringkali check dam tipe ini kurang efektif menahan sedimen karena keterbatasan permeabilitas dan ruang tampungan yang sempit. Mempertahankan kapasitas tampungan yang efektif akan membutuhkan upaya pengerukan dan penggalian dasar sungai di ruang tampungan sedimen sehingga menurunkan nilai kelayakan teknis dan ekonomis (*Mizuyama, 2008; Osti dkk, 2007; Osti dan Egashira, 2008*).



Gambar 9. sedimen di sebelah hulu Check dam tertutup

(Sumber : Armanini dan Larcher, 2001)

Check dam tipe terbuka dapat dibedakan dalam beberapa bentuk, seperti tipe beam, tipe slit dan tipe grid (Armanini dan Lacher, 2001; Lien, 2003; Wu dan Chan, 2003). Check dam tipe ini dapat berfungsi untuk menahan aliran debris melalui tangkapan pada bukaan akibat material besar dan panjang yang saling mengunci selama terjadi banjir atau aliran debris. Namun sedimen akan melimpas bila aliran sudah mulai mengecil.

Karakteristik tipe beam/balok dengan bukaan lebar terkait dengan balok melintang yang sebagian besar bertujuan untuk menyaring kayu dan sedimen. Sedangkan check dam tipe slit terdiri dari satu atau lebih celah/bukaan vertikal yang terletak di atas dasar. Selanjutnya check dam tipe grid dikembangkan dalam 3 dekade terakhir. Tipe ini terbuat dari

tabung baja ukuran besar dengan diameter antara 0.5 hingga 1 meter. Dari berbagai kasus di Jepang menunjukkan bahwa tipe ini efisien untuk menahan batu berukuran besar seperti boulder dengan berat hingga 10 ton (Chanson, 2004).



Gambar 10. Check dam tipe beam di Austria..

(Sumber : Armanini dan Larcher, 2001)



Gambar 11. Check dam tipe Slit

(Sumber : Armanini dan Larcher, 2001)



Gambar 12. Check dam tipe grid pada Sungai Ikazawa Propinsi Niigata Japan

(Source: Sustainability Report-Kobe Steel Group Sites, 2011)

Banyak peneliti seperti *Armanini dan Larcher (2001)*, *Mizuno dkk (2000)*, *Hirouchi dkk (2009)*, *Shibuya dkk (2009)*, dan yang lainnya telah membuat experiment dengan model check dam tipe terbuka dalam flume. Namun pemahaman tentang check dam terbuka masih terus dipelajari. Pengujian terhadap check dam terbuka bukan hanya terhadap kemampuan menahan sedimen, tetapi juga terhadap kemampuan untuk melakukan pembilasan dan pengosongan secara mandiri pada daerah tampungan. Hal ini sangat berpengaruh terhadap pemeliharaan lingkungan sungai dimana check dam dibangun.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar dengan direncanakan atau dilaksanakan penelitian selama 3 bulan dimulai bulan april sampai dengan bulan juni, dimana pada bulan pertama yakni di awal bulan april merupakan kajian literature, pada bulan kedua yakni bulan mei adalah pembuatan bangunan penangkap sedimen dan bulan ketiga yakni bulan juni pengambilan data pada tahap pengolahan data.

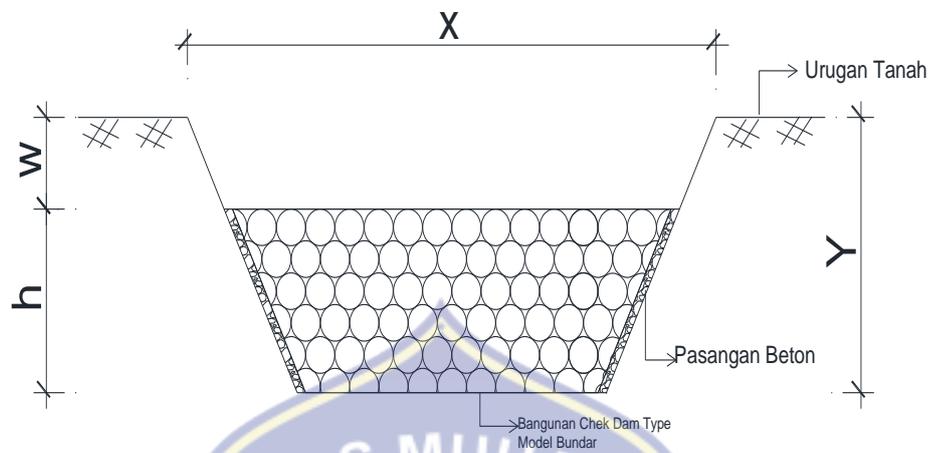
#### B. Model Check Dam

Berikut ini gambar Desain Model Check Dam Type Segiempat :



TAMPAK DEPAN

Gambar 13.Desain Model Check Dam Segi Empat

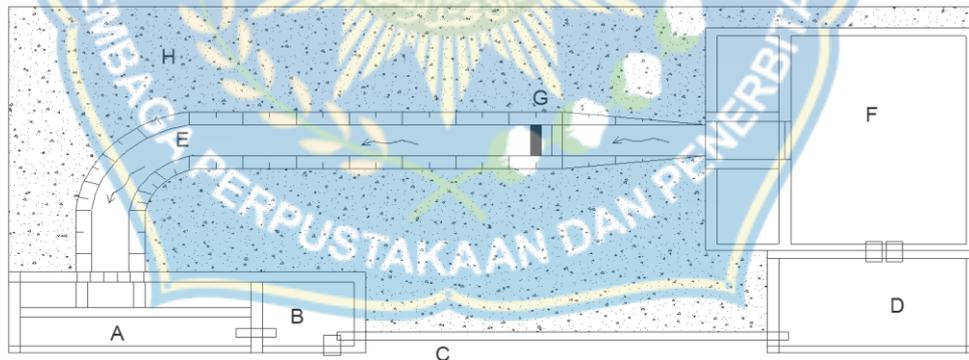


TAMPAK DEPAN

Gambar 14. Desain Model Check Dam Lingkaran

### C. Model Saluran

Berikut ini gambar model saluran pada penelitian ini:



Gambar 15. Denah Penelitian

Keterangan:

- A = Bak Penampung
- B = Pompa Air
- C = Pipa
- D = Bak Air
- E = Saluran
- F = Bak Air

#### **D. Jenis Penelitian Dan Sumber Data**

Jenis penelitian yang digunakan adalah Eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literature-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 pembandung.

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium, antara lain kecepatan aliran ( $V$ ), debit Aliran ( $Q$ ), lebar saluran ( $b$ ), panjang saluran ( $L$ ), tinggi saluran ( $h$ ), dan waktu ( $t$ ).
2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian sedimen pada saluran terbuka. Misalnya buku, laporan, jurnal dan lain-lain.

#### **E. Alat Dan Bahan**

Adapun spesifikasi jenis peralatan dan bahan yang dipergunakan dalam percobaan dan alat peraga penelitian antara lain

## 1. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini antara lain , Flow watch, Stopwatch, Mesin pompa air, ember, gerobak sorong, sekop, linggis, cetok semen, timbangan digital, Kamera digital, Tabel data, computer, Pipa 3 inchi untuk pendukung mesin pompa, dan Meteran/mistar.

## 2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, Saluran tanah, Pintu take off, pintu penguras, Pasir non kohesi, Kerikil, semen, model Check Dam, dan Air.

## F. Variable Yang Digunakan

Sesuai dengan tujuan penelitian ini pengujian model hidraulik dilaksanakan pada model bangunan check dam, dengan mengacu pada rancangan yang telah di setujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Variabel yang digunakan adalah :

### 1. Variabel bebas

Adapun variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah tinggi muka air ( $h$ ), kecepatan aliran ( $v$ ), dan waktu ( $t$ ).

### 2. Variabel terikat

Adapun variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah debit ( $Q$ ), Angka Froude ( $Fr$ ), Angka Reynold ( $Re$ ), Tengan geser ( $\tau_0$ ), Tengan Kritik ( $\tau_c$ ) dan Volume ( $V$ )

### **G. Prosedur Penelitian**

1. Membersihkan dan mengeringkan bangunan check dam.
2. Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya bangunan pengendali sedimen (check dam) yang akan digunakan dalam pengaliran (running kosong).
3. Kalibrasi semua alat yang akan digunakan terutama alat pengukur kecepatan.
4. Menimbang sedimen yang akan digunakan.
5. Sedimen dihampakan di saluran sepanjang 1 meter dengan lebar 0,4 meter dan Tinggi 0,1 meter.
6. Sedimen dipadatkan sebelum dilakukan pengaliran.
7. Kecepatan aliran di ukur dengan current meter.
8. Air dikeringkan dengan membuka pintu pembilas secara hati hati supaya sedimen tidak terbawa oleh aliran.
9. Sedimen yang terperangkap di bangunan pengendali sedimen (check dam) dikumpulkan dan diukur ketinggiannya.
10. Percobaan dilakukan dengan debit dan waktu yang bervariasi.

## H. Pencatatan data

Hal yang penting dalam setiap penelitian adalah pencatatan data, pada dasarnya data yang diambil adalah yang akan difungsikan sebagai parameter dalam analisa.

## I. Analisa Data

Data dari lapangan atau laboratorium diolah sebagai bahan analisa terhadap hasil studi ini, sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian. Data yang diolah adalah data yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisa hasil penelitian.

Analisa data yang menyangkut antara hubungan antara variabel dalam penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

### 1. Perhitungan Koefisien Debit ( $Q$ )

Berikut adalah rumus untuk mencari koefisien debit :

$$Q = A.V$$

### 2. Perhitungan Angka Froude ( $Fr$ )

Berikut rumus mencari bilangan Froude :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g.h}}$$

### 3. Perhitungan Bilangan Reynold ( $Re$ )

Berikut rumus mencari bilangan Reynold :

$$Re = \frac{V(2.ro)}{v}$$

4. Perhitungan Tegangan Geser ( $\tau_o$ ) dan Tegangan Kritis ( $\tau_c$ )

Berikut rumus mencari Tegangan geser

$$\tau_o = \rho_w \cdot g \cdot H \cdot I$$

Berikut rumus mencari tegangan kritis

$$F_* = \frac{\tau_c}{(\rho_s - \rho_w) D_s}$$

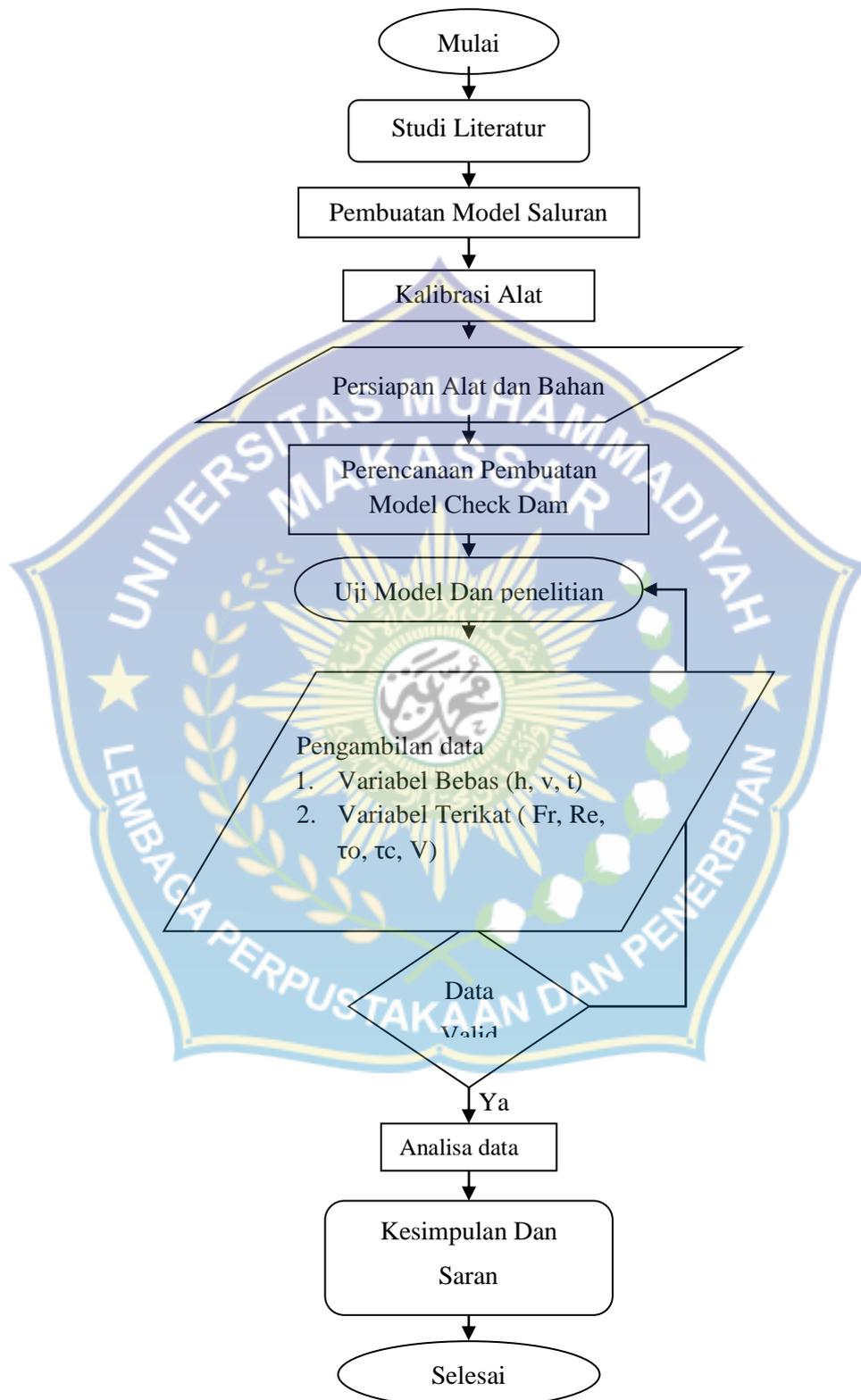
5. Perhitungan Volume Sedimen

Berikut adalah rumus untuk menghitung volume sedimen :

$$V = L \times b \times H$$



### Flowchart/ Alur Penelitian



Gambar 16. Flowchart/ Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Hasil Perhitungan

##### 1. Analisa Perhitungan Bilangan Froude

Bilangan Froude didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata di bagi akar gravitasi dan kedalaman air. Jadi untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam saluran pada saat proses pengaliran maka dapat di jabarkan atau dijelaskan berdasarkan Froude (Fr), dimana :

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

$$\text{Contoh perhitungan} = \frac{1,267}{\sqrt{9,81 \times 0,070}} = 1,529$$

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan Froude (Fr) dapat dilihat pada lampiran :

Tabel 2.Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) type segi empat diameter 2 cm dan type Lingkaran 2 cm

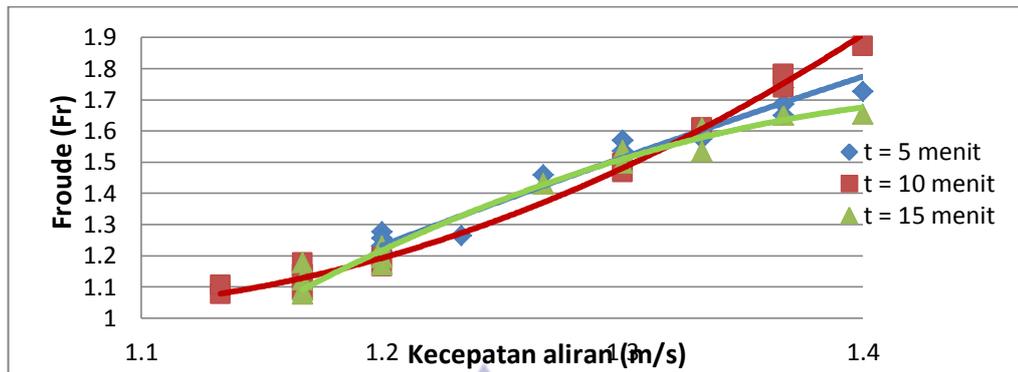
No.	Segiempat			Lingkaran		
	Froude ( Fr)			Froude ( Fr)		
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det
	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit
P1	1.529	1.496	1.534	1.825	1.849	1.782
P2	1.569	1.609	1.536	1.999	2.259	1.942
P3	1.650	1.609	1.536	2.095	2.310	1.900
P4	1.727	1.529	1.430	2.034	2.034	1.962
P5	1.575	1.467	1.430	2.080	1.872	1.912
P6	1.536	1.782	1.496	2.034	1.868	1.783
P7	1.686	1.739	1.650	1.781	1.689	1.696
P8	1.739	1.872	1.654	1.781	1.768	1.644
P9	1.686	1.607	1.609	1.604	1.768	1.575
P10	1.458	1.529	1.536	1.604	1.575	1.569
P11	1.264	1.089	1.194	1.140	1.120	1.151
P12	1.212	1.089	1.076	1.171	1.171	1.120
P13	1.212	1.076	1.076	1.105	1.194	1.139
P14	1.277	1.123	1.089	1.312	1.212	1.212
P15	1.230	1.106	1.171	1.256	1.212	1.178
P16	1.230	1.178	1.194	1.230	1.230	1.144
P17	1.256	1.139	1.230	1.212	1.212	1.212
P18	1.212	1.139	1.178	1.212	1.212	1.178
P19	1.230	1.166	1.171	1.212	1.212	1.212
P20	1.212	1.194	1.123	1.212	1.212	1.161

Tabel 3. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) type segi empat diameter 2,5 cm dan type Lingkaran 3 cm

No.	Segiempat			Lingkaran		
	Froude ( Fr)			Froude ( Fr)		
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det
	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit
P1	1.739	1.580	1.649	1.987	1.781	1.891
P2	1.768	1.505	1.654	2.095	2.080	2.042
P3	1.644	1.505	1.609	2.050	2.265	1.962
P4	1.644	1.477	1.611	2.285	1.993	1.781
P5	1.686	1.534	1.573	2.050	1.962	1.768
P6	1.569	1.534	1.496	1.872	1.739	1.644
P7	1.739	1.534	1.430	1.781	1.644	1.651
P8	1.536	1.505	1.467	1.872	1.768	1.696
P9	1.497	1.534	1.430	1.686	1.688	1.392
P10	1.458	1.430	1.430	1.497	1.611	1.419
P11	1.106	1.075	1.106	1.108	1.171	1.108
P12	1.155	1.075	1.120	1.123	1.203	1.089
P13	1.123	1.092	1.122	1.227	1.194	1.076
P14	1.123	1.092	1.106	1.212	1.178	1.106
P15	1.212	1.140	1.120	1.212	1.212	1.111
P16	1.171	1.140	1.089	1.212	1.256	1.144
P17	1.139	1.140	1.089	1.212	1.256	1.106
P18	1.106	1.140	1.075	1.212	1.212	1.094
P19	1.123	1.123	1.076	1.212	1.212	1.127
P20	1.123	1.155	1.076	1.212	1.212	1.091

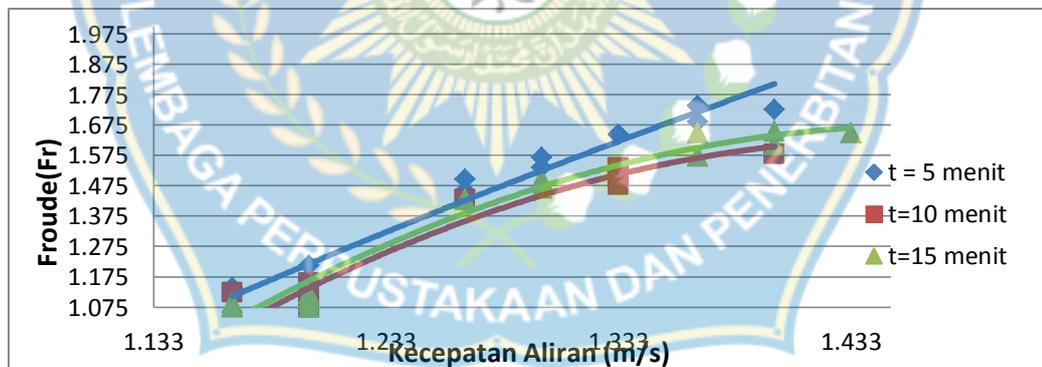
Tabel 4. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) type segi empat diameter 3 cm dan type Lingkaran 4 cm

No.	Segiempat			Lingkaran		
	Froude ( Fr)			Froude ( Fr)		
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det
	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit
P1	1.828	1.781	1.611	2.189	1.781	1.891
P2	1.825	1.781	1.850	2.126	2.126	2.042
P3	2.006	1.823	1.770	1.998	2.265	1.908
P4	2.142	1.823	1.727	1.768	1.993	1.781
P5	1.987	1.686	1.689	1.868	1.962	1.768
P6	2.046	1.686	1.573	1.686	1.739	1.644
P7	1.952	1.644	1.543	1.782	1.644	1.651
P8	1.696	1.534	1.505	1.569	1.768	1.612
P9	1.696	1.536	1.575	1.496	1.734	1.392
P10	1.849	1.496	1.467	1.477	1.611	1.458
P11	1.178	1.120	1.122	1.044	1.171	1.108
P12	1.127	1.120	1.120	1.140	1.203	1.089
P13	1.212	1.120	1.123	1.120	1.171	1.058
P14	1.222	1.106	1.155	1.151	1.178	1.074
P15	1.277	1.123	1.106	1.171	1.212	1.144
P16	1.256	1.123	1.106	1.194	1.264	1.111
P17	1.256	1.123	1.120	1.171	1.256	1.106
P18	1.256	1.123	1.140	1.220	1.230	1.127
P19	1.186	1.123	1.120	1.123	1.212	1.094
P20	1.206	1.123	1.120	1.155	1.212	1.091



Gambar 17. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 2 cm type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1 = 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2 = 0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3 = 0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 17 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Froude dengan nilai 1,872



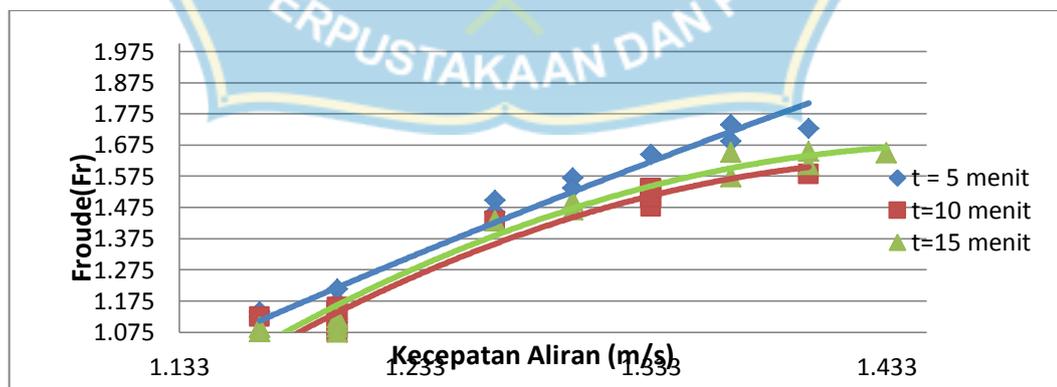
Gambar 18. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 2,5 cm Type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1 = 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2 = 0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3 = 0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 18 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Froude dengan nilai 1,768



Gambar 19. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 3 cm type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1 = 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2 = 0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3 = 0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 19 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Froude dengan nilai 2,142



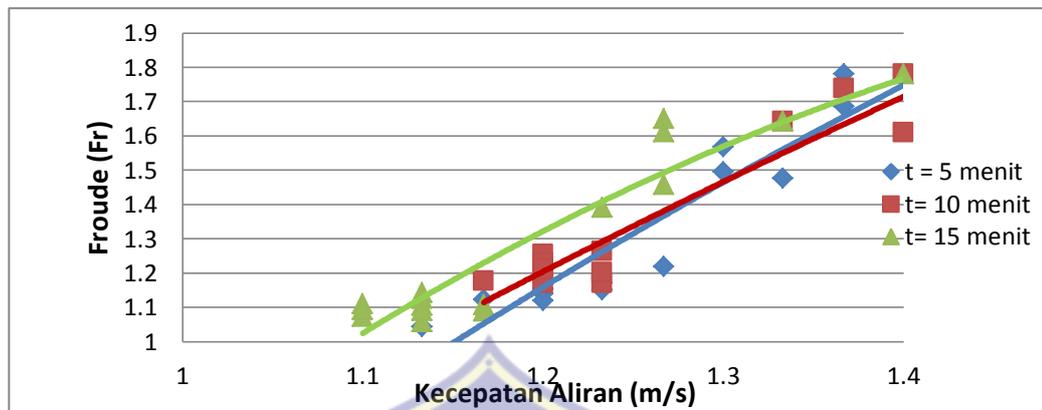
Gambar 20. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 2 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1= 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2=0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3=0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 20 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Froude dengan nilai 2,310



Gambar 21. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 3 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1= 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2=0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3=0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 21 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Froude dengan nilai 2,285



Gambar 22. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Froude dengan diameter 4 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1 = 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2 = 0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3 = 0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 22 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Froude dengan nilai 2,265

## 2. Analisa Perhitungan Bilangan Reynold

Untuk menghitung bilangan Froude di gunakan rumus sebagai berikut:

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

$$\text{Contoh perhitungan : } Re = \frac{1,267}{0,038 \times 0,0000854}$$

$$= 5638$$

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) dapat dilihat pada lampiran :



Tabel 5. Rekapitulasi bilangan Reynold (Re) type segi empat diameter 2 cm dan type Lingkaran 2 cm

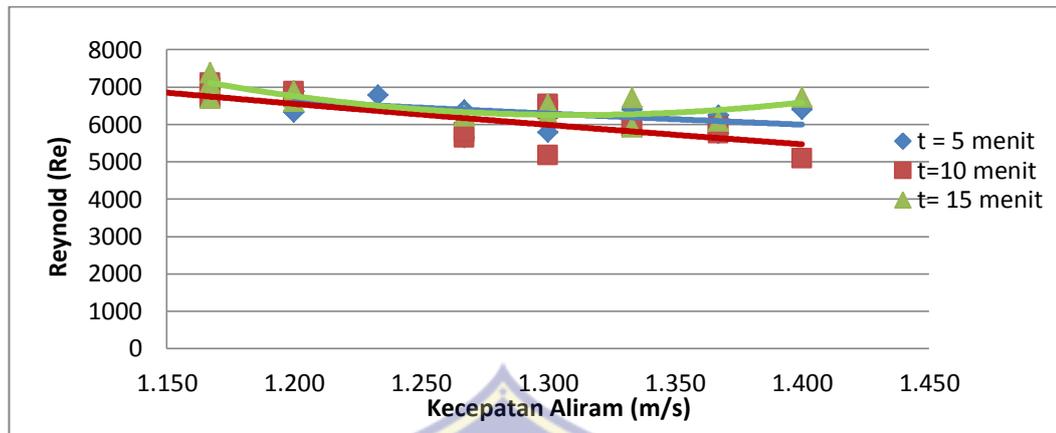
No.	Segiempat			Lingkaran		
	Reynold (Re)			Reynold (Re)		
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det
	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit
P1	5638	6546	6712	6066	4839	5923
P2	5785	5931	6241	5246	5153	5082
P3	6083	5931	6241	5497	5269	5705
P4	6393	5638	6231	5325	5325	5841
P5	6400	6393	6231	5445	5574	6356
P6	6241	5923	6546	5325	6209	5307
P7	6243	5763	6083	5902	6230	5619
P8	5763	5082	6721	5902	6544	6087
P9	6243	4909	5931	5937	6544	6400
P10	6380	5786	6241	5937	6400	5785
P11	6786	7106	6745	7166	7307	7508
P12	6885	6969	7379	6885	6885	7307
P13	6885	6766	7379	7796	6745	6696
P14	6323	6969	7106	6497	6885	6885
P15	6604	6501	6885	6323	6885	6696
P16	6604	6696	6745	6604	6604	6501
P17	6323	6696	6604	6885	6885	6885
P18	6885	6696	6696	6885	6885	6696
P19	6604	6885	6885	6885	6885	6885
P20	6885	6745	6969	6885	6885	6559

Tabel 6. Rekapitulasi bilangan Reynold (Re) type segi empat diameter 2,5 cm dan type Lingkaran 3 cm

No.	Segiempat			Lingkaran		
	Reynold (Re)			Reynold (Re)		
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> /det
	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit
P1	5763	6885	7215	5202	5902	7001
P2	6544	6556	6721	5497	5445	6789
P3	6087	6556	5931	6103	5928	5841
P4	6087	6868	7049	5995	6606	5902
P5	6243	6712	6883	6103	5841	6544
P6	5785	6712	6546	5574	5763	6087
P7	5763	6712	6231	5902	6087	5489
P8	6241	6556	6393	5574	6544	5619
P9	6083	6712	6231	6243	7387	6064
P10	6380	6231	6231	6083	7049	6208
P11	7588	7588	7588	6969	7363	6969
P12	7166	7588	7307	6969	7075	7106
P13	6969	7447	7652	6930	6745	6766
P14	6969	7447	7588	6885	6696	6501
P15	6885	7166	7307	6885	6885	6311
P16	6885	7166	7106	6885	6323	6501
P17	6696	7166	7106	6885	6323	6501
P18	6501	7166	7588	6885	6885	6183
P19	6969	6969	7379	6885	6885	6368
P20	6969	7166	7379	6885	6885	6544

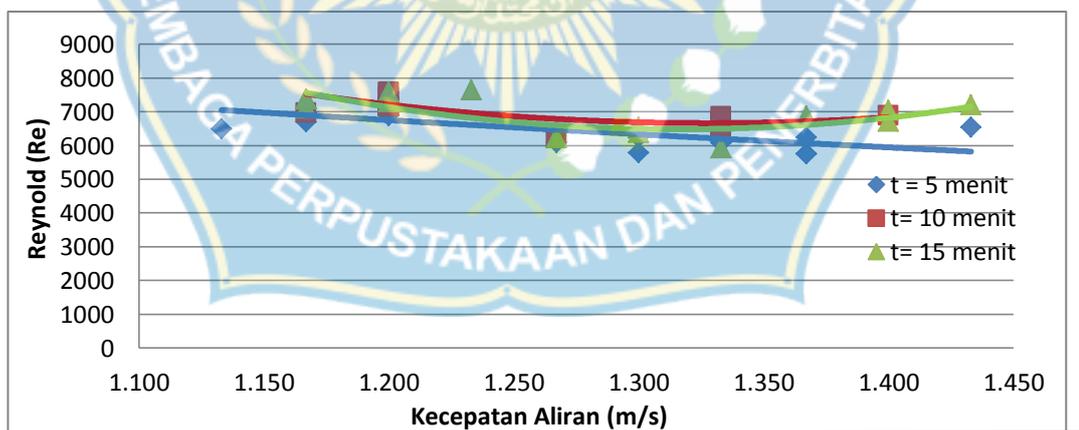
Tabel 7. Rekapitulasi bilangan Reynold (Re) type segi empat diameter 3 cm dan type Lingkaran 4 cm

No.	Segiempat			Lingkaran		
	Reynold (Re)			Reynold (Re)		
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det	Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det
	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit	t = 5 menit	t = 10 menit	t = 15 menit
P1	5442	5902	7049	5744	5902	7001
P2	6066	5902	6850	5565	5565	6789
P3	5972	6041	6528	6642	5928	6323
P4	5621	6041	6393	6544	6606	5902
P5	5202	6243	6230	6209	5841	6544
P6	5370	6243	6883	6243	5763	6087
P7	5122	6087	6723	5923	6087	5489
P8	5619	6712	6556	5785	6544	5341
P9	5619	6241	6400	6546	7043	6064
P10	4839	6546	6393	6868	7049	6380
P11	6696	7307	7652	7164	7363	6969
P12	6368	7307	7307	7166	7075	7106
P13	6885	7307	6969	7307	6885	6899
P14	6149	6501	7166	7508	6696	6311
P15	6323	6969	6501	6885	6885	6501
P16	6323	6969	6501	6745	6786	6311
P17	6323	6969	7307	7363	6323	6501
P18	6323	6969	7166	7566	6604	6368
P19	5970	6969	7307	6969	6885	6183
P20	5970	6969	7307	7166	6885	6766



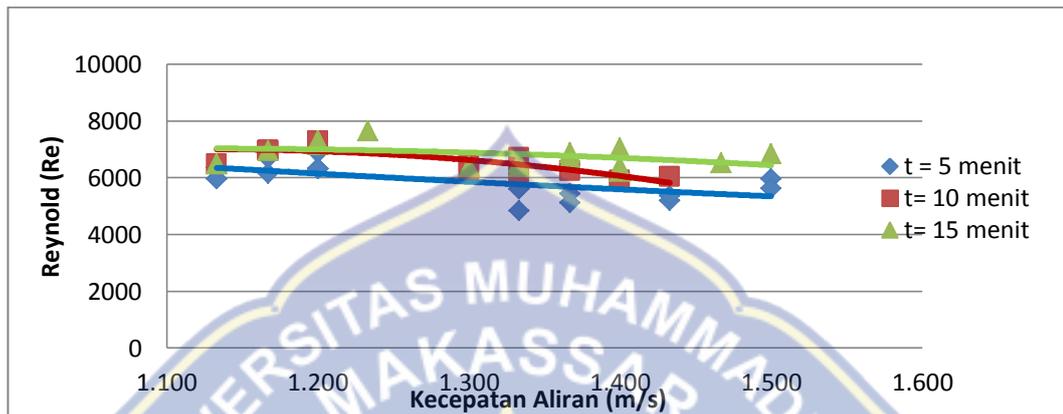
Gambar 23. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 2 cm type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1 = 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2 = 0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3 = 0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 23 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Reynold dengan nilai 6969



