

SKRIPSI

ANALISIS KENAIKAN MUKA AIR TIBA-TIBA AKIBAT PENGGUNAAN  
ABRUPT RISE TYPE BUFFLE BLOCK UNTUK MEREDUKSI GERUSAN  
DI HILIR USBR TIPE I



Oleh:

NAHDAH AFIAH NUR  
105 81 2523 15

NURUL HIKMA. N  
105 81 2530 15

22/07/2020

1 sup  
Smb. Alumnus

R/020/SIP/2019  
NUR  
a

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019



# 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

Posi atas nama Nahdah Afiah Nur dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2558 15 dan Nurul Nah N dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2530 15, dinyatakan diterima dan disahkan Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/22201/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 22 Februari 2020.

Makassar, 28 Jumadil Akhir 1441 H  
22 Februari 2020 M

Panitia Ujian :

Penanggungjawab Umum

Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

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

Penyaji :

Ketua : Dr. Ir. Hj. Sukamasari Antaria, M.Si

Sekretaris : Fausyah Latief, ST., MT

Anggota: 1. Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

2. Prof. Dr. Ir. H. Darwis Pargunseng, M.Sc

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

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Ir. H. Abd. Rahim Nanda, ST., MT., IPM.

  
Lutfi Hair Djunur, ST., MT.

Dekan

  
Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM  
NBM : 855 500



# 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 PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS KENAIKAN MUKA AIR TIBA-TIBA AKIBAT PENGGUNAAN ABRUPT RISE TYPE BUFFLE BLOCK UNTUK MEREDUKSI GERUSAN DI HILIR USBR TYPE 1**

Nama : NAHDAH AFIAH NUR

NURUL HIKMAH N

Stambuk : 105 81 2558 15

105 81 2530 15

Makassar, 22 Februari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPM.

Pembimbing II

Lutfi Hair Djunur, ST., MT.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Jurusan Teknik Sipil

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

NBM : 1183 084

# ANALISIS KENAIKAN MUKA AIR TIBA-TIBA AKIBAT PENGGUNAAN ABRUPT RISE TYPE BUFFLE BLOCK UNTUK MEREDUKSI GERUSAN DI HILIR USBR TIPE I

Nahdah Afiah Nur<sup>a</sup>, Nurul Hikma.N<sup>b</sup>

Program Strata I Teknik Pengairan<sup>a</sup>, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar  
Jurusan Pengairan<sup>b</sup>, Fakultas Teknik Muhammadiyah Makassar  
e-mails: [Nahdahafiahnur@gmail.com](mailto:Nahdahafiahnur@gmail.com)

## ABSTRAK

Maksud dari kajian ini adalah untuk mempelajari perilaku hidrolika antara pengaruh *Baffle Block* pada USBR I terhadap fenomena *Abrupt rise* dan mengetahui alternatif pemecahan permasalahan yang terjadi. Penelitian ini menggunakan fasilitas Laboratorium Hidrolika Saluran Terbuka Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan beberapa alat tambahan yang dibuat sendiri guna melengkapi proses penelitian. Pengujian pada *Baffle Block* dibagi menjadi 3 ukuran yang mana pada setiap ukuran akan dialiri 3 debit yang berbