

**SKRIPSI**

**STUDI PERUBAHAN BENTUK MORFOLOGI DASAR SALURAN PASIR**

**AKBIAT VARIASI DEBIT**

**( UJI LABORATORIUM )**



**ARIYANTI REZKI**  
105 81 1721 12

**MUHAMMAD AKSAN**  
105 81 1807 12

**JURUSAN TEKNIK 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 PERUBAHAN BENTUK MORFOLOGI DASAR SALURAN PASIR AKIBAT VARIASI DEBIT (UJI LABORATORIUM)**

Nama : **ARIYANTI REZKI  
MUHAMMAD AKSAN**

Stambuk : **105 81 1721 12  
105 81 1807 12**

Makassar, 17 juni 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

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

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Pengairan  
Jurusan Teknik Sipil



Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.

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 Ariyanti Rezki dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1721 12 dan Muhammad Aksan dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1807 12, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/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 Senin tanggal 17 Juni 2019

Makassar, 13 Syawal 1440H

17 Juni 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

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

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S, MT.

b. Sekertaris : Farida Gaffar, ST., MM

3. Anggota : 1. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT.

2. Ir. Amrullah Mansida, ST., MT.

3. Muh.Syafaat S.Kuba, ST., MT.

Mengetahui :

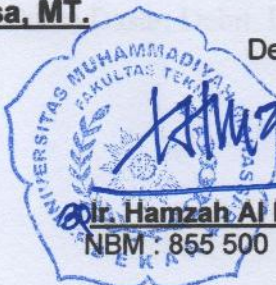
Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.

Pembimbing II

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

Dekan



Dr. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500



**STUDI PERUBAHAN BENTUK MORFOLOGI DASAR SALURAN PASIR  
AKIBAT VARIASI DEBIT  
(UJI LABORATORIUM)**

**Ariyanti Rezki<sup>(1)</sup> dan Muhammad Aksan<sup>(2)</sup>**

<sup>1)</sup>*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Makassar*

[Ariyantirezki@gmail.com](mailto:Ariyantirezki@gmail.com)

<sup>2)</sup>*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Makassar*

[Muhammadaksan64@gmail.com](mailto:Muhammadaksan64@gmail.com)

**ABSTRAK**

Studi ini membahas mengenai Perubahan Bentuk Morfologi Dasar Saluran Pasir Akibat Variasi Debit. Fenomena bentuk dasar (*bedforms*) pada sungai sering kita jumpai dalam morfologi sungai. Bentuk dasar ini terjadi disebabkan oleh aliran (*flow induced*) dan pengaruh kekasaran dasar. Akibat dari perubahan volume angkutan sungai dapat menyebabkan bentuk dasar sungai berubah-ubah. Angkutan sedimen dasar (*bed load*) terjadi dipengaruhi oleh kondisi aliran meliputi debit aliran ( $Q$ ), Kemiringan dasar saluran ( $S$ ), serta variasi komposisi sedimen dasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan aliran dan perubahan bentuk dasar (*bedform*) saluran terbuka pada kondisi kritis dan superkritis dengan debit, waktu dan jenis pasir yang berbeda. Metode penelitian dilakukan dengan model fisik di laboratorium. Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran pada saluran digunakan perhitungan bilangan Froude ( $Fr$ ). Berdasarkan pada pengukuran dan perhitungan meliputi, debit yaitu (Untuk  $Q_1 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{dtk}$ , untuk  $Q_2 = 0,0034 \text{ m}^3/\text{dtk}$ , dan untuk  $Q_3 = 0,0045 \text{ m}^3/\text{dtk}$ ). Waktu yaitu (Untuk  $T_1 = 480 \text{ dtk}$ , untuk  $T_2 = 960 \text{ dtk}$ , untuk  $T_3 = 1440 \text{ dtk}$ ). Diameter pasir yg digunakan yaitu (Untuk  $D_1 = 0,00236 \text{ m}$ ,  $D_2 = 0,0018 \text{ m}$ ,  $D_3 = 0,00085 \text{ m}$ ). Serta hasil pengamatan menunjukkan bahwa besarnya debit aliran berbanding lurus dengan perubahan dasar, semakin besar debit semakin besar pula perubahan dasarnya, dalam hal ini besarnya gerusan yang terjadi, dan semakin kecil diameter butirannya maka semakin besar pula gerusan yang terjadi.

**Kata Kunci :** Perubahan Dasar, Debit, Bilangan Froude

**STUDY OF CHANGES IN BASIC MORPHOLOGICAL FORM OF SAND  
CHANNEL DUE TO DEBT VARIATIONS  
(LABORATORY TEST)**

**Ariyanti Rezki<sup>(1)</sup> dan Muhammad Aksan<sup>(2)</sup>**

<sup>1)</sup> *Student of Civil Irrigation Study Program, Engineering Faculty of  
Muhammadiyah University of Makassar*

[Ariyantirezki@gmail.com](mailto:Ariyantirezki@gmail.com)

<sup>2)</sup> *Student of Civil Irrigation Study Program, Engineering Faculty of  
Muhammadiyah University of Makassar*

[Muhammadaksan64@gmail.com](mailto:Muhammadaksan64@gmail.com)

**ABSTRACT**

*This study discusses about the exchange of morphology in the basic of sand ducts because of debt variation. We face the phenomenon of basic forms in the river as river morphology. It was happen because flow induced and the effect of basic harshness. The effect of river volume could make the basic shape of river changed. Bed load influenced by the flow conditions including flow rate ( $Q$ ), channel base slope ( $S$ ) as the variation of basic sediment composition. The purpose of this study to determine how the effect of speed flow and the change of bed form in open channel in critical and supercritical condition with debt, time and the kind of different sands by used the physical model of methodology in the laboratory. To find out and determine the type of the flow that occurs in the flow process, it used Froude Number ( $Fr$ ) as based of the measurement and the calculation divided into several types. Firstly, debt as known as  $Q$ . For  $Q1 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{second}$ , then,  $Q2 = 0,0034 \text{ m}^3/\text{second}$ , and  $Q3 = 0,0045 \text{ m}^3/\text{second}$ . Secondly, time as known as  $T$ . For  $T1 = 480 \text{ second}$ , then  $T2 = 960 \text{ second}$ , and  $T3 = 1440 \text{ second}$ . Thirdly, the sands diameter as known as  $D$ . For  $D1 = 0,00236 \text{ m}$ , then  $D2 = 0,0018 \text{ m}$  and  $D3 = 0,00085 \text{ m}$ . Based on the result of the study show that the amount of the flow is directly proportional to the change of basic then the bigger of discharge as the bigger the basic changes. In this case, the amount of scour occurs, and the smaller the diameter of the grain, the greater the scour that occurs.*

**Keywords:** *Basic Changes, Debit, Froude Number*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah Subahanahu Wa Ta'ala, karenarahmatdanhidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul *“Studi Perubahan Bentuk Morfologi Dasar Saluran Pasir Akibat Variasi Debit ( Uji Laboratorium )”*.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Skripsi 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:

1. Terkhusus saya persembahkan hormat dan rasa terima kasih kami kepada kedua orang tua yang telah begitu besar memberikan pengorbanannya baik materi maupun non materi demi keberhasilan penulis.
2. Bapak Hamzah Al Imran, ST., MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT selaku Pembimbing I dan Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.,MT. Selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2012 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara .Amin...

Makassar, 23 November 2018

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah .....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
A. Saluran Terbuka.....	7
1. Pengertian Saluran Terbuka .....	7
2. Unsur – unsur Geometri Saluran .....	8
3. Bentuk Saluran .....	10
B. Bentuk Dasar .....	10



C. Karakteristik Aliran .....	14
1. Tipe Aliran.....	14
2. Sifat – sifat Aliran .....	16
D. Sedimen .....	23
1. Pengertian Sedimen .....	23
2. Proses Sedimen .....	25
3. Angkutan Sedimen.....	26
4. Butiran Sedimen .....	33
a. Gradasi.....	33
b. Rapat Massa .....	34
c. Analisa Ukuran Butiran.....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	36
B. Model Saluran .....	36
C. Jenis Penelitian Dan Sumber Data .....	38
D. Alat dan Bahan.....	39
1. Alat.....	39
2. Bahan .....	40
E. Variabel yang Digunakan .....	40
F.  Prosedur Penelitian.....	41
G. Pencatatan Data .....	42
H. Analisa Data.....	43
I.  Skema Penelitian .....	44

1. Kerangka pikir penelitian.....	44
2. Flow chart penelitian .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
A. Pola Aliran.....	46
B. Pengamatan Kedalaman Gerusan dan Pengendapan Terhadap Debit .....	54
C. Perhitungan Tegangan Geser dasar, Kecepatan Geser dan Tegangan Geser Kritis .....	73
D. Pengaruh Waktu Pengaliran Terhadap Perubahan Bentuk Dasar Saluran .....	77
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>80</b>
A. Kesimpulan .....	80
B. Saran.....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xiv</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Tampang saluran Trapesium.....	9
2. Macam - macam Bentuk Saluran Terbuka : trapesium, persegi panjang, segituga, setengah lingkaran dan tak beraturan .....	10
3. Bentuk – bentuk Dasar Sungai .....	11
4. Konfigurasi Dasar Sungai .....	13
5. Diagram Klasifikasi dari Liu dan Simons .....	14
6. Aliran laminar, Transisi dan Turbulen .....	20
7. Pola Penjalaran Gelombang Pada Saluran Terbuka .....	22
8. Tampang Panjang Saluran Dengan Dasar Glanuler .....	27
9. Angkutan Sedimen Pada Tampang Panjang Dengan Dasar Granuler .....	27
10. Bagan Mekanisme dan Asal Bahan Sedimen.....	32
11. Denah Model Saluran.....	37
12. Potongan Melintang Penampang Saluran Terbuka .....	38
13. Potongan Memanjang Penampang Saluran Terbuka.....	38
14. Peralatan yang Digunakan .....	40
15. Kerangka Pikir Penelitian.....	44
16. Flow Chart Penelitian .....	45
17. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Froude .....	47
18. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan bilangan Froude .....	48
19. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Froude .....	49

20. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Reynold. ....	50
21. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Reynold .....	51
22. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Reynold .....	52
23. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00236 m debit (q) 0.0026 m <sup>3</sup> /det .....	56
24. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00236 m debit (q) 0.0034 m <sup>3</sup> /det .....	58
25. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00236 m debit (q) 0.0045 m <sup>3</sup> /det .....	60
26. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00118 m debit (q) 0.0026 m <sup>3</sup> /det .....	62
27. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00118 m debit (q) 0.0034 m <sup>3</sup> /det .....	64
28. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00118 m debit (q) 0.0045 m <sup>3</sup> /det .....	66
29. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00085 m debit (q) 0.0026 m <sup>3</sup> /det .....	68
30. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00085 m debit (q) 0.0034 m <sup>3</sup> /det .....	70
31. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00085 m debit (q) 0.0045 m <sup>3</sup> /det .....	72



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 1. Proses Sedimen Dasar .....	28
Table 2. hasil perhitungan bilangan Froude untuk butiran 0,00236 m .....	46
Tabel 3. Hasil Perhitungan bilangan Froude untuk butiran 0,00118 m .....	47
Tabel 4. Hasil perhitungan bilangan Froude untuk butiran 0,00085 m .....	48
Tabel 5. Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu .....	50
Tabel 6. Perhitungan Bilangan Reynold (Re) untuk butiran 0,00236 m .....	50
Table 7. perhitungan bilangan Reynold (Re) untuk butiran 0,00118 m .....	51
Tabel 8. Perhitungan bilangan reynold (Re) untuk butiran 0,00085 m .....	52
Tabel 9. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) butiran 0,00236 m .....	53

Tabel 10. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) butiran 0,00118 m .....	53
Tabel 11. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) butiran 0,00085 m .....	54
Tabel 12. Tinggi gerusan dan pengendapan untuk debit $Q_1 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan diameter butiran (d) 0.00236 m .....	55
Tabel 13. Tinggi gerusan dan pengendapan untuk debit $Q_2 = 0,0034 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan diameter (d) butiran = 0,00236 m .....	57
Tabel 14. Tinggi gerusan dan pengendapan untuk debit $Q_3 = 0,0045 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan diameter (d) butiran = 0,00236 m .....	59
Tabel 15. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit $Q_1 = 0,0026 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan diameter butiran (d) = 0,00118 m .....	61
Tabel 16. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit $Q_2 = 0,0034 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan diameter butiran (d) = 0,00118 m .....	63
Tabel 17. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit $Q_3 = 0,0045 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan diameter butiran (d) = 0,00118 m .....	65



Tabel 18. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit $Q_1 =$ 0,0026 m <sup>3</sup> /det dengan diameter butiran (d) = 0,00085 m.....	67
Tabel 19. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit $Q_2 =$ 0,0034 m <sup>3</sup> /det dengan diameter butiran (d) = 0,00085 m.....	69
Tabel 20. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit $Q_3 =$ 0,0045 m <sup>3</sup> /det dengan diameter butiran (d) = 0,00085 m.....	71
Tabel 21. Data hasil pengamatan untuk butiran sedimen 0,00236 m debit pada t = 1440 detik.....	73
Tabel 22. Data hasil pengamatan untuk butiran sedimen 0,00118 m debit pada t = 1440 detik.....	73
Tabel 23. Data hasil pengamatan untuk butiran sedimen 0,00086 m debit pada t = 1440 detik.....	73
Tabel 24. Perhitungan tegangan geser dasar, kecepatan geser dan tegangan geser kritis.....	74
Tabel 25. Perhitungan tegangan geser dasar, kecepatan geser dan tegangan geser kritis.....	75
Tabel 26. Perhitungan tegangan geser dasar, kecepatan geser dan tegangan geser kritis.....	76

Tabel 27. Rekapitulasi hasil pengamatan perubahan dasar saluran diameter (d) 0,00236 m .....	77
Tabel 28. Rekapitulasi hasil pengamatan perubahan dasar saluran diameter (d) 0,00118 m .....	78
Tabel 29. Rekapitulasi hasil pengamatan perubahan dasar saluran diameter (d) 0,00085 m .....	78





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Saluran terbuka memiliki hubungan erat terhadap aktifitas manusia. Salah satu contoh saluran terbuka yang sering dijumpai adalah sungai. Sungai mempunyai peranan penting sebagai penunjang kehidupan manusia yakni merupakan aliran permukaan yang dapat menjadi sumber air baku guna memenuhi kebutuhan manusia akan sumber air. Fenomena hidrolis utamanya sungai atau saluran terbuka ternyata tidak sesederhana yang kita bayangkan. Selain terjadinya pengaliran air sungai atau saluran – saluran terbuka juga melakukan aktifitas pengangkutan sedimen (*sediment transport*), dimana sedimen tersebut berasal dari hasil penggerusan (erosi) di *catchment area*, bagian hilir (*downstream*) saluran, bagian dasar maupun tepi kiri dan kanan saluran atau sungai. Pada musim penghujan material ini akan terangkut dan bergerak turun, ke sungai ataupun saluran, mekanisme angkutan sedimen ini akan disertai oleh proses erosi dan sedimentasi. Sebagai hasilnya dasar sungai akan mengalami degradasi maupun aggradasi yang cukup signifikan.

Fluktuasi aliran yang cukup besar menyebabkan intensitas sedimen yang terangkut berubah-ubah sesuai perubahan debit. Di sungai maupun di saluran – saluran terbuka lainnya, ketika terjadi erosi atau sedimentasi maka akan terjadi pendangkalan ataupun gerusan sungai atau saluran –

saluran karena angkutan sedimen dan hal ini akan sangat berpengaruh terhadap produktivitas aliran sungai atau saluran – saluran yang tentunya juga akan berdampak pada kehidupan manusia. Faktor yang menjadi penyebab menurunnya produktivitas saluran adalah sedimentasi.

(Jurnal Ilmiah media engineering Vol. 3, No. 1, Maret 2013)

Prinsip dasar angkutan sedimen yaitu untuk mengetahui perilaku sedimen pada kondisi tertentu apakah terjadi keadaan seimbang, erosi, maupun sedimentasi. Juga untuk memprediksi kuantitas angkutan sedimen pada proses tersebut. Proses yang terjadi secara alami ini kuantitasnya ditentukan oleh gaya geser aliran serta diameter butiran sedimen. Angkutan sedimen dapat menyebabkan terjadinya perubahan dasar sungai. Angkutan sedimen pada suatu ruas sungai yang dibatasi oleh tampang 1 dan 2 akan mengalami erosi atau pengendapan tergantung dari besar kecilnya angkutan sedimen yang terjadi, sehubungan dengan hal tersebut diatas perlu diadakan studi eksperimen mengenai perubahan dasar saluran akibat erosi dan sedimentasi pada saluran terbuka, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “ ***Studi Perubahan Bentuk Morfologi Dasar Saluran pasir Akibat Variasi Debit (Uji Laboratorium)***”

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi debit ( $q$ ) dan butiran sedimen (pasir) terhadap perubahan dasar saluran?
2. Bagaimana konfigurasi dasar saluran akibat variasi debit ( $q$ ) dan butiran sedimen pada saluran?

## **C. Tujuan Penelitian**

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

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi debit ( $q$ ) dan butiran terhadap dasar saluran.
2. Untuk mengetahui bentuk konfigurasi dasar saluran akibat variasi debit ( $q$ ) dan variasi butiran.

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengetahuan dan memberikan informasi tentang perubahan dasar saluran pada saluran terbuka akibat variasi debit dan variasi butiran sedimen yang berbeda yang dapat dijadikan sebagai salah satu dasar dalam merancang bangunan – bangunan pengendali sungai maupun saluran – saluran irigasi, perbaikan navigasi, perancangan bangunan pengendali banjir dan bangunan – bangunan lainnya.



### **E. Batasan Masalah**

Untuk menghindari pembahasan yang luas serta memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada saluran terbuka (uji model laboratorium).
2. Saluran yang digunakan berbentuk trapesium.
3. Model terdiri dari bak sirkulasi, saluran penelitian, pompa air, dan pipa sirkulasi.
4. Jenis air yang digunakan yaitu air tawar.
5. Menggunakan 3 (tiga) variasi butiran berdasarkan nomor saringan 8 (diameter lubang 2,36 mm), nomor saringan 16 (diameter lubang 1,18mm), dan nomor saringan 20 (diameter lubang 0,85mm).
6. Menggunakan 3 (tiga) variasi debit dan waktu pengaliran yang di tentukan
7. Penelitian ini fokus kepada perubahan bentuk dasar saluran terbuka akibat variasi butiran sedimen.

### **F. Sistematika Penulisan**

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

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

BAB II. Merupakan tinjauan pustaka yang memuat secara sistematis tentang teori, pemikiran, dan hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini. Bagian ini akan memberikan kerangka dasar yang komprehensif mengenai konsep, prinsip atau teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah yang meliputi tentang sedimen, butiran sedimen, sedimen dasar, saluran terbuka dan karakteristik aliran.

BAB III. Merupakan metodologi penelitian yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian serta tahap – tahap dalam proses penelitian di laboratorium, dimulai dari pembuatan saluran, dan pengambilan data pada kondisi yang bervariasi.

BAB IV. Merupakan analisa hasil dan pembahasan yang menguraikan tentang hasil – hasil yang diperoleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya. Penyajian hasil penelitian memuat deskripsi sistematis tentang data yang diperoleh. Sedangkan pada bagian pembahasan adalah mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB V. Merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran – saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor

pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi kerekayasaan khususnya bangunan air dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Saluran Terbuka

##### 1. Pengertian Saluran Terbuka

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

Bebagai permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat diselesaikan dengan analitis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat suatu saluran atau alat peraga, bentuk saluran ini mempunyai bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensinya lebih kecil dari yang dilapangan.

Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (*natural*) saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur lairan air secara alamiah di bumi, dimana

alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Aliran air dibawah tanah dengan permukaan bebas juga dianggap sebagai saluran terbuka alamiah.

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

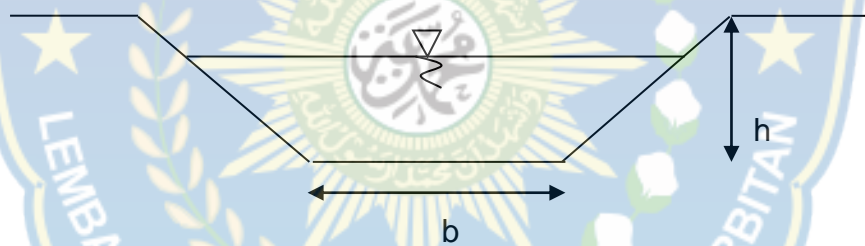
## **2. Unsur – Unsur Geometri Saluran**

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

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

menyatakan hubungan unsur – unsur ini dengan kedalaman aliran yang disiapkan untuk perhitungan hidrolis.

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



Gambar 1. Penampang saluran trapesium

$$\text{Luas (A)} = (b + mh) h \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Jari jari Hidrolik (R)} = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

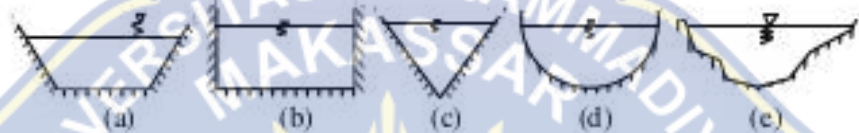
$b$  = lebar dasar saluran (m)



$h$  = tinggi kedalaman air (m)

### 3. Bentuk Saluran

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



Gambar 2. Berbagai macam bentuk saluran terbuka (a) trapesium, (b) persegi, (c) segi tiga, (d) setengah lingkaran, (e) tak beraturan  
(sumber: Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 1/th XII/2007)

#### B. Bentuk Dasar (bedforms)

Bentuk dasar saluran adalah konfigurasi yang ditemukan pada dasar sungai sebagai hasil dari kumpulan partikel yang tidak teratur. Beberapa istilah juga digunakan yaitu geometri dasar, kekasaran bentuk dasar, bentuk dasar, rezim aliran, fase dasar, bentuk dasar dan bentuk material dasar.

Jika material dasar sungai bergerak pada satu kondisi debit tetapi dengan debit yang kecil, maka konfigurasi dasar pada kondisi tersebut merupakan jejak dari sedimen yang dipindahkan. Bentuk dasar yang

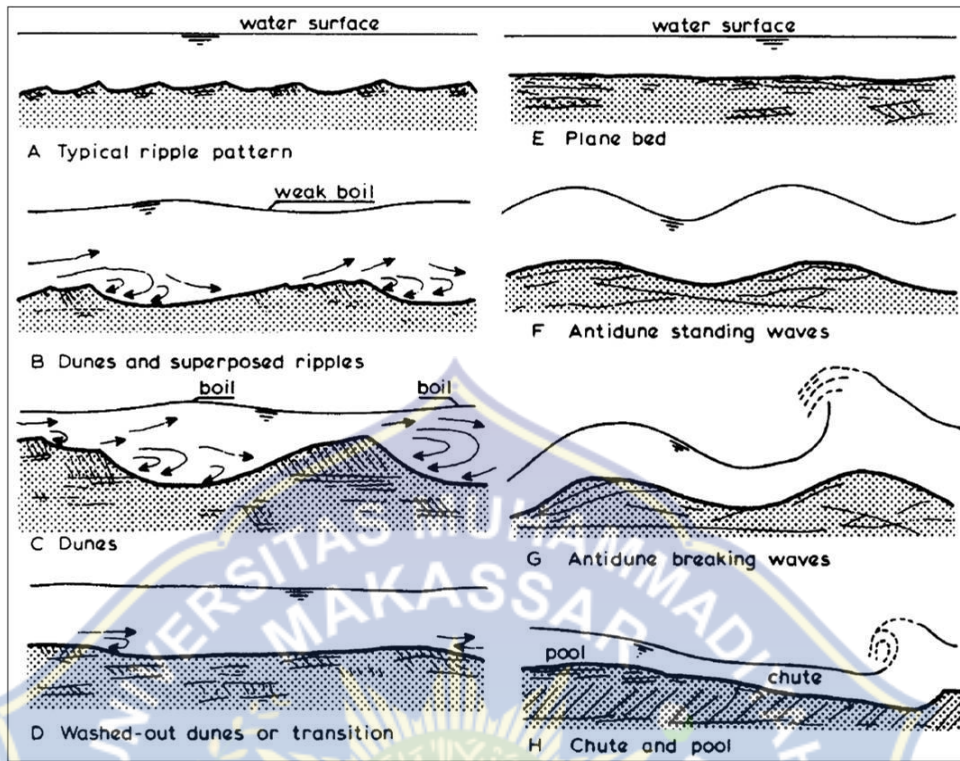
nampak merupakan hasil dari pergerakan sebelumnya. Sesudah pergerakan tersebut, maka bentuk dasar yang dihasilkan merupakan hal yang berhubungan dengan resistensi terhadap aliran yang dipengaruhi oleh bervariasinya konfigurasi dasar dan geometri saluran.



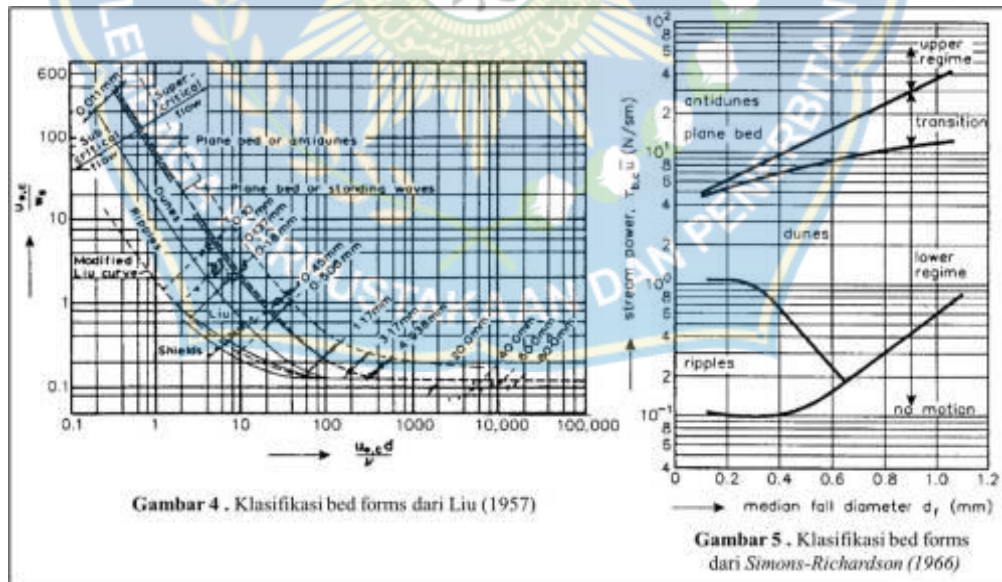
Gambar 3. Bentuk – bentuk dasar sungai (sumber : Shimizu, 2009)

Struktur dasar sungai merupakan hasil dari saling pengaruh antara aliran atau arus dengan material dasar sungai. Bentuk dasar sungai tersebut adalah hasil perubahan formasi dasar sungai, sebagai reaksi material dasar terhadap aliran air baik aliran air lateral melintang, spiral, maupun mikro dan makro turbulen. Umumnya, pada sungai kondisi dinamik material sedimen dasar sungai sudah mencapai kondisi stabil. Jumlah sedimen terendapkan (agradasi) dan erosi terangkut (degradasi) disuatu tempat tertentu disepanjang alur sungai relatif seimbang. Sehingga bentuk alur sungai bisa dikatakan relatif tetap untuk kurun waktu morfologis (Maryono, 2003).