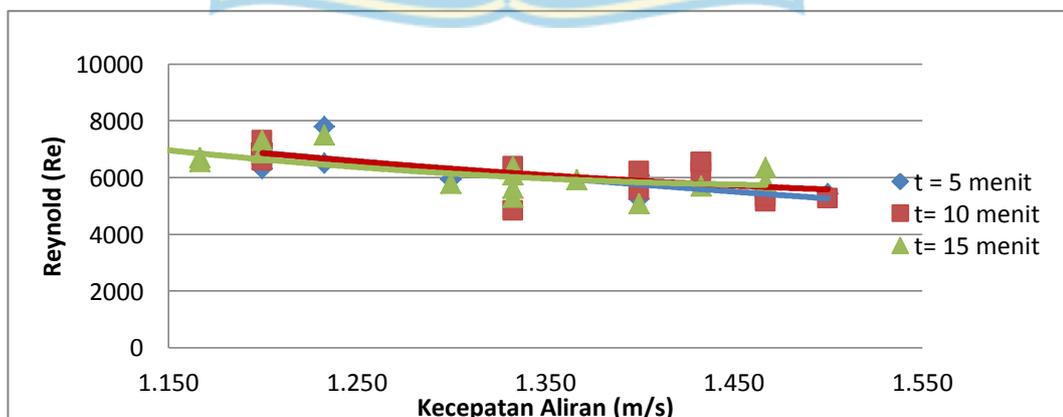
Gambar 24. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 2,5 cm type segi empat dan beberpa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1= 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2=0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3=0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 24 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Reynold dengan nilai 7588



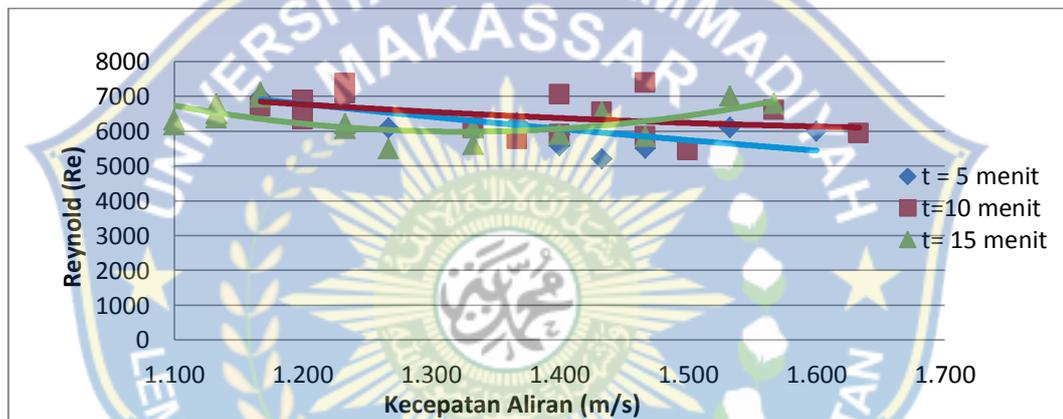
Gambar 25. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynold dengan diameter 3 cm type segi empat dan beberapa variasi waktu t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1= 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2=0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3=0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 25 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Reynold dengan nilai 7652



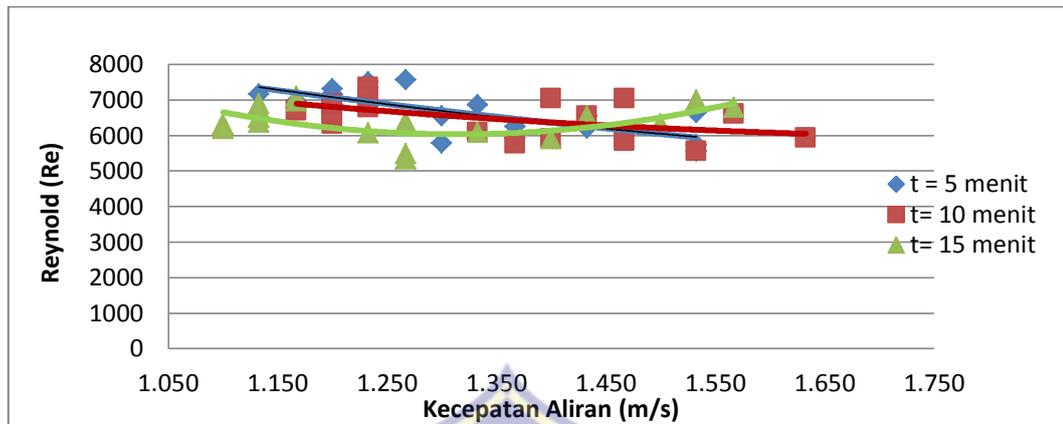
Gambar 26. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 2 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu. t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1= 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2=0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3=0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 26 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Reynold dengan nilai 7796



Gambar 27. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 3 cm type lingkaran dan beberapa variasi waktu. t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1= 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2=0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3=0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 27 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Reynold dengan nilai 7387



Gambar 28. Hubungan antara kecepatan aliran bilangan Reynoald dengan diameter 4 cm lingkaran dan beberapa variasi waktu. t :5 menit. t :10 menit. t :15 menit.

Dari hasil pengamatan untuk  $Q_1 = 0,018 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_2 = 0,021 \text{ m}^3/\text{det}$   $Q_3 = 0,024 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dapat dilihat pada gambar grafik 28 di atas dengan nilai tertinggi pada bilangan Reynold dengan nilai 7566

### 3. Analisa tegangan geser ( $\tau_0$ ) dan tegangan kritis ( $\tau_c$ )

Pergerakan sedimen dimaksudkan untuk mengetahui pergerakan sedimen akibat fluktuasi debit, menganalisa pergerakan sedimen akibat fluktuasi debit dengan menggunakan rumus yang telah dibahas pada tinjauan pustaka.

Perhitungan tegangan geser dasar ( $\tau_0$ )

$$\tau_0 = \rho w \times g \times h \times l$$

$$\tau_0 = 1000 \times 9,81 \times 0,070 \times 0,005$$

$$\tau_0 = 1,030 \text{ kg/m}^2$$

Perhitungan tegangan geser kritis ( $\tau_c$ ) :

Dari grafik Shield = 0,149 tegangan geser kritis dapat dilihat pada lampiran.

$$\tau_c = 0,149 \times (\rho_s - \rho_w) \times g \times S$$

$$\tau_c = 0,149 \times (2747 - 1000) \times 9,81 \times 0,0071$$

$$\tau_c = 18,130 \text{ kg/m}^2$$

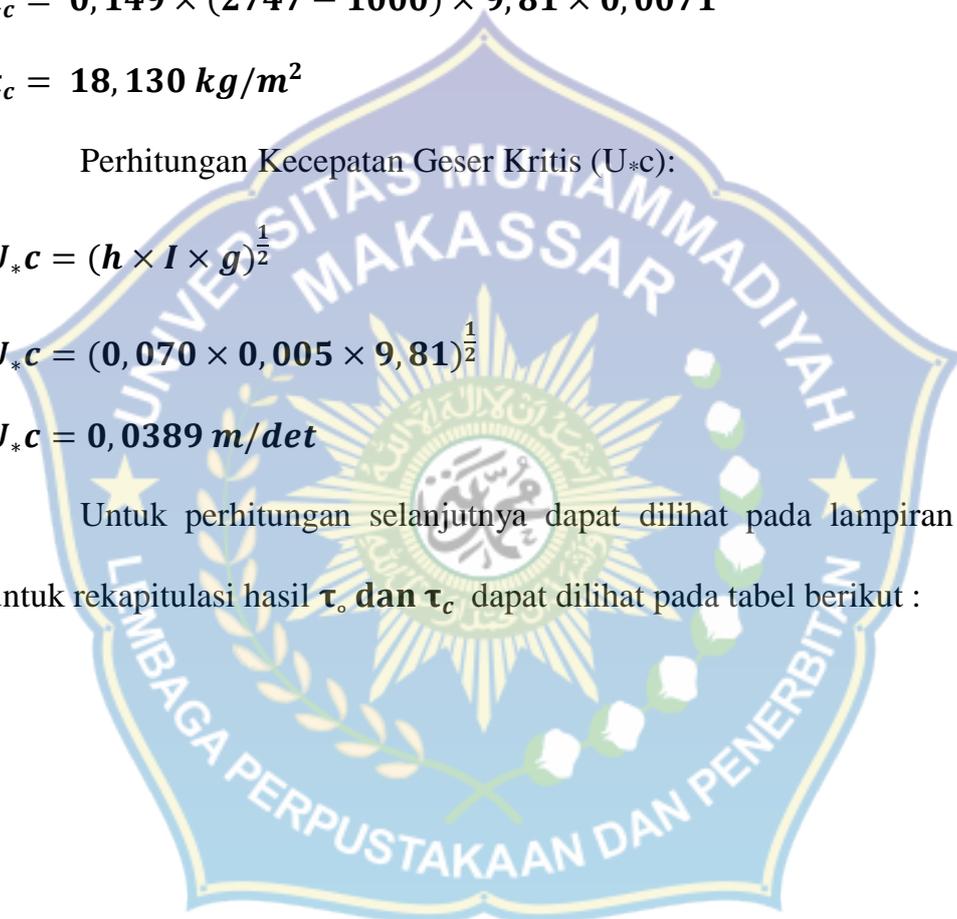
Perhitungan Kecepatan Geser Kritis ( $U_{*c}$ ):

$$U_{*c} = (h \times I \times g)^{\frac{1}{2}}$$

$$U_{*c} = (0,070 \times 0,005 \times 9,81)^{\frac{1}{2}}$$

$$U_{*c} = 0,0389 \text{ m/det}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran , dan untuk rekapitulasi hasil  $\tau_o$  dan  $\tau_c$  dapat dilihat pada tabel berikut :

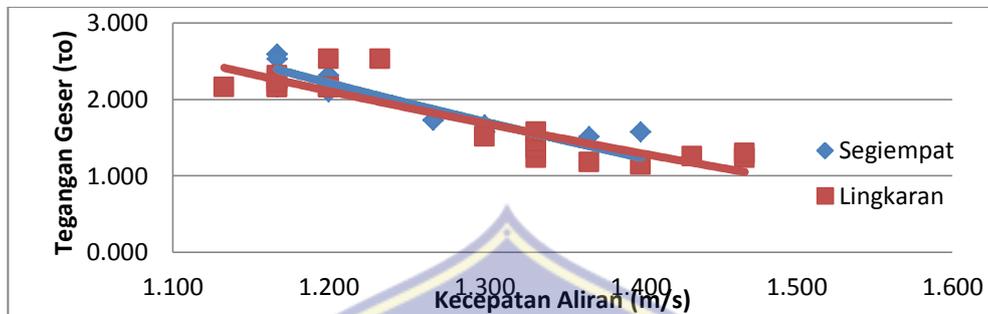




Tabel 8.Rekapitulasi Perhitungan ( $\tau_0$ ) dan ( $\tau_c$ ) dengan diameter 2 cm segi empat dan lingkaran 2 cm

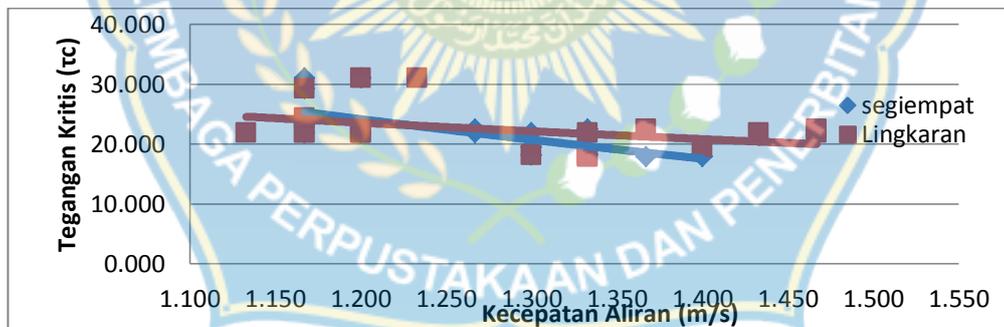
No.	Segiempat						Lingkaran					
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.024 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.024 m <sup>3</sup> /det	
	t = 5 menit		t = 10 menit		t = 15 menit		t = 5 menit		t = 10 menit		t = 15 menit	
	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )
P1	1.030	18.130	1.511	18.374	1.511	18.374	1.177	22.511	1.040	36.504	1.177	22.511
P2	1.030	18.130	1.511	18.130	1.575	18.252	1.079	19.469	0.928	34.070	1.144	19.469
P3	1.030	18.130	1.511	18.130	1.575	18.252	1.079	19.469	0.928	34.070	1.252	21.902
P4	0.986	17.887	1.511	18.130	1.727	18.495	1.144	19.469	1.144	36.504	1.230	21.902
P5	1.074	18.252	1.727	18.495	1.727	18.495	1.144	19.469	1.230	37.721	1.295	22.511
P6	1.074	18.252	1.295	22.511	1.662	18.374	1.144	19.469	1.295	38.938	1.230	21.902
P7	0.986	17.887	1.360	17.887	1.511	18.130	1.360	17.887	1.511	27.986	1.360	17.887
P8	0.927	17.887	1.230	21.902	1.575	18.252	1.360	17.887	1.446	27.986	1.446	17.887
P9	0.986	17.887	1.295	22.511	1.511	18.130	1.446	17.887	1.446	27.986	1.575	18.252
P10	1.133	18.374	1.511	18.130	1.575	18.252	1.446	17.887	1.575	29.203	1.511	18.130
P11	1.427	20.686	2.525	31.028	2.223	24.336	2.439	30.420	2.525	31.028	2.525	31.028
P12	1.472	21.902	2.525	31.028	2.590	31.637	2.309	29.203	2.309	29.203	2.525	31.028
P13	1.472	21.902	2.439	30.420	2.590	31.637	2.741	32.854	2.223	24.336	2.309	29.203
P14	1.324	20.077	2.374	29.812	2.525	31.028	1.942	20.077	2.158	21.902	2.158	21.902
P15	1.427	20.686	2.309	29.203	2.309	29.203	2.007	20.686	2.158	21.902	2.158	21.902
P16	1.427	20.686	2.158	21.902	2.223	24.336	2.093	20.686	2.093	20.686	2.158	21.902
P17	1.368	20.686	2.309	29.203	2.093	20.686	2.158	21.902	2.158	21.902	2.158	21.902
P18	1.472	21.902	2.309	29.203	2.158	21.902	2.158	21.902	2.158	21.902	2.158	21.902
P19	1.427	20.686	2.331	29.812	2.309	29.203	2.158	21.902	2.158	21.902	2.158	21.902
P20	1.472	21.902	2.223	24.336	2.374	29.812	2.158	21.902	2.158	21.902	2.223	24.336

Berikut adalah grafik hubungan antara Kecepatan aliran ( $v$ ) dan tegangan geser ( $\tau_0$ ) dengan waktu 15 menit pengaliran.



Gambar 29. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran ( $v$ ) maka semakin rendah pula tegangan gesernya ( $\tau_0$ ). Angka tertinggi terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai 2,590  $\text{kg/m}^2$ .



Gambar 30. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan kritis

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran ( $v$ ) maka semakin rendah pula tegangan gesernya ( $\tau_c$ )

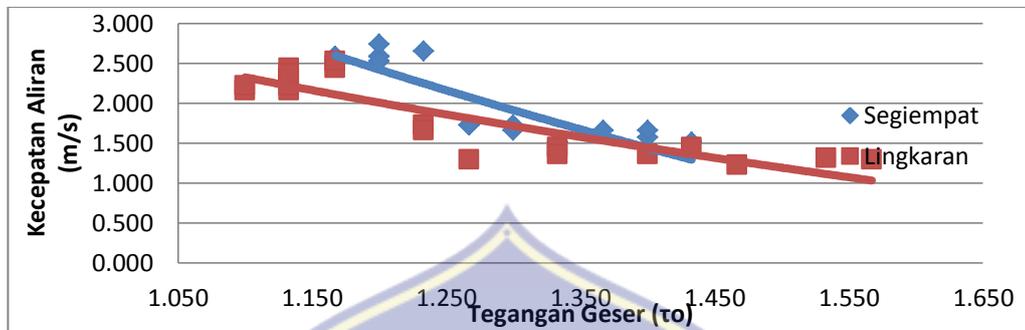
Angka tertinggi terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai 31,637  $\text{kg/m}^2$ .