Transport sedimen didasar sungai akan membentuk konfigurasi dasar sungai. Bentuk – bentuk didasar memiliki karakteristik dan hukum yang teratur dan dapat diklasifikasikan kedalam mikrostruktur dan makrostruktur. Konfigurasi mikrostruktur umumnya terdiri dari *riffle*, *dune*, *plane*, *bed*, *anti dune* dan *armour layer*. Konfigurasi makrostruktur terdiri dari gosong pasir, (*bars*) atau large dune, pulau (*island*) dan *meander*. Karakter universal dari dasar sungai adalah bentuknya mengikuti prinsip energi minimal. Semua bentuk dan konfigurasi dasar sungai mengarah resisten terhadap aliran air dan sedimen paling minimal. Bentuk *riffle*, *dune*, *plane bad* dan *anti dune* merupakan fungsi dari kecepatan dan kedalaman air. Bentuk lainnya adalah merupakan hasil interaksi antara aliran, sedimen dan vegetasi (Maryono, 2003). Pola tersebut menunjukkan keteraturan dalam sistem dasar sungai sebagaimana klasifikasi dasar sungai komprehensif (Gambar 4 ), yang diusulkan Maryono (1999) dalam Maryono (2000).



Gambar 4. Kofigurasi dasar Sungai



Gambar 4 . Klasifikasi bed forms dari Liu (1957)

Gambar 5 . Klasifikasi bed forms dari Simons-Richardson (1966)

Gambar 5. Diagram klasifikasi dari Liu (1957) dan Simons Richarson (1996)



### **C. Karakterisrik Aliran**

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

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

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran dalam saluran terbuka, dan dapat pula aliran dalam pipa. Kedua jenis aliran tersebut memiliki prinsip yang sangat berbeda. Aliran melalui saluran terbuka adalah aliran yang memiliki permukaan bebas sehingga memiliki tekanan udara. 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 hidrostatik, kareakteristik aliran terdiri dari :

#### **1. Tipe Aliran**

Mengkaji suatu aliran pada saluran terbuka, haruslah dipahami tentang sifat dan jenis aliran itu sendiri. Adapun tipe aliran pada saluran terbuka yakni dipengaruhi oleh adanya suatu permukaan bebas yang

berkaitan langsung dengan parameter - parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradient serta geometri saluran.

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

A) Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Waktu Yaitu:

- 1) Aliran Tetap/Mantap (*Steady Flow*) yaitu aliran dimana kedalaman air ( $h$ ) tidak berubah menurut waktu atau dianggap tetap dalam suatu interval waktu, dengan demikian kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu dan segala variabel disepanjang saluran sama.
- 2) Aliran Tidak Tetap/Tidak Mantap (*Unsteady Flow*) yaitu apabila kedalaman air ( $h$ ) berubah menurut waktu demikian pula kecepatan berubah menurut waktu. Aliran ini terbagi dua yaitu: Aliran seragam tidak tetap (*Steady uniform flow*) dan aliran tidak tetap dan berubah – ubah (*Unsteady varied flow*) aliran ini hampir tidak pernah terjadi.
- 3) Aliran Seragam (*Uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas, debit, konstan disepanjang saluran sama.
- 4) Aliran Tidak Seragam (*Un-uniform Flow*) yaitu aliran berubah – berubah (*varied Flow*) disepanjang saluran terhadap kedalaman, luas, dan debit, yang terdiri dari: Aliran tetap berubah lambat laun (*gradually*

*varied flow*) dan aliran tetap berubah dengan cepat (*rapidle varied flow*).

B) Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Tempat Yaitu:

- 1) Aliran Seragam (*Uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit konstan disepanjang saluran sama. Aliran ini terbagi menjadi dua yaitu:
  - a) Aliran Seragam Tetap (*steady uniform flow*) yaitu aliran seragam yang tidak berubah terhadap waktu.
  - b) Aliran Seragam Tidak Tetap (*unsteady uniform flow*) yaitu aliran yang dapat pula berubah terhadap waktu namun tetap paralel dengan dasar saluran.
- 2) Aliran Tidak Seragam (*non uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit berubah disepanjang saluran. Aliran ini disebut juga aliran berubah – ubah (*varied flow*) yaitu aliran berubah lambat laun (*gradually varied flow*) dan aliran berubah dengan cepat.

## 2. Sifat – sifat Aliran

Sifat – sifat aliran saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh adanya pengaruh kekentalan (*viscositas*) dan pengaruh gravitasi dalam perbandingannya dengan gaya – gaya kelembaman (*inersia*) dari aliran. Tegangan permukaan sebenarnya juga dapat berpengaruh pada sifat – sifat aliran, namun dalam kebanyakan aliran tegangan permukaan tidak memegang peranan penting. Oleh karena itu tidak diperhitungkan.

Selanjutnya apabila perbandingan antara pengaruh gaya – gaya kelembaman dengan gaya – gaya kekentalan yang dipertimbangkan maka aliran dapat dibedakan menjadi: aliran laminar, dan aliran turbulen serta aliran transisi. Parameter yang dipakai sebagai dasar untuk membedakan sifat aliran tersebut adalah suatu parameter tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Reynold (Re) yaitu: perbandingan (*ratio*) dari gaya kelembaman (*inersia*) terhadap gaya – gaya kekentalan (*viscositas*) per satuan volume.

Menurut ilmu mekanika fluida aliran fluida khususnya air di klasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya – gaya inersia (*Inertial force*) dengan gaya – gaya akibat kekentalannya (*viscous force*) menjadi tiga bagian, yaitu aliran laminar, aliran transisi, dan aliran turbulen (French, 1985). Variabel yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan Reynolds yang didefinisikan sebagai

$$Re = \frac{uL}{\nu} \dots\dots\dots (4)$$

Di mana:

u = karakteristik kecepatan aliran, biasanya diambil dari kecepatan rata - rata (m/d).

L = panjang karakteristik (m).

$\nu$  = kekentalan kinematik ( $m^2/d$ )



dimana kekentalan kinematik didefinisikan sebagai

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

$\mu$  = kekentalan dinamik dengan satuan kg/m.d

$\rho$  = kerapatan air dengan satuan kg/m<sup>3</sup>

- 1) Sifat – sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembaman dengan gaya kekentalan yaitu:
  - a) Aliran Laminer yaitu suatu aliran dimana gaya – gaya kekentalan relatif lebih besar dibandingkan dengan gaya kelembaman sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap sifat aliran. Pada aliran ini partikel cairan seolah – olah bergerak secara teratur menurut lintasan tertentu.
  - b) Aliran Turbulen yaitu apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran – butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar, tidak tetap, walaupun butiran bergerak maju dalam kesatuan aliran secara keseluruhan.
  - c) Aliran Transisi yaitu aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relatif terhadap kecepatan. (hidraulika terapan Robert J. Kodoatie)

Klasifikasi aliran berdasarkan Bilangan Reynolds dapat dibedakan menjadi tiga kategori seperti berikut ini (French, 1985):

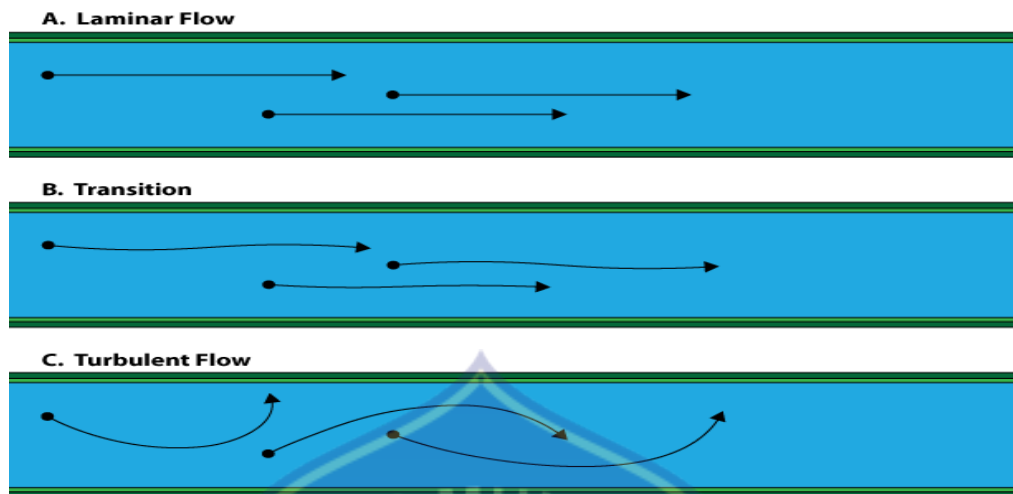
$Re < 500$                       Aliran laminar

$500 < Re < 12.500$       Aliran transisi

$Re > 12.500$                   Aliran turbulen

Umumnya aliran pada saluran terbuka mempunyai  $Re > 12.500$  sehingga alirannya termasuk dalam kategori aliran turbulen. Berdasarkan bilangan Reynolds, aliran fluida dapat dibedakan menjadi dua yaitu aliran turbulen dan aliran laminar. Disamping itu turbulensi juga merupakan fenomena yang kontinu. Proses kejadian hujan dapat dikatakan merupakan aliran turbulen tiga dimensi karena ruangnya terletak diudara. Sehingga bila diterjemahkan dalam bentuk persamaan matematis juga harus dalam bentuk tiga dimensi.

Gerakan air pada saluran terbuka berdasarkan efek dari gravitasi bumi dan distribusi tekanan didalam air hidrostatik karena kuantitasnya tergantung dari berat jenis aliran dan kedalaman. Karena berat jenis aliran dapat diasumsikan tetap, maka tekanan hanya tergantung kedalamannya. Semakin dalam, tekanannya semakin besar. Namun pada beberapa kondisi bisa ditemukan distribusi tekanan tidak hidrostatik.



Gambar 6 .A. aliran laminar, B. aliran transisi, C. aliran turbulen.

Seperti sudah dijelaskan diatas aliran pada saluran terbuka hampir seluruh alirannya bersifat turbulen. Hanya pada batas – batasnya (dasar saluran dan tebing saluran (*river bank*) ada bagian kecil aliran yang bersifat laminar. Gambar diatas megilustrasikan aliran pada saluran terbuka.

Distribusi kecepatan aliran disebabkan oleh tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida antara udara dan air, dan juga akibat gaya gesekan pada dinding saluran (dasar maupun dinding saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tak seragam. Ketidak seragaman ini juga disebabkan oleh bentuk penampang melintang saluran, kekasaran saluran, dan lokasi saluran (saluran lurus atau pada belokan).

- 2) Sifat –sifat aliran berdasarkan perbandingan gaya kelembaman dengan gaya Gravitasi.
- Aliran super kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan gelombangnya.
  - Aliran kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.
  - Aliran subkritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih kecil daripada kecepatan gelombangnya.

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

$$Fr = \frac{\bar{v}}{\sqrt{g \cdot h}} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

Fr = Angka Froude

h = Kedalaman aliran (m)

$\bar{v}$  = Kecepatan rata – rata aliran (m/det)

g = Gaya Gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

Sehingga :



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

Berikut gambar aliran sub kritis, aliran super kritis, aliran kritis.



Gambar 7. Pola penjalaran gelombang di saluran terbuka (Bambang Triatmojo, 2008)

Pada gambar diatas diperlihatkan suatu saluran panjang dengan tiga jenis kemiringan, sub kritis, kritis, dan superkritis. Pada kemiringan subkritis (gambar b) permukaan air di zona peralihan tampak bergelombang. Aliran dibagian tengah saluran bersifat seragam namun kedua ujungnya bersifat berubah. Pada kemiringan kritis (gambar c) permukaan air dari aliran kritis ini tidak stabil. Dibagian tengah dapat

terjadi gelombang tetapi kedalaman rata – ratanya konstan dan alirannya dapat dianggap seragam. Pada kemiringan superkritis (gambar d) permukaan air beralih dari keadaan subkritis menjadi superkritis setelah melalui terjunan hidrolis lambat laun.

## **D. Sedimen**

### **1. Pengertian Sedimen**

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

Erosi dan sedimentasi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya dari suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti oleh pengendapan material yang terjadi ditempat lain. bersumberkan jurnal teknik sipil Universitas Hasanuddin).

Erosi yang disebabkan oleh air dapat sedimentasi dan erosi adalah dua hal yng sangat berkaitan erat. Erosi dan sedimentasi dapat disebabkan oleh beberapa factor yaitu air, aliran gletser (es). Erosi juga

sering disebut sebagai factor penyebab banyaknya sedimen yang terangkut oleh air.

Beberapa dampak dari sedimentasi yang merupakan akibat dari erosi antara lain:

- a) Di sungai, pengendapan sedimen didasar sungai menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadi banjir
- b) Di saluran, jika saluran irigasi atau saluran pelayaran dialiri air yang penuh sedimen akan terjadi pengendapan sedimen disaluran, sudah tentu dibutuhkan biaya yang besar untuk pengerukan sedimen.
- c) Waduk – waduk, pengendapan sedimen diwaduk akan mengurangi volume efektifnya.
- d) Di bendungan atau pintu – pintu air, menyebabkan kesulitan dalam mengoperasikan pintu – pintunya.
- e) Di daerah sepanjang sungai, sebagaimana telah diuraikan diatas bahwa banjir akan lebih sering terjadi di daerah – daerah yang tidak dilindungi. Daerah yang dilindungi oleh tanggul akan aman, selama tanggulnya selalu dipertinggi.

Sedimen dapat pula berasal dari erosi yang terjadipada luar sungai. Sedimen terangkut oleh aliran sungai pada saat debitnya meningkat dari bagian hulu dan kemudian diendapkan pada jalur sungai yang landai atau pada ruas sungai yang melebar, selanjutnya pada saat debitnya mengecil

dan kandungan beban dalam aliran mengecil, maka sedimen yang mengendap tersebut secara berangsur – angsur terbawa hanyut lagi dan dasar sungai akan berangsur turun kembali.

## 2. Proses Sedimen

Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatannya 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 menggeling dengan aliran, sebagian akan tertinggal diatas tanah sedangkan bagian lainnya masuk kesungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen. Proses sedimentasi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

- a) Proses sedimentasi secara geologis : sedimentasi secara geologis merupakan proses erosi tanah yang berjalan secara normal, artinya proses pengendapan yang berlangsung masih dalam batas – batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan aggradasi pada permukaan kulit bumi akibat pelapukan.
- b) Proses sedimentasi yang dipercepat : sedimentasi yang dipercepat merupakan proses terjadinya sedimentasi yang menyimpang dari proses secara geologi dan berlangsung dalam waktu yang cepat.

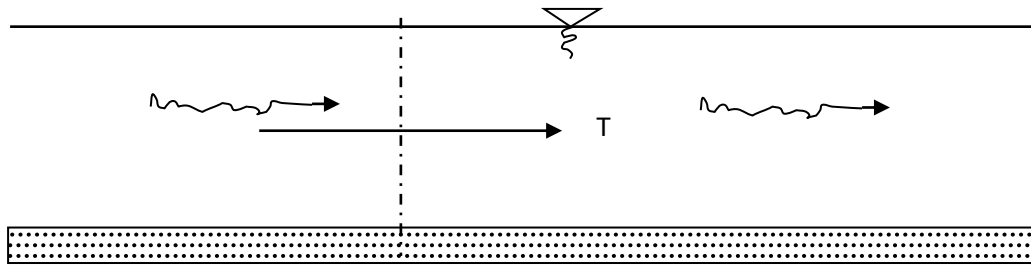


Bersifat merusak atau merugikan dan dapat mengganggu keseimbangan alam atau merugikan dan dapat mengganggu keseimbangan alam atau kelestarian lingkungan hidup. Kejadian tersebut biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia dalam mengolah tanah. Cara mengolah tanah yang salah dapat menyebabkan erosi tanah dan sedimentasi yang tinggi

### 3. Angkutan Sedimen (Transport Sedimen)

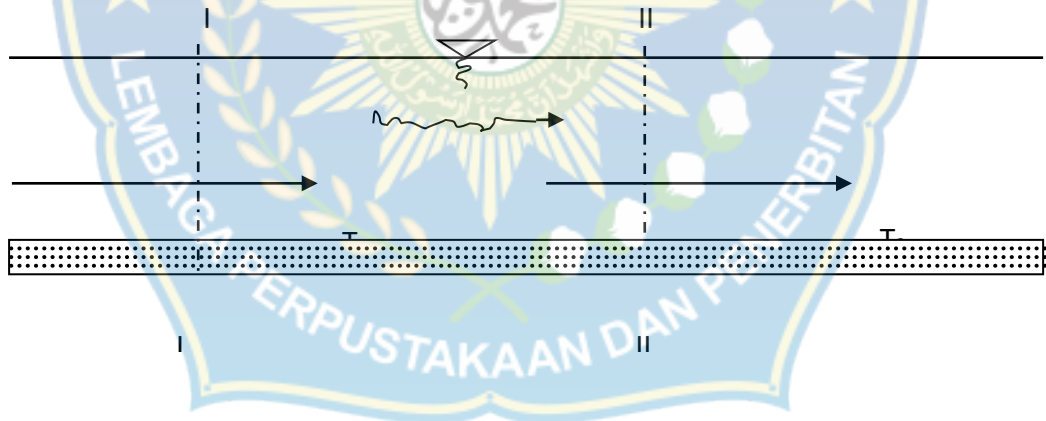
Akibat adanya aliran air, timbul gaya – gaya yang bekerja pada material sedimen. Gaya – gaya tersebut mempunyai kecenderungan untuk menggerakkan atau menyeret butiran material sedimen. Pada waktu gaya – gaya bekerja pada butiran sedimen mencapai suatu harga tertentu, sehingga apabila sedikit gaya ditambah 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 (sumber: skripsi kajian perubahan pola gerusan pada tikungan sungai akibat penambahan debit).

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



Gambar 8. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler. (Mardjikoen, 1987)

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



Gambar 9. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler (Mardjikoen, 1987).

Tabl 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 :

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

Tiga faktor yang berkaitan dengan awal gerak butiran sedimen yaitu:

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

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

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

Menurut Asdak (2014), proses transportasi sedimen adalah begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsunglah trasport sedimen. Kecepatan trasport 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 didasar sungai (*bed load*).

Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air ditentukan oleh interaksi faktor – faktor sebagai berikut : ukuran sedimen yang masuk kedalam sungai / saluran air, karakteristik saluran, debit dan karakteristik fisik partikel sedimen. Besarnya sedimen yang masuk ke sungai dan besarnya debit ditentukan oleh faktor iklim, topografi, geologi, vegetasi dan cara bercocok tanam di daerah tangkapan air yang merupakan asal datangnya sedimen. Sedang karakteristik sungai yang penting, terutama bentuk morfologi sungai, tingkat kekasaran dasar sungai dan kemiringan sungai. Interaksi dan masing – masing faktor tersebut diatas 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 didasar sungai atau dikenal sebagai sedimen merayap (*bed load*). (Maedjikoen, Pragnyono, *Transportasi Sedimen*.)

Menurut ukurannya sedimen dibedakan menjadi :

1. Liat ukuran partikelnya  $< 0,0039$  mm
2. Debu ukuran partikelnya  $0,0039 - 0,0625$  mm

3. Pasir ukuran partikelnya 0,0625 – 2,0 mm
4. Pasir besar ukuran partikelnya 2,0 – 64,0 mm

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

- a) Pululan air hujan (*rainfall detachment*) terhadap bahan sedimen yang terdapat diatas tanah sebagai hasil dari erosi percikan (*splash erosion*) dapat menggerakkan partikel – partikel tanah tersebut dan akan terangkut bersama –sama limpasan permukaan (*overland flow*)
- b) Limpasan permukaan (*overland flow*) juga mengangkat bahan sedimen yang terdapat dipermukaan tanah, selanjutnya dihanyutkan masuk kedalam alur – alur (*rills*) dan seterusnya masuk kedalam selokan dan akhirnya kesungai.
- 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 loadtransport*). Dibawah ini diterangkan secara garis besar keduanya

- a) Suspensi

Dalam teori segala ukuran butir sedimen dapat dibawa dalam suspensi, jika arus cukup kuat. Akan tetapi di alam kenyataannya hanya

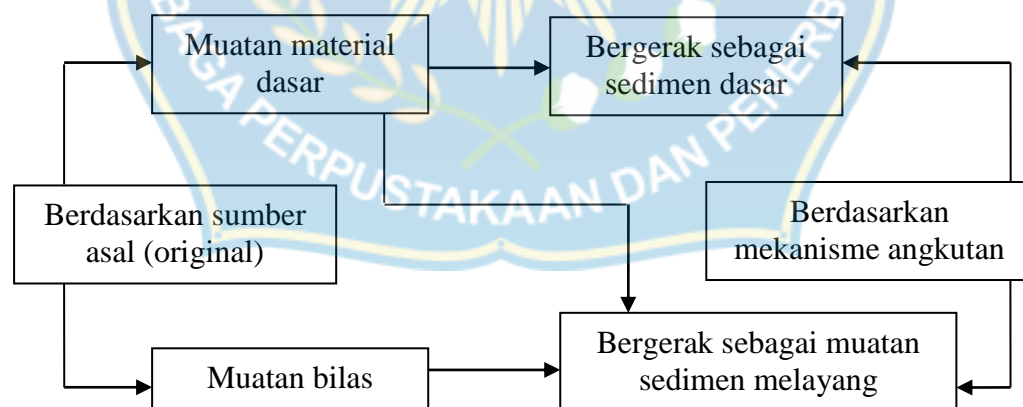
material halus saja yang dapat diangkut suspensi. Sifat sedimen hasil pengendapan suspensi ini adalah mengandung presentase masa dasar yang tinggi sehingga butiran tampak mengambang dalam masa dasar dan umumnya disertai memilahan butir yang buruk. Ciri lain dari jenis ini adalah butir sedimen yang diangkut 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 10. Bagan mekanisme dan asal bahan sedimen (Mardjikoen, 1987)

#### 4. Butiran Sedimen

### a. Gradasi

Gradasi atau susunan butir adalah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi tiga yaitu gradasi sela (*gap grade*), gradasi menerus (*continuous grade*), dan gradasi seragam (*uniform grade*). Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

- 1) Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah gradasi agregat dengan ukuran butir yang hampir sama. Gradasi seragam ini disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga / ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi. Agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.
- 2) Gradasi rapat (*dense graded*) adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi menerus, atau gradasi baik (*well graded*). Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.
- 3) Gradasi senjang (*gap graded*) adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali. Campuran beraspal dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari keadaan campuran dengan gradasi yang disebutkan diatas.

### b. Rapat massa

Rapat massa adalah suatu besaran turunan dalam fisika yang secara umum lebih dikenal dengan massa jenis. Penggunaan istilah rapat massa bisa lebih umum dengan melihatnya sebagai persoalan satu, dua atau tiga dimensi.

Rapat massa pasir dan mineral tanah pada umumnya diambil sekitar  $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ , sedangkan berat jenis didefinisikan sebagai perbandingan rapat massa sedimen dan rapat massa fluida:

$$S = \frac{\rho_s}{\rho} = 2,65 \dots\dots\dots (7)$$

**c. Analisa ukuran butiran**

Sifat dan karakteristik tanah sangat dipengaruhi oleh ukuran butirannya. Oleh karena itu pengklasifikasian tanah selalu didasarkan pada ukuran butiran tanah, sehingga investigasi tanah selalu diawali dengan pengujian analisis butiran.

Analisis ukuran butiran tanah adalah penentu presentase berat butiran pada ukuran diameter tertentu. Uji analisis ukuran butir tanah dilakukan dengan analisis saringan (*sieve analysis*) dan analisis hydrometer (*hydrometer analysis*).

Analisis distribusi ukuran butiran tanah granuler (berbutir kasar), dilakukan dengan cara menyaring sampel tanah yang kering. Yaitu dengan melakukan penyaringan bersusun dengan satu unit alat saringan



standar. Berat tanah yang tertinggal pada setiap saringan ditimbang, lalu dipresentasikan terhadap berat total sampel tanah yang dianalisis.  $U^*d_{65}$

$$\% \text{lolos} = 100 - \left( \frac{\text{berat contoh hasilayakan}}{\text{berat contoh total}} \times 100 \right) \dots\dots\dots (8)$$



## BAB III

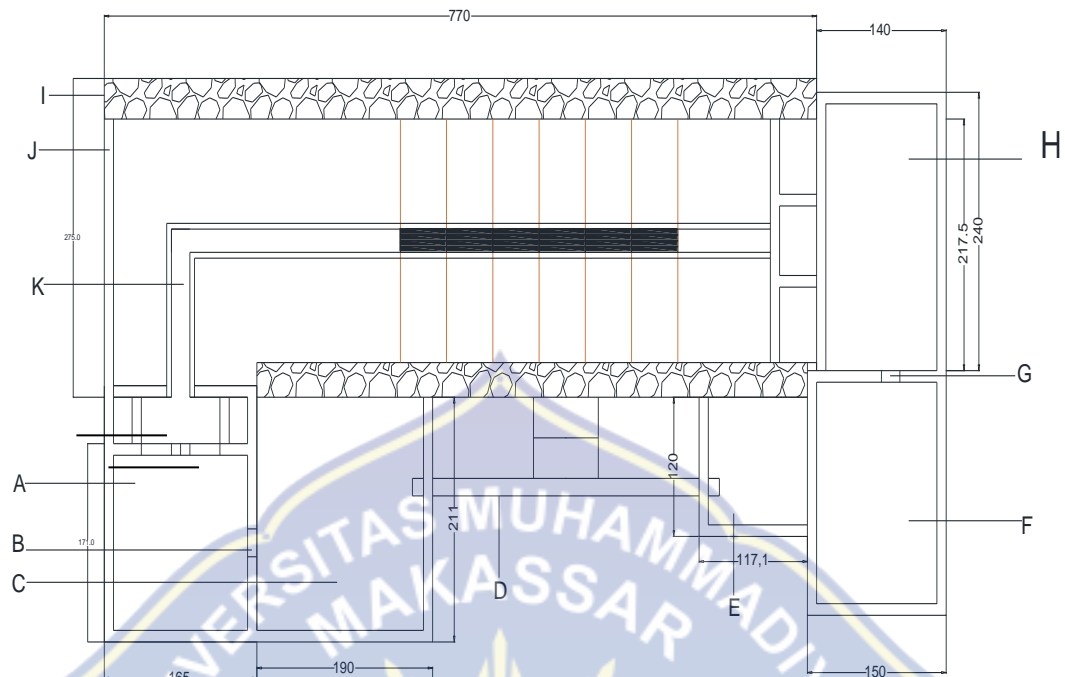
### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar dengan waktu penelitian selama 3 bulan yaitu dimulai pada bulan November sampai dengan bulan Januari, dimana pada bulan pertama yakni diawal bulan November merupakan kajian literatur mencari referensi, pada bulan kedua yakni Desember adalah pengambilan data dan bulan ketiga yakni Januari adalah tahap pengelolaan data.

#### B. Model saluran

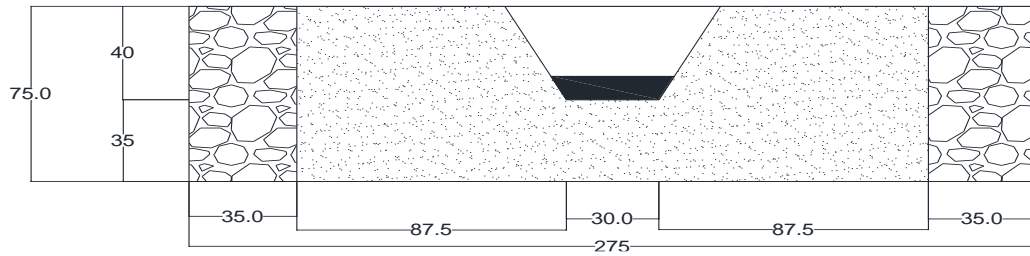
Model saluran terbuka yang dipakai dalam penelitian ini yaitu saluran berbentuk trapesium dengan lebar dasar saluran (B) : 30 cm, tinggi : 40 cm, dan panjang saluran : 900 cm. Ada dua bak penampung yang digunakan dalam penelitian, di hulu dan hilir. Volume bak penampung di hulu  $\pm 2,688 \text{ m}^3$  dan Volume bak penampung di hilir  $\pm 1.386 \text{ m}^3$ . Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu membersihkan dan mengeringkan saluran agar bahan yang digunakan tidak tercampur dengan bahan penelitian sebelumnya.



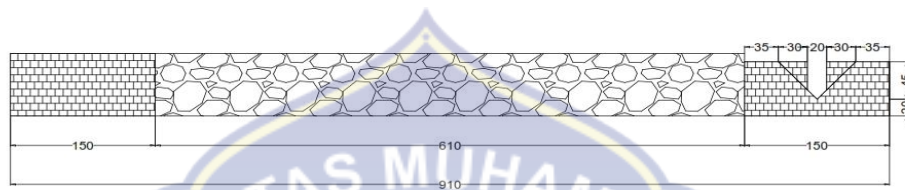
Gambar 11. Denah model saluran

Keterangan gambar:

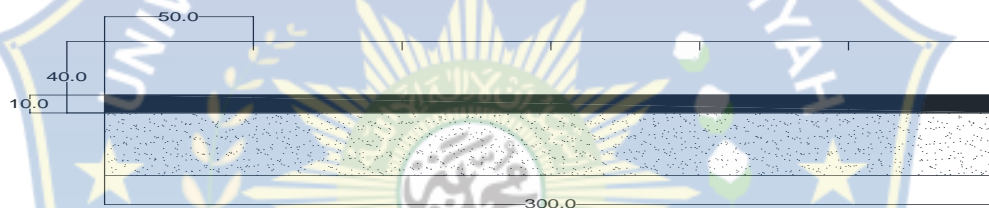
- A. Bak penampung
- B. Lubang pengaliran / lubang penghubung ke bak sirkulasi
- C. Bak sirkulasi
- D. Pipa penghubung ke bak sirkulasi
- E. Bak sirkulasi
- F. Bak peredam energi
- G. Lubang pengaliran / lubang penghubung ke bak penampung
- H. Bak penampung
- I. Pasangan pondasi
- J. Pasangan batu bata
- K. saluran



Gambar 12. Potongan melintang penampang saluran terbuka



Gambar 13. Potongan memanjang penampang saluran terbuka



Gambar 14. Detail potongan memanjang saluran

### C. Jenis penelitian dan sumber data

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literature literature yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya control, dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan – perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki control untuk pembandingan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yaitu:

- 1) Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
- 2) Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun dilakukan di tempat lain seperti dengan melihat jurnal atau tesis yang berkaitan dengan penelitian sedimen pada saluran terbuka.

#### **D. Alat dan bahan**

Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian adalah sebagai berikut

##### **1. Alat**

- a) Flow watch untuk mengukur kecepatan air
- b) Stopwatch untuk mengukur waktu yang digunakan dalam pengukuran debit aliran
- c) Mistar untuk mengukur ketinggian muka air
- d) Pompa
- e) Kamera digunakan untuk merekam (dalam bentuk foto maupun video) momen – momen yang penting dalam keseluruhan penelitian khususnya tahap – tahap dalam proses penelitian
- f) Table data untuk mencatat data – data yang diukur, alat tulis.
- g) Ayakan pasir



- h) Komputer, printer dan scanner digunakan untuk membantu dalam menganalisa data



Gambar 14. Peralatan yang digunakan

## 2. Bahan

- a) Air
- b) Tali
- c) Pasir yang lolos saringan No. 8, saringan No. 16, saringan No. 20 berdasarkan standar ASTM
- d) Paku
- e) Bak penampungan air dan bak sirkulasi
- f) Pipa PVC 3" yang digunakan sebagai jaringan sirkulasi air
- g) Pintu air (pengatur debit air)
- h) Pintu sorong untuk mengalirkan air

## E. Variabel yang digunakan

Sesuai tujuan penelitian ini pengujian model hidraulik dilaksanakan pada model saluran terbuka (flume), dengan kajian pada bagian hilir

sungai yang mengacu pada rancangan yang telah disetujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Variabel yang digunakan adalah :

1. Variabel bebas
  - a) Tinggi muka air (h)
  - b) Kecepatan aliran (v)
  - c) Waktu (t)
  - d) Variasi butiran (d)
  - e) Debit (Q)
2. Variabel terikat
  - a) Frode (Fr)
  - b) Reynold (re)
  - c) Kec.geser (m/dtk)
  - d) Tegangan dasar (kg/m<sup>2</sup>)
  - e) Tegangan kritis (kg/m<sup>2</sup>)
  - f) Gerusan (m)
  - g) Endapan (m)

#### **F. Prosedur penelitian**

1. Membuat model saluran dengan lebar dasar saluran (B) : 30 cm, Tinggi (H) : 40 cm, dan panjang saluran (L) : 900 cm.
2. Membersihkan dan meratakan saluran.
3. Meratakan pasir dalam saluran dengan menggunakan pasir non kohesif (granular) diatas saluran setebal 10 cm

4. Kalibrasi semua peralatan yang akan digunakan khususnya alat ukur kecepatan
5. Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya saluran yang akan digunakan dalam pengaliran (running kosong)
6. Mengalirkan air sesuai debit ( $Q_1$ ) yang ditentukan dengan membuka pintu saluran setinggi 2 cm
7. Pengambilan data kecepatan aliran ( $V$ ) dan tinggi muka air ( $h$ ) pada saat yang telah ditentukan pada saat waktu  $t_1 = 8$  menit,  $t_2 = 16$  menit dan  $t_3 = 24$  menit
8. Mematikan pompa pada saat waktu 24 Menit (waktu yang ditentukan) lalu air dikeluarkan kemudian mengukur tinggi gerusan dan penendapan yang terjadi pada beberapa potongan pias yang telah ditentukan untuk pengambilan data perubahan dasar saluran (pencatatan data)
9. Setelah selesai pengambilan data percobaan pertama, ulangi langkah kedua, ketiga, keenam, ketujuh dan kedelapan sebanyak dua kali untuk sedimen lolos saringan No. 16 dan saringan No. 20 kali dengan pola yang sama dan  $Q_2$  tinggi bukaan pintu 3 cm dan  $Q_3$  dengan bukaan pintu 4 cm.

#### **G. Pencatatan data**

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

## H. Analisa data

Data dari 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 hubungan antara variabel – variabel dalam penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

- 1) Perhitungan debit (Q)

$$Q = C_d \frac{8}{15} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \tan \theta / 2 \cdot H^{5/2}$$

- 2) Perhitungan sifat aliran dengan menggunakan rumus  $F_R$

$$F_R = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}}$$

- 3) Perhitungan tipe aliran dengan menggunakan rumus Reynold (Re)

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

- 4) Perhitungan tegangan geser, kecepatan geser dan tegangan kritis

- a. Perhitungan tegangan geser dasar ( $\tau_0$ )

$$\tau_0 = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot s$$

- b. Perhitungan kecepatan geser

$$U^* = \sqrt{g \cdot h \cdot s}$$

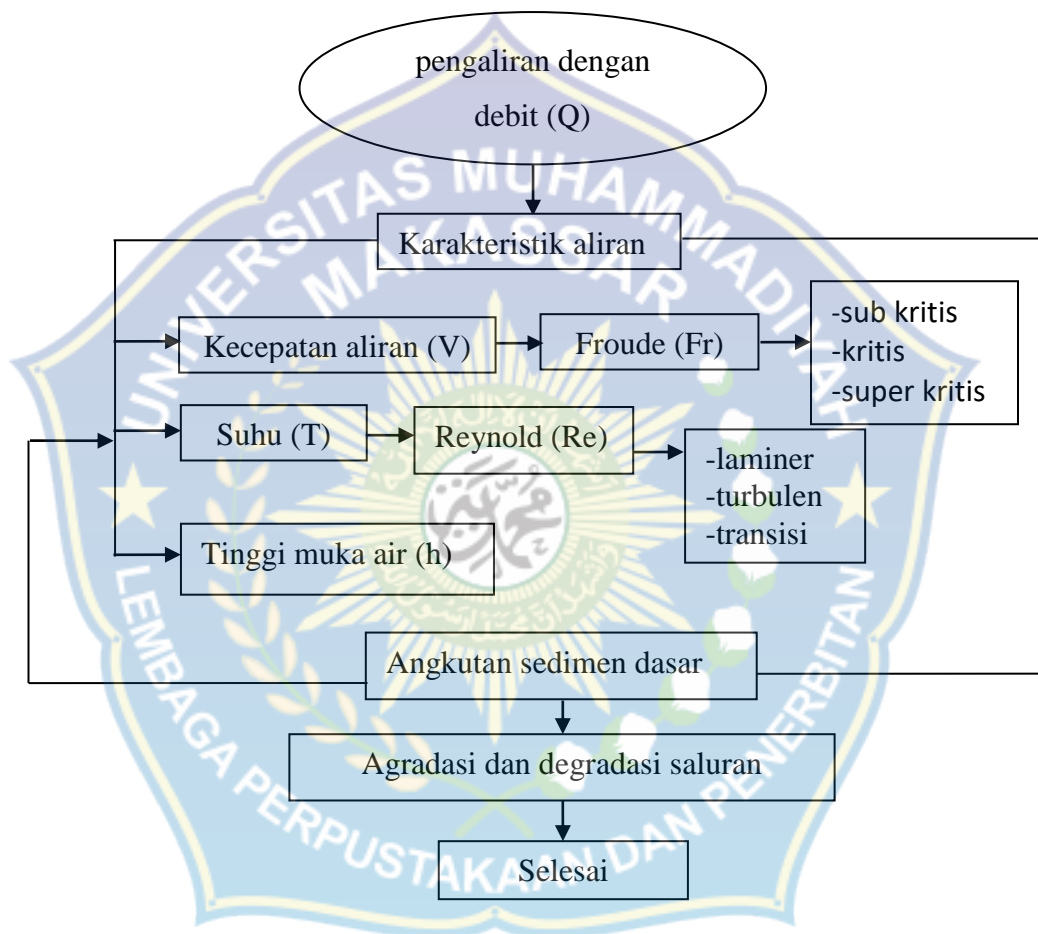
- c. Perhitungan tegangan kritis

$$\tau_0 = (\rho_s - \rho_w) \cdot g \cdot d$$

## I. Skema penelitian

Secara skematis metodologi penelitian ini disajikan secara visual dalam bentuk diagram dan flow chart, sebagai berikut :

### 1. Kerangka pikir penelitian

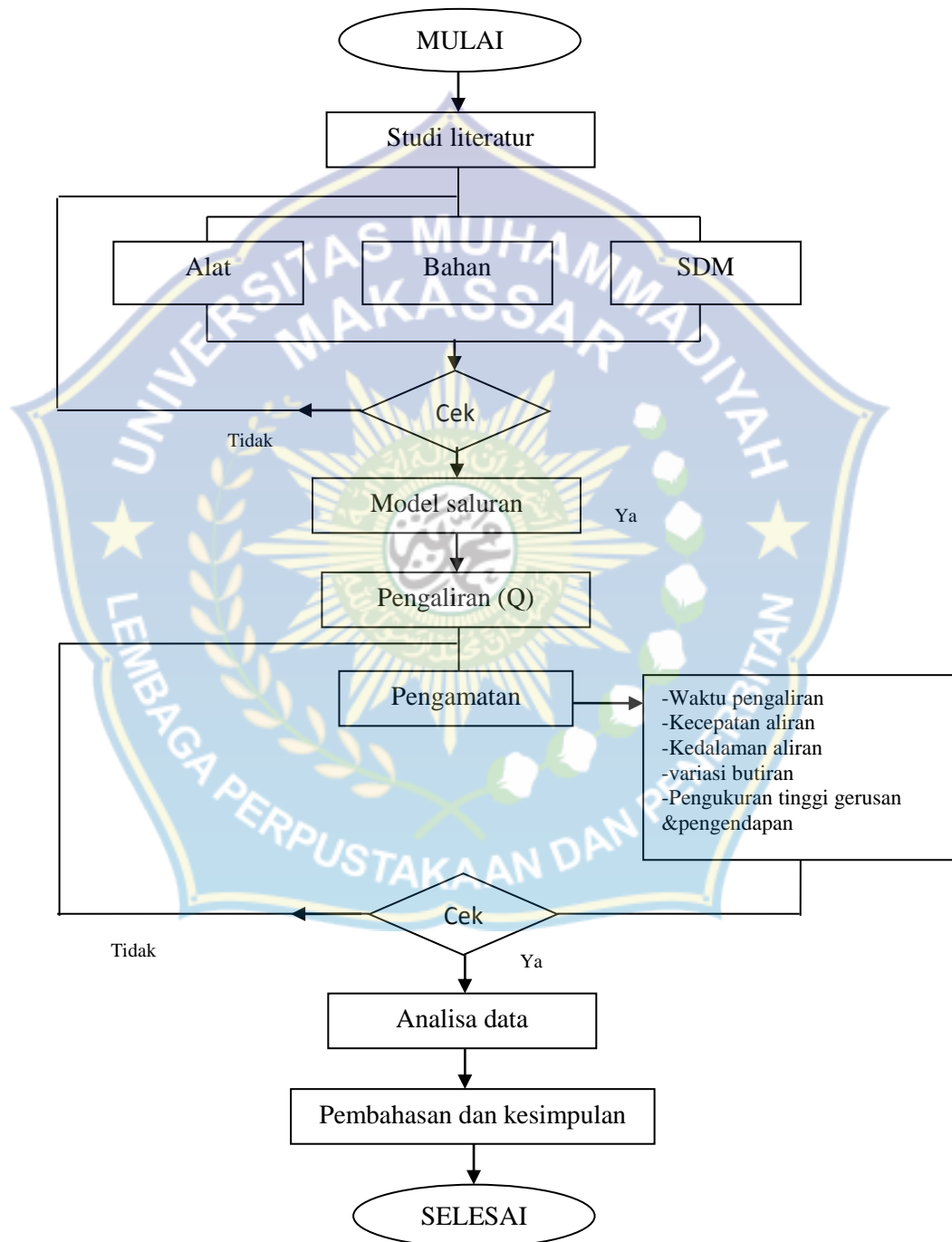


Gambar 15. Kerangka pikir penelitian



## 2. Flow chart penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan sesuai dengan prosedur pada gambar berikut ini:



Gambar 16. Flow chart

## BAB IV

### ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pola Aliran

##### 1. Perhitungan Bilangan Froude

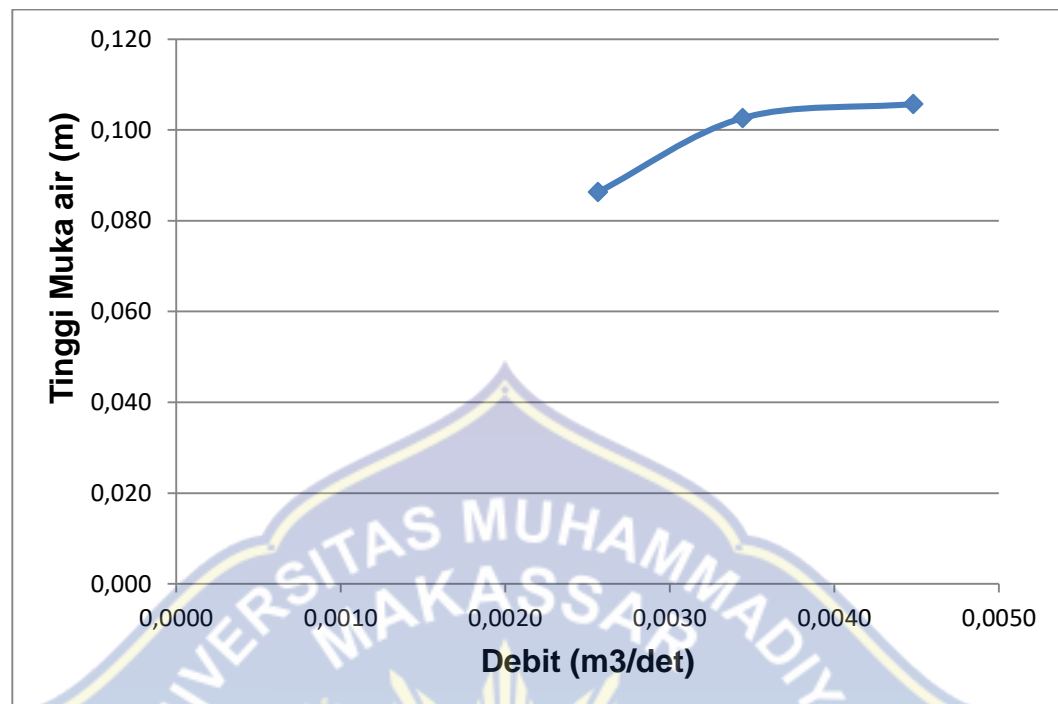
Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran dapat dijabarkan berdasarkan dengan bilangan Froude ( $Fr$ ), sebagai berikut :

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

Table 2. hasil perhitungan bilangan Froude untuk butiran 0,00236 m

No	t	Q	v	h	A	R	Froude	Keterangan
	det	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	m <sup>2</sup>	m	-	-
1	480	0.0026	0.59	0.075	0.025	0.054	0.812	sub kritis
	960		0.63	0.089	0.030	0.061	0.811	sub kritis
	1440		0.65	0.095	0.033	0.064	0.819	sub kritis
2	480	0.0034	0.67	0.099	0.034	0.066	0.831	sub kritis
	960		0.67	0.102	0.035	0.067	0.829	sub kritis
	1440		0.71	0.108	0.038	0.070	0.851	sub kritis
3	480	0.0045	0.78	0.102	0.038	0.067	0.960	sub kritis
	960		0.77	0.105	0.036	0.069	0.935	sub kritis
	1440		0.82	0.111	0.039	0.071	0.976	kritis

Sumber : hasil perhitungan



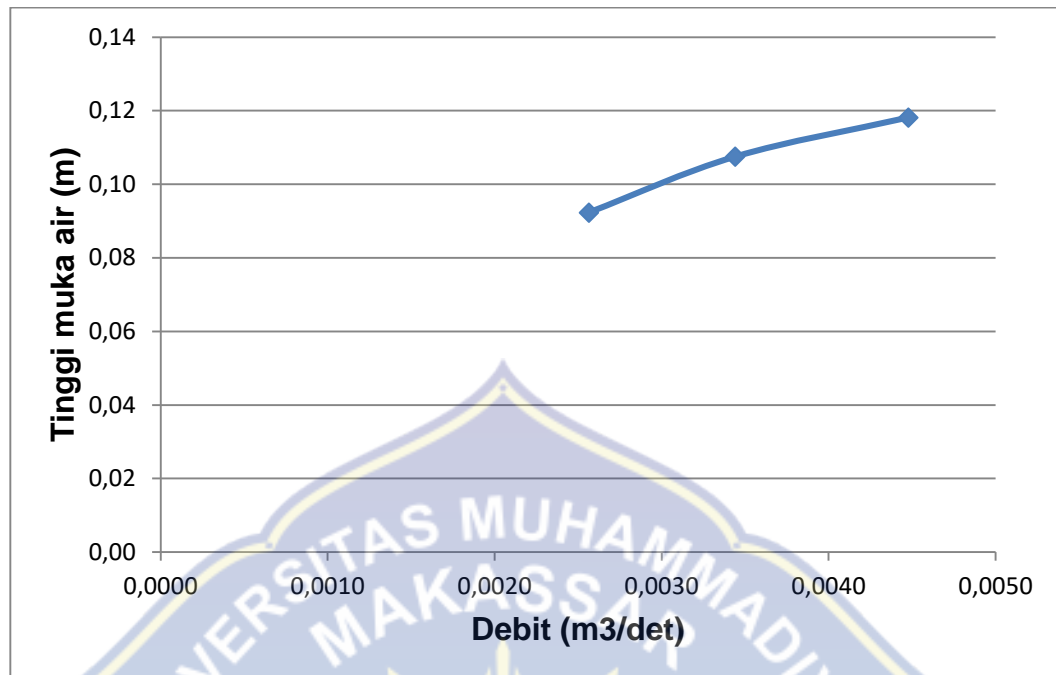
Gambar 17 .Hubungan antara tinggi muka air (m) dengan debit (m<sup>3</sup>/det)

Dari hasil analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa tinggi muka air berbanding lurus dengan debit, semakin tinggi muka air maka semakin besar pula debitnya hal ini terlihat pada grafik diatas.

Tabel 3. Hasil Perhitungan bilangan Froude untuk butiran 0,00118 m

No	t	Q	v	h	A	R	Froude	Keterangan
	det	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	m <sup>2</sup>	m	-	-
1	480	0.0026	0.73	0.087	0.029	0.060	0.958	kritis
	960		0.75	0.091	0.031	0.062	0.960	kritis
	1440		0.79	0.099	0.034	0.066	0.981	kritis
2	480	0.0034	0.83	0.103	0.036	0.068	1.014	kritis
	960		0.86	0.106	0.037	0.069	1.038	kritis
	1440		0.89	0.113	0.040	0.072	1.055	kritis
3	480	0.0045	0.90	0.117	0.041	0.074	1.055	kritis
	960		0.91	0.118	0.042	0.075	1.069	kritis
	1440		0.93	0.119	0.042	0.075	1.081	super kritis

sumber : Hasil perhitungan



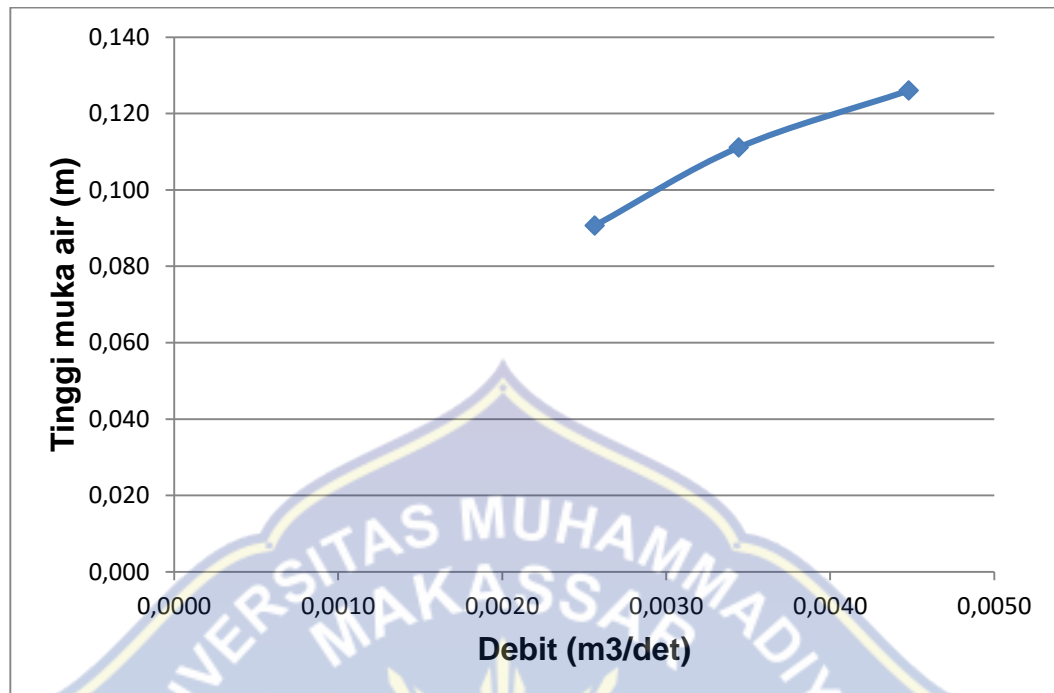
Gambar 18. Hubungan antara tinggi muka air (m) dengan debit (m<sup>3</sup>/det)

Dari hasil analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa tinggi muka air berbanding lurus dengan debit, semakin tinggi muka air maka semakin besar pula debitnya hal ini terlihat pada grafik diatas.

Tabel 4. Hasil perhitungan bilangan Froude untuk butiran 0,00085 m

No	t	Q	v	h	A	R	Froude	Keterangan
	det	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	m <sup>2</sup>	m	-	-
1	480	0.0026	0.83	0.080	0.027	0.057	1.112	super kritis
	960		0.86	0.091	0.031	0.062	1.096	super kritis
	1440		0.89	0.101	0.035	0.067	1.098	super kritis
2	480	0.0034	0.97	0.109	0.038	0.071	1.167	super kritis
	960		0.92	0.110	0.038	0.071	1.100	super kritis
	1440		0.98	0.115	0.040	0.073	1.161	super kritis
3	480	0.0045	0.99	0.125	0.044	0.077	1.134	super kritis
	960		1.05	0.128	0.046	0.079	1.195	super kritis
	1440		1.22	0.126	0.045	0.078	1.400	super kritis

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 19. Hubungan antara tinggi muka air (m) dengan debit (m<sup>3</sup>/det)

Dari hasil analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa tinggi muka air berbanding lurus dengan debit, semakin tinggi muka air maka semakin besar pula debitnya hal ini terlihat pada grafik diatas.