Tabel 9.Rekapitulasi Perhitungan ( $\tau_0$ ) dan ( $\tau_c$ ) dengan diameter 2,5 cm segi empat dan lingkaran 3 cm

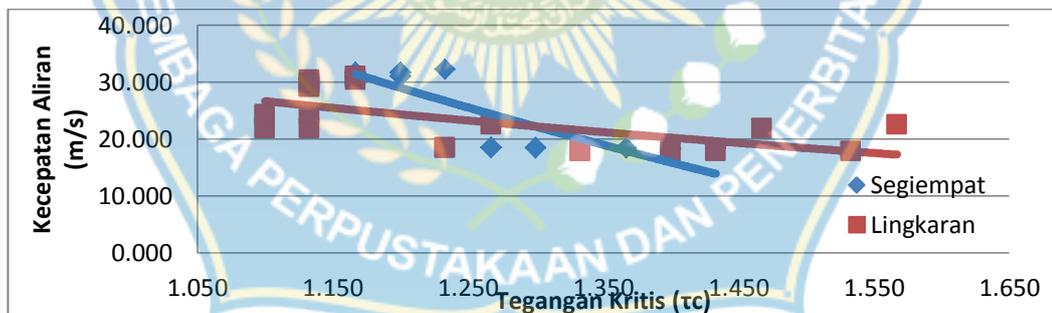
No.	Segiempat						Lingkaran					
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.024 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.024 m <sup>3</sup> /det	
	t = 5 menit		t = 10 menit		t = 15 menit		t = 5 menit		t = 10 menit		t = 15 menit	
	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )
P1	1.236	17.887	1.570	18.495	1.511	18.374	1.040	19.469	1.236	17.887	1.315	17.887
P2	1.446	17.887	1.727	18.495	1.575	18.252	1.079	19.469	1.144	19.469	1.295	22.511
P3	1.446	17.887	1.727	18.495	1.511	18.130	1.230	21.902	1.144	19.469	1.230	21.902
P4	1.446	17.887	1.791	19.469	1.662	18.374	1.079	19.469	1.360	17.887	1.360	17.887
P5	1.446	17.887	1.662	18.374	1.662	18.374	1.230	21.902	1.230	21.902	1.446	17.887
P6	1.511	18.130	1.662	18.374	1.662	18.374	1.230	21.902	1.360	17.887	1.446	17.887
P7	1.360	17.887	1.662	18.374	1.727	18.495	1.360	17.887	1.446	17.887	1.295	22.511
P8	1.575	18.252	1.727	18.495	1.727	18.495	1.230	21.902	1.446	17.887	1.360	17.887
P9	1.575	18.252	1.662	18.374	1.727	18.495	1.446	17.887	1.662	18.374	1.727	18.495
P10	1.662	18.374	1.727	18.495	1.727	18.495	1.575	18.252	1.662	18.374	1.662	18.374
P11	2.590	31.637	2.741	32.854	2.590	31.637	2.439	30.420	2.439	30.420	2.439	30.420
P12	2.374	29.812	2.741	32.854	2.525	31.028	2.374	29.812	2.309	29.203	2.525	31.028
P13	2.374	29.812	2.655	32.245	2.655	32.245	2.223	24.336	2.223	24.336	2.439	30.420
P14	2.374	29.812	2.655	32.245	2.590	31.637	2.158	21.902	2.158	21.902	2.309	29.203
P15	2.158	21.902	2.439	30.420	2.525	31.028	2.158	21.902	2.158	21.902	2.158	21.902
P16	2.309	29.203	2.439	30.420	2.525	31.028	2.158	21.902	2.007	20.686	2.158	21.902
P17	2.309	29.203	2.439	30.420	2.525	31.028	2.158	21.902	2.007	20.686	2.309	29.203
P18	2.309	29.203	2.439	30.420	2.741	31.637	2.158	21.902	2.158	21.902	2.223	24.336
P19	2.374	29.812	2.374	29.812	2.590	31.637	2.158	21.902	2.158	21.902	2.223	24.336
P20	2.374	29.812	2.374	29.812	2.590	31.637	2.158	21.902	2.158	21.902	2.374	29.812

Berikut adalah grafik hubungan antara Kecepatan aliran ( $v$ ) dan tegangan geser ( $\tau_0$ ) dengan waktu 15 menit pengaliran.



Gambar 31. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran ( $v$ ) maka semakin rendah pula tegangan gesernya ( $\tau_0$ ). Angka tertinggi terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai 2,655  $\text{kg/m}^2$ .



Gambar 32. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan kritis

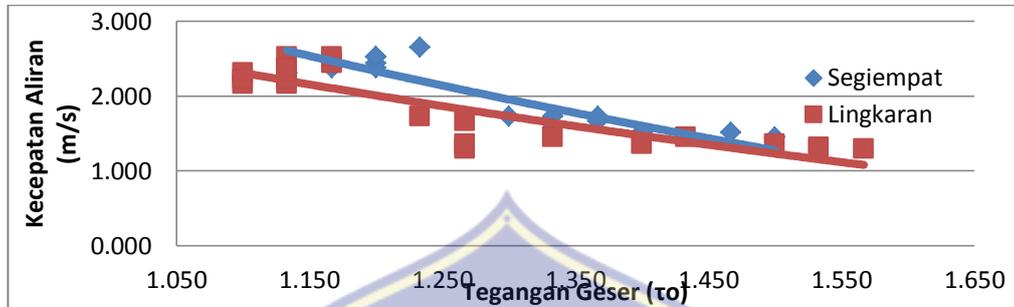
Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran ( $v$ ) maka semakin rendah pula tegangan gesernya ( $\tau_c$ ). Angka tertinggi terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai 32,245  $\text{kg/m}^2$ .



Tabel 10.Rekapitulasi Perhitungan ( $\tau_0$ ) dan ( $\tau_c$ ) dengan diameter 3 cm segi empat dan lingkaran 4 cm

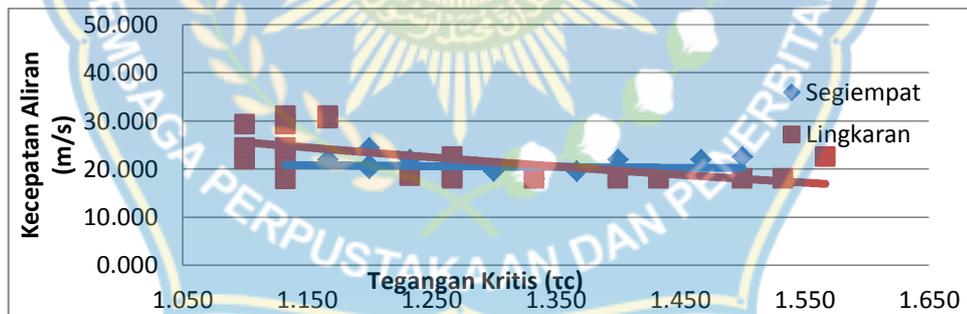
No.	Segiempat						Lingkaran					
	Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det		Q = 0.018 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.021 m <sup>3</sup> /det		Q = 0.024 m <sup>3</sup> / det	
	t = 5 menit		t = 10 menit		t = 15 menit		t = 5 menit		t = 10 menit		t = 15 menit	
	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (kg/m <sup>2</sup> )
P1	1.118	21.902	1.236	30.420	1.511	26.770	0.981	19.469	1.236	17.887	1.315	17.887
P2	1.295	22.511	1.360	30.420	1.446	29.203	1.144	19.469	1.144	19.469	1.295	22.511
P3	1.230	21.902	1.360	30.420	1.511	29.203	1.295	22.511	1.144	19.469	1.360	17.887
P4	1.079	19.469	1.360	30.420	1.446	29.203	1.446	17.887	1.360	17.887	1.360	17.887
P5	1.144	19.469	1.446	29.203	1.511	29.203	1.295	22.511	1.230	21.902	1.446	17.887
P6	1.079	19.469	1.446	29.203	1.662	26.770	1.446	17.887	1.360	17.887	1.446	17.887
P7	1.079	19.469	1.446	29.203	1.727	24.336	1.295	22.511	1.446	17.887	1.295	22.511
P8	1.360	17.887	1.662	26.770	1.727	24.336	1.511	18.130	1.446	17.887	1.360	17.887
P9	1.360	17.887	1.575	27.986	1.575	27.986	1.662	18.374	1.575	18.252	1.727	18.495
P10	1.144	19.469	1.662	26.770	1.727	24.336	1.791	19.469	1.662	18.374	1.662	18.374
P11	2.158	21.902	2.525	18.860	2.655	20.077	2.590	31.637	2.439	30.420	2.439	30.420
P12	2.223	24.336	2.525	18.860	2.525	18.860	2.439	30.420	2.309	29.203	2.525	31.028
P13	2.158	21.902	2.525	18.860	2.374	17.644	2.525	31.028	2.309	29.203	2.525	31.028
P14	2.007	20.686	2.309	17.035	2.374	17.644	2.525	31.028	2.158	21.902	2.309	29.203
P15	1.942	20.077	2.374	17.644	2.309	17.035	2.309	30.420	2.158	21.902	2.158	21.902
P16	2.007	20.686	2.374	17.644	2.309	17.035	2.223	24.336	2.093	20.686	2.158	21.902
P17	2.007	20.686	2.374	17.644	2.525	18.860	2.439	30.420	2.007	20.686	2.309	29.203
P18	2.007	20.686	2.374	17.644	2.439	18.252	2.374	29.812	2.093	20.686	2.223	24.336
P19	2.007	20.686	2.374	17.644	2.525	18.860	2.374	29.812	2.158	21.902	2.223	24.336
P20	1.942	20.077	2.374	17.644	2.525	18.860	2.374	29.812	2.158	21.902	2.374	17.815

Berikut adalah grafik hubungan antara Kecepatan aliran ( $v$ ) dan tegangan geser ( $\tau_0$ ) dengan waktu 15 menit pengaliran.



Gambar 33. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran ( $v$ ) maka semakin rendah pula tegangan gesernya ( $\tau_0$ ). Angka tertinggi terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai 2,655  $\text{kg/m}^2$



Gambar 34. Grafik hubungan antara kecepatan aliran dan tegangan kritis

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran ( $v$ ) maka semakin rendah pula tegangan gesernya ( $\tau_c$ ). Angka tertinggi terdapat pada bangunan type lingkaran dengan nilai 31.028  $\text{kg/m}^2$ .



#### 4. Analisa Volume Tampungan Sedimen

Pengangkutan sedimen dimaksudkan untuk mengetahui besarnya volume sedimen yang terbawa oleh aliran air, untuk menganalisa besarnya pengangkutan sedimen yang terbawa oleh aliran air menggunakan rumus yang telah dibahas pada tinjauan pustaka.

##### a. Check dam type segiempat dengan diameter 2 cm

Tabel 11. Rekapitulasi Volume tampungan check dam segiempat diameter 2 cm

Debit (Q) (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan (v) (m/det)	waktu (t) (det)	jumlah volume	Panjang Pengambilan data	Jumlah Volume yang tertahan (m <sup>3</sup> )	Jumlah Volume Sedimen Yang Tersisa (m <sup>3</sup> )
			sedimen awal (m <sup>3</sup> )			
0,018	1,268	300	0,03	20	0,000700	0,02930
0,021	1,242	600			0,001700	0,02830
0,024	1,250	900			0,001200	0,02880

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari analisa perhitungan volume sedimen didapatkan hasil untuk bangunan check dam type segiempat dengan berbagai variasi debit di dapatkan volume yang tertampung pada bangunan sebanyak 0,0012 m<sup>3</sup>.

##### b. Check dam type segiempat dengan diameter 2,5 cm

Tabel 12. Rekapitulasi Volume tampungan check dam segiempat diameter 2,5 cm

Debit (Q) (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan (v) (m/det)	waktu (t) (det)	jumlah volume	Panjang Pengambilan data	Jumlah Volume yang tertahan (m <sup>3</sup> )	Jumlah Volume Sedimen Yang Tersisa (m <sup>3</sup> )
			sedimen awal (m <sup>3</sup> )			
0,018	1,255	300	0,03	20	0,001900	0,02810
0,021	1,265	600			0,001800	0,02820
0,024	1,262	900			0,002500	0,02750

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari analisa perhitungan volume sedimen didapatkan hasil untuk bangunan check dam type segiempat dengan berbagai variasi debit di dapatkan volume yang tertampung pada bangunan sebanyak  $0,0025 \text{ m}^3$ .

c. Check dam type segiempat dengan diameter 3 cm

Tabel 13.Rekapitulasi Volume tampungan check dam segiempat diameter 3 cm

Debit (Q) ( $\text{m}^3/\text{det}$ )	Kecepatan (v) (m/det)	waktu (t) (det)	jumlah volume	Panjang Pengambilan data	Jumlah Volume yang tertahan ( $\text{m}^3$ )	Jumlah Volume Sedimen Yang Tersisa ( $\text{m}^3$ )
			sedimen awal ( $\text{m}^3$ )			
0,018	1,287	300	0,03	20	0,000500	0,02950
0,021	1,270	600			0,001200	0,02880
0,024	1,287	900			0,001700	0,02830

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari analisa perhitungan volume sedimen didapatkan hasil untuk bangunan check dam type segiempat dengan berbagai variasi debit di dapatkan volume yang tertampung pada bangunan sebanyak  $0,0017 \text{ m}^3$ .

d. Check dam type lingkaran dengan diameter 2 cm

Tabel 14.Rekapitulasi Volume tampungan check dam Lingkaran diameter 2 cm

Debit (Q) ( $\text{m}^3/\text{det}$ )	Kecepatan (v) (m/det)	waktu (t) (det)	jumlah volume	Panjang Pengambilan data	Jumlah Volume yang tertahan ( $\text{m}^3$ )	Jumlah Volume Sedimen Yang Tersisa ( $\text{m}^3$ )
			sedimen awal ( $\text{m}^3$ )			
0,018	1,308	300	0,03	20	0,001000	0,02900
0,021	1,310	600			0,001500	0,02850
0,024	1,280	900			0,001200	0,02880

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari analisa perhitungan volume sedimen didapatkan hasil untuk bangunan check dam type lingkaran dengan berbagai variasi debit di dapatkan volume yang tertampung pada bangunan sebanyak  $0,0012 \text{ m}^3$ .

e. Check dam type Lingkaran dengan diameter 3 cm

Tabel 15.Rekapitulasi Volume tampungan check dam Lingkaran diameter 3 cm

Debit (Q) (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan (v) (m/det)	waktu (t) (det)	jumlah volume	Panjang Pengambilan data	Jumlah Volume yang tertahan (m <sup>3</sup> )	Jumlah Volume Sedimen Yang Tersisa (m <sup>3</sup> )
			sedimen awal (m <sup>3</sup> )			
0,018	1,318	300	0,03	20	0,000600	0,02940
0,021	1,330	600			0,000500	0,02950
0,024	1,257	900			0,000800	0,02920

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari analisa perhitungan volume sedimen didapatkan hasil untuk bangunan check dam type lingkaran dengan berbagai variasi debit di dapatkan volume yang tertampung pada bangunan sebanyak 0,0008 m<sup>3</sup>.

f. Check dam type Lingkaran dengan diameter 4 cm

Tabel 16.Rekapitulasi Volume tampungan check dam Lingkaran diameter 4 cm

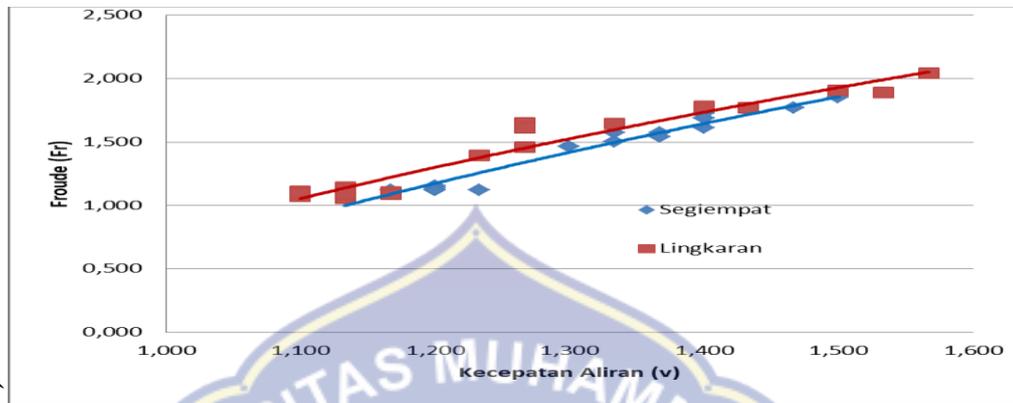
Debit (Q) (m <sup>3</sup> /det)	Kecepatan (v) (m/det)	waktu (t) (det)	jumlah volume	Panjang Pengambilan data	Jumlah Volume yang tertahan (m <sup>3</sup> )	Jumlah Volume Sedimen Yang Tersisa (m <sup>3</sup> )
			sedimen awal (m <sup>3</sup> )			
0,018	1,308	300	0,03	20	0,002600	0,02740
0,021	1,333	600			0,002600	0,02740
0,024	1,255	900			0,001500	0,02850

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari analisa perhitungan volume sedimen didapatkan hasil untuk bangunan check dam type lingkaran dengan berbagai variasi debit di dapatkan volume yang tertampung pada bangunan sebanyak 0,0015 m<sup>3</sup>. variasi debit di dapatkan

## B. Pembahasan

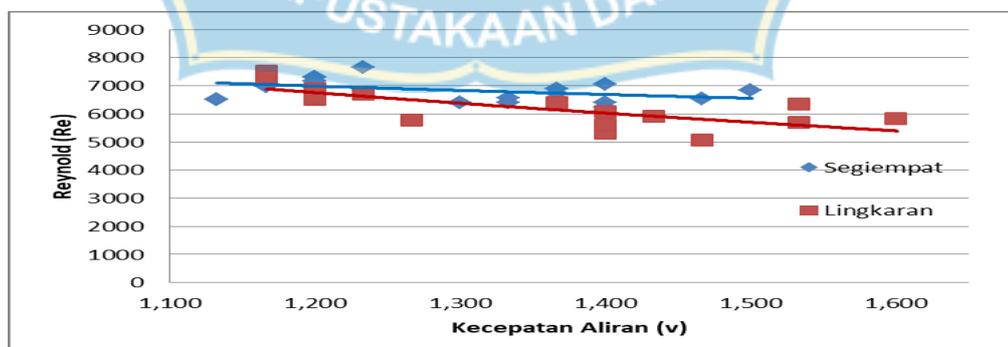
### 1. Bilangan Froude (Fr)



Gambar 35. Grafik bilangan froude untuk bangunan check dam type segiempat, type lingkaran

Dari hasil Pengamatan untuk bilangan Froude maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula angka froudenya. Seperti yang terlihat pada gambar angka Froude tertinggi terdapat pada bangunan Check dam type Lingkaran dengan nilai 2,042 dan kecepatan alirannya 1,567 m<sup>3</sup>/detik.