## 2. Perhitungan Kekentalan Relatif

Keadaan atau perilaku aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh kekentalan dan gravitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminar, turbulen dan perairan yang tergantung pada pengaruh kekentalan relative dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold yang didefenisikan sebagai berikut :



Tabel 5. Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu

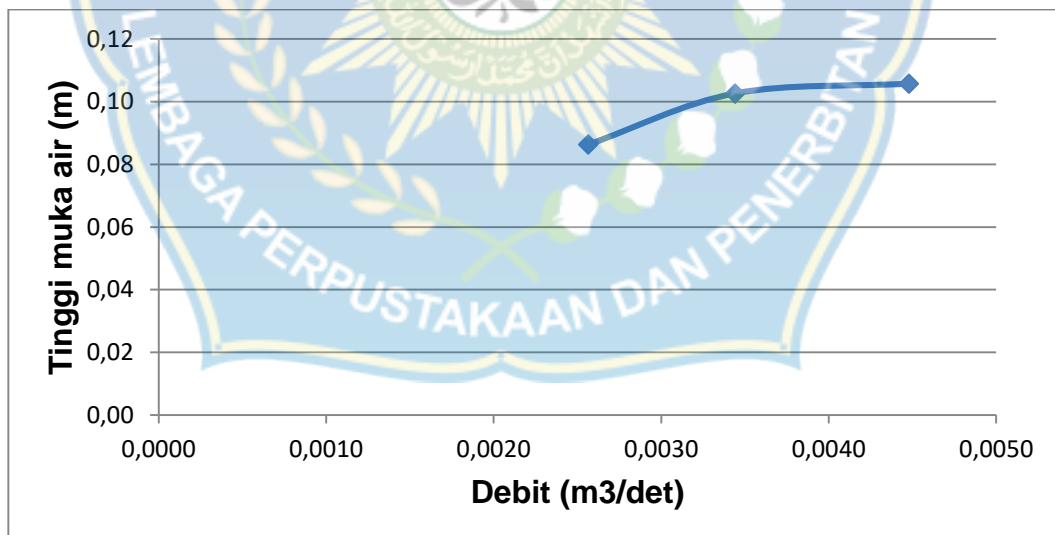
T	0	5	10	15	20	25	30	35	40	(°)
$\mu$	1.75	1.52	1.31	1.14	1.01	0.9	0.8	0.72	0.65	$10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$

Sumber : (Marjikoen, 1987)

Tabel 6. Perhitungan Bilangan Reynold (Re) untuk butiran 0,00236 m

No	t	Q	v	h	R	Reynold	keterangan
	detik	$\text{m}^3/\text{det}$	$\text{m}/\text{det}$	m	m		
	-	-	-	-	$A/P$	$V \cdot R / \mu$	
1	480	0.0026	0.59	0.07	0.054	3677.82	Transisi
	960		0.63	0.09	0.061	4456.04	Transisi
	1440		0.65	0.10	0.064	4853.97	Transisi
2	480	0.0034	0.67	0.10	0.066	5096.03	Transisi
	960		0.67	0.10	0.067	5244.09	Transisi
	1440		0.71	0.11	0.070	5749.40	Transisi
3	480	0.0045	0.78	0.10	0.067	6067.28	Transisi
	960		0.77	0.10	0.069	6119.26	Transisi
	1440		0.82	0.11	0.071	6783.86	Transisi

Sumber : Hasil Perhitungan

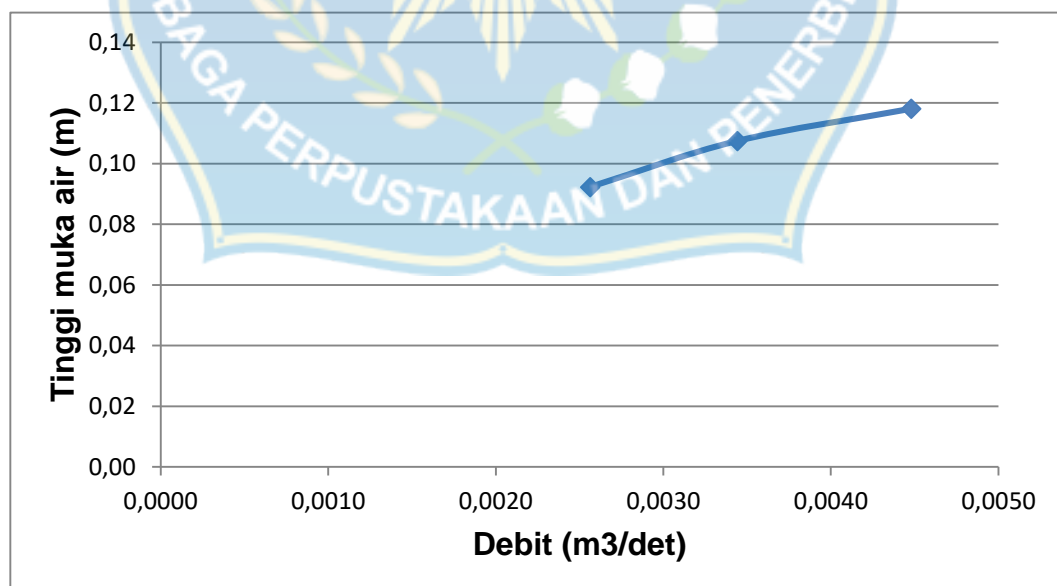
Gambar 20. Hubungan antara tinggi muka air (m) dengan debit ( $\text{m}^3/\text{det}$ ).

Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa tinggi muka air berbanding lurus dengan debit, semakin tinggi muka air maka semakin besar pula debitnya hal ini terlihat pada grafik diatas

Table 7. perhitungan bilangan Reynold (Re) untuk butiran 0,00118 m

No	t	Q	v	h	R	Reynold	keterangan
	detik	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	m		
	-	-	-	-	A/P	V*R/μ	
1	480	0.0026	0.73	0.09	0.060	5104.21	Transisi
	960		0.75	0.09	0.062	5431.48	Transisi
	1440		0.79	0.10	0.066	6047.37	Transisi
2	480	0.0034	0.83	0.10	0.068	6543.29	Transisi
	960		0.86	0.11	0.069	6895.45	Transisi
	1440		0.89	0.11	0.072	7491.30	Transisi
3	480	0.0045	0.90	0.12	0.074	7751.30	Transisi
	960		0.91	0.12	0.075	7932.57	Transisi
	1440		0.93	0.12	0.075	8108.98	Transisi

Sumber : Hasil perhitungan



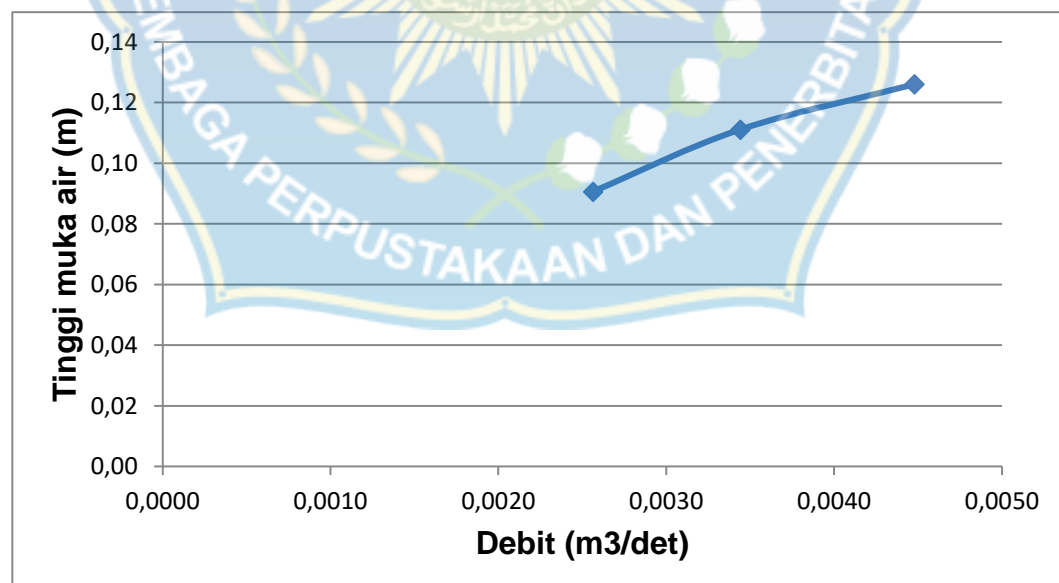
Gambar 21. Hubungan antara tinggi muka air (m) dengan debit (m<sup>3</sup>/det).

Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa tinggi muka air berbanding lurus dengan debit, semakin tinggi muka air maka semakin besar pula debitnya hal ini terlihat pada grafik diatas

Tabel 8. Perhitungan bilangan reynold (Re) untuk butiran 0,00085 m

No	t	Q	v	h	R	Reynold	keterangan
	detik	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	m		
	-	-	-	-	A/P	$V \cdot R / \mu$	
1	480	0.0026	0.83	0.08	0.057	5443.53	Transisi
	960		0.86	0.09	0.062	6185.00	Transisi
	1440		0.89	0.10	0.067	6915.48	Transisi
2	480	0.0034	0.97	0.11	0.071	7972.49	Transisi
	960		0.92	0.11	0.068	7249.62	Transisi
	1440		0.98	0.11	0.073	8362.19	Transisi
3	480	0.0045	0.99	0.12	0.077	8902.94	Transisi
	960		1.05	0.13	0.079	9594.87	Transisi
	1440		1.22	0.13	0.078	11099.77	Transisi

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 22. Hubungan antara tinggi muka air (m) dengan debit (m<sup>3</sup>/det).

Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa tinggi muka air berbanding lurus dengan debit, semakin tinggi muka air maka semakin besar pula debitnya hal ini terlihat pada grafik diatas

### 3. Rekapitulasi Bilangan Froude dan Bilangan Reynold

Tabel 9. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) butiran 0,00236 m

No	t	Q	v	h	Fr	Re	Keterangan	
	det	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	-	-		
1	480	0.0026	0.59	0.075	0.812	3677.82	sub kritis	Transisi
	960		0.63	0.089	0.811	4456.04	sub kritis	Transisi
	1440		0.65	0.095	0.819	4853.97	sub kritis	Transisi
2	480	0.0034	0.67	0.099	0.831	5096.03	sub kritis	Transisi
	960		0.67	0.102	0.829	5244.09	sub kritis	Transisi
	1440		0.71	0.108	0.851	5749.40	sub kritis	Transisi
3	480	0.0045	0.78	0.102	0.960	6067.28	sub kritis	Transisi
	960		0.77	0.105	0.935	6119.26	sub kritis	Transisi
	1440		0.82	0.111	0.976	6783.86	kritis	Transisi

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 10. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) butiran 0,00118 m

No	t	Q	v	h	Fr	Re	Keterangan	
	det	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	-	-		
1	480	0.0026	0.73	0.087	0.958	5104.21	kritis	Transisi
	960		0.75	0.091	0.960	5431.48	kritis	Transisi
	1440		0.79	0.099	0.981	6047.37	kritis	Transisi
2	480	0.0034	0.83	0.103	1.014	6543.29	kritis	Transisi
	960		0.86	0.106	1.038	6895.45	kritis	Transisi
	1440		0.89	0.113	1.055	7491.30	kritis	Transisi
3	480	0.0045	0.90	0.117	1.055	7751.30	kritis	Transisi
	960		0.91	0.118	1.069	7932.57	kritis	Transisi
	1440		0.93	0.119	1.081	8108.98	super kritis	Transisi

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 11. Rekapitulasi bilangan Froude (Fr) dan bilangan Reynold (Re) butiran 0,00085 m

No	t	Q	v	h	Fr	Re	Keterangan	
	det	m <sup>3</sup> /det	m/det	m	-	-		
1	480	0.0026	0.83	0.080	1.112	5443.53	super kritis	Transisi
	960		0.86	0.091	1.096	6185.00	super kritis	Transisi
	1440		0.89	0.101	1.098	6915.48	super kritis	Transisi
2	480	0.0034	0.97	0.109	1.167	7972.49	super kritis	Transisi
	960		0.92	0.110	1.100	7249.62	super kritis	Transisi
	1440		0.98	0.115	1.161	8362.19	super kritis	Transisi
3	480	0.0045	0.99	0.125	1.134	8902.94	super kritis	Transisi
	960		1.05	0.128	1.195	9594.87	super kritis	Transisi
	1440		1.22	0.126	1.400	11099.77	super kritis	Transisi

Sumber : Dari Perhitungan

## B. Pengamatan Kedalaman Gerusan dan Pengendapan Terhadap Debit



Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi butiran sedimen dan variasi debit  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  dengan masing masing waktu 24 menit atau 1440 detik. Cara mengamati gerusan dan pengendapan setiap waktu 24 menit pada masing –masing variasi butiran sedimen dan variasi debit.

**1. Kedalaman Gerusan dan Pengendapan untuk Diameter (d) = 0,00236 m**

Untuk diameter (d) = 0,00236 m. untuk variasi debit  $Q_1$ ,  $Q_2$ , dan  $Q_3$  seperti ditunjukkan pada tabel 12, 13, 14 dibawah ini:

**a. Untuk debit ( $Q_1$ ) = 0.0026 m<sup>3</sup>/det**

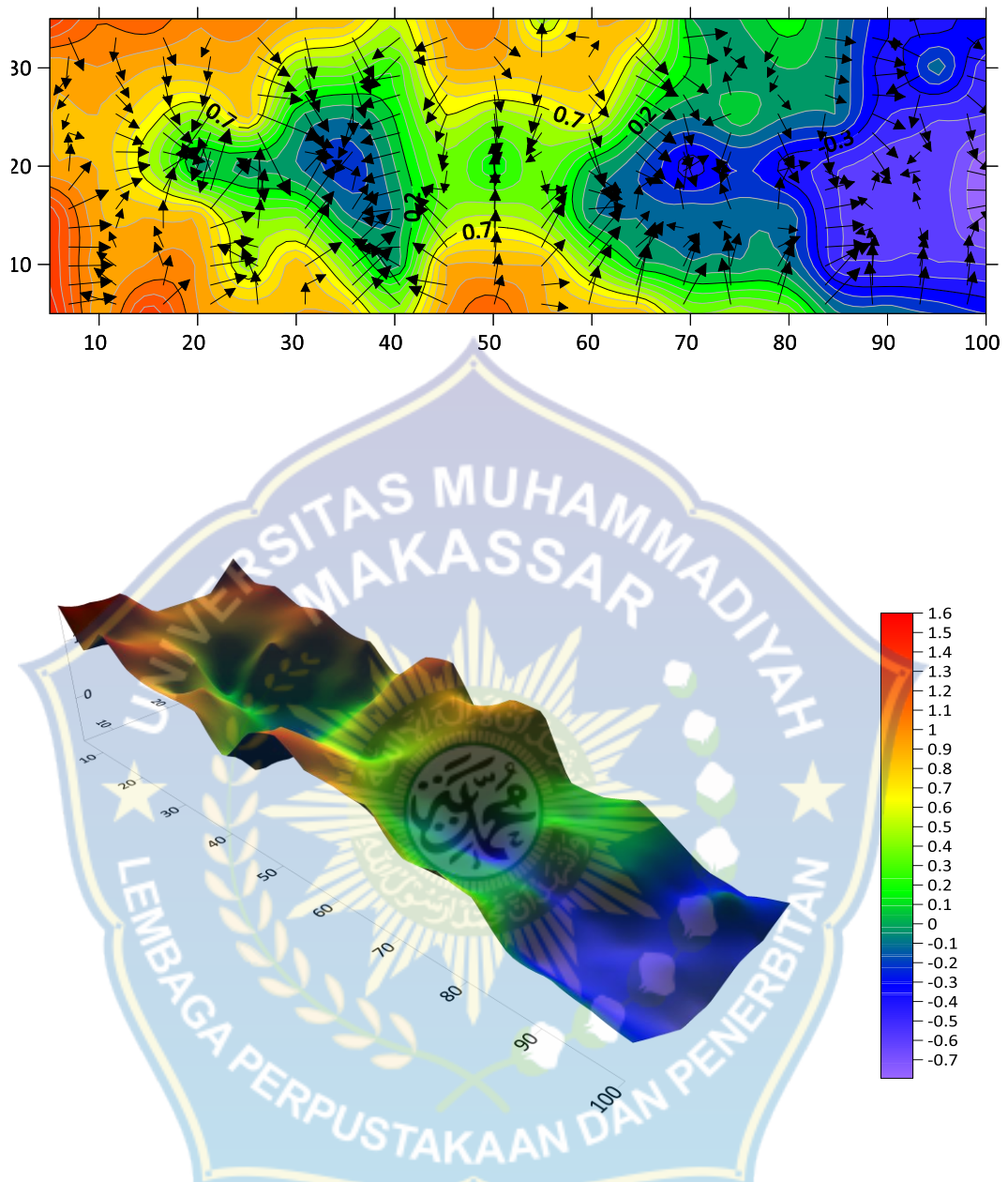
Tabel 12. Tinggi gerusan dan pengendapan untuk debit  $Q_1 = 0,0026$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter butiran (d) 0.00236 m



Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	1.6	1.5	1.5	1	1	1	1.5
2	1	1	1	1	1	1.1	1.2
3	1.5	1.1	1	0.6	0.8	1	1.3
4	1.1	1.1	1	0	0.5	1	1.1
5	1	0.5	0.5	0	1	1	1.2
6	1	1	0.5	0	0.1	0.5	1
7	1	0.5	0	-0.2	0	0.5	1
8	0.5	0	0	0.1	0.2	0.3	0.6
9	1.1	1	0.5	0.5	0.7	1	1.1
10	1.3	1	0.6	0.2	0.5	1	1.2
11	1	1	0.5	0.5	0.6	1	0.5
12	1	0.5	0	0.1	0.8	1	1
13	1	0.1	0	-0.1	0.2	0.5	1
14	0.5	0	0	-0.4	0	0.2	0.1
15	0.6	0	0	-0.2	0.2	0	0.1
16	0.5	0	0	-0.4	0	0.1	0.3
17	0	-0.5	-0.5	-0.5	0	0	0
18	0	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.3
19	-0.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0	-0.4
20	-0.2	-0.5	-0.8	-0.8	-0.5	-0.5	-0.2

Sumber : data paengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00236 m dan debit ( $Q_1$ ) : 0,0026 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar. 23. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00236 m debit (q)

0.0026 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_1 = 0,0026$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 0,8 cm atau 0,008 m dan pengendapannya terbesar mencapai 1,6 cm atau 0,016 m.

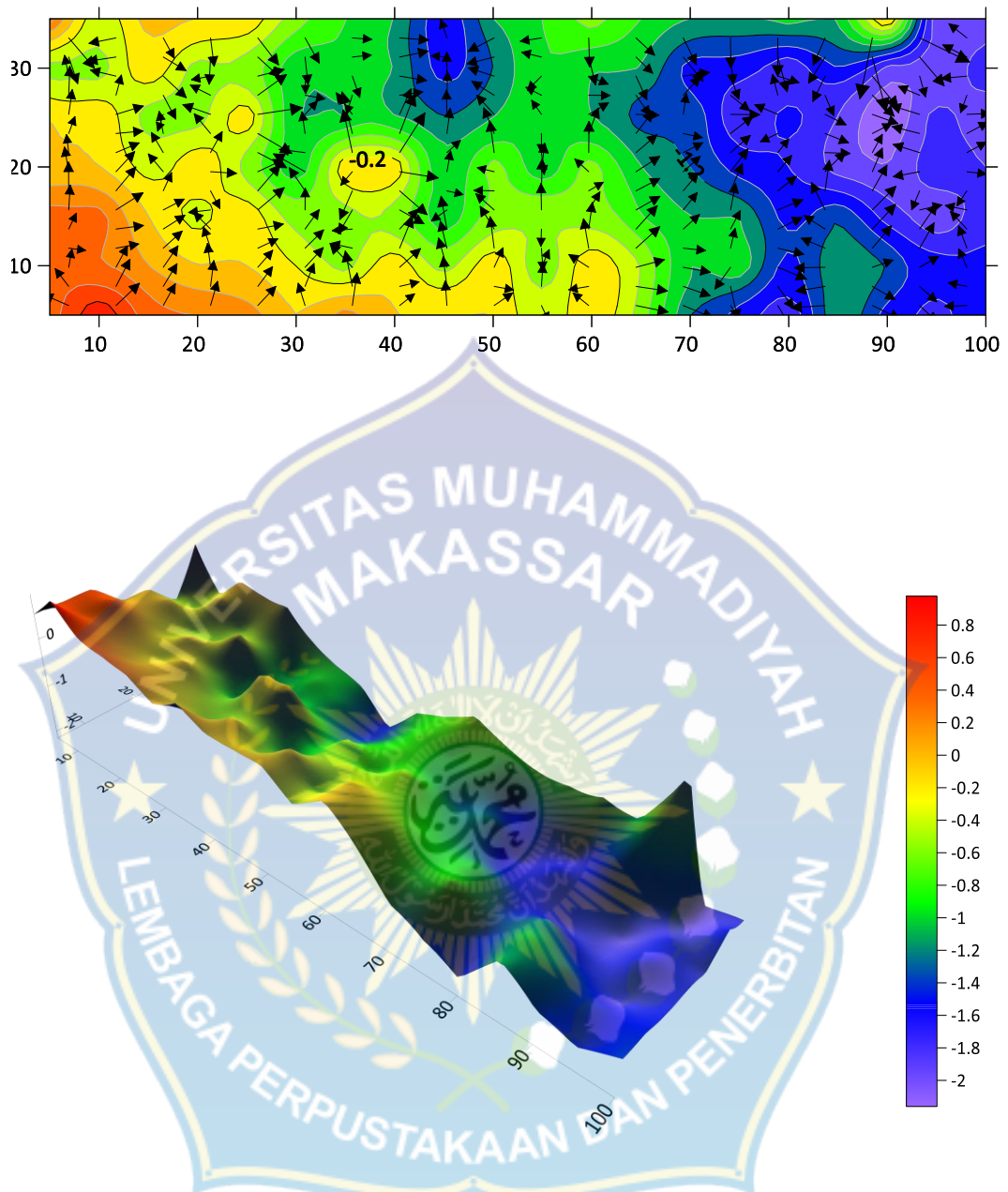
**b. Untuk debit ( $Q_2$ ) = 0.0034 m<sup>3</sup>/det**

Tabel 13. Tinggi gerusan dan pengendapan untuk debit  $Q_2 = 0,0034$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter (d) butiran = 0,00236 m

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	0.5	0.5	0.5	0	0	-0.5	0.5
2	1	0.4	0.5	0	0	-0.5	-0.4
3	0.5	0.2	0	-0.3	-0.5	0	0.1
4	0.4	0	-0.3	0	-0.5	-0.5	0
5	0.3	0	0	-0.5	0	-0.5	0
6	0	-0.2	-0.5	-1	-1	-1	-0.5
7	0.3	-0.5	-0.5	0	-1	-0.8	-0.8
8	0	0	-0.5	0	-1	-1	-1
9	0	-0.5	-1	-1	-1.2	-1.5	-1.6
10	0	0	-0.5	-0.5	-1	-1.2	-1
11	-0.4	-0.6	-0.4	-1	-0.8	-0.8	-0.8
12	0	0	-0.5	-0.5	-1	-1	-0.5
13	-0.5	-0.4	-0.8	-1	-1.3	-1	-0.8
14	-1.2	-1	-1	-1.2	-1.2	-1.5	-1
15	-1.5	-0.8	-1	-1.5	-1.8	-1.5	-1
16	-1.8	-1.5	-1.5	-1.6	-1.5	-1.8	-0.9
17	-1	-1	-1.2	-1.9	-1.8	-1.4	-1
18	-1.5	-1.2	-1.7	-2	-2.2	-1.9	0.2
19	-1.7	-1.5	-2	-1.6	-1.7	-2	-2
20	-1.4	-1.5	-1.7	-1.8	-2	-1.6	-1.9

Sumber : data pengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00236 m dan debit ( $Q_2$ ) : 0,0034 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar. 24. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00236 m debit (q)  
0.0034 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_2 = 0,0034$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 1,9 cm atau 0,019 m dan pengendapannya terbesar mencapai 1 cm atau 0,01



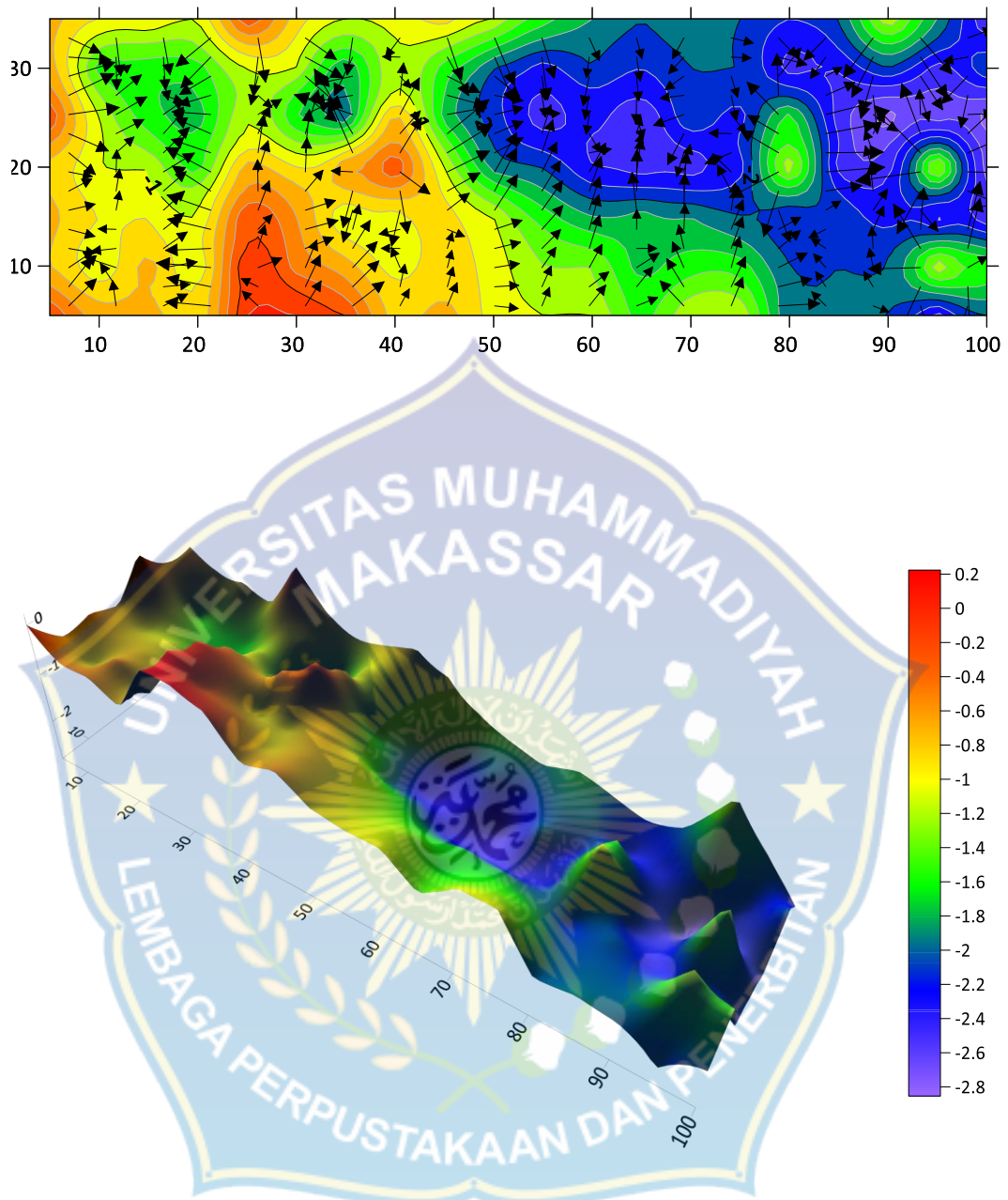
**c. Untuk debit ( $Q_3$ ) = 0,0045 m<sup>3</sup>/det**

Tabel 14. Tinggi gerusan dan pengendapan untuk debit  $Q_3 = 0,0045$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter (d) butiran = 0,00236 m.

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	0	-0.6	-0.5	-0.7	0	-0.5	-0.5
2	-0.5	-1	-0.8	-1	-1	-1.5	-0.8
3	-0.5	-0.5	-0.8	-1	-1.5	-1.5	-0.8
4	-0.8	-1	-1	-1.5	-1.7	-1.5	-1
5	0.2	0.2	0	-0.5	-1	-1	0
6	0.2	-0.3	-0.4	-0.8	-1.6	-1	-0.7
7	0	-0.5	-1	-0.4	-2	-1.8	-1
8	-0.7	-0.9	-0.9	0	-0.5	-1	-0.9
9	-0.5	-0.7	-0.7	-1	-1.7	-1.5	-0.7
10	-0.9	-0.9	-1	-1.9	-2.1	-2	-1
11	-1	-1.2	-1.5	-2	-2.5	-2.3	-1.5
12	-1	-1.2	-1.8	-2.4	-2.3	-2	-1.8
13	-1.5	-1.7	-1.7	-2.5	-2.6	-2.2	-2
14	-1	-1.5	-1.8	-2.5	-2	-2	-1.8
15	-1	-1.5	-2	-2.3	-2.3	-2	-2
16	-2	-2	-2.2	-1	-1.5	-2.5	-2.2
17	-1.9	-2	-2	-2.5	-2.5	-2.4	-2
18	-2	-2	-2.3	-2.5	-2.9	-2	-1
19	-2.5	-1	-2.5	-1	-2.7	-2.5	-1.8
20	-2	-1.4	-2.6	-2.7	-2.9	-2	-2.6

Sumber : data pengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00236 m dan debit ( $Q_3$ ) : 0,0045 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar. 25. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00236 m debit (q)  
0.0045 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_3 = 0,0045$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 2,9 cm atau 0,029 m dan pengendapannya terbesar mencapai 0,2 cm atau 0,002 m

**2. Kedalaman Gerusan dan Pengendapan untuk diameter (d) = 0.00118 m**

Untuk diameter (d) = 0,00118 m. Untuk variasi debit  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  seperti ditunjukkan pada tabel 15, 16, 17 dibawah ini.

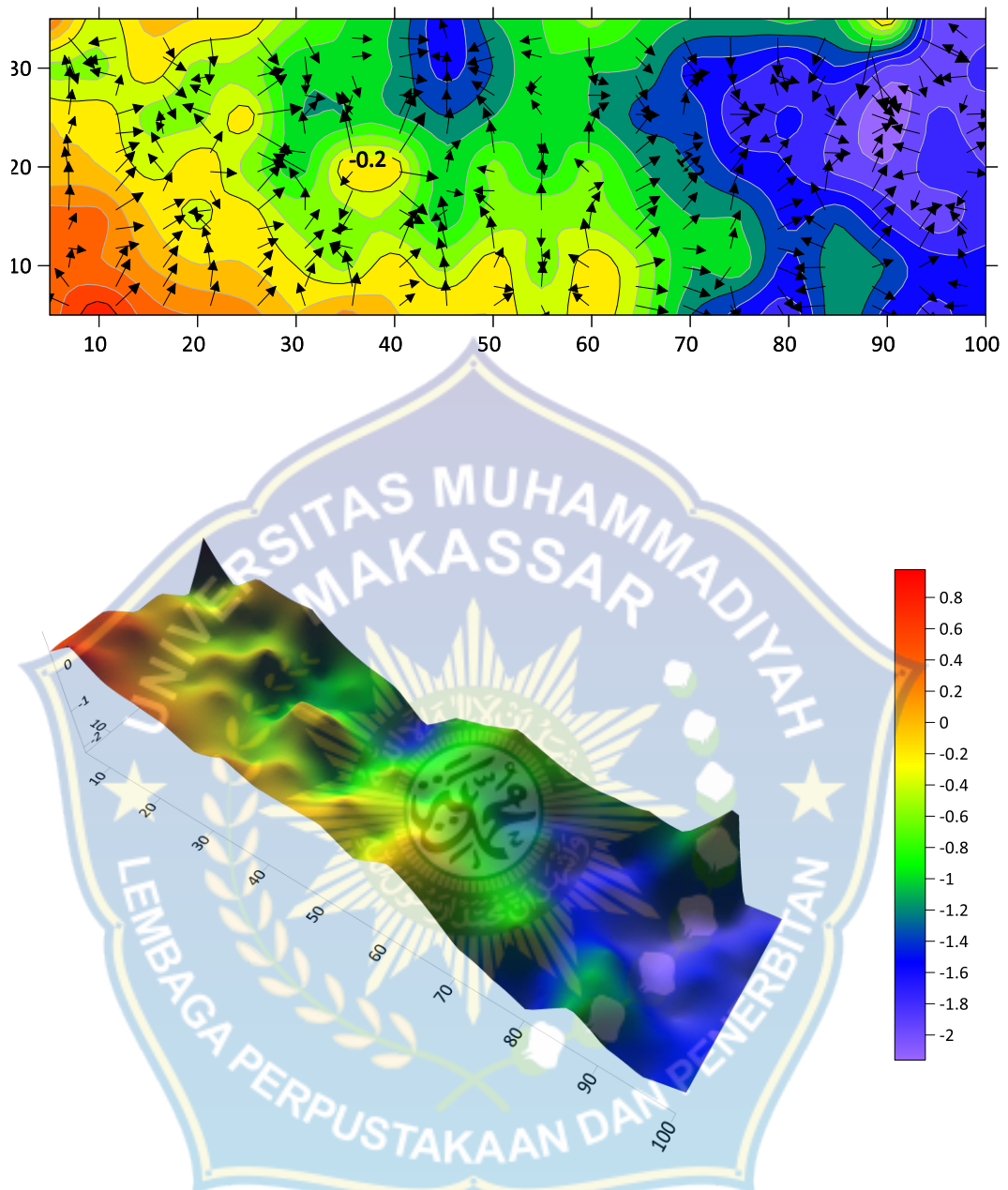
**a. Untuk debit ( $Q_1$ ) = 0.0026 m<sup>3</sup>/det**

Tabel 15. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit  $Q_1 = 0,0026$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter butiran (d) = 0,00118 m.

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	0.5	0.5	0.5	0	0	-0.5	0.5
2	1	0.4	0.5	0	0	-0.5	-0.4
3	0.5	0.2	0	-0.3	-0.5	0	0.1
4	0.4	0	-0.3	0	-0.5	-0.5	0
5	0.3	0	0	-0.5	0	-0.5	0
6	0	-0.2	-0.5	-1	-1	-1	-0.5
7	0.3	-0.5	-0.5	0	-1	-0.8	-0.8
8	0	0	-0.5	0	-1	-1	-1
9	0	-0.5	-1	-1	-1.2	-1.5	-1.6
10	0	0	-0.5	-0.5	-1	-1.2	-1
11	-0.4	-0.6	-0.4	-1	-0.8	-0.8	-0.8
12	0	0	-0.5	-0.5	-1	-1	-0.5
13	-0.5	-0.4	-0.8	-1	-1.3	-1	-0.8
14	-1.2	-1	-1	-1.2	-1.2	-1.5	-1
15	-1.5	-0.8	-1	-1.5	-1.8	-1.5	-1
16	-1.8	-1.5	-1.5	-1.6	-1.5	-1.8	-0.9
17	-1	-1	-1.2	-1.9	-1.8	-1.4	-1
18	-1.5	-1.2	-1.7	-2	-2.2	-1.9	0.2
19	-1.7	-1.5	-2	-1.6	-1.7	-2	-2
20	-1.4	-1.5	-1.7	-1.8	-2	-1.6	-1.9

Sumber: data pengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00118 m dan debit ( $Q_1$ ) : 0,0026 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar. 26. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00118 m debit ( $q$ )  
0.0026 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_1 = 0,0026$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 2,2 cm atau 0,022 m dan pengendapannya terbesar mencapai 1 cm atau 0,01 m

**b. Untuk debit ( $Q_2$ ) = 0.0034 m<sup>3</sup>/det.**

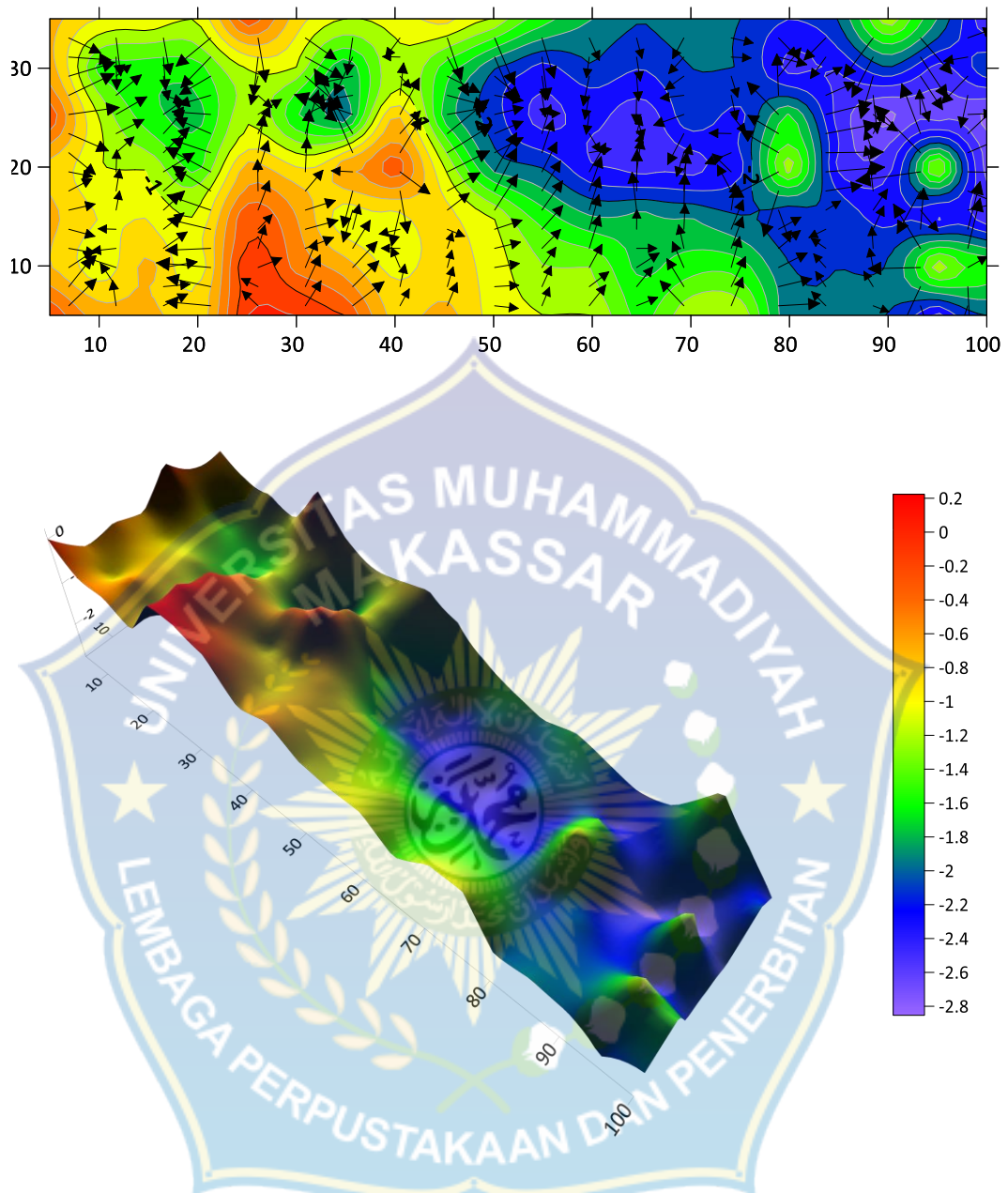
Tabel 16. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit  $Q_2 = 0,0034$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter butiran ( $d$ ) = 0,00118 m.

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	0	-0.6	-0.5	-0.7	0	-0.5	-0.5
2	-0.5	-1	-0.8	-1	-1	-1.5	-0.8
3	-0.5	-0.5	-0.8	-1	-1.5	-1.5	-0.8
4	-0.8	-1	-1	-1.5	-1.7	-1.5	-1
5	0.2	0.2	0	-0.5	-1	-1	0
6	0.2	-0.3	-0.4	-0.8	-1.6	-1	-0.7
7	0	-0.5	-1	-0.4	-2	-1.8	-1
8	-0.7	-0.9	-0.9	0	-0.5	-1	-0.9
9	-0.5	-0.7	-0.7	-1	-1.7	-1.5	-0.7
10	-0.9	-0.9	-1	-1.9	-2.1	-2	-1
11	-1	-1.2	-1.5	-2	-2.5	-2.3	-1.5
12	-1	-1.2	-1.8	-2.4	-2.3	-2	-1.8
13	-1.5	-1.7	-1.7	-2.5	-2.6	-2.2	-2
14	-1	-1.5	-1.8	-2.5	-2	-2	-1.8
15	-1	-1.5	-2	-2.3	-2.3	-2	-2
16	-2	-2	-2.2	-1	-1.5	-2.5	-2.2
17	-1.9	-2	-2	-2.5	-2.5	-2.4	-2
18	-2	-2	-2.3	-2.5	-2.9	-2	-1
19	-2.5	-1	-2.5	-1	-2.7	-2.5	-1.8
20	-2	-1.4	-2.6	-2.7	-2.9	-2	-2.6

Sumber : data pengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00118 m dan debit ( $Q_2$ ) : 0,0034 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :





Gambar. 27. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00118 m debit (q)  
0.0034 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_2 = 0,0034$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 2,9 cm atau 0,029 m dan pengendapannya terbesar mencapai 0,2 cm atau 0,002 m

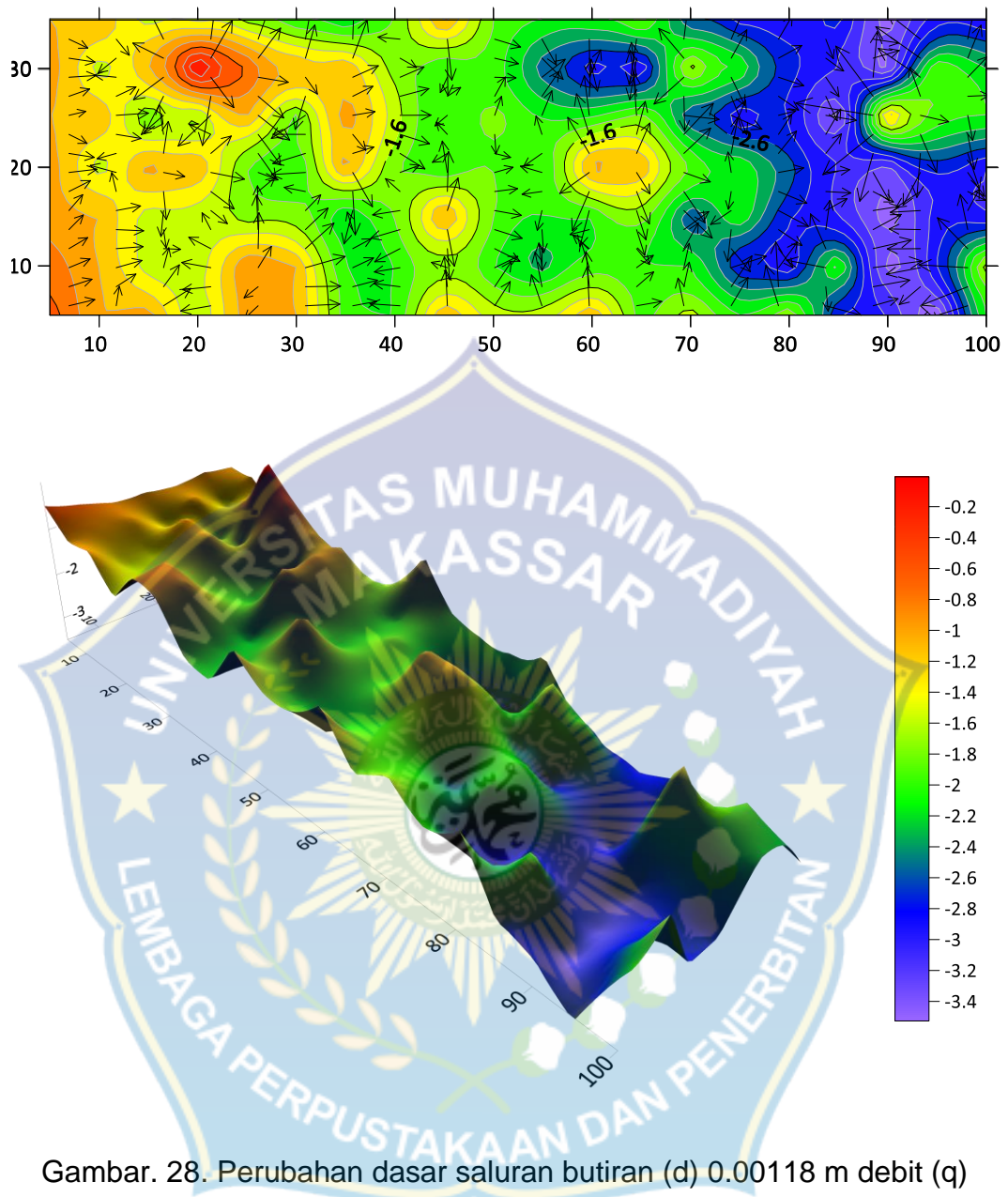
**c. Untuk debit ( $Q_3$ ) = 0.0045 m<sup>3</sup>/det.**

Tabel 17. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit  $Q_3 = 0,0045$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter butiran ( $d$ ) = 0,00118 m.

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-1	-0.9	-1
2	-1	-1	-1	-1.5	-1	-1.5	-1
3	-0.9	-1.5	-1.5	-0.9	-1.8	-1	-1.5
4	-1.6	-1.5	-1.5	-1	-1.7	0.1	-1.5
5	-0.9	-0.8	-1.7	-1.8	-1	-0.6	-1.7
6	-1	-1	-1.7	-2	-1.9	-1	-2
7	-1.9	-2	-2.2	-0.9	-0.9	-1	-2.2
8	-2	-2	-1.8	-1.8	-1.5	-1.7	-1.8
9	-1	-1.7	-0.9	-2	-2	-2	-0.9
10	-1.5	-2	-1.8	-1.8	-1.7	-1.9	-1.8
11	-1.5	-2.3	-2	-2	-2	-2.5	-2
12	-1	-1.9	-2	-0.9	-2	-2.9	-2
13	-1.9	-2	-1.7	-1	-1.7	-3	-1.7
14	-1.5	-2	-2.6	-1.8	-2.6	-1.5	-2.6
15	-2	-2.8	-2	-2	-3	-2	-2.9
16	-1.6	-3	-2.8	-2.5	-2.8	-2.7	-3
17	-2.8	-1.9	-3	-3	-3.5	-3	-2.7
18	-3	-3.5	-3.5	-3.3	-1	-3.5	-3.5
19	-3.6	-2.8	-2.9	-2.7	-1.9	-1.8	-2.9
20	-2	-1.5	-3	-3	-2	-2.2	-3

Sumber: data pengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00118 m dan debit ( $Q_3$ ) : 0,0045 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_3 = 0,0045$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 3,6 cm atau 0,036 m dan pengendapannya terbesar mencapai 0 cm atau 0 m

**3. Kedalaman Gerusan dan Pengendapan untuk diameter (d) = 0.00085 m**

Untuk diameter (d) = 0,00085 m. Untuk variasi debit  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  seperti ditunjukkan pada tabel 18, 19, 20 dibawah ini.

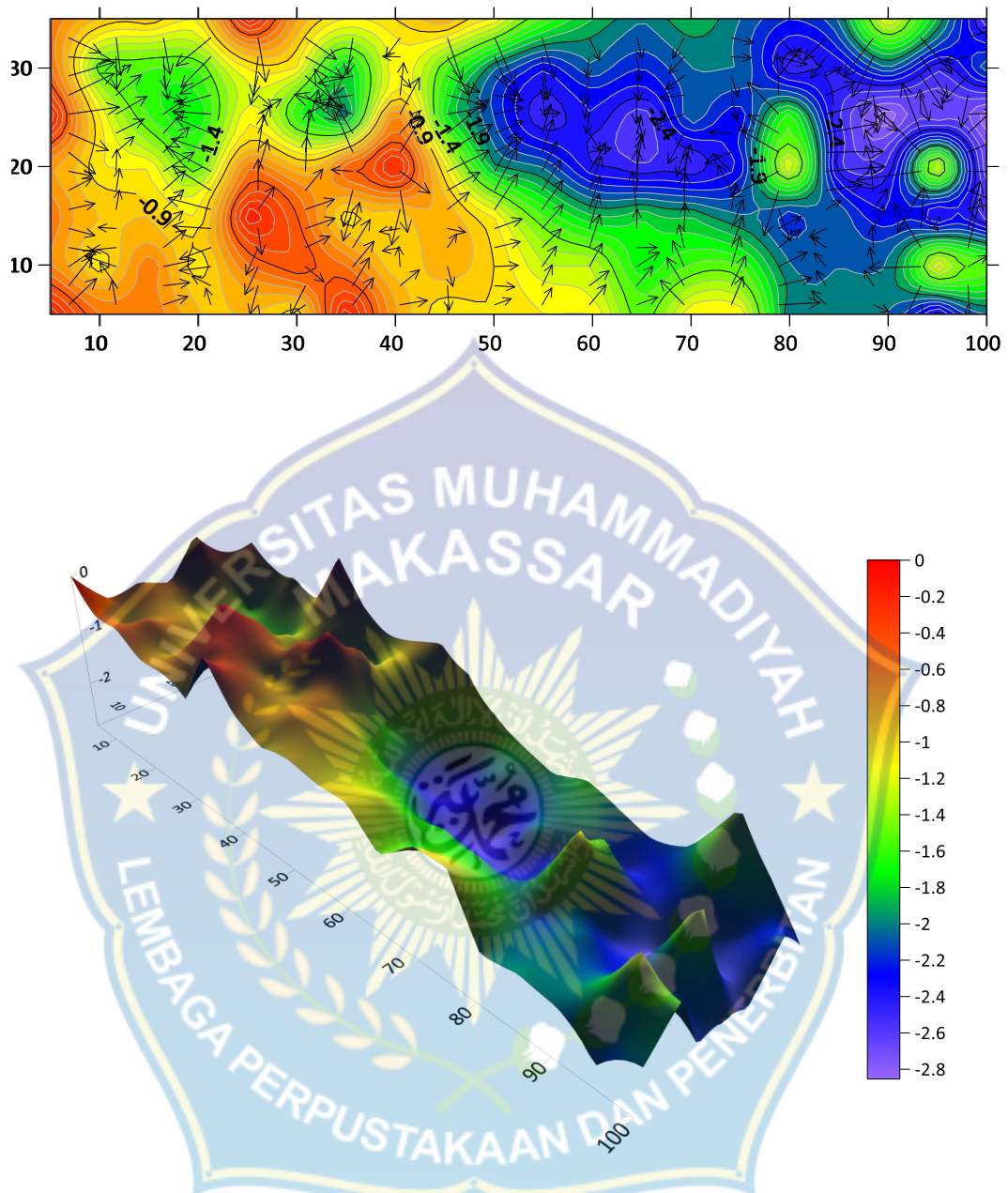
**a. Untuk debit ( $Q_1$ ) = 0.0026 m<sup>3</sup>/det.**

Tabel 18. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit  $Q_1 = 0,0026$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter butiran (d) = 0,00085 m.

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	0	-0.6	-0.5	-0.7	0	-0.5	-0.5
2	-0.5	-1	-0.8	-1	-1	-1.5	-0.8
3	-0.5	-0.5	-0.8	-1	-1.5	-1.5	-0.8
4	-0.8	-1	-1	-1.5	-1.7	-1.5	-1
5	-0.8	-0.5	0	-0.5	-1	-1	0
6	-1	-0.3	-0.4	-0.8	-1.6	-1	-0.7
7	0	-0.5	-1	-0.4	-2	-1.8	-1
8	-0.7	-0.9	-0.9	0	-0.5	-1	-0.9
9	-1	-0.7	-0.7	-1	-1.7	-1.5	-0.7
10	-0.9	-0.9	-1	-1.9	-2.1	-2	-1
11	-1	-1.2	-1.5	-2	-2.5	-2.3	-1.5
12	-1	-1.2	-1.8	-2.4	-2.3	-2	-1.8
13	-1.5	-1.7	-1.7	-2.5	-2.6	-2.2	-2
14	-1	-1.5	-1.8	-2.5	-2	-2	-1.8
15	-1	-1.5	-2	-2.3	-2.3	-2	-2
16	-2	-2	-2.2	-1	-1.5	-2.5	-2.2
17	-1.9	-2	-2	-2.5	-2.5	-2.4	-2
18	-2	-2	-2.3	-2.5	-2.9	-2	-1
19	-2.5	-1	-2.5	-1	-2.7	-2.5	-1.8
20	-2	-1.4	-2.6	-2.7	-2.9	-2	-2.6

Sumber : data Pengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00085 m dan debit ( $Q_1$ ) : 0,0026 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar. 29. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00085 m debit (q)  
0.0026 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_1 = 0,0026$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 2,9 cm atau 0,029 m dan pengendapannya terbesar mencapai 0 cm atau 0 m



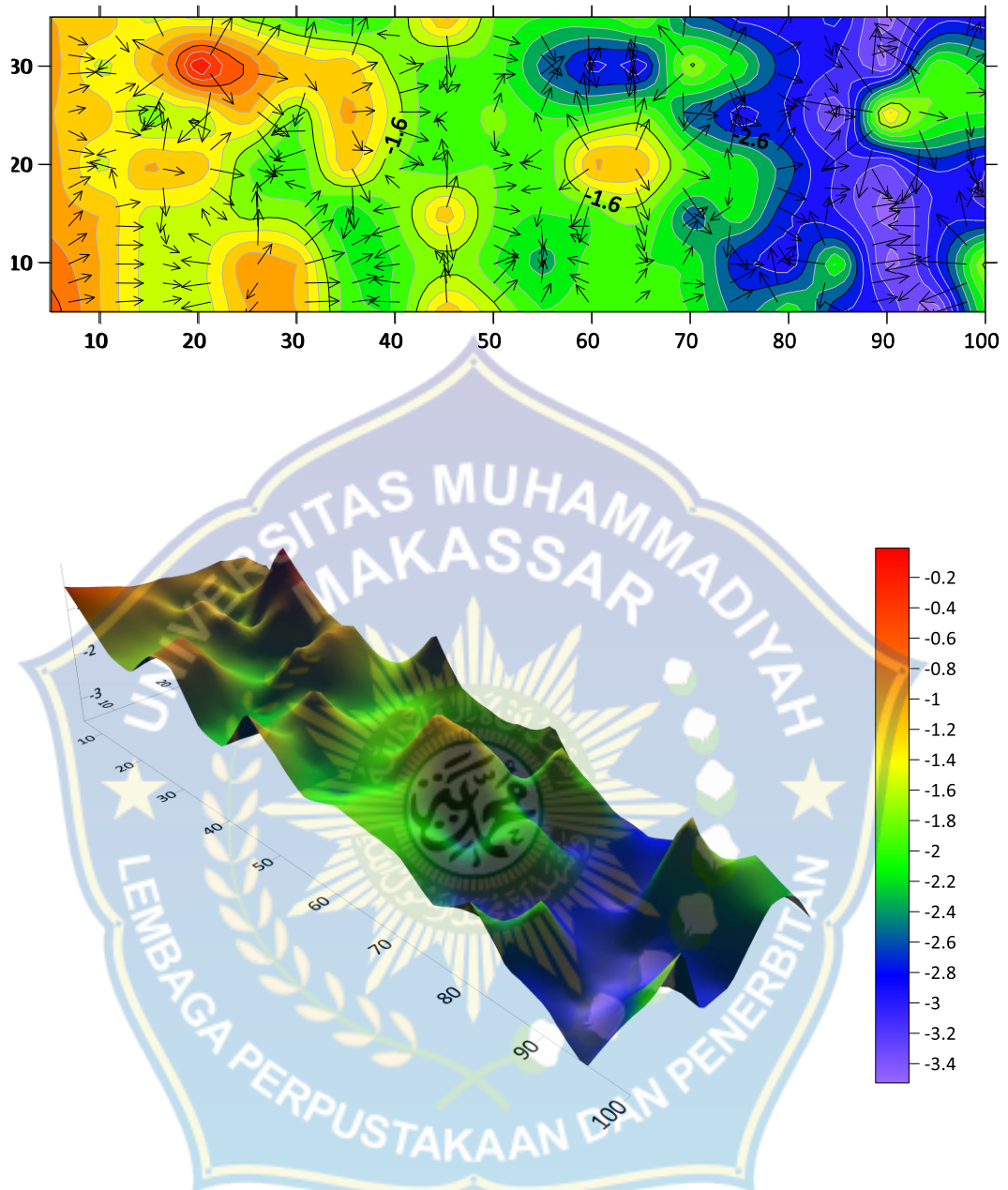
**b. Untuk debit ( $Q_2$ ) = 0.0034 m<sup>3</sup>/det.**

Tabel 19. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit  $Q_2 = 0,0034$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter butiran ( $d$ ) = 0,00085 m.