### 2. Bilangan Reynold (Re)



Gambar 36. Grafik Bilangan Reynold untuk bangunan check dam type segiempat, type lingkaran.

Dari hasil pengamatan untuk bilangan reynold dapat disimpulkan bahwa besarnya kecepatan aliran bukanlah faktor utama yang menjadi penentu besarnya angka reynold. Seperti yang terlihat pada Gambar bilangan reynold tertinggi terdapat pada bangunan check dam type segiempat dengan nilai 7652 dan kecepatan alirannya  $1,233 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

### 3. Tegangan Geser ( $\tau_0$ ) Dan Tegangan Kritis ( $\tau_c$ )

#### a. Hubungan Antara Kecepatan aliran ( $v$ ) dan Tegangan geser ( $\tau_0$ )

Dari analisa hasil perhitungan antara kecepatan aliran dan tegangan geser dapat diketahui bahwa kecepatan geser menentukan besarnya nilai tegangan geser. Dari kedua bangunan dapat diketahui nilai tegangan geser terbesar terdapat pada bangunan check dam segiempat sebesar  $2,655 \text{ kg/m}^2$ .

#### b. Hubungan Antara Kecepatan aliran ( $v$ ) dan Tegangan kritis ( $\tau_c$ )

Dari analisa hasil perhitungan dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan tegangan kritis , artinya semakin tinggi kecepatan aliran maka semakin tinggi pula nilai tegangan kritis. Dari kedua bangunan yang telah di ujikan didapatkan hasil tertinggi terdapat pada bangunan check dam type segiempat sebesar  $32,245 \text{ kg/m}^2$ .

#### 4. Analisa Volume Tampungan Sedimen

Dari analisa perhitungan volume sedimen, dengan berbagai macam bentuk, variasi debit dan waktu pengaliran, didapatkan bangunan yang paling banyak menampung sedimen adalah bangunan Check Dam type segiempat dengan volume yang tertampung sebanyak  $0,0025 \text{ m}^3$ . Dapat dilihat pada tabel di atas.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian bahwa karakteristik aliran pada kedua bangunan semuanya memiliki aliran superkritis. Untuk bangunan check dam segi empat memiliki nilai  $Fr = 1.850$  dan  $Re = 7652$  untuk check dam type lingkaran memiliki nilai  $Fr = 2,042$  dan  $Re = 7106$  jadi nilai  $Fr$  kedua bangunan tersebut melebihi 1 maka kecepatan alirannya adalah super kritis dan untuk nilai  $Re$  kedua bangunan tersebut  $500 < Re < 12.500$  yaitu, pola alirannya adalah aliran transisi
2. Dari hasil penelitian kedua bangunan check dam yang memiliki kemampuan menangkap sedimen yang berbeda beda untuk check dam type segi empat memiliki volume  $V = 0,0025 m^3$  sedangkan bangunan check dam type lingkaran memiliki volume  $V = 0,0015 m^3$   
Dari kedua bangunan tersebut yang paling efektif menampung sedimen dalam kurung waktu  $t: 15$  menit adalah bangunan type segi empat

## B. Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya titik pengambilang data (pias) harus lebih rapat dan lebih banyak agar data yang diperoleh lebih jelas dan akurat
2. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan dengan sedimen yang lebih bervariasi dan spesifik





## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Nasirul Umam, 2015. Tugas Ilmiah Sedimentasi (Proses Sedimentasi)
- Ahira : 2011 Tinjauan pengertian sungai (<http://google> diakses 19 april 2019)
- Asdak,C. 2014.*Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliarn Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ahmad Rifqi Asrib1, Yanuar J. Purwanto2, Sukandi S.2, Erizal2dampak longsoran kaldera terhadap tingkat sedimentasi di waduk bili-bili provinsi sulawesi selatan
- Fadly soetrismo institute bangunan pengendali sedimen (<http://google> diakses 19 april 2019)
- Fathona Fajri Junaidi analisis distribusi kecepatan aliran sungai musi (ruas jembatan ampera sampai dengan pulau kemaro)
- Karim, T Nenny. *Bahan Kuliah Angkutan Sedimen*, Teknik Sipil Unismuh Makassar, 2010.
- Maricar Farouk., *Lopa RT..Studi perilaku bangunan pengendali sedimen yang berwawasan lingkungan. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*. 79-86.2013

Mardijikoen, P., 1987. *Angkutan Sedimen*. Diktat, Pusat Antar Universitas (PAU) Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta

Oliviana Mokonio. Dkk, 2013. *Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluangko Desa Tounelet Kec. Kakas Kab. Minahasa* (<http://google>, diakses 07 september 2019)

Pearson et.al,1995 .krakter aliran yang paling sesuai untuk mengedapkan partikel sedimen, (<http://google> diakses 19 april 2019)

Soewarno, 1991. *Hidrologi*, Bandung

Suripin, 2002. Dalam buku Tata Ruang Air Oleh Restam Sjarief

Triatmodjo, Bambang.2003,*Hidrolika II*, Beta Offset,Yogyakarta



# LAMPIRAN





Penaburan sedimen sebelum pengaliran



Pengaturan tinggi bukaan pintu air



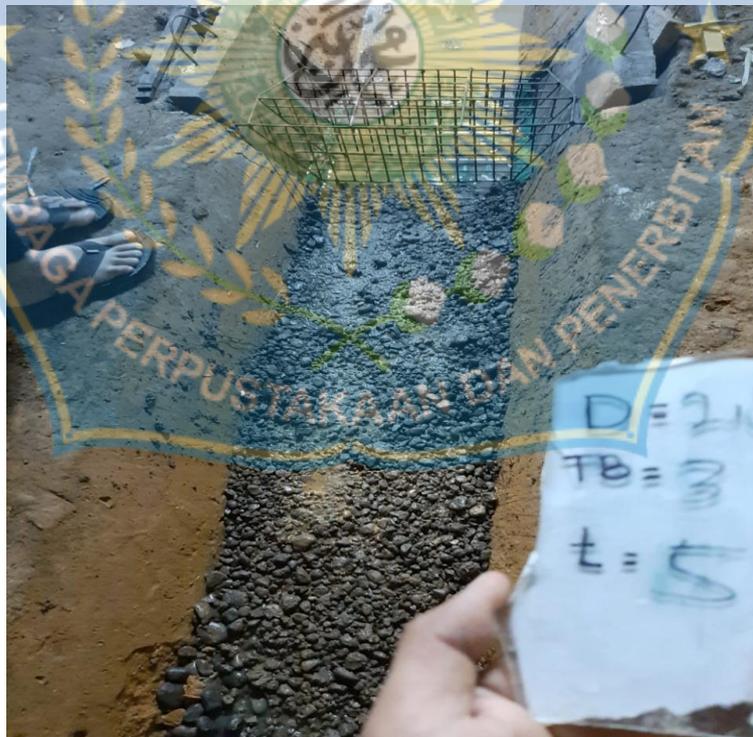
Proseses pengaliran



Pengambilan data kecepatan aliran (h)



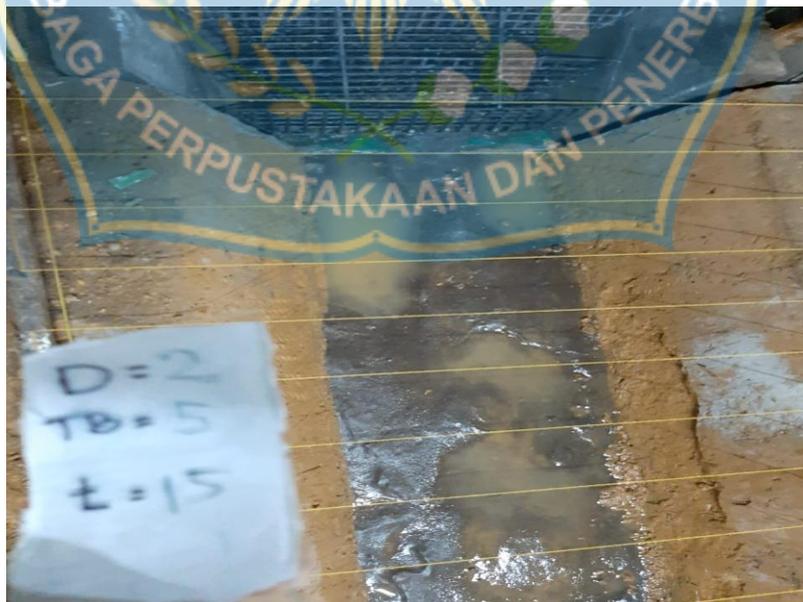
Proses pengambilan data kedalaman dan ketinggian aliran ( $y$ )



Perubahan bentuk dasar saluran setelah pengaliran



Pengukuran volume sedimen yang tertampung



Hasil sedimen yang lolos dari tampungan sedimen



# **DOKUMENTASI**



Tabel perhitungan bilangan Froude untuk bangunan check dam type segi empat diameter 2 cm dan 2,5 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan(v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q)	Waktu(t) (s)	Kecepatan( v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0,018	300	1,267	0,070	1,529	Superkritis	0,021	600	1,300	0,077	1,496	Superkritis	0,024	900	1,333	0,077	1,534	Superkritis
P2	0,018	300	1,267	0,070	1,529	Superkritis	0,021	600	1,333	0,070	1,609	Superkritis	0,024	900	1,300	0,073	1,536	Superkritis
P3	0,018	300	1,300	0,070	1,569	Superkritis	0,021	600	1,333	0,070	1,609	Superkritis	0,024	900	1,300	0,073	1,536	Superkritis
P4	0,018	300	1,367	0,070	1,650	Superkritis	0,021	600	1,267	0,070	1,529	Superkritis	0,024	900	1,267	0,080	1,430	Superkritis
P5	0,018	300	1,400	0,067	1,727	Superkritis	0,021	600	1,300	0,080	1,467	Superkritis	0,024	900	1,267	0,080	1,430	Superkritis
P6	0,018	300	1,333	0,073	1,575	Superkritis	0,021	600	1,367	0,060	1,782	Superkritis	0,024	900	1,300	0,077	1,496	Superkritis
P7	0,018	300	1,300	0,073	1,536	Superkritis	0,021	600	1,367	0,063	1,739	Superkritis	0,024	900	1,367	0,070	1,650	Superkritis
P8	0,018	300	1,367	0,067	1,686	Superkritis	0,021	600	1,400	0,057	1,872	Superkritis	0,024	900	1,400	0,073	1,654	Superkritis
P9	0,018	300	1,367	0,063	1,739	Superkritis	0,021	600	1,233	0,060	1,607	Superkritis	0,024	900	1,333	0,070	1,609	Superkritis
P10	0,018	300	1,367	0,067	1,686	Superkritis	0,021	600	1,267	0,070	1,529	Superkritis	0,024	900	1,300	0,073	1,536	Superkritis
P11	0,018	300	1,233	0,097	1,264	Superkritis	0,021	600	1,167	0,117	1,089	kritis	0,024	900	1,200	0,103	1,194	Superkritis
P12	0,018	300	1,233	0,097	1,264	Superkritis	0,021	600	1,167	0,117	1,089	kritis	0,024	900	1,167	0,120	1,076	kritis
P13	0,018	300	1,200	0,100	1,212	Superkritis	0,021	600	1,133	0,113	1,076	kritis	0,024	900	1,167	0,120	1,076	kritis
P14	0,018	300	1,200	0,100	1,212	Superkritis	0,021	600	1,167	0,110	1,123	Superkritis	0,024	900	1,167	0,117	1,089	kritis
P15	0,018	300	1,200	0,090	1,277	Superkritis	0,021	600	1,133	0,107	1,106	Superkritis	0,024	900	1,200	0,107	1,171	Superkritis
P16	0,018	300	1,200	0,097	1,230	Superkritis	0,021	600	1,167	0,100	1,178	Superkritis	0,024	900	1,200	0,103	1,194	Superkritis
P17	0,018	300	1,200	0,097	1,230	Superkritis	0,021	600	1,167	0,107	1,139	Superkritis	0,024	900	1,200	0,097	1,230	Superkritis
P18	0,018	300	1,200	0,093	1,256	Superkritis	0,021	600	1,167	0,107	1,139	Superkritis	0,024	900	1,167	0,100	1,178	Superkritis
P19	0,018	300	1,200	0,100	1,212	Superkritis	0,021	600	1,200	0,108	1,166	Superkritis	0,024	900	1,200	0,107	1,171	Superkritis
P20	0,018	300	1,200	0,097	1,230	Superkritis	0,021	600	1,200	0,103	1,194	Superkritis	0,024	900	1,167	0,110	1,123	Superkritis

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan(v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q)	Waktu(t) (s)	Kecepatan( v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0,018	300	1,367	0,063	1,739	Superkritis	0,021	600	1,400	0,080	1,580	Superkritis	0,024	900	1,433	0,077	1,649	Superkritis
P2	0,018	300	1,433	0,067	1,768	Superkritis	0,021	600	1,333	0,080	1,505	Superkritis	0,024	900	1,400	0,073	1,654	Superkritis
P3	0,018	300	1,333	0,067	1,644	Superkritis	0,021	600	1,333	0,080	1,505	Superkritis	0,024	900	1,333	0,070	1,609	Superkritis
P4	0,018	300	1,333	0,067	1,644	Superkritis	0,021	600	1,333	0,083	1,477	Superkritis	0,024	900	1,400	0,077	1,611	Superkritis
P5	0,018	300	1,367	0,067	1,686	Superkritis	0,021	600	1,333	0,077	1,534	Superkritis	0,024	900	1,367	0,077	1,573	Superkritis
P6	0,018	300	1,300	0,070	1,569	Superkritis	0,021	600	1,333	0,077	1,534	Superkritis	0,024	900	1,300	0,077	1,496	Superkritis
P7	0,018	300	1,367	0,063	1,739	Superkritis	0,021	600	1,333	0,077	1,534	Superkritis	0,024	900	1,267	0,080	1,430	Superkritis
P8	0,018	300	1,300	0,073	1,536	Superkritis	0,021	600	1,333	0,080	1,505	Superkritis	0,024	900	1,300	0,080	1,467	Superkritis
P9	0,018	300	1,267	0,073	1,497	Superkritis	0,021	600	1,333	0,077	1,534	Superkritis	0,024	900	1,267	0,080	1,430	Superkritis
P10	0,018	300	1,267	0,077	1,458	Superkritis	0,021	600	1,267	0,080	1,430	Superkritis	0,024	900	1,267	0,080	1,430	Superkritis
P11	0,018	300	1,200	0,120	1,106	Superkritis	0,021	600	1,200	0,127	1,075	kritis	0,024	900	1,200	0,120	1,106	Superkritis
P12	0,018	300	1,200	0,110	1,155	Superkritis	0,021	600	1,200	0,127	1,075	kritis	0,024	900	1,200	0,117	1,120	Superkritis
P13	0,018	300	1,167	0,110	1,123	Superkritis	0,021	600	1,200	0,123	1,092	kritis	0,024	900	1,233	0,123	1,122	Superkritis
P14	0,018	300	1,167	0,110	1,123	Superkritis	0,021	600	1,200	0,123	1,092	kritis	0,024	900	1,200	0,120	1,106	Superkritis
P15	0,018	300	1,200	0,100	1,212	Superkritis	0,021	600	1,200	0,113	1,140	Superkritis	0,024	900	1,200	0,117	1,120	Superkritis
P16	0,018	300	1,200	0,107	1,171	Superkritis	0,000	600	1,200	0,113	1,140	Superkritis	0,024	900	1,167	0,117	1,089	Kritis
P17	0,018	300	1,167	0,107	1,139	Superkritis	0,021	600	1,200	0,113	1,140	Superkritis	0,024	900	1,167	0,117	1,089	Kritis
P18	0,018	300	1,133	0,107	1,106	Superkritis	0,021	600	1,200	0,113	1,140	Superkritis	0,024	900	1,200	0,127	1,075	Kritis
P19	0,018	300	1,167	0,110	1,123	Superkritis	0,021	600	1,167	0,110	1,123	Superkritis	0,024	900	1,167	0,120	1,076	Kritis
P20	0,018	300	1,167	0,110	1,123	Superkritis	0,021	600	1,200	0,110	1,155	Superkritis	0,024	900	1,167	0,120	1,076	Kritis