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-1	-0.9	-1
2	-1	-1	-1	-1.5	-1	-1.5	-1
3	-1.5	-1.5	-1.5	-0.9	-1.8	-1	-1.5
4	-1.6	-1.5	-1.5	-1	-1.7	0.1	-1.5
5	-1	-0.8	-1.7	-1.8	-1	-0.6	-1.7
6	-1	-1	-1.7	-2	-1.9	-1	-2
7	-1.9	-2	-2.2	-1	-0.9	-1	-2.2
8	-2	-2	-1.8	-1.8	-1.5	-1.7	-1.8
9	-1	-1.7	-1	-2	-2	-2	-0.9
10	-1.5	-2	-1.8	-1.8	-1.7	-1.9	-1.8
11	-2	-2.3	-2	-2	-2	-2.5	-2
12	-1.8	-1.9	-2	-0.9	-2	-2.9	-2
13	-1.9	-2	-1.7	-1	-1.7	-3	-1.7
14	-2	-2	-2.6	-1.8	-2.6	-1.5	-2.6
15	-2.5	-2.8	-2	-2	-3	-2	-2.9
16	-2	-3	-2.8	-2.5	-2.8	-2.7	-3
17	-2.8	-1.9	-3	-3	-3.5	-3	-2.7
18	-3	-3.5	-3.5	-3.3	-1	-3.5	-3.5
19	-3.6	-2.8	-2.9	-2.7	-1.9	-1.8	-2.9
20	-2	-1.5	-3	-3	-2	-2.2	-3

Sumber: Data pengamatan

Bentuk gerusan dan penengdapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00085 m dan debit ( $Q_2$ ) : 0,0034 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar. 30. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00085 m debit (q)  
0.0034 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_2 = 0,0034$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 3,5 cm atau 0,035 m dan pengendapannya terbesar mencapai 0 cm atau 0 m

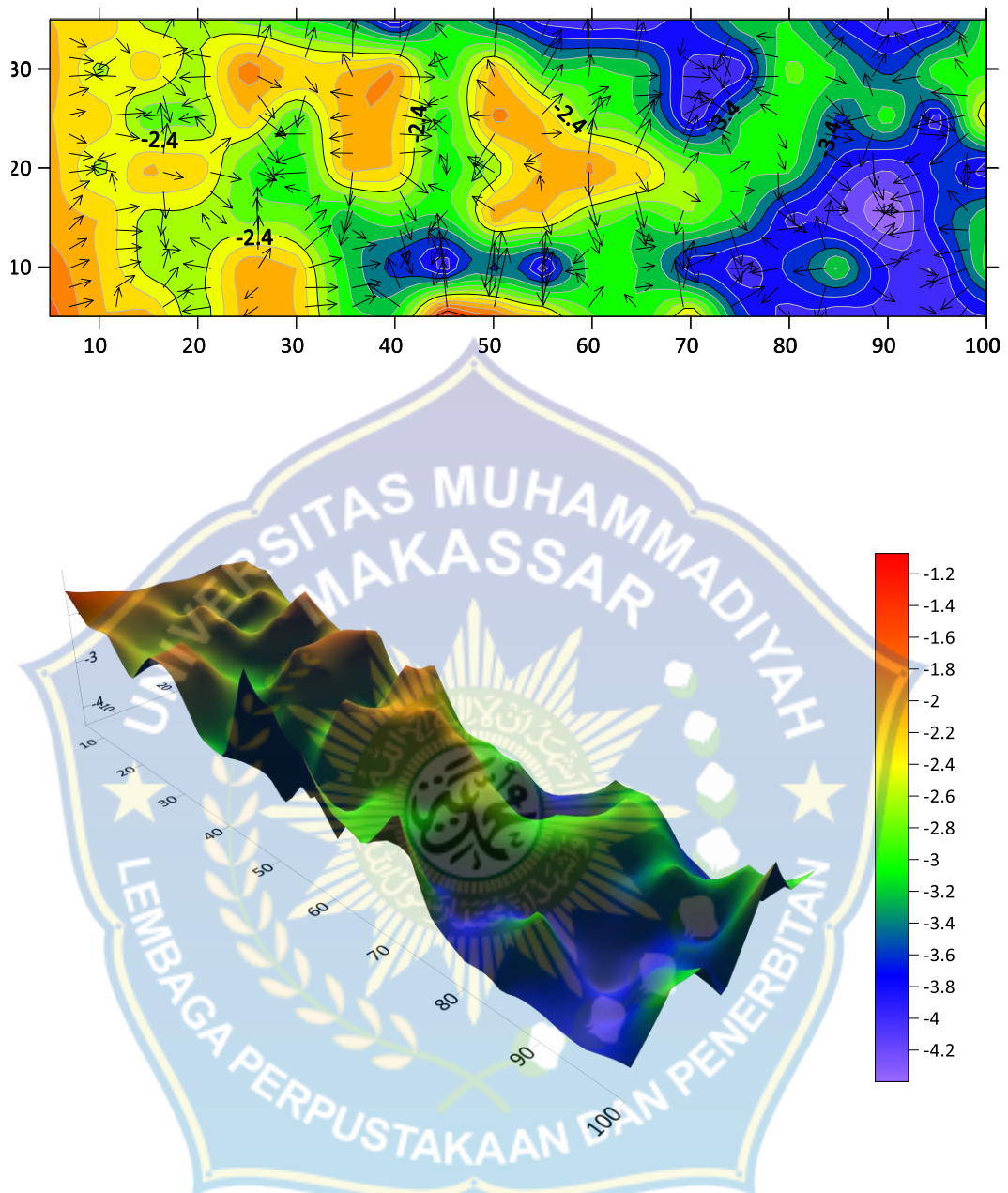
**c. Untuk debit ( $Q_3$ ) = 0.0045 m<sup>3</sup>/det.**

Tabel 20. Tinggi Gerusan dan Pengendapan untuk debit  $Q_3 = 0,0045$  m<sup>3</sup>/det dengan diameter butiran ( $d$ ) = 0,00085 m.

Potongan	Titik Pengamatan						
	8	9	10	11	12	13	14
1	-1.5	-1.7	-1.9	-1.9	-2	-1.9	-2
2	-2	-2	-2	-2.5	-2	-2.5	-2
3	-1.9	-2.5	-2.5	-1.9	-2.8	-2	-2.5
4	-2.6	-2.5	-2.5	-2	-2.7	-2.5	-2.5
5	-1.9	-1.8	-2.7	-2.8	-2	-1.6	-2.7
6	-2	-2	-2.7	-3	-2.9	-2	-3
7	-2.9	-3	-3.2	-1.9	-1.9	-2	-3.2
8	-3	-3.5	-2.8	-2	-2	-1.7	-4
9	-1	-4	-3	-3	-3	-3	-3
10	-1.5	-3.5	-1.8	-2.6	-1.7	-1.9	-3.5
11	-2	-4	-2	-2	-2	-3	-3.9
12	-2.8	-2.9	-2.7	-1.7	-2.8	-2.9	-4
13	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-4
14	-2	-3.8	-2.6	-2.6	-4	-3.9	-3.6
15	-3.5	-4	-3	-3	-3	-4	-3
16	-3.9	-3.5	-3.9	-2.9	-2.8	-2.7	-3
17	-4	-2.9	-4	-3.7	-3.5	-3	-3.7
18	-3.9	-3.8	-4.5	-4	-2.8	-3.5	-4
19	-4	-4	-3.5	-3.5	-4	-2.8	-3.9
20	-3.8	-2.9	-3	-4	-2	-2.9	-2.9

Sumber : data pengamatan

Bentuk gerusan dan penengendapan pada beberapa titik pengamatan untuk butiran sedimen : 0,00085 m dan debit ( $Q_3$ ) : 0,0045 m<sup>3</sup>/det, dengan waktu 1440 detik dalam grafik adalah sebagai berikut :



Gambar. 31. Perubahan dasar saluran butiran (d) 0.00085 m debit (q)  
0.0045 m<sup>3</sup>/det

Kedalaman gerusan dan tinggi pengendapan untuk  $Q_3 = 0,0045$  m<sup>3</sup>/det pada waktu 1440 detik, yaitu kedalaman gerusan terbesar mencapai 4 cm atau 0,04 m dan pengendapannya terbesar mencapai 0 cm atau 0 m

### C. Perhitungan Tegangan Geser dasar, Kecepatan Geser dan Tegangan Geser Kritis

Data hasil pengamatan

Tabel 21. Data hasil pengamatan untuk butiran sedimen 0,00236 m debit pada t = 1440 detik

Q	t	U	d	B	h	S	$\rho_w$	$\rho_s$
(m)	(det)	m/det	(m)	(m)	(m)		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
0.0026	1440	0.65	0.00236	0.30	0.095	0.0025	1000	2650
0.0034		0.71	0.00236	0.30	0.108	0.0025	1000	2650
0.0045		0.82	0.00236	0.30	0.111	0.0025	1000	2650

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 22. Data hasil pengamatan untuk butiran sedimen 0,00118 m debit pada t = 1440 detik

Q	t	U	d	B	h	S	$\rho_w$	$\rho_s$
(m)	(det)	m/det	(m)	(m)	(m)		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
0.0026	1440	0.79	0.00118	0.30	0.099	0.0025	1000	2650
0.0034		0.89	0.00118	0.30	0.113	0.0025	1000	2650
0.0045		0.93	0.00118	0.30	0.119	0.0025	1000	2650

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 23. Data hasil pengamatan untuk butiran sedimen 0,00086 m debit pada t = 1440 detik

Q	t	U	d	B	h	S	$\rho_w$	$\rho_s$
(m)	(det)	m/det	(m)	(m)	(m)		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
0.0026	1440	0.89	0.00085	0.30	0.101	0.0025	1000	2650
0.0034		0.98	0.00085	0.30	0.115	0.0025	1000	2650
0.0045		1.22	0.00085	0.30	0.126	0.0025	1000	2650

Sumber : hasil perhitungan



1. Berdasarkan Keseimbangan gaya – gaya yang berkerja pada material butiran sediman ( $d$ ) = 0,00236 m di dasar saluran dan  $t = 1440$  detik

- a. Perhitungan tegangan geser dasar ( $\tau_o$ )

$$\tau_o = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot s$$

$$\tau_o = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,095 \cdot 0,002$$

$$\tau_o = 2,309 \text{ kg/m}^2$$

- b. Perhitungan kecepatan geser

$$U^* = \sqrt{g \cdot h \cdot s}$$

$$U^* = \sqrt{9,81 \times 0,095 \times 0,002}$$

$$U^* = 0,048 \text{ m/det}$$

Tegangan geser kritis dapat dilihat pada grafik Shiel .Untuk perhitungan selanjutnya dengan berbagai debit dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 24. Perhitungan tegangan geser dasar, kecepatan geser dan tegangan geser kritis

No	Q	t	$\tau_o$	Grafik	$\tau_{cr}$	Gerak	U	$U^*$
			( $\rho_w \cdot g \cdot h \cdot S$ )		( $\rho_s - \rho_w$ )/ $g \cdot d$			( $g \cdot h \cdot S$ ) <sup>0.5</sup>
	m <sup>3</sup> /det	detik	kg/m <sup>2</sup>	Shield	kg/m <sup>2</sup>	butiran	m/det	m/det
1	0.0026	1440	2.309	0.110	4.2020	Bergerak	0.65	0.048
2	0.0034		2.611	0.120	4.5840	Bergerak	0.71	0.051
3	0.0045		2.683	0.120	4.5840	Bergerak	0.82	0.052

Sumber: hasil perhitungan

2. Berdasarkan Keseimbangan gaya – gaya yang berkerja pada material butiran sediman ( $d$ ) = 0,00118 m di dasar saluran dan  $t = 1440$  detik

- a. Perhitungan tegangan geser dasar ( $\tau_0$ )

$$\tau_0 = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot s$$

$$\tau_0 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,099 \cdot 0,002$$

$$\tau_0 = 2,397 \text{ kg/m}^2$$

- b. Perhitungan kecepatan geser

$$U^* = \sqrt{g \cdot h \cdot s}$$

$$U^* = \sqrt{9,81 \times 0,099 \times 0,002}$$

$$U^* = 0,049 \text{ m/det}$$

Tegangan geser kritis dapat dilihat pada grafik Shiel .Untuk perhitungan selanjutnya dengan berbagai debit dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 25. Perhitungan tegangan geser dasar, kecepatan geser dan tegangan geser kritis

No	Q	t	$\tau_0$	Grafik	$\tau_{cr}$	Gerak	U	$U^*$
			( $\rho_w \cdot g \cdot h \cdot S$ )		( $\rho_s - \rho_w$ ) $g \cdot d$			( $g \cdot h \cdot S$ ) <sup>0.5</sup>
	m <sup>3</sup> /det	detik	kg/m <sup>2</sup>	Shield	kg/m <sup>2</sup>	Butiran	m/det	m/det
1	0.0026	1440	2.397	0.250	4.7750	Bergerak	0.79	0.049
2	0.0034		2.738	0.310	5.9210	Bergerak	0.89	0.052
3	0.0045		2.893	0.310	5.9210	Bergerak	0.93	0.054

Sumber : Hasil perhitungan

3. Berdasarkan Keseimbangan gaya – gaya yang berkerja pada material butiran sediman ( $d$ ) = 0,00085 m di dasar saluran dan  $t = 1440$  detik

- a. Perhitungan tegangan geser dasar ( $\tau_o$ )

$$\tau_o = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot s$$

$$\tau_o = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,101 \cdot 0,002$$

$$\tau_o = 2,442 \text{ kg/m}^2$$

- b. Perhitungan kecepatan geser

$$U^* = \sqrt{g \cdot h \cdot s}$$

$$U^* = \sqrt{9,81 \times 0,101 \times 0,002}$$

$$U^* = 0,049 \text{ m/det}$$

Tegangan geser kritis dapat dilihat pada grafik Shield .Untuk perhitungan selanjutnya dengan berbagai debit dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 26. Perhitungan tegangan geser dasar, kecepatan geser dan tegangan geser kritis

No	Q	t	$\tau_o$	Grafik	$\tau_{cr}$	Gerak	U	$U^*$
			$(\rho_w \cdot g \cdot h \cdot S)$		$(\rho_s - \rho_w) g \cdot d$			$(g \cdot h \cdot S)^{0.5}$
	$\text{m}^3/\text{det}$	detik	$\text{kg}/\text{m}^2$	Shield	$\text{kg}/\text{m}^2$	Butiran	m/det	m/det
1	0.0026	1440	2.442	0.460	6.3289	Bergerak	0.89	0.049
2	0.0034		2.780	0.510	7.0168	Bergerak	0.98	0.053
3	0.0045		3.048	0.550	7.5672	Bergerak	1.22	0.055

Sumber : data perhitungan

#### D. Pengamatan Pengaruh Waktu Pengaliran Terhadap Perubahan Bentuk Dasar Saluran

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga variasi debit yakni 0,0026 m<sup>3</sup>/det, 0,0034 m<sup>3</sup>/det dan 0,0045 m<sup>3</sup>/det, tiga variasi butiran 0,00236 m, 0,00118 m, dan 0,00085 m, serta tiga variasi waktu 8 menit, 16 menit, 24 menit. Cara pengamatan dilakukan dengan mencatat kecepatan aliran menggunakan current meter dan tinggi muka air menggunakan mistar ukur pada setiap variasi waktu sesuai dengan bukaan pintu di bagian hulu saluran.

Untuk mengetahui bentuk konfigurasi dasar aluran dalam penelitian ini peneliti menggunakan dua pendekatan yakni dengan menggunakan grafik alberston. Pertama membandingkan antara angka Froude  $\frac{\tau_o}{(\rho_s - \rho_w)gd_{50}}$  dengan membandingkan antara  $Re = \frac{U_* \cdot d}{\nu}$  dengan  $\frac{U_*}{w}$ . Hasil pengamatan konfigurasi dasar saluran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 27. Rekapitulasi hasil pengamatan perubahan dasar saluran diameter (d) 0,00236 m

Debit (Q) (m <sup>3</sup> /dtk)	Waktu (T) (dtk)	Froude (Fr)	d	U <sub>*</sub>	Re	Cd	w	U <sub>*</sub> /w	Konfigurasi Dasar
0.0026	480	0.812	0.00236	0.043	116.747	0.206	0.310	0.137	ripple
	960	0.811	0.00236	0.046	127.294	0.189	0.310	0.150	rippel
	1440	0.819	0.00236	0.048	131.869	0.182	0.310	0.155	rippel
0.0034	480	0.831	0.00236	0.049	134.041	0.179	0.310	0.158	rippel
	960	0.829	0.00236	0.050	136.104	0.176	0.310	0.160	rippel
	1440	0.851	0.00236	0.051	140.212	0.171	0.310	0.165	dunes
0.0045	480	0.960	0.00236	0.050	136.179	0.176	0.310	0.160	dunes
	960	0.935	0.00236	0.050	138.21	0.174	0.310	0.162	dunes
	1440	0.976	0.00236	0.052	142.15	0.169	0.310	0.167	dunes

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 28. Rekapitulasi hasil pengamatan perubahan dasar saluran diameter (d) 0,00118 m

Debit (Q) (m <sup>3</sup> /dtk)	Waktu (T) (dtk)	Froude (Fr)	d	U <sub>c</sub>	Re	Cd	w	U <sub>c</sub> /w	Konfigurasi Dasar
0.0026	480	0.958	0.00118	0.046	62.826	0.382	0.160	0.286	dunes
	960	0.960	0.00118	0.047	64.556	0.372	0.160	0.294	dunes
	1440	0.981	0.00118	0.049	67.172	0.357	0.160	0.306	dunes
0.0034	480	1.014	0.00118	0.050	68.645	0.350	0.160	0.313	dunes
	960	1.038	0.00118	0.051	69.562	0.345	0.160	0.317	dunes
	1440	1.055	0.00118	0.052	71.802	0.334	0.160	0.327	dunes
0.0045	480	1.055	0.00118	0.053	73.026	0.329	0.160	0.333	dunes
	960	1.069	0.00118	0.053	73.373	0.327	0.160	0.334	dunes
	1440	1.081	0.00118	0.054	73.803	0.325	0.160	0.336	dunes

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 29. Rekapitulasi hasil pengamatan perubahan dasar saluran diameter (d) 0,00085 m

Debit (Q) (m <sup>3</sup> /dtk)	Waktu (T) (dtk)	Froude (Fr)	d	U <sub>c</sub>	Re	Cd	w	U <sub>c</sub> /w	Konfigurasi Dasar
0.0026	480	1.112	0.00085	0.044	43.508	0.552	0.110	0.400	dunes
	960	1.096	0.00085	0.047	46.432	0.517	0.110	0.427	dunes
	1440	1.098	0.00085	0.049	48.846	0.491	0.110	0.449	transisi
0.0034	480	1.167	0.00085	0.051	50.760	0.473	0.110	0.467	transisi
	960	1.100	0.00085	0.052	50.941	0.471	0.110	0.469	transisi
	1440	1.161	0.00085	0.053	52.114	0.461	0.110	0.479	transisi
0.0045	480	1.134	0.00085	0.055	54.325	0.442	0.110	0.500	transisi
	960	1.195	0.00085	0.056	54.927	0.437	0.110	0.505	transisi
	1440	1.400	0.00085	0.055	54.566	0.440	0.110	0.502	transisi

Sumber : hasil perhitungan



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan

1. Pengaruh debit aliran terhadap perubahan dasar yaitu besarnya debit berbanding lurus dengan perubahan dasar, semakin tinggi debit semakin besar pula perubahan dasarnya dalam hal ini besarnya gerusan yang terjadi dan semakin kecil diameter butirannya maka semakin besar pula gerusan yang terjadi
2. Bentuk dasar saluran (bedforms) dengan debit yang berbeda yaitu bentuk dasar berubah ke bentuk transisi hal ini berbanding lurus dengan diameter butirannya. Pada aliran sub kritis dengan diameter butiran 0,00236 m dan tiga variasi debit, perubahan dasar saluran dari ripple menjadi dune. Pada aliran kritis dengan diameter 0,00118 m dengan tiga variasi debit perubahan dasar saluran menjadi dunes, pada aliran super kritis dengan diameter 0,00085 m dengan tiga variasi debit perubahan dasar saluran berubah dari dunes menjadi transisi.

## B. Saran

Kami menyadari bahwa penelitian ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis menyarankan penelitian ini masih perlu dikaji pada beberapa kondisi berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya titik pengambilan data (pias) harus lebih rapat dan lebih banyak agar data yang diperoleh lebih jelas dan akurat
2. Kemiringan saluran dapat mempengaruhi besarnya debit aliran yang juga mempengaruhi bentuk dari konfigurasi dasar saluran, sehingga diharapkan ada peneliti lain yang mengkaji lebih lanjut dengan menggunakan variasi kemiringan
3. Pengambilan data harus benar – benar teliti agar tidak terjadi kesalahan.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Asdak. C. 2014. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Adi Susetyaningsi, Sulwan Permana., 2016, *Pengaruh Sedimentasi Terhadap Penyaluran Debit Pada Daerah Irigasi Cimanuk*, Jurnal Konstruksi Vol. 14 No. 1 Sekolah Tinggi Teknologi Garut. (<http://google>, diakses 6 November 2018)
- Adinegara, Subari., 2005. *volume angkutan sedimen dipengaruhi oleh kecepatan aliran kajian : laboratorium*, Media Komunikasi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya Palembang, Palembang. (<http://google>.diakses 4 November 2018)
- Azwarman., Vol 13 No 4 (2013), *Kajian Pergerakan Sedimen Dasar Dan Gerusan Pada Saluran Lurus Alluvial*, Universitas Batang Hari, Jambi.
- Fakultas Ekonomi Dan Bisnis univ Hasanuddin Makassar. 2012. *Pedoman Penulisan Skripsi*, edisi Pertama, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea.
- Ikhsan Cahyono. 2007. *Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Laju Bed Load Pada Saluran Terbuka Dengan Pola Aliran Steady flow*. Media Teknik Sipil, Teknik UNS Surakarta
- Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.3, No. 1. Maret 2013. *Analisis Bentuk Dasar ( Bedforms) saluran terbuka Akibat Variasi Debit Dalam Kondisi Seimbang*. Universitas Sam Ratulangi.

- Hariadi Rizki Fitria Dwianti Dkk. Jurnal Oseanografi, *Distribusi Sedimen Dasar DI Perairan Pelabuhan Cirebon*. Prodi Oseanografi FPIK, Undip. Universitas Diponegoro
- Kodoatie, R., J. Edisi Revisi 2009. *Hidrolika Terapan Pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Andi Offset.
- Karim, T Nenny. 2012. *Analisis Sedimentasi Sungai Bulu Timoreng Kabupaten Sidrap, Teknik Sipil Unismuh Makassar*. (<http://google>, diakses 9 November 2018)
- Mananoma, Tiny., dkk. 2003, *fenomena alamiah erosi dan sedimentasi sungai progo hilir*, Jurnal dan Pengembangan Keairan No.1. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang. (<http://google>, diakses 20 November 2018)
- Maedjikoen, Pragnyono, *Transportasi Sedimen*, UGM.
- Purnama Adi, Nuraini Eni., 2015, Dosen Prodi Studi Teknik Sipil Univ Samawa Sumbawa Besar. *Karakteristik Aliran Pada Saluran Terbuka*,
- Sitedi, 2016, *Analisis Gerak dan Laju Sedimen Pada Komponen Struktur (Pilar)* ([http://sitedi.uho.ac.id/uploads\\_sitedi/e1a110028\\_sitedi\\_I-III.pdf](http://sitedi.uho.ac.id/uploads_sitedi/e1a110028_sitedi_I-III.pdf). diakses 26 November 2018)
- Sudira, I Wayan., Mananoma, tiny., 2013, *analisis angkutan sedimen pada sungai mansahan*. Jurnal Media Engineering Vol. 3 No. 1, Universitas Tompotika Luwuk.

Triatmodjo, Bambang. 2008, *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.





TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0026 m<sup>3</sup>/det

No saringan 8 = diameter butiran 0,00236 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
1	0.02	480	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.070	0.08	0.07	0.07	27	0.08
			2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.060	0.07	0.07	0.07		
			3	0.6	0.5	0.5	0.5	0.070	0.08	0.08	0.08		
			4	0.7	0.6	0.6	0.6	0.080	0.08	0.08	0.08		
			5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.080	0.08	0.08	0.08		
			6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.080	0.07	0.08	0.08		
		960	1	0.7	0.6	0.7	0.7	0.090	0.09	0.09	0.09	27	0.08
			2	0.7	0.6	0.6	0.6	0.100	0.08	0.09	0.09		
			3	0.7	0.6	0.5	0.6	0.090	0.09	0.09	0.09		
			4	0.7	0.6	0.6	0.6	0.080	0.09	0.10	0.09		
			5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.090	0.08	0.08	0.08		
			6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.095	0.09	0.09	0.09		
		1220	1	0.7	0.7	0.6	0.7	0.090	0.09	0.10	0.09	27	0.08
			2	0.6	0.6	0.5	0.6	0.090	0.10	0.10	0.09		
			3	0.7	0.7	0.6	0.7	0.100	0.09	0.09	0.09		
			4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.095	0.09	0.10	0.09		
			5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.080	0.11	0.10	0.10		
			6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.110	0.10	0.10	0.10		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0034 m<sup>3</sup>/det

No saringan 8 = diameter butiran 0,00236 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
1	0.03	480	1	0.7	0.6	0.7	0.67	0.1	0.1	0.1	0.10	27	0.09
			2	0.7	0.7	0.7	0.70	0.11	0.1	0.1	0.10		
			3	0.7	0.7	0.6	0.67	0.09	0.09	0.093	0.09		
			4	0.7	0.6	0.7	0.67	0.11	0.09	0.1	0.10		
			5	0.6	0.7	0.6	0.63	0.095	0.09	0.092	0.09		
			6	0.6	0.7	0.7	0.67	0.09	0.12	0.103	0.10		
		960	1	0.7	0.7	0.7	0.70	0.09	0.09	0.093	0.09	27	0.09
			2	0.7	0.7	0.6	0.67	0.1	0.095	0.095	0.10		
			3	0.7	0.7	0.6	0.67	0.11	0.09	0.097	0.10		
			4	0.7	0.7	0.7	0.70	0.12	0.1	0.107	0.11		
			5	0.6	0.6	0.7	0.63	0.1	0.11	0.103	0.10		
			6	0.6	0.7	0.7	0.67	0.11	0.11	0.108	0.11		
		1220	1	0.7	0.7	0.7	0.70	0.105	0.1	0.108	0.10	27	0.09
			2	0.6	0.6	0.7	0.63	0.105	0.1	0.102	0.10		
			3	0.7	0.7	0.6	0.67	0.12	0.1	0.11	0.11		
			4	0.7	0.7	0.7	0.70	0.11	0.11	0.11	0.11		
			5	0.7	0.8	0.8	0.77	0.11	0.11	0.11	0.11		
			6	0.7	0.8	0.8	0.77	0.12	0.1	0.11	0.11		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0045 m<sup>3</sup>/det

No saringan 8 = diameter butiran 0,00236 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
1	0.04	480	1	0.8	0.8	0.7	0.77	0.1	0.11	0.100	0.10	27	0.1
			2	0.8	0.8	0.7	0.77	0.11	0.11	0.110	0.11		
			3	0.8	0.8	0.8	0.80	0.09	0.09	0.093	0.09		
			4	0.8	0.8	0.7	0.77	0.11	0.11	0.100	0.11		
			5	0.8	0.8	0.8	0.80	0.095	0.09	0.092	0.09		
			6	0.8	0.8	0.7	0.77	0.09	0.12	0.110	0.11		
		960	1	0.8	0.7	0.7	0.73	0.09	0.1	0.093	0.09	27	0.1
			2	0.8	0.7	0.8	0.77	0.1	0.095	0.095	0.10		
			3	0.7	0.7	0.8	0.73	0.11	0.11	0.097	0.11		
			4	0.7	0.8	0.8	0.77	0.12	0.11	0.107	0.11		
			5	0.8	0.8	0.8	0.80	0.1	0.11	0.110	0.11		
			6	0.8	0.8	0.8	0.80	0.11	0.12	0.108	0.11		
		1220	1	0.8	0.8	0.7	0.77	0.105	0.11	0.108	0.11	27	0.11
			2	0.8	0.8	0.7	0.77	0.105	0.108	0.108	0.11		
			3	0.8	0.8	0.8	0.80	0.12	0.1	0.110	0.11		
			4	0.8	0.8	0.9	0.83	0.11	0.11	0.110	0.11		
			5	0.8	0.9	0.9	0.87	0.11	0.11	0.120	0.11		
			6	0.8	0.9	0.9	0.87	0.12	0.12	0.110	0.12		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0026 m<sup>3</sup>/det

No saringan 16 = diameter butiran 0,00118 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
2	0.02	480	1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.08	0.08	0.07	0.08	27	0.08
			2	0.7	0.8	0.8	0.8	0.08	0.085	0.08	0.08		
			3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.08	0.08	0.09	0.08		
			4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.083	0.09	0.09	0.09		
			5	0.8	0.7	0.7	0.7	0.1	0.09	0.09	0.09		
			6	0.8	0.8	0.7	0.8	0.1	0.1	0.09	0.10		
		960	1	0.7	0.7	0.8	0.7	0.09	0.09	0.08	0.09	27	0.08
			2	0.7	0.7	0.8	0.7	0.09	0.08	0.09	0.09		
			3	0.8	0.8	0.7	0.8	0.09	0.09	0.08	0.09		
			4	0.8	0.8	0.7	0.8	0.09	0.1	0.09	0.09		
			5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.09	0.09	0.11	0.10		
			6	0.8	0.8	0.7	0.8	0.095	0.1	0.1	0.10		
		1220	1	0.7	0.8	0.8	0.8	0.09	0.09	0.1	0.09	27	0.08
			2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.09	0.095	0.1	0.10		
			3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.1	0.09	0.096	0.10		
			4	0.8	0.7	0.8	0.8	0.095	0.1	0.1	0.10		
			5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.1	0.11	0.1	0.10		
			6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.11	0.1	0.115	0.11		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0034 m<sup>3</sup>/det

No saringan 16 = diameter butiran 0,00118 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
2	0.03	480	1	0.8	0.8	0.8	0.80	0.1	0.1	0.09	0.10	27	0.09
			2	0.8	0.9	0.8	0.83	0.11	0.1	0.09	0.10		
			3	0.8	0.8	0.8	0.80	0.1	0.11	0.1	0.10		
			4	0.9	0.9	0.9	0.90	0.11	0.1	0.1	0.10		
			5	0.8	0.8	0.8	0.80	0.12	0.1	0.1	0.11		
			6	0.8	0.8	0.9	0.83	0.11	0.12	0.1	0.11		
		960	1	0.8	0.8	0.8	0.80	0.11	0.09	0.1	0.10	27	0.09
			2	0.8	0.8	0.9	0.83	0.1	0.1	0.11	0.10		
			3	0.9	0.8	0.9	0.87	0.11	0.09	0.11	0.10		
			4	0.8	0.9	0.9	0.87	0.12	0.1	0.1	0.11		
			5	0.9	0.9	0.8	0.87	0.1	0.11	0.12	0.11		
			6	0.9	0.9	0.9	0.90	0.11	0.11	0.12	0.11		
		1220	1	0.8	0.8	0.8	0.80	0.1	0.1	0.11	0.10	27	0.09
			2	0.9	0.9	0.9	0.90	0.1	0.12	0.11	0.11		
			3	0.8	0.9	0.9	0.87	0.12	0.11	0.11	0.11		
			4	0.9	0.9	0.9	0.90	0.1	0.12	0.12	0.11		
			5	0.9	1	0.9	0.93	0.12	0.11	0.12	0.12		
			6	0.9	1	0.9	0.93	0.12	0.125	0.12	0.12		



TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0045 m<sup>3</sup>/det

No saringan 16 = diameter butiran 0,00118 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
2	0.04	480	1	0.9	0.9	0.9	0.90	0.11	0.115	0.12	0.12	27	0.1
			2	0.9	0.9	0.8	0.87	0.11	0.12	0.11	0.11		
			3	0.89	0.95	0.9	0.91	0.12	0.12	0.11	0.12		
			4	0.9	0.9	0.9	0.90	0.12	0.12	0.11	0.12		
			5	0.9	0.9	0.9	0.90	0.12	0.11	0.12	0.12		
			6	0.9	0.95	0.9	0.92	0.12	0.12	0.13	0.12		
		960	1	0.89	0.9	0.9	0.90	0.11	0.12	0.11	0.11	27	0.1
			2	0.9	0.9	0.89	0.90	0.12	0.11	0.115	0.12		
			3	0.9	0.9	0.9	0.90	0.11	0.12	0.12	0.12		
			4	0.9	0.9	0.9	0.90	0.12	0.13	0.11	0.12		
			5	0.9	0.98	1	0.96	0.11	0.13	0.12	0.12		
			6	0.9	1	0.9	0.93	0.12	0.12	0.13	0.12		
		1220	1	0.9	0.9	0.98	0.93	0.12	0.12	0.12	0.12	27	0.1
			2	0.9	0.9	0.9	0.90	0.11	0.13	0.13	0.12		
			3	0.89	0.95	0.95	0.93	0.12	0.12	0.12	0.12		
			4	0.93	1	0.9	0.94	0.11	0.11	0.12	0.11		
			5	0.9	0.95	0.9	0.92	0.12	0.12	0.12	0.12		
			6	0.95	1	0.9	0.95	0.12	0.11	0.13	0.12		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0026 m<sup>3</sup>/det

No saringan 20 = diameter butiran 0,00085 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
3	0.02	480	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.08	0.07	0.08	0.08	27	0.08
			2	0.8	0.9	0.8	0.8	0.08	0.07	0.08	0.08		
			3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.07	0.08	0.08	0.08		
			4	0.9	0.9	0.9	0.9	0.09	0.08	0.08	0.08		
			5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.08	0.09	0.08	0.08		
			6	0.8	0.8	0.9	0.8	0.08	0.09	0.08	0.08		
		960	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.09	0.09	0.08	0.09	27	0.08
			2	0.8	0.8	0.9	0.8	0.1	0.09	0.09	0.09		
			3	0.9	0.8	0.9	0.9	0.09	0.09	0.09	0.09		
			4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.08	0.09	0.09	0.09		
			5	0.9	0.9	0.8	0.9	0.09	0.1	0.1	0.10		
			6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.1	0.09	0.09	0.09		
		1220	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.09	0.09	0.09	0.09	27	0.08
			2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.09	0.1	0.1	0.10		
			3	0.8	0.9	0.9	0.9	0.1	0.11	0.095	0.10		
			4	0.9	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1	0.1	0.10		
			5	0.9	1	0.9	0.9	0.1	0.11	0.1	0.10		
			6	0.9	1	0.9	0.9	0.11	0.12	0.11	0.11		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0034 m<sup>3</sup>/det

No saringan 20 = diameter butiran 0,00085 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
3	0.03	480	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.11	0.1	0.103	0.10	27	0.09
			2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.11	0.1	0.103	0.10		
			3	0.95	0.95	0.9	0.9	0.11	0.11	0.107	0.11		
			4	1	0.98	1.1	1.0	0.11	0.1	0.107	0.11		
			5	1.1	1	1	1.0	0.11	0.12	0.113	0.11		
			6	1.1	1	1	1.0	0.12	0.11	0.117	0.12		
		960	1	0.86	0.9	0.9	0.9	0.11	0.1	0.103	0.10	27	0.09
			2	0.9	0.9	0.8	0.9	0.105	0.105	0.107	0.11		
			3	0.9	1	0.9	0.9	0.12	0.1	0.107	0.11		
			4	0.9	1.1	0.9	1.0	0.11	0.11	0.107	0.11		
			5	0.9	0.98	0.9	0.9	0.12	0.11	0.113	0.11		
			6	0.9	0.9	0.97	0.9	0.12	0.11	0.117	0.12		
		1220	1	1	1	0.89	1.0	0.11	0.1	0.107	0.11	27	0.09
			2	1	0.9	1	1.0	0.12	0.11	0.113	0.11		
			3	1	0.95	1.1	1.0	0.12	0.115	0.118	0.12		
			4	0.93	1	1.1	1.0	0.12	0.11	0.113	0.11		
			5	0.98	0.95	1.1	1.0	0.11	0.12	0.117	0.12		
			6	0.95	0.95	0.9	0.9	0.12	0.125	0.118	0.12		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
PADA SALURAN TERBUKA

PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019

Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air Q : 0,0045 m<sup>3</sup>/det

No saringan 20 = diameter butiran 0,00085 m

Pengamatan	Bukaan pintu (m)	Waktu t (dtk)	No	kecepatan aliran			V	Tinggi Muka Air			h	Suhu	tinggi v-notch
				V1	V2	V3	rata - rata	h1	h2	h3	Rata - rata	T	H
				(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m/det)	(m)	(m)	(m)	(m)	°C	m
3	0.04	480	1	0.9	0.9	0.9	0.90	0.13	0.12	0.12	0.123	27	0.1
			2	1	0.96	0.9	0.95	0.13	0.12	0.125	0.125		
			3	1.1	0.95	0.9	0.98	0.12	0.12	0.12	0.120		
			4	1.2	0.9	1	1.03	0.125	0.12	0.13	0.125		
			5	1	1	0.98	0.99	0.12	0.13	0.13	0.127		
			6	1.2	1	1	1.07	0.135	0.125	0.125	0.128		
		960	1	0.98	1.1	1	1.03	0.12	0.12	0.11	0.117	27	0.1
			2	1	0.9	1	0.97	0.12	0.125	0.12	0.122		
			3	1.2	0.9	0.9	1.00	0.13	0.12	0.13	0.127		
			4	1.2	1	1.1	1.10	0.12	0.14	0.12	0.127		
			5	1.2	1.1	1.1	1.13	0.13	0.135	0.14	0.135		
			6	0.9	1.1	1.2	1.07	0.13	0.14	0.145	0.138		
		1220	1	0.9	1.2	1.2	1.10	0.12	0.12	0.115	0.118	27	0.1
			2	1.3	1.28	1	1.19	0.125	0.12	0.12	0.122		
			3	1.2	1.2	1.3	1.23	0.12	0.13	0.12	0.123		
			4	1.3	1.2	1.27	1.26	0.13	0.125	0.13	0.128		
			5	1.2	1.28	1.3	1.26	0.12	0.13	0.14	0.130		
			6	1.3	1.3	1.3	1.30	0.135	0.125	0.14	0.133		

TABEL DATA PENGAMATAN PENELITIAN LABORATORIUM

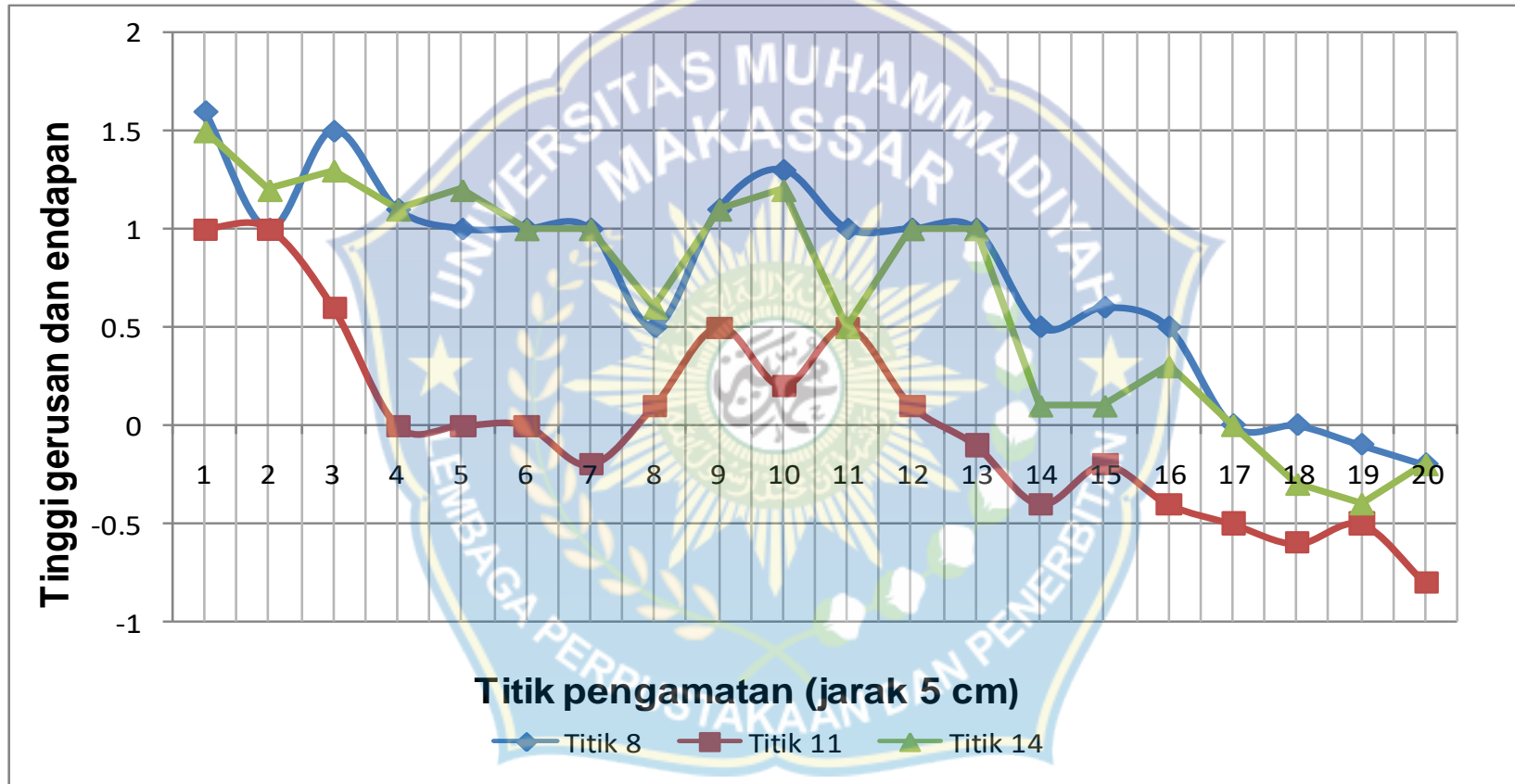
JUDUL SKRIPSI : STUDI PERUBAHAN DASAR SALURAN AKIBAT VARIASI DEBIT  
 PADA SALURAN TERBUKA  
 PENELITI : ARIYANTI REZKI DAN MUHAMMAD AKSAN  
 LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
 Hari/Tgl. Pengambilan data : 27 maret – 29 maret 2019  
 Pengamatan : Kecepatan Aliran dan tinggi muka air

Kalibrasi Current Meter

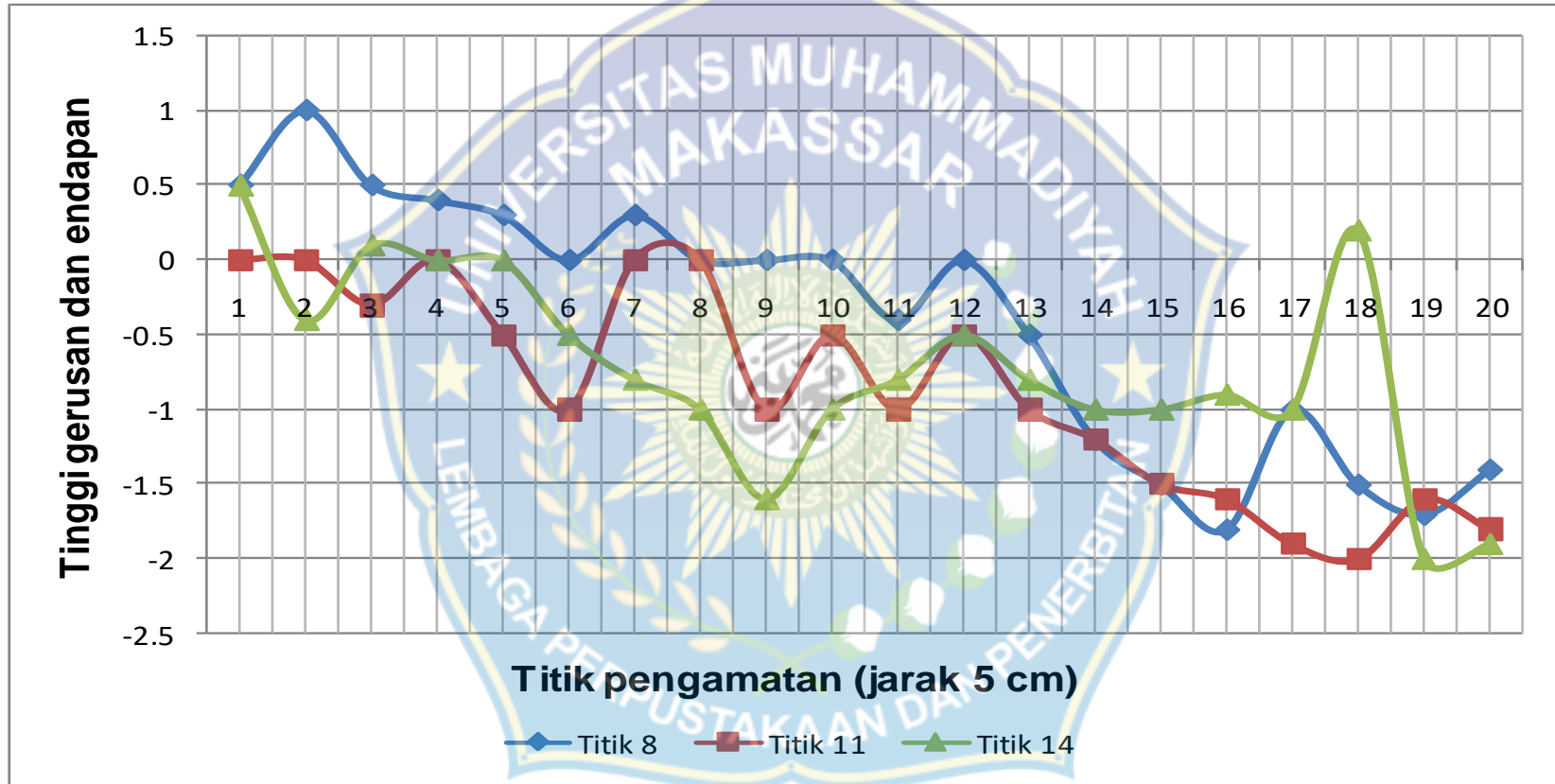
Jarak pengukuran (cm)	Waktu penerukuran (det)	Kedalaman curren Meter (cm)	Banyak pengulangan	Perubahan status	Hasil Pengukuran (m/det)
50	10	3	1	berubah	0.8
100	10	3	1	berubah	0.9
150	10	4	1	berubah	0.8
200	10	5	1	berubah	0.6
250	10	5	1	berubah	0.5
300	10	6	1	berubah	0.4



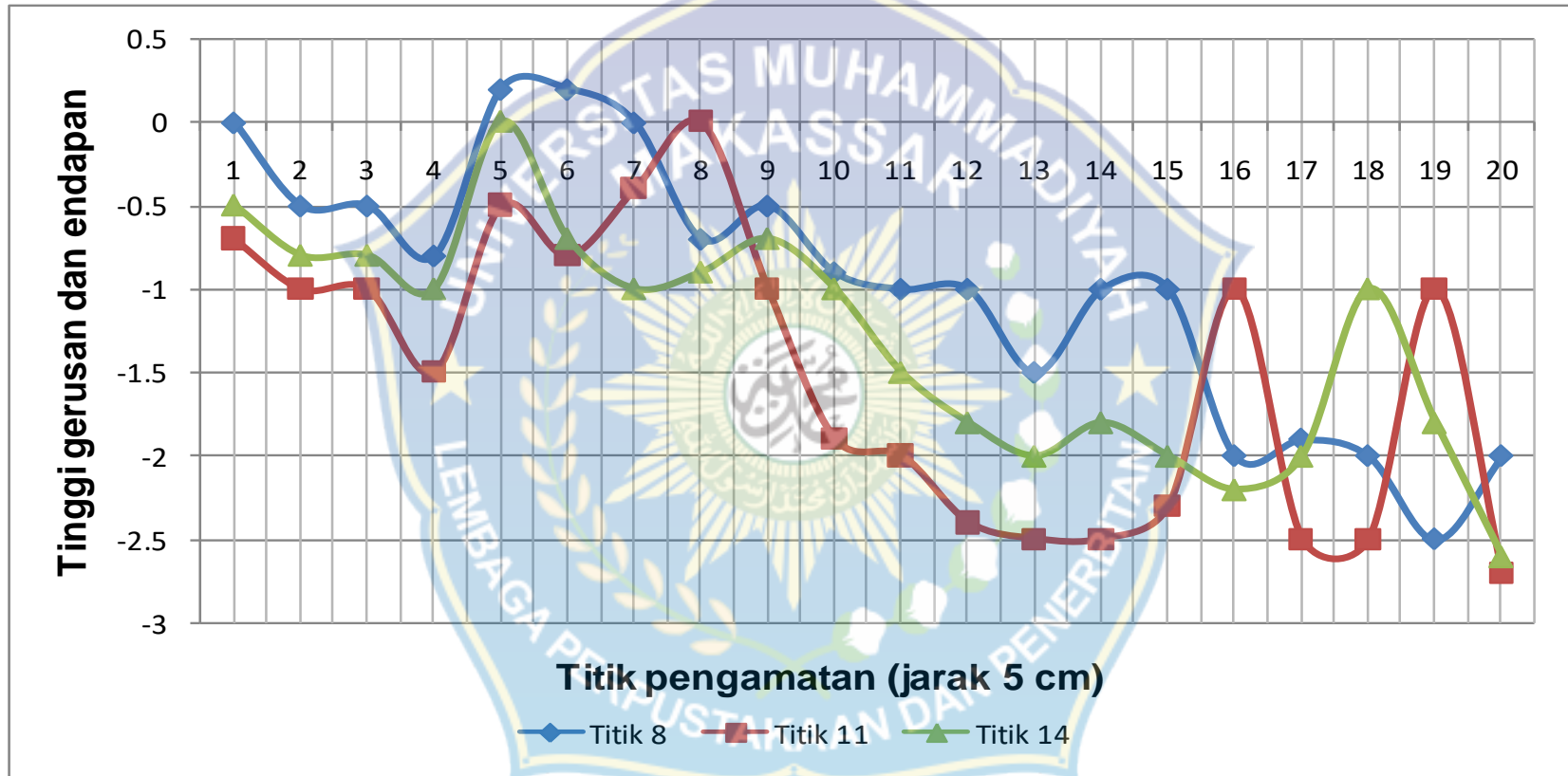
Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00236 m dengan debit 0.0026 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.



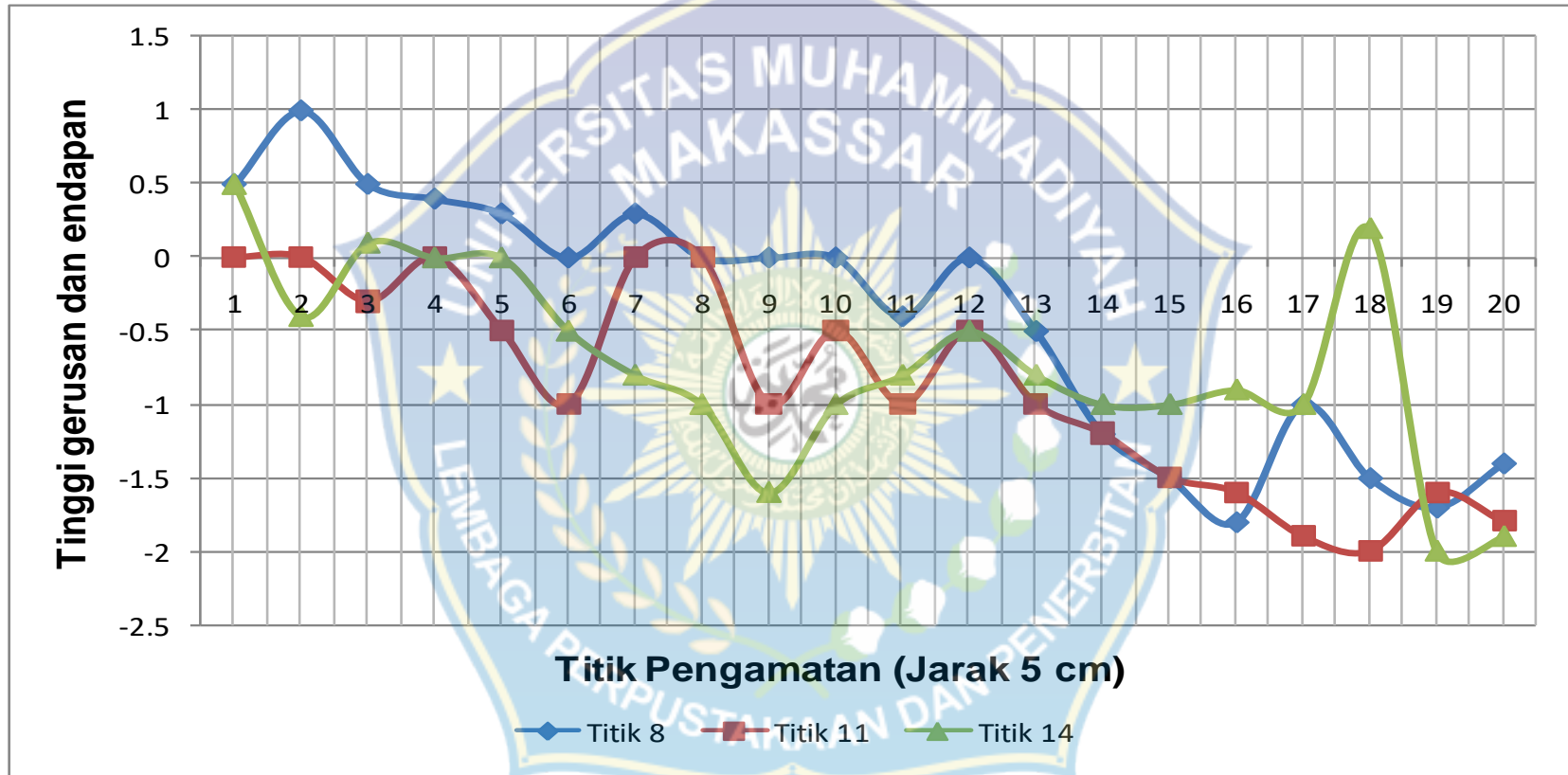
Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00236 m dengan debit 0.0034 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.



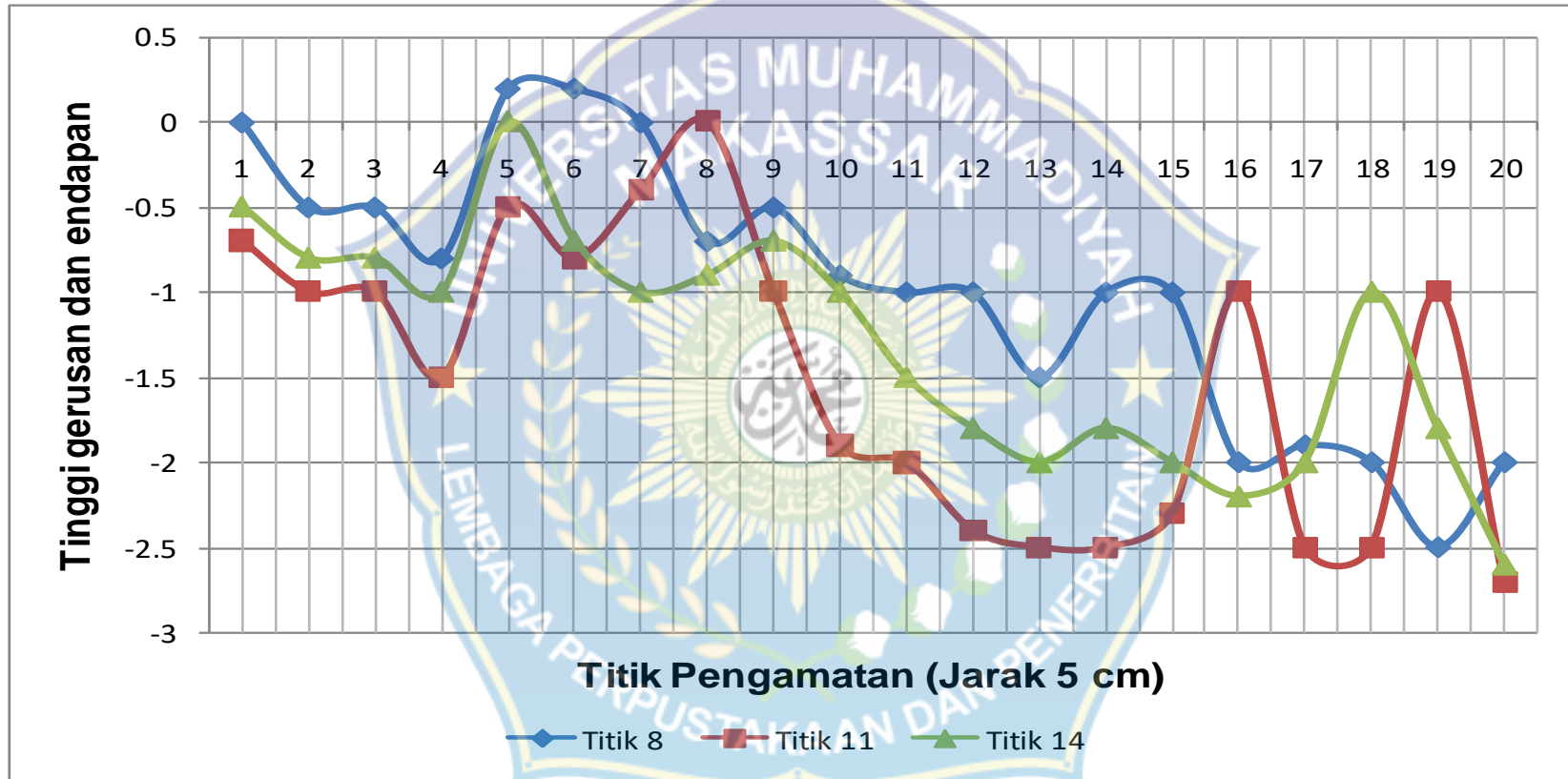
Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00236 m dengan debit 0.0045 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.



Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00118 m dengan debit 0.0026 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.

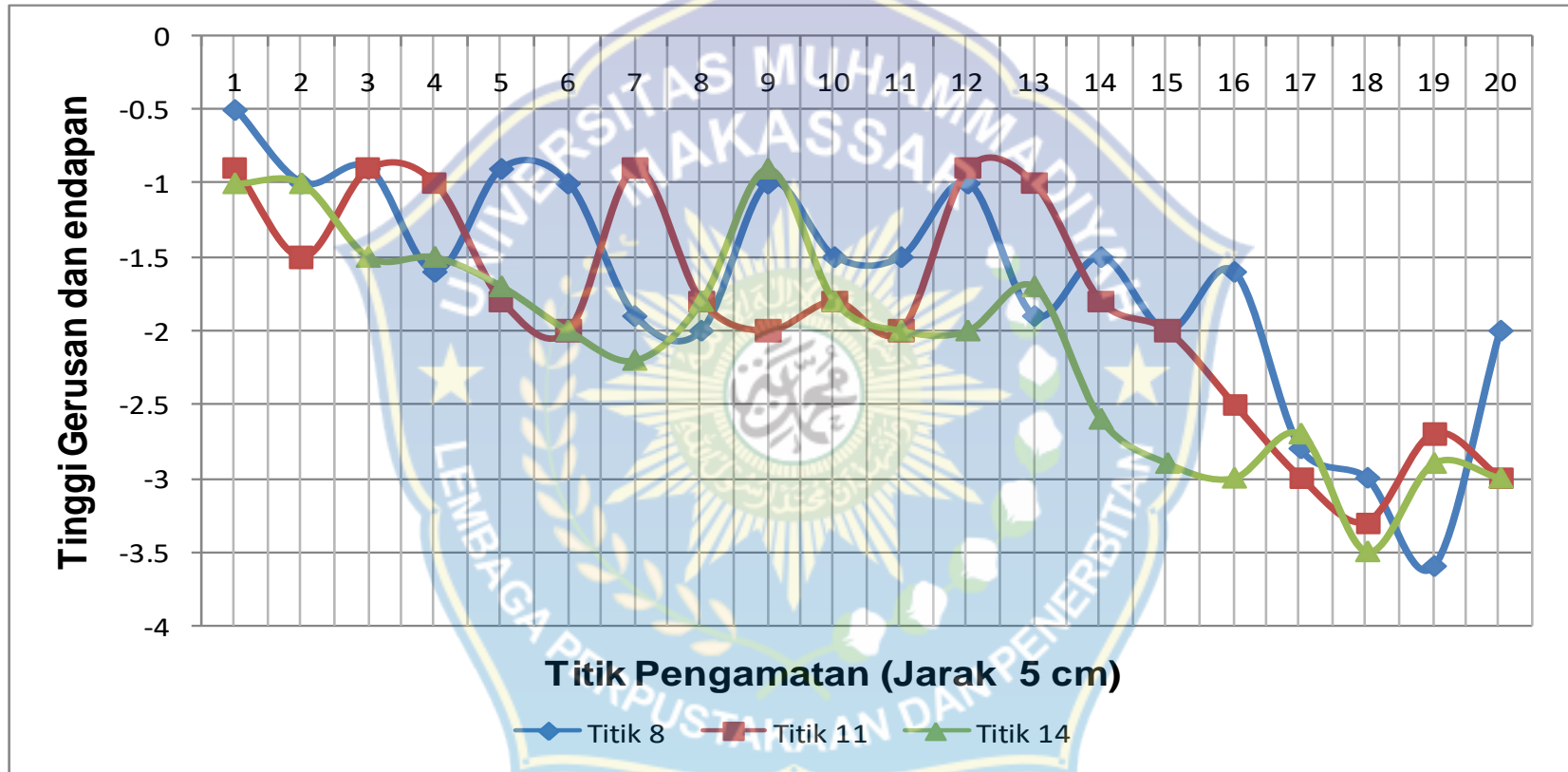


Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00118 m dengan debit 0.0034 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.

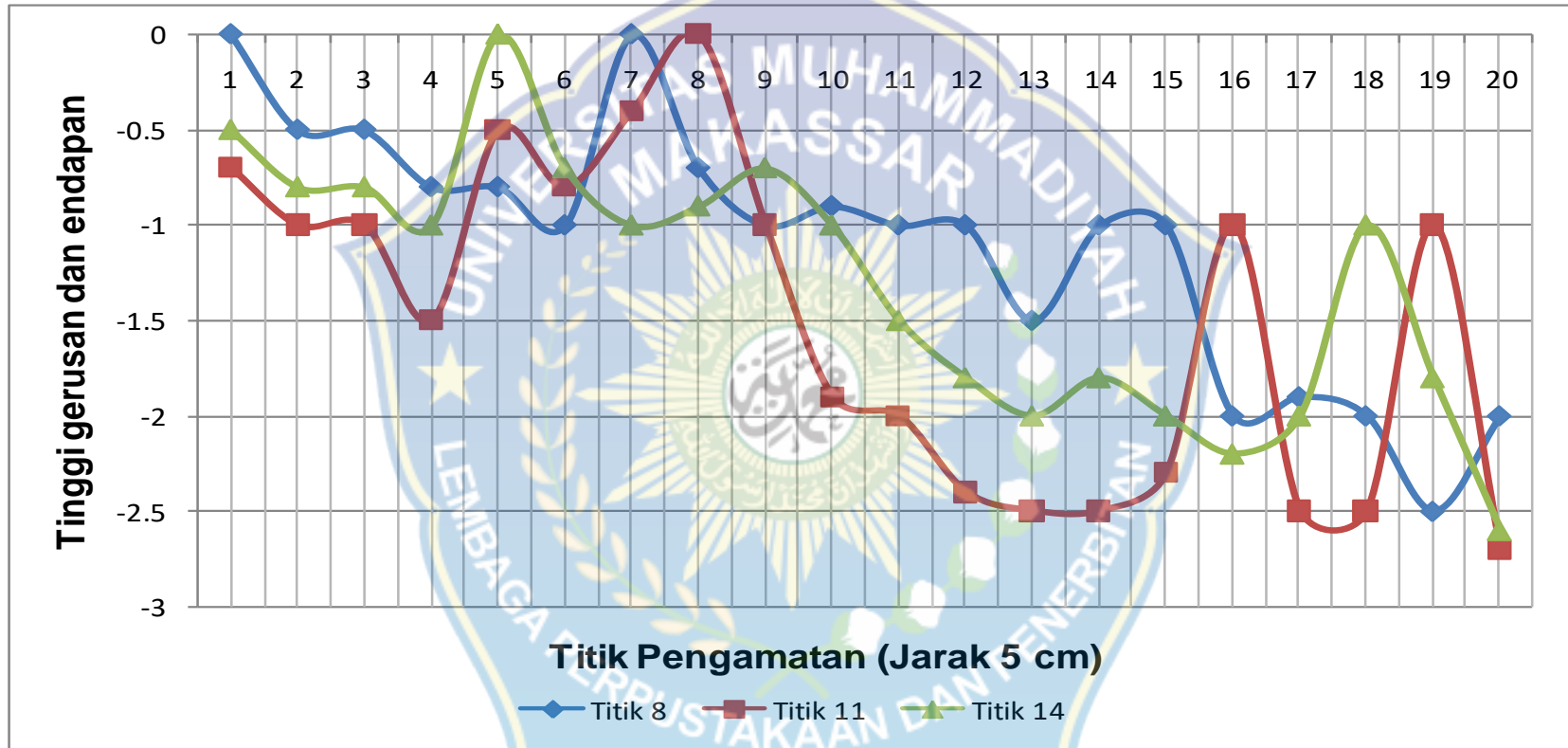




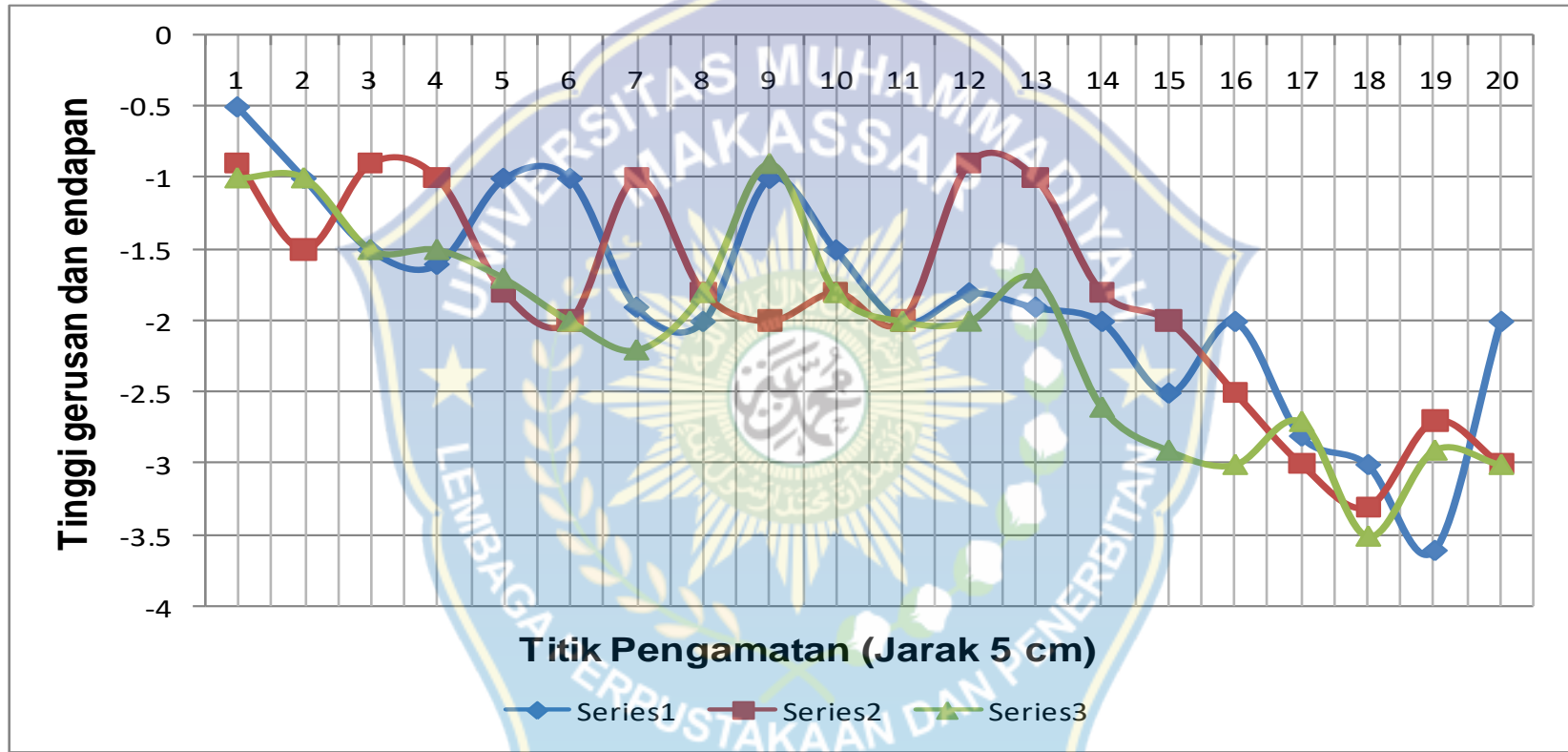
Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00118 m dengan debit 0.0045 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.



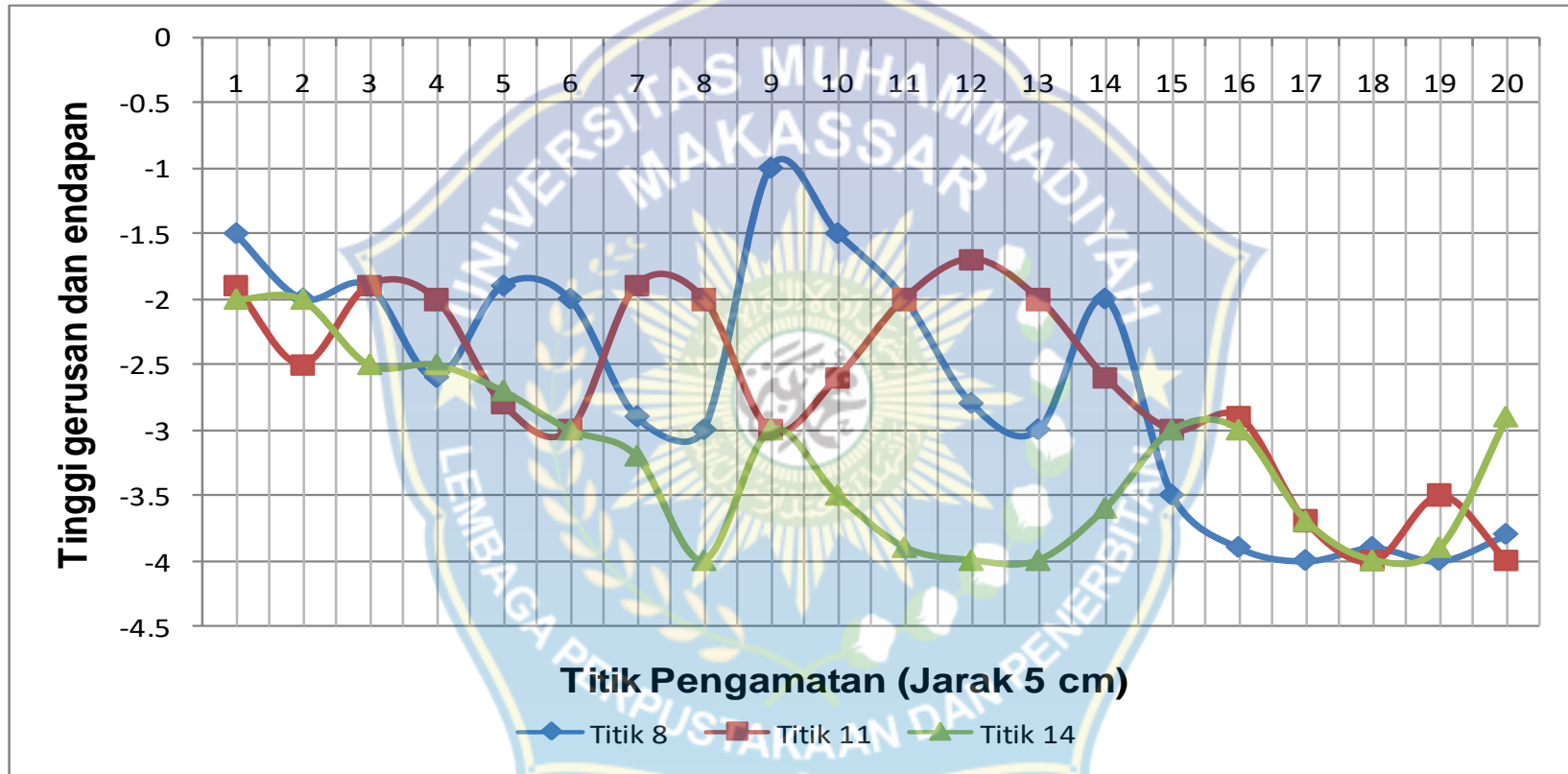
Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00085 m dengan debit 0.0026 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.



Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00085 m dengan debit 0.0034 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.



Grafik perubahan dasar saluran untuk butiran diameter 0.00085 m dengan debit 0.0045 m<sup>3</sup>/det pada waktu ke 1440 det.





LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS HASANUDDIN

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar, 90245 TELP. (0411) 580 373, FAX. (0411) 580 505

e-mail: civil@unhas.ac.id

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR  
LEWAT SARINGAN No. 200 ( 0,075 mm )  
ASTM C - 117 - 95

Nomor contoh : 01  
Dikirim oleh :  
Tgl. Terima : 12 Desember 2013  
Sumber contoh : Ex Bili - bili  
Macam Contoh : Pasir Alam  
Pekerjaan : PENELITIAN DISERTASI

I. A. Berat kering sebelum dicuci = 700,0 gram  
B. Berat kering setelah dicuci = 673,0 gram

Kadar Lumpur  $\frac{A - B}{B} \times 100\%$  = 4,01 %

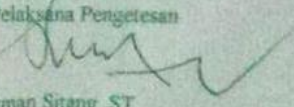
II. A. Berat kering sebelum dicuci = 500,0 gram  
B. Berat kering setelah dicuci = 483,5 gram

Kadar Lumpur  $\frac{A - B}{B} \times 100\%$  = 3,41 %

Kadar Lumpur rata - rata  $\frac{I + II}{2}$  = 3,71 %

Catatan

Makassar 18 Desember 2013  
Kepala Laboratorium,  
Lab. Pelaksana Pengetesan

  
Sudirman Sitang, ST  
NIP. 19600327198103 1 002



**LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar, 90245 Telp. (0411) 580 373, Fax. (0411) 580 505  
 e-mail: civil@unhas.ac.id

**PENENTUAN SPECIFIC GRAVITY PASIR**  
**ASTM C - 128**

Nomor contoh : 01  
 Dikirim oleh :  
 Tgl. Terima : 12 Desember 2013  
 Sumber contoh : Ex Bili - bili  
 Macam Contoh : Pasir Alam  
 Pekerjaan : **PENELITIAN DISERTASI**

No.Flask	Sampel	I	II	Rata-rata	
A. Berat flask kosong		156,0	178,0	167	gram
B. Berat Contoh SSD diudara		500,0	500,0	500	gram
C. Berat flask + air + contoh SSD	=	1077,5	1079,5	1078,5	gram
D. Berat flask + air (standar C)	=	776,0	777,0	776,5	gram
E. Berat contoh kering	=	485,5	483,5	484,5	gram
Apparent specific gravity	$\frac{E}{E + D - C}$	2,64	2,67	2,65	
Bulk specific gravity on dry basis	$\frac{E}{B - D}$	2,45	2,45	2,45	
Bulk specific gravity SSD basis	$\frac{B}{B + D - C}$	2,52	2,53	2,53	
% Water absorption	$\frac{B - E}{E} \cdot 100\%$	2,99	3,41	3,20	%

Catatan

Makassar 18 Desember 2013  
 Kepala Laboratorium,  
 ab. Pelaksana Pengujian

Sudirman Sitang, ST  
 NIP. 1960042719810010000

**LABORATORIUM STRUKTUR BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

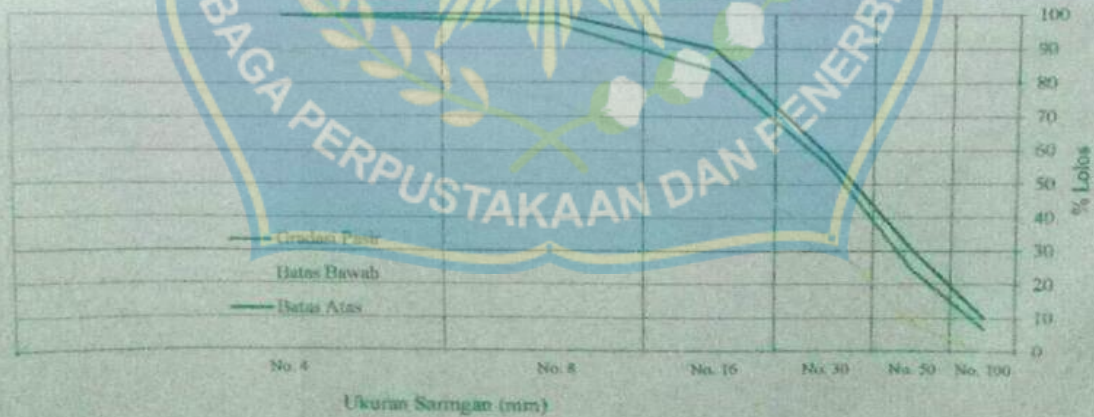
Jl. Pearlari Komendekar Km. 10 Makassar, 90245 TEL.P. (0411) 580 373, FAX. (0411) 590 505  
 e-mail: cvb@umbhas.ac.id

**TEST KONDISI AYAKAN PASIR**

Nomor contoh : 01  
 Dikirim oleh :  
 Tgl. Terima : 12 Desember 2013  
 Sumber contoh : Ex Bili - bili  
 Macam Contoh : Pasir Alam  
 Pekerjaan : PENELITIAN DISERTASI

Lubang ayakan		Pasir alam		Pasir alam		Gram	Jumlah Tertahan	% lolos
Inc	mm	gram	gram	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata	Σ %	
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,4	51,21	32,00	3,41	2,13	2,77	2,77	97,23
No. 16	1,20	184,16	222,50	12,28	14,83	13,56	16,33	83,67
No. 30	0,6	407,41	418,70	27,16	27,91	27,54	43,87	56,13
No. 50	0,3	504,87	455,30	33,66	30,35	32,01	75,87	24,13
No. 100	0,15	245,33	275,30	16,36	18,35	17,35	93,23	6,77
No. 200	0,075	83,2	75,10	5,55	5,01	5,28	98,50	1,50
Pan		23,82	21,10	1,50	1,41	1,50	100,00	0,00
<b>JUMLAH</b>		1500,00	1500,0	100,00	100,00	100,00	232,07	
Modulus kehalusan Pasir =							2,321	

**GRAFIK GRADASI PASIR BILI - BILI**



Makassar 18 Desember 2013  
 Kepala Laboratorium,  
 ub. Pelaksana Pengujian

Sudirman Sunug, ST  
 NIP. 19600327198103 1 002