Tabel perhitungan bilangan Froude untuk bangunan check dam type segi empat diameter 3 cm dan lingkaran 2 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.018	300	1.367	0.057	1.828	Superkritis	0.021	600	1.400	0.063	1.781	Superkritis	0.024	900	1.400	0.077	1.611	Superkritis
P2	0.018	300	1.400	0.060	1.825	Superkritis	0.021	600	1.500	0.053	2.080	Superkritis	0.024	900	1.500	0.067	1.850	Superkritis
P3	0.018	300	1.500	0.057	2.006	Superkritis	0.021	600	1.633	0.053	2.265	Superkritis	0.024	900	1.467	0.070	1.770	Superkritis
P4	0.018	300	1.500	0.050	2.142	Superkritis	0.021	600	1.567	0.063	1.993	Superkritis	0.024	900	1.400	0.067	1.727	Superkritis
P5	0.018	300	1.433	0.053	1.987	Superkritis	0.021	600	1.467	0.057	1.962	Superkritis	0.024	900	1.400	0.070	1.689	Superkritis
P6	0.018	300	1.433	0.050	2.046	Superkritis	0.021	600	1.367	0.063	1.739	Superkritis	0.024	900	1.367	0.077	1.573	Superkritis
P7	0.018	300	1.367	0.050	1.952	Superkritis	0.021	600	1.333	0.067	1.644	Superkritis	0.024	900	1.367	0.080	1.543	Superkritis
P8	0.018	300	1.333	0.063	1.696	Superkritis	0.021	600	1.433	0.067	1.768	Superkritis	0.024	900	1.333	0.080	1.505	Superkritis
P9	0.018	300	1.333	0.063	1.696	Superkritis	0.021	600	1.467	0.077	1.688	Superkritis	0.024	900	1.333	0.073	1.575	Superkritis
P10	0.018	300	1.333	0.053	1.849	Superkritis	0.021	600	1.400	0.077	1.611	Superkritis	0.024	900	1.300	0.080	1.467	Superkritis
P11	0.018	300	1.167	0.100	1.178	Superkritis	0.021	600	1.233	0.113	1.171	Superkritis	0.024	900	1.233	0.123	1.122	Superkritis
P12	0.018	300	1.133	0.103	1.127	Superkritis	0.021	600	1.203	0.107	1.203	Superkritis	0.024	900	1.200	0.117	1.120	Superkritis
P13	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.103	1.194	Superkritis	0.024	900	1.167	0.110	1.123	Superkritis
P14	0.018	300	1.167	0.093	1.222	Superkritis	0.021	600	1.167	0.100	1.178	Superkritis	0.024	900	1.200	0.110	1.155	Superkritis
P15	0.018	300	1.200	0.090	1.277	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.133	0.107	1.106	Superkritis
P16	0.018	300	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.021	600	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.024	900	1.133	0.107	1.106	Superkritis
P17	0.018	300	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.021	600	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.024	900	1.200	0.117	1.120	Superkritis
P18	0.018	300	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.200	0.113	1.140	Superkritis
P19	0.018	300	1.133	0.093	1.186	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.200	0.117	1.120	Superkritis
P20	0.018	300	1.133	0.090	1.206	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.200	0.117	1.120	Superkritis

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.018	300	1.400	0.060	1.825	Superkritis	0.021	600	1.333	0.053	1.849	Superkritis	0.024	900	1.367	0.060	1.782	Superkritis
P2	0.018	300	1.400	0.050	1.999	Superkritis	0.021	600	1.467	0.043	2.259	Superkritis	0.024	900	1.400	0.053	1.942	Superkritis
P3	0.018	300	1.467	0.050	2.095	Superkritis	0.021	600	1.500	0.043	2.310	Superkritis	0.024	900	1.433	0.058	1.900	Superkritis
P4	0.018	300	1.467	0.053	2.034	Superkritis	0.021	600	1.467	0.053	2.034	Superkritis	0.024	900	1.467	0.057	1.962	Superkritis
P5	0.018	300	1.500	0.053	2.080	Superkritis	0.021	600	1.400	0.057	1.872	Superkritis	0.024	900	1.467	0.060	1.912	Superkritis
P6	0.018	300	1.467	0.053	2.034	Superkritis	0.021	600	1.433	0.060	1.868	Superkritis	0.024	900	1.333	0.057	1.783	Superkritis
P7	0.018	300	1.400	0.063	1.781	Superkritis	0.021	600	1.400	0.070	1.689	Superkritis	0.024	900	1.333	0.063	1.696	Superkritis
P8	0.018	300	1.400	0.063	1.781	Superkritis	0.021	600	1.433	0.067	1.768	Superkritis	0.024	900	1.333	0.067	1.644	Superkritis
P9	0.018	300	1.300	0.067	1.604	Superkritis	0.021	600	1.433	0.067	1.768	Superkritis	0.024	900	1.333	0.073	1.575	Superkritis
P10	0.018	300	1.300	0.067	1.604	Superkritis	0.021	600	1.333	0.073	1.575	Superkritis	0.024	900	1.300	0.070	1.569	Superkritis
P11	0.018	300	1.200	0.113	1.140	Superkritis	0.021	600	1.200	0.117	1.120	Superkritis	0.024	900	1.233	0.117	1.151	Superkritis
P12	0.018	300	1.200	0.107	1.171	Superkritis	0.021	600	1.200	0.107	1.171	Superkritis	0.024	900	1.200	0.117	1.120	Superkritis
P13	0.018	300	1.233	0.127	1.105	Superkritis	0.021	600	1.200	0.103	1.194	Superkritis	0.024	900	1.167	0.107	1.139	Superkritis
P14	0.018	300	1.233	0.090	1.312	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.200	0.100	1.212	Superkritis
P15	0.018	300	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.167	0.100	1.178	Superkritis
P16	0.018	300	1.200	0.097	1.230	Superkritis	0.021	600	1.200	0.097	1.230	Superkritis	0.024	900	1.133	0.100	1.144	Superkritis
P17	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.200	0.100	1.212	Superkritis
P18	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.167	0.100	1.178	Superkritis
P19	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.200	0.100	1.212	Superkritis
P20	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.167	0.103	1.161	Superkritis

Tabel perhitungan bilangan Froude untuk bangunan check dam type lingkaran 3 cm dan lingkaran 4 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan(v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu(t) (s)	Kecepatan( v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.018	300	1.433	0.053	1.987	Superkritis	0.021	600	1.400	0.063	1.781	Superkritis	0.024	900	1.533	0.067	1.891	Superkritis
P2	0.018	300	1.467	0.050	2.095	Superkritis	0.021	600	1.500	0.053	2.080	Superkritis	0.024	900	1.567	0.060	2.042	Superkritis
P3	0.018	300	1.533	0.057	2.050	Superkritis	0.021	600	1.633	0.053	2.265	Superkritis	0.024	900	1.467	0.057	1.962	Superkritis
P4	0.018	300	1.600	0.050	2.285	Superkritis	0.021	600	1.567	0.063	1.993	Superkritis	0.024	900	1.400	0.063	1.781	Superkritis
P5	0.018	300	1.533	0.057	2.050	Superkritis	0.021	600	1.467	0.057	1.962	Superkritis	0.024	900	1.433	0.067	1.768	Superkritis
P6	0.018	300	1.400	0.057	1.872	Superkritis	0.021	600	1.367	0.063	1.739	Superkritis	0.024	900	1.333	0.067	1.644	Superkritis
P7	0.018	300	1.400	0.063	1.781	Superkritis	0.021	600	1.333	0.067	1.644	Superkritis	0.024	900	1.267	0.060	1.651	Superkritis
P8	0.018	300	1.400	0.057	1.872	Superkritis	0.021	600	1.433	0.067	1.768	Superkritis	0.024	900	1.333	0.063	1.696	Superkritis
P9	0.018	300	1.367	0.067	1.686	Superkritis	0.021	600	1.467	0.077	1.688	Superkritis	0.024	900	1.233	0.080	1.392	Superkritis
P10	0.018	300	1.267	0.073	1.497	Superkritis	0.021	600	1.400	0.077	1.611	Superkritis	0.024	900	1.233	0.077	1.419	Superkritis
P11	0.018	300	1.167	0.113	1.108	Superkritis	0.021	600	1.233	0.113	1.171	Superkritis	0.024	900	1.167	0.113	1.108	Superkritis
P12	0.018	300	1.167	0.110	1.123	Superkritis	0.021	600	1.233	0.107	1.203	Superkritis	0.024	900	1.167	0.117	1.089	Superkritis
P13	0.018	300	1.233	0.103	1.227	Superkritis	0.021	600	1.200	0.103	1.194	Superkritis	0.024	900	1.133	0.113	1.076	Superkritis
P14	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.167	0.100	1.178	Superkritis	0.024	900	1.133	0.107	1.106	Superkritis
P15	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.100	0.100	1.111	Superkritis
P16	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.024	900	1.133	0.100	1.144	Superkritis
P17	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.024	900	1.133	0.107	1.106	Superkritis
P18	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.100	0.103	1.094	Superkritis
P19	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.133	0.103	1.127	Superkritis
P20	0.018	300	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.133	0.110	1.091	Superkritis

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan(v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu(t) (s)	Kecepatan( v) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.018	300	1.533	0.050	2.189	Superkritis	0.021	600	1.400	0.063	1.781	Superkritis	0.024	900	1.533	0.067	1.891	Superkritis
P2	0.018	300	1.533	0.053	2.126	Superkritis	0.021	600	1.533	0.053	2.126	Superkritis	0.024	900	1.567	0.060	2.042	Superkritis
P3	0.018	300	1.533	0.060	1.998	Superkritis	0.021	600	1.633	0.053	2.265	Superkritis	0.024	900	1.500	0.063	1.908	Superkritis
P4	0.018	300	1.433	0.067	1.768	Superkritis	0.021	600	1.567	0.063	1.993	Superkritis	0.024	900	1.400	0.063	1.781	Superkritis
P5	0.018	300	1.433	0.060	1.868	Superkritis	0.021	600	1.467	0.057	1.962	Superkritis	0.024	900	1.433	0.067	1.768	Superkritis
P6	0.018	300	1.367	0.067	1.686	Superkritis	0.021	600	1.367	0.063	1.739	Superkritis	0.024	900	1.333	0.067	1.644	Superkritis
P7	0.018	300	1.367	0.060	1.782	Superkritis	0.021	600	1.333	0.067	1.644	Superkritis	0.024	900	1.267	0.060	1.651	Superkritis
P8	0.018	300	1.300	0.070	1.569	Superkritis	0.021	600	1.433	0.067	1.768	Superkritis	0.024	900	1.267	0.063	1.612	Superkritis
P9	0.018	300	1.300	0.077	1.496	Superkritis	0.021	600	1.467	0.073	1.734	Superkritis	0.024	900	1.233	0.080	1.392	Superkritis
P10	0.018	300	1.333	0.083	1.477	Superkritis	0.021	600	1.400	0.077	1.611	Superkritis	0.024	900	1.267	0.077	1.458	Superkritis
P11	0.018	300	1.133	0.120	1.044	Superkritis	0.021	600	1.233	0.113	1.171	Superkritis	0.024	900	1.167	0.113	1.108	Superkritis
P12	0.018	300	1.200	0.113	1.140	Superkritis	0.021	600	1.233	0.107	1.203	Superkritis	0.024	900	1.167	0.117	1.089	Superkritis
P13	0.018	300	1.200	0.117	1.120	Superkritis	0.021	600	1.200	0.107	1.171	Superkritis	0.024	900	1.133	0.117	1.058	Superkritis
P14	0.018	300	1.233	0.117	1.151	Superkritis	0.021	600	1.167	0.100	1.178	Superkritis	0.024	900	1.100	0.107	1.074	Superkritis
P15	0.018	300	1.200	0.107	1.171	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.133	0.100	1.144	Superkritis
P16	0.018	300	1.200	0.103	1.194	Superkritis	0.021	600	1.233	0.097	1.264	Superkritis	0.024	900	1.100	0.100	1.111	Superkritis
P17	0.018	300	1.233	0.113	1.171	Superkritis	0.021	600	1.200	0.093	1.256	Superkritis	0.024	900	1.133	0.107	1.106	Superkritis
P18	0.018	300	1.267	0.110	1.220	Superkritis	0.021	600	1.200	0.097	1.230	Superkritis	0.024	900	1.133	0.103	1.127	Superkritis
P19	0.018	300	1.167	0.110	1.123	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.100	0.103	1.094	Superkritis
P20	0.018	300	1.200	0.110	1.155	Superkritis	0.021	600	1.200	0.100	1.212	Superkritis	0.024	900	1.133	0.110	1.091	Superkritis

Tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) untuk bangunan check dam type segi empat 2 cm dan 2,5 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah (P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah (P) (m)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.018	300	1.267	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5638	transisi	0.021	600	1.300	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6546	transisi	0.024	900	1.333	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6712	transisi
P2	0.018	300	1.367	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5785	transisi	0.021	600	1.333	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5931	transisi	0.024	900	1.300	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6241	transisi
P3	0.018	300	1.367	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	6083	transisi	0.021	600	1.333	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5931	transisi	0.024	900	1.300	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6241	transisi
P4	0.018	300	1.400	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6393	transisi	0.021	600	1.267	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5638	transisi	0.024	900	1.267	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6231	transisi
P5	0.018	300	1.333	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6400	transisi	0.021	600	1.300	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6393	transisi	0.024	900	1.267	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6231	transisi
P6	0.018	300	1.300	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6241	transisi	0.021	600	1.367	0.060	0.010	0.270	0.037	27	0.00000854	5923	transisi	0.024	900	1.300	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6546	transisi
P7	0.018	300	1.367	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6243	transisi	0.021	600	1.367	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5763	transisi	0.024	900	1.367	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	6083	transisi
P8	0.018	300	1.367	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5763	transisi	0.021	600	1.400	0.057	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	5082	transisi	0.024	900	1.400	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6721	transisi
P9	0.018	300	1.367	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6243	transisi	0.021	600	1.233	0.060	0.009	0.264	0.034	27	0.00000854	4909	transisi	0.024	900	1.333	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5931	transisi
P10	0.018	300	1.267	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6380	transisi	0.021	600	1.267	0.080	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	5786	transisi	0.024	900	1.300	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6241	transisi
P11	0.018	300	1.233	0.097	0.016	0.344	0.047	27	0.00000854	6786	transisi	0.021	600	1.167	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7106	transisi	0.024	900	1.200	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.00000854	6745	transisi
P12	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.021	600	1.167	0.117	0.019	0.376	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.167	0.120	0.021	0.390	0.054	27	0.00000854	7379	transisi
P13	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.021	600	1.133	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.00000854	6766	transisi	0.024	900	1.167	0.120	0.021	0.390	0.054	27	0.00000854	7379	transisi
P14	0.018	300	1.200	0.090	0.015	0.330	0.045	27	0.00000854	6523	transisi	0.021	600	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.167	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7106	transisi
P15	0.018	300	1.200	0.097	0.016	0.344	0.047	27	0.00000854	6604	transisi	0.021	600	1.133	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6501	transisi	0.024	900	1.200	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6885	transisi
P16	0.018	300	1.200	0.097	0.016	0.344	0.047	27	0.00000854	6604	transisi	0.021	600	1.167	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6696	transisi	0.024	900	1.200	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.00000854	6745	transisi
P17	0.018	300	1.200	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.00000854	6323	transisi	0.021	600	1.167	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6696	transisi	0.024	900	1.200	0.097	0.016	0.344	0.047	27	0.00000854	6804	transisi
P18	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.021	600	1.167	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6696	transisi	0.024	900	1.167	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6885	transisi
P19	0.018	300	1.200	0.097	0.016	0.344	0.047	27	0.00000854	6604	transisi	0.021	600	1.200	0.108	0.018	0.366	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.024	900	1.200	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6885	transisi
P20	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.00000854	6745	transisi	0.024	900	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah (P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah (P) (m)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.018	300	1.367	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5763	transisi	0.021	600	1.400	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6885	transisi	0.024	900	1.433	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	7215	transisi
P2	0.018	300	1.433	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6544	transisi	0.021	600	1.333	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6556	transisi	0.024	900	1.400	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6721	transisi
P3	0.018	300	1.333	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6087	transisi	0.021	600	1.333	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6556	transisi	0.024	900	1.333	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5931	transisi
P4	0.018	300	1.333	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6087	transisi	0.021	600	1.333	0.083	0.014	0.316	0.044	27	0.00000854	6868	transisi	0.024	900	1.400	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	7049	transisi
P5	0.018	300	1.367	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6248	transisi	0.021	600	1.333	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6712	transisi	0.024	900	1.367	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6883	transisi
P6	0.018	300	1.300	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5785	transisi	0.021	600	1.333	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6712	transisi	0.024	900	1.300	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6546	transisi
P7	0.018	300	1.367	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5763	transisi	0.021	600	1.333	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6712	transisi	0.024	900	1.267	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6231	transisi
P8	0.018	300	1.300	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6241	transisi	0.021	600	1.333	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6556	transisi	0.024	900	1.300	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6393	transisi
P9	0.018	300	1.267	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6083	transisi	0.021	600	1.333	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6712	transisi	0.024	900	1.267	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6231	transisi
P10	0.018	300	1.267	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6380	transisi	0.021	600	1.267	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6231	transisi	0.024	900	1.267	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6231	transisi
P11	0.018	300	1.200	0.120	0.021	0.390	0.054	27	0.00000854	7588	transisi	0.021	600	1.200	0.127	0.022	0.404	0.054	27	0.00000854	7588	transisi	0.024	900	1.200	0.120	0.021	0.390	0.054	27	0.00000854	7588	transisi
P12	0.018	300	1.200	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	7166	transisi	0.021	600	1.200	0.127	0.022	0.404	0.054	27	0.00000854	7588	transisi	0.024	900	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi
P13	0.018	300	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.021	600	1.200	0.123	0.021	0.396	0.053	27	0.00000854	7447	transisi	0.024	900	1.233	0.123	0.021	0.396	0.053	27	0.00000854	7652	transisi
P14	0.018	300	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.021	600	1.200	0.123	0.021	0.396	0.053	27	0.00000854	7447	transisi	0.024	900	1.200	0.120	0.021	0.390	0.054	27	0.00000854	7588	transisi
P15	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350																											

Tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) untuk bangunan check dam type segi empat 3 cm dan type lingkaran 2 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R) (m)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R) (m)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R) (m)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.018	300	1.367	0.057	0.009	0.264	0.034	27	0.00000854	5442	transisi	0.021	600	1.400	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5902	transisi	0.024	900	1.400	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	7049	transisi
P2	0.018	300	1.400	0.060	0.010	0.270	0.037	27	0.00000854	6066	transisi	0.021	600	1.400	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5902	transisi	0.024	900	1.500	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6850	transisi
P3	0.018	300	1.500	0.057	0.009	0.264	0.034	27	0.00000854	5972	transisi	0.021	600	1.433	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	6041	transisi	0.024	900	1.467	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	6528	transisi
P4	0.018	300	1.500	0.050	0.008	0.250	0.032	27	0.00000854	5621	transisi	0.021	600	1.433	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	6041	transisi	0.024	900	1.400	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6393	transisi
P5	0.018	300	1.433	0.053	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	5202	transisi	0.021	600	1.367	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6243	transisi	0.024	900	1.400	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	6230	transisi
P6	0.018	300	1.433	0.050	0.008	0.250	0.032	27	0.00000854	5370	transisi	0.021	600	1.367	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6243	transisi	0.024	900	1.367	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6883	transisi
P7	0.018	300	1.367	0.050	0.008	0.250	0.032	27	0.00000854	5122	transisi	0.021	600	1.333	0.067	0.011	0.294	0.039	27	0.00000854	6287	transisi	0.024	900	1.367	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6723	transisi
P8	0.018	300	1.333	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5619	transisi	0.021	600	1.333	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6712	transisi	0.024	900	1.333	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6556	transisi
P9	0.018	300	1.333	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5619	transisi	0.021	600	1.300	0.079	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6241	transisi	0.024	900	1.333	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6400	transisi
P10	0.018	300	1.333	0.053	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	4839	transisi	0.021	600	1.300	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.00000854	6546	transisi	0.024	900	1.300	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.00000854	6393	transisi
P11	0.018	300	1.167	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6696	transisi	0.021	600	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi	0.024	900	1.233	0.123	0.021	0.396	0.053	27	0.00000854	7652	transisi
P12	0.018	300	1.133	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.00000854	6568	transisi	0.021	600	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi	0.024	900	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi
P13	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi	0.024	900	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi
P14	0.018	300	1.167	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.00000854	6149	transisi	0.021	600	1.133	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6501	transisi	0.024	900	1.200	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	7166	transisi
P15	0.018	300	1.200	0.090	0.015	0.330	0.045	27	0.00000854	6323	transisi	0.021	600	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.133	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6501	transisi
P16	0.018	300	1.200	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.00000854	6323	transisi	0.021	600	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.133	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6501	transisi
P17	0.018	300	1.200	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.00000854	6323	transisi	0.021	600	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi
P18	0.018	300	1.200	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.00000854	6323	transisi	0.021	600	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.200	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.00000854	7166	transisi
P19	0.018	300	1.133	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.00000854	5970	transisi	0.021	600	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi
P20	0.018	300	1.133	0.090	0.015	0.330	0.045	27	0.00000854	5970	transisi	0.021	600	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.00000854	6969	transisi	0.024	900	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R) (m)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R) (m)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R) (m)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.018	300	1.400	0.060	0.010	0.270	0.037	27	0.00000854	6066	transisi	0.021	600	1.333	0.053	0.009	0.256	0.031	27	0.00000854	4839	transisi	0.024	900	1.367	0.060	0.010	0.270	0.037	27	0.00000854	5923	transisi
P2	0.018	300	1.400	0.050	0.008	0.250	0.032	27	0.00000854	5246	transisi	0.021	600	1.467	0.043	0.007	0.256	0.030	27	0.00000854	5153	transisi	0.024	900	1.400	0.053	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	5082	transisi
P3	0.018	300	1.467	0.050	0.008	0.250	0.032	27	0.00000854	5497	transisi	0.021	600	1.500	0.043	0.007	0.256	0.030	27	0.00000854	5269	transisi	0.024	900	1.433	0.058	0.009	0.266	0.034	27	0.00000854	5705	transisi
P4	0.018	300	1.467	0.053	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	5325	transisi	0.021	600	1.467	0.053	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	5325	transisi	0.024	900	1.467	0.057	0.009	0.264	0.034	27	0.00000854	5841	transisi
P5	0.018	300	1.500	0.053	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	5446	transisi	0.021	600	1.400	0.057	0.009	0.264	0.034	27	0.00000854	5574	transisi	0.024	900	1.467	0.060	0.010	0.270	0.037	27	0.00000854	6356	transisi
P6	0.018	300	1.467	0.053	0.008	0.256	0.031	27	0.00000854	5325	transisi	0.021	600	1.433	0.060	0.010	0.270	0.037	27	0.00000854	6209	transisi	0.024	900	1.333	0.057	0.009	0.264	0.034	27	0.00000854	5307	transisi
P7	0.018	300	1.400	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5902	transisi	0.021	600	1.400	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	6230	transisi	0.024	900	1.333	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5619	transisi
P8	0.018	300	1.400	0.063	0.010	0.276	0.036	27	0.00000854	5902	transisi	0.021	600	1.433	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6544	transisi	0.024	900	1.333	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6087	transisi
P9	0.018	300	1.300	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	5937	transisi	0.021	600	1.433	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	6544	transisi	0.024	900	1.333	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6400	transisi
P10	0.018	300	1.300	0.067	0.011	0.284	0.039	27	0.00000854	5937	transisi	0.021	600	1.333	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.00000854	6400	transisi	0.024	900	1.300	0.070	0.011	0.290	0.038	27	0.00000854	5785	transisi
P11	0.018	300	1.200	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.00000854	7166	transisi	0.021	600	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi	0.024	900	1.233	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7508	transisi
P12	0.018	300	1.200	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6885	transisi	0.024	900	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.00000854	7307	transisi
P13	0.018	300	1.233	0.127	0.022	0.404	0.054	27	0.00000854	7796	transisi	0.021	600	1.200	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.00000854	6745	transisi	0.024	900	1.167	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.00000854	6696	transisi
P14	0.018	300	1.233	0.090	0.015	0.330	0.045	27	0.00000854	6497	transisi	0.021	600	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6385	transisi	0.024	900	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.00000854	6885	transisi
P15	0.018	300	1.200																														

Tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) untuk bangunan check dam type lingkaran 3 cm dan lingkaran 4 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah(P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.018	300	1.433	0.053	0.008	0.256	0.091	27	0.0000854	5202	transisi	0.021	600	1.400	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5902	transisi	0.024	900	1.533	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	7001	transisi
P2	0.018	300	1.467	0.050	0.008	0.250	0.092	27	0.0000854	5497	transisi	0.021	600	1.500	0.053	0.008	0.256	0.091	27	0.0000854	5445	transisi	0.024	900	1.567	0.060	0.010	0.270	0.097	27	0.0000854	6789	transisi
P3	0.018	300	1.533	0.057	0.009	0.264	0.094	27	0.0000854	6103	transisi	0.021	600	1.633	0.053	0.008	0.256	0.091	27	0.0000854	5928	transisi	0.024	900	1.467	0.057	0.009	0.264	0.094	27	0.0000854	5841	transisi
P4	0.018	300	1.600	0.050	0.008	0.250	0.092	27	0.0000854	5995	transisi	0.021	600	1.567	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	6606	transisi	0.024	900	1.400	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5902	transisi
P5	0.018	300	1.533	0.057	0.009	0.264	0.094	27	0.0000854	6103	transisi	0.021	600	1.467	0.057	0.009	0.264	0.094	27	0.0000854	5841	transisi	0.024	900	1.433	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6544	transisi
P6	0.018	300	1.400	0.057	0.009	0.264	0.094	27	0.0000854	5574	transisi	0.021	600	1.367	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5763	transisi	0.024	900	1.333	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6087	transisi
P7	0.018	300	1.400	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5902	transisi	0.021	600	1.333	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6087	transisi	0.024	900	1.267	0.060	0.010	0.270	0.097	27	0.0000854	5489	transisi
P8	0.018	300	1.400	0.057	0.009	0.264	0.094	27	0.0000854	5574	transisi	0.021	600	1.433	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6544	transisi	0.024	900	1.333	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5619	transisi
P9	0.018	300	1.367	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6243	transisi	0.021	600	1.467	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.0000854	7387	transisi	0.024	900	1.233	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.0000854	6064	transisi
P10	0.018	300	1.267	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.0000854	6083	transisi	0.021	600	1.400	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.0000854	7049	transisi	0.024	900	1.233	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.0000854	6208	transisi
P11	0.018	300	1.167	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.0000854	6969	transisi	0.021	600	1.233	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.0000854	7363	transisi	0.024	900	1.167	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.0000854	6969	transisi
P12	0.018	300	1.167	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.0000854	6969	transisi	0.021	600	1.233	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.0000854	7075	transisi	0.024	900	1.167	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.0000854	7106	transisi
P13	0.018	300	1.233	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.0000854	6930	transisi	0.021	600	1.200	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.0000854	6745	transisi	0.024	900	1.133	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.0000854	6766	transisi
P14	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.167	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6996	transisi	0.024	900	1.133	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.0000854	6501	transisi
P15	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.024	900	1.100	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6311	transisi
P16	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.0000854	6323	transisi	0.024	900	1.133	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6501	transisi
P17	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.093	0.015	0.336	0.045	27	0.0000854	6323	transisi	0.024	900	1.133	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.0000854	6501	transisi
P18	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.024	900	1.100	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.0000854	6183	transisi
P19	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.024	900	1.133	0.103	0.017	0.356	0.048	27	0.0000854	6368	transisi
P20	0.018	300	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.024	900	1.133	0.110	0.019	0.370	0.051	27	0.0000854	6766	transisi

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah(P)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Luas Penampang	Keliling Basah(P) (m)	jari jari hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.018	300	1.533	0.050	0.008	0.250	0.092	27	0.0000854	5744	transisi	0.021	600	1.400	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5902	transisi	0.024	900	1.533	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	7001	transisi
P2	0.018	300	1.533	0.053	0.008	0.256	0.091	27	0.0000854	5565	transisi	0.021	600	1.533	0.053	0.008	0.256	0.091	27	0.0000854	5565	transisi	0.024	900	1.567	0.060	0.010	0.270	0.097	27	0.0000854	6789	transisi
P3	0.018	300	1.533	0.060	0.010	0.270	0.097	27	0.0000854	6642	transisi	0.021	600	1.633	0.053	0.008	0.256	0.091	27	0.0000854	5928	transisi	0.024	900	1.500	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	6323	transisi
P4	0.018	300	1.433	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6544	transisi	0.021	600	1.567	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	6606	transisi	0.024	900	1.400	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5902	transisi
P5	0.018	300	1.433	0.060	0.010	0.270	0.097	27	0.0000854	6209	transisi	0.021	600	1.467	0.057	0.009	0.264	0.094	27	0.0000854	5841	transisi	0.024	900	1.433	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6544	transisi
P6	0.018	300	1.367	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6243	transisi	0.021	600	1.367	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5763	transisi	0.024	900	1.333	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6087	transisi
P7	0.018	300	1.367	0.060	0.010	0.270	0.097	27	0.0000854	5923	transisi	0.021	600	1.333	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6087	transisi	0.024	900	1.267	0.060	0.010	0.270	0.097	27	0.0000854	5489	transisi
P8	0.018	300	1.300	0.070	0.011	0.290	0.098	27	0.0000854	5785	transisi	0.021	600	1.433	0.067	0.011	0.284	0.099	27	0.0000854	6544	transisi	0.024	900	1.267	0.063	0.010	0.276	0.096	27	0.0000854	5341	transisi
P9	0.018	300	1.300	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.0000854	6546	transisi	0.021	600	1.467	0.073	0.012	0.296	0.041	27	0.0000854	7043	transisi	0.024	900	1.233	0.080	0.013	0.310	0.042	27	0.0000854	6064	transisi
P10	0.018	300	1.333	0.083	0.014	0.316	0.044	27	0.0000854	6858	transisi	0.021	600	1.400	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.0000854	7049	transisi	0.024	900	1.267	0.077	0.013	0.304	0.043	27	0.0000854	6380	transisi
P11	0.018	300	1.133	0.120	0.021	0.390	0.054	27	0.0000854	7184	transisi	0.021	600	1.233	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.0000854	7363	transisi	0.024	900	1.167	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.0000854	6969	transisi
P12	0.018	300	1.200	0.113	0.019	0.376	0.051	27	0.0000854	7166	transisi	0.021	600	1.233	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.0000854	7075	transisi	0.024	900	1.167	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.0000854	6311	transisi
P13	0.018	300	1.200	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.0000854	7307	transisi	0.021	600	1.200	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.024	900	1.133	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.0000854	6899	transisi
P14	0.018	300	1.233	0.117	0.020	0.384	0.052	27	0.0000854	7508	transisi	0.021	600	1.167	0.100	0.017	0.350	0.049	27	0.0000854	6696	transisi	0.024	900	1.100	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.0000854	6311	transisi
P15	0.018	300	1.200	0.107	0.018	0.364	0.049	27	0.0000854	6885	transisi	0.021	600	1.200	0.100	0.017	0.350																

## Perhitungan Tegangan geser ( $\tau$ ) Tegangan kritis ( $\tau_c$ ) type segi empat dimater 2 cm dan 2,5 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (kg/m <sup>3</sup> )	Grafik shield	tc (kg/m <sup>3</sup> )	uc	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	uc	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	uc	Ket.
P1	0.018	300	1.267	0.070	0.059	0.0071	2747	1000	8.54	49	1.030	0.149	18.130	0.03887	in-rest	0.021	600	1.300	0.077	0.061	0.007	2747	1000	8.54	51	1.511	0.151	18.374	0.0408	in-rest	0.024	900	1.333	0.077	0.061	0.007	2747	1000	8.54	51	1.511	0.151	18.374	0.041	in-rest
P2	0.018	300	1.300	0.070	0.059	0.0071	2747	1000	8.54	49	1.030	0.149	18.130	0.03887	in-rest	0.021	600	1.333	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.0389	in-rest	0.024	900	1.300	0.073	0.060	0.007	2747	1000	8.54	50	1.575	0.150	18.252	0.040	in-rest
P3	0.018	300	1.367	0.070	0.059	0.0071	2747	1000	8.54	49	1.030	0.149	18.130	0.03887	in-rest	0.021	600	1.333	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.0389	in-rest	0.024	900	1.300	0.073	0.060	0.007	2747	1000	8.54	50	1.575	0.150	18.252	0.040	in-rest
P4	0.018	300	1.400	0.067	0.057	0.0071	2747	1000	8.54	47	0.986	0.147	17.887	0.03803	in-rest	0.021	600	1.267	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.0389	in-rest	0.024	900	1.267	0.080	0.063	0.007	2747	1000	8.54	52	1.727	0.152	18.495	0.042	in-rest
P5	0.018	300	1.333	0.073	0.060	0.0071	2747	1000	8.54	50	1.074	0.150	18.252	0.03969	in-rest	0.021	600	1.300	0.080	0.063	0.007	2747	1000	8.54	52	1.727	0.152	18.495	0.0416	in-rest	0.024	900	1.267	0.080	0.063	0.007	2747	1000	8.54	52	1.727	0.152	18.495	0.042	in-rest
P6	0.018	300	1.300	0.073	0.060	0.0071	2747	1000	8.54	50	1.074	0.150	18.252	0.03969	in-rest	0.021	600	1.367	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.295	0.185	22.511	0.0360	in-rest	0.024	900	1.300	0.077	0.061	0.007	2747	1000	8.54	51	1.662	0.151	18.374	0.041	in-rest
P7	0.018	300	1.367	0.067	0.057	0.0071	2747	1000	8.54	47	0.986	0.147	17.887	0.03803	in-rest	0.021	600	1.367	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.0369	in-rest	0.024	900	1.367	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.039	in-rest
P8	0.018	300	1.367	0.063	0.056	0.0071	2747	1000	8.54	47	0.927	0.147	17.887	0.03637	in-rest	0.021	600	1.400	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.0351	in-rest	0.024	900	1.400	0.073	0.060	0.007	2747	1000	8.54	50	1.575	0.150	18.252	0.040	in-rest
P9	0.018	300	1.367	0.067	0.057	0.0071	2747	1000	8.54	47	0.986	0.147	17.887	0.03803	in-rest	0.021	600	1.233	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.295	0.185	22.511	0.0360	in-rest	0.024	900	1.333	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.039	in-rest
P10	0.018	300	1.267	0.077	0.061	0.0071	2747	1000	8.54	51	1.133	0.151	18.374	0.04077	in-rest	0.021	600	1.267	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.0389	in-rest	0.024	900	1.300	0.073	0.060	0.007	2747	1000	8.54	50	1.575	0.150	18.252	0.040	in-rest
P11	0.018	300	1.233	0.097	0.069	0.0071	2747	1000	8.54	57	1.427	0.170	20.686	0.04575	in-rest	0.021	600	1.157	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.255	31.028	0.0503	in-rest	0.024	900	1.200	0.103	0.071	0.007	2747	1000	8.54	59	2.223	0.200	24.336	0.047	in-rest
P12	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.0071	2747	1000	8.54	58	1.472	0.180	21.902	0.04646	in-rest	0.021	600	1.167	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.255	31.028	0.0509	in-rest	0.024	900	1.167	0.120	0.077	0.007	2747	1000	8.54	64	2.590	0.260	26.637	0.051	in-rest
P13	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.0071	2747	1000	8.54	58	1.472	0.180	21.902	0.04646	in-rest	0.021	600	1.133	0.113	0.074	0.007	2747	1000	8.54	62	2.439	0.250	30.420	0.0494	in-rest	0.024	900	1.167	0.120	0.077	0.007	2747	1000	8.54	64	2.590	0.260	26.637	0.051	in-rest
P14	0.018	300	1.200	0.090	0.066	0.0071	2747	1000	8.54	55	1.324	0.165	20.077	0.04403	in-rest	0.021	600	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61	2.374	0.245	29.812	0.0487	in-rest	0.024	900	1.167	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.255	31.028	0.050	in-rest
P15	0.018	300	1.200	0.097	0.069	0.0071	2747	1000	8.54	57	1.427	0.170	20.686	0.04575	in-rest	0.021	600	1.133	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.0481	in-rest	0.024	900	1.200	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.048	in-rest
P16	0.018	300	1.200	0.097	0.069	0.0071	2747	1000	8.54	57	1.427	0.170	20.686	0.04575	in-rest	0.021	600	1.167	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.0465	in-rest	0.024	900	1.200	0.103	0.071	0.007	2747	1000	8.54	59	2.223	0.200	24.336	0.047	in-rest
P17	0.018	300	1.200	0.093	0.068	0.0071	2747	1000	8.54	57	1.368	0.170	20.686	0.0448	in-rest	0.021	600	1.167	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.0481	in-rest	0.024	900	1.200	0.097	0.069	0.007	2747	1000	8.54	57	2.093	0.170	20.686	0.046	in-rest
P18	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.0071	2747	1000	8.54	58	1.472	0.180	21.902	0.04646	in-rest	0.021	600	1.167	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.0481	in-rest	0.024	900	1.167	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest
P19	0.018	300	1.200	0.097	0.069	0.0071	2747	1000	8.54	57	1.427	0.170	20.686	0.04575	in-rest	0.021	600	1.200	0.108	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61	2.331	0.245	29.812	0.0483	in-rest	0.024	900	1.200	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.048	in-rest
P20	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.0071	2747	1000	8.54	58	1.472	0.180	21.902	0.04646	in-rest	0.021	600	1.200	0.103	0.071	0.007	2747	1000	8.54	59	2.223	0.200	24.336	0.0471	in-rest	0.024	900	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61	2.374	0.245	29.812	0.049	in-rest

Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (kg/m <sup>3</sup> )	Grafik shield	tc (kg/m <sup>3</sup> )	uc	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	uc	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	uc	Ket.
0.018	300	1.367	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.236	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.021	600	1.400	0.080	0.063	0.007	2747	1000	8.54	52	1.570	0.152	18.495	0.042	in-rest	0.024	900	1.433	0.077	0.061	0.007	2747	1000	8.54	51	1.511	0.151	18.374	0.041	in-rest
0.018	300	1.433	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest	0.021	600	1.333	0.080	0.063	0.007	2747	1000	8.54	52	1.727	0.152	18.495	0.042	in-rest	0.024	900	1.400	0.073	0.060	0.007	2747	1000	8.54	50	1.575	0.150	18.252	0.040	in-rest
0.018	300	1.333	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest	0.021	600	1.333	0.080	0.063	0.007	2747	1000	8.54	52	1.727	0.152	18.495	0.042	in-rest	0.024	900	1.333	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.039	in-rest
0.018	300	1.333	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest	0.021	600	1.333	0.083	0.064	0.007	2747	1000	8.54	53	1.791	0.160	19.469	0.042	in-rest	0.024	900	1.400	0.077	0.061	0.007	2747	1000	8.54	51	1.662	0.151	18.374	0.041	in-rest
0.018	300	1.367	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest	0.021	600	1.333	0.077	0.061	0.007	2747	1000	8.54	51	1.662	0.151	18.374	0.041	in-rest	0.024	900	1.367	0.077	0.061	0.007	2747	1000	8.54	51	1.662	0.151	18.374	0.041	in-rest
0.018	300	1.300	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.039	in-rest	0.021	60																												

## Perhitungan Tegangan geser ( $\tau$ ) Tegangan kritis ( $\tau_c$ ) type segi empat dimater 3 cm dan type lingkaran 2 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (kg/m <sup>2</sup> )	Grafik shield	tc (kg/m <sup>2</sup> )	u-c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u-c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u-c	Ket.
P1	0.018	300	1.367	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.118	0.180	21.902	0.035	in-rest	0.021	600	1.400	0.063	0.037	0.007	2747	1000	8.54	31.000	1.236	0.250	30.420	0.037	in-rest	0.024	900	1.400	0.077	0.041	0.007	2747	1000	8.54	34	1.511	0.220	26.770	0.041	in-rest
P2	0.018	300	1.400	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.295	0.185	22.511	0.036	in-rest	0.021	600	1.400	0.063	0.037	0.007	2747	1000	8.54	31.000	1.960	0.250	30.420	0.037	in-rest	0.024	900	1.500	0.067	0.038	0.007	2747	1000	8.54	32	1.446	0.240	29.203	0.038	in-rest
P3	0.018	300	1.500	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest	0.021	600	1.433	0.063	0.037	0.007	2747	1000	8.54	31.000	1.360	0.250	30.420	0.037	in-rest	0.024	900	1.467	0.070	0.039	0.007	2747	1000	8.54	32	1.511	0.240	29.203	0.039	in-rest
P4	0.018	300	1.500	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.433	0.063	0.037	0.007	2747	1000	8.54	31.000	1.360	0.250	30.420	0.037	in-rest	0.024	900	1.400	0.067	0.038	0.007	2747	1000	8.54	32	1.446	0.240	29.203	0.038	in-rest
P5	0.018	300	1.433	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.367	0.067	0.038	0.007	2747	1000	8.54	32.000	1.446	0.240	29.203	0.038	in-rest	0.024	900	1.400	0.070	0.039	0.007	2747	1000	8.54	32	1.511	0.240	29.203	0.039	in-rest
P6	0.018	300	1.433	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.367	0.067	0.038	0.007	2747	1000	8.54	32.000	1.446	0.240	29.203	0.038	in-rest	0.024	900	1.367	0.077	0.041	0.007	2747	1000	8.54	34	1.662	0.220	26.770	0.041	in-rest
P7	0.018	300	1.367	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.333	0.067	0.039	0.007	2747	1000	8.54	32.000	1.446	0.240	29.203	0.038	in-rest	0.024	900	1.367	0.080	0.042	0.007	2747	1000	8.54	35	1.727	0.200	24.336	0.042	in-rest
P8	0.018	300	1.333	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.021	600	1.333	0.077	0.041	0.007	2747	1000	8.54	34.000	1.662	0.220	26.770	0.041	in-rest	0.024	900	1.333	0.080	0.042	0.007	2747	1000	8.54	35	1.727	0.200	24.336	0.042	in-rest
P9	0.018	300	1.333	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.021	600	1.300	0.073	0.040	0.007	2747	1000	8.54	33.000	1.575	0.230	27.986	0.040	in-rest	0.024	900	1.333	0.073	0.040	0.007	2747	1000	8.54	33	1.575	0.230	27.986	0.040	in-rest
P10	0.018	300	1.333	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.300	0.073	0.041	0.007	2747	1000	8.54	34.000	1.662	0.220	26.770	0.041	in-rest	0.024	900	1.300	0.080	0.042	0.007	2747	1000	8.54	35	1.727	0.200	24.336	0.042	in-rest
P11	0.018	300	1.167	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.021	600	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63.000	2.525	0.155	18.860	0.050	in-rest	0.024	900	1.233	0.123	0.078	0.007	2747	1000	8.54	65	2.655	0.165	20.077	0.052	in-rest
P12	0.018	300	1.133	0.103	0.071	0.007	2747	1000	8.54	59	2.223	0.200	24.336	0.047	in-rest	0.021	600	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63.000	2.525	0.155	18.860	0.050	in-rest	0.024	900	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.155	18.860	0.050	in-rest
P13	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.021	600	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63.000	2.525	0.155	18.860	0.050	in-rest	0.024	900	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest
P14	0.018	300	1.167	0.093	0.068	0.007	2747	1000	8.54	57	2.007	0.170	20.686	0.045	in-rest	0.021	600	1.133	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60.000	2.300	0.140	17.035	0.048	in-rest	0.024	900	1.200	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest
P15	0.018	300	1.200	0.090	0.066	0.007	2747	1000	8.54	55	1.942	0.165	20.077	0.044	in-rest	0.021	600	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61.000	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest	0.024	900	1.133	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.140	17.035	0.048	in-rest
P16	0.018	300	1.200	0.095	0.068	0.007	2747	1000	8.54	57	2.007	0.170	20.686	0.045	in-rest	0.021	600	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61.000	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest	0.024	900	1.133	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.140	17.035	0.048	in-rest
P17	0.018	300	1.200	0.093	0.068	0.007	2747	1000	8.54	57	2.007	0.170	20.686	0.045	in-rest	0.021	600	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61.000	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest	0.024	900	1.200	0.113	0.074	0.007	2747	1000	8.54	62	2.439	0.150	18.252	0.049	in-rest
P18	0.018	300	1.200	0.093	0.068	0.007	2747	1000	8.54	57	2.007	0.170	20.686	0.045	in-rest	0.021	600	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61.000	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest	0.024	900	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.155	18.860	0.050	in-rest
P19	0.018	300	1.133	0.093	0.068	0.007	2747	1000	8.54	57	2.007	0.170	20.686	0.045	in-rest	0.021	600	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61.000	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest	0.024	900	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.155	18.860	0.050	in-rest
P20	0.018	300	1.133	0.090	0.066	0.007	2747	1000	8.54	55	1.942	0.165	20.077	0.044	in-rest	0.021	600	1.167	0.110	0.073	0.007	2747	1000	8.54	61.000	2.374	0.145	17.644	0.049	in-rest	0.024	900	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.155	18.860	0.050	in-rest

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (kg/m <sup>2</sup> )	Grafik shield	tc (kg/m <sup>2</sup> )	u-c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u-c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>g</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u-c	Ket.
P1	0.018	300	1.400	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.177	0.185	22.511	0.036	in-rest	0.021	600	1.333	0.053	0.034	0.007	2747	1000	8.54	28	1.040	0.300	36.504	0.034	in-rest	0.024	900	1.367	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.177	0.185	22.511	0.036	in-rest
P2	0.018	300	1.400	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.467	0.043	0.030	0.007	2747	1000	8.54	25	0.923	0.280	34.070	0.030	in-rest	0.024	900	1.400	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest
P3	0.018	300	1.467	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.500	0.043	0.030	0.007	2747	1000	8.54	25	0.923	0.280	34.070	0.030	in-rest	0.024	900	1.433	0.058	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.252	0.180	21.902	0.035	in-rest
P4	0.018	300	1.467	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.467	0.053	0.034	0.007	2747	1000	8.54	28	1.144	0.300	36.504	0.034	in-rest	0.024	900	1.467	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.252	0.180	21.902	0.035	in-rest
P5	0.018	300	1.500	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.400	0.057	0.035	0.007	2747	1000	8.54	29	1.230	0.310	37.721	0.035	in-rest	0.024	900	1.467	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.295	0.185	22.511	0.036	in-rest
P6	0.018	300	1.467	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144																																		



## Perhitungan Tegangan geser ( $\tau_0$ ) Tegangan kritis ( $\tau_c$ ) type lingkaran 3 cm dan lingkaran 4 cm

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>s</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (kg/m <sup>3</sup> )	Grafik shield	tc (kg/m <sup>3</sup> )	u.c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>s</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u.c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>s</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u.c	Ket.
P1	0.018	300	1.400	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.177	0.185	22.511	0.036	in-rest	0.021	600	1.333	0.053	0.034	0.007	2747	1000	8.54	28	1.040	0.300	36.504	0.034	in-rest	0.024	900	1.367	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.177	0.185	22.511	0.036	in-rest
P2	0.018	300	1.400	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.467	0.043	0.030	0.007	2747	1000	8.54	29	0.928	0.280	34.070	0.030	in-rest	0.024	900	1.400	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest
P4	0.018	300	1.467	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.467	0.053	0.034	0.007	2747	1000	8.54	28	1.144	0.300	36.504	0.034	in-rest	0.024	900	1.467	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest
P5	0.018	300	1.500	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.400	0.057	0.035	0.007	2747	1000	8.54	29	1.130	0.310	37.721	0.035	in-rest	0.024	900	1.467	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.295	0.185	22.511	0.036	in-rest
P6	0.018	300	1.467	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.433	0.060	0.036	0.007	2747	1000	8.54	30	1.295	0.320	38.938	0.036	in-rest	0.024	900	1.333	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest
P7	0.018	300	1.400	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.021	600	1.400	0.070	0.039	0.007	2747	1000	8.54	32	1.511	0.230	29.986	0.039	in-rest	0.024	900	1.333	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest
P8	0.018	300	1.400	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.021	600	1.433	0.067	0.038	0.007	2747	1000	8.54	32	1.446	0.230	27.986	0.038	in-rest	0.024	900	1.333	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.037	in-rest
P9	0.018	300	1.300	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest	0.021	600	1.433	0.067	0.038	0.007	2747	1000	8.54	32	1.446	0.230	27.986	0.038	in-rest	0.024	900	1.333	0.073	0.060	0.007	2747	1000	8.54	50	1.575	0.150	18.252	0.040	in-rest
P10	0.018	300	1.300	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest	0.021	600	1.333	0.073	0.040	0.007	2747	1000	8.54	33	1.575	0.240	29.203	0.040	in-rest	0.024	900	1.300	0.070	0.059	0.007	2747	1000	8.54	49	1.511	0.149	18.130	0.039	in-rest
P11	0.018	300	1.200	0.113	0.074	0.007	2747	1000	8.54	62	2.439	0.250	30.420	0.049	in-rest	0.021	600	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.255	31.028	0.050	in-rest	0.024	900	1.233	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.255	31.028	0.050	in-rest
P12	0.018	300	1.200	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.048	in-rest	0.021	600	1.200	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.048	in-rest	0.024	900	1.200	0.117	0.076	0.007	2747	1000	8.54	63	2.525	0.255	31.028	0.050	in-rest
P13	0.018	300	1.233	0.127	0.079	0.007	2747	1000	8.54	66	2.741	0.270	32.854	0.052	in-rest	0.021	600	1.200	0.103	0.071	0.007	2747	1000	8.54	59	2.223	0.200	24.336	0.047	in-rest	0.024	900	1.167	0.107	0.072	0.007	2747	1000	8.54	60	2.309	0.240	29.203	0.048	in-rest
P14	0.018	300	1.233	0.090	0.066	0.007	2747	1000	8.54	55	1.942	0.165	20.077	0.041	in-rest	0.021	600	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.024	900	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest
P15	0.018	300	1.200	0.093	0.068	0.007	2747	1000	8.54	57	2.007	0.170	20.686	0.045	in-rest	0.021	600	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.024	900	1.167	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest
P16	0.018	300	1.200	0.097	0.069	0.007	2747	1000	8.54	57	2.093	0.170	20.686	0.046	in-rest	0.021	600	1.200	0.097	0.069	0.007	2747	1000	8.54	57	2.093	0.170	20.686	0.046	in-rest	0.024	900	1.133	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest
P17	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.021	600	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.024	900	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest
P18	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.021	600	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.024	900	1.167	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest
P19	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.021	600	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.024	900	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest
P20	0.018	300	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.021	600	1.200	0.100	0.070	0.007	2747	1000	8.54	58	2.158	0.180	21.902	0.046	in-rest	0.024	900	1.167	0.103	0.071	0.007	2747	1000	8.54	59	2.223	0.200	24.336	0.047	0.000

No.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>s</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (kg/m <sup>3</sup> )	Grafik shield	tc (kg/m <sup>3</sup> )	u.c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>s</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u.c	Ket.	Debit (Q) (m <sup>3</sup> )	Waktu (t) (s)	Kecepatan (v) (m/s)	Tinggi muka Air (h) (m)	Kecepatan Geser (v <sub>s</sub> ) (m/s)	Diameter Butiran (d) (m)	ps	pw	Viskositas 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det	Reynold (Re*)	to (N/kg)	Grafik shield	tc	u.c	Ket.
P1	0.018	300	1.433	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.040	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.021	600	1.400	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.236	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.024	900	1.533	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.315	0.147	17.887	0.038	in-rest
P2	0.018	300	1.467	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.500	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.024	900	1.567	0.060	0.054	0.007	2747	1000	8.54	45	1.295	0.185	22.511	0.036	in-rest
P3	0.018	300	1.533	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest	0.021	600	1.633	0.053	0.051	0.007	2747	1000	8.54	42	1.144	0.160	19.469	0.034	in-rest	0.024	900	1.467	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest
P4	0.018	300	1.600	0.050	0.050	0.007	2747	1000	8.54	42	1.079	0.160	19.469	0.033	in-rest	0.021	600	1.567	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.024	900	1.400	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest
P5	0.018	300	1.533	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest	0.021	600	1.467	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest	0.024	900	1.433	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest
P6	0.018	300	1.400	0.057	0.053	0.007	2747	1000	8.54	44	1.230	0.180	21.902	0.035	in-rest	0.021	600	1.367	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.024	900	1.333	0.067	0.057	0.007	2747	1000	8.54	47	1.446	0.147	17.887	0.038	in-rest
P7	0.018	300	1.400	0.063	0.056	0.007	2747	1000	8.54	47	1.360	0.147	17.887	0.037	in-rest	0.021	600	1.333	0.067	0.057																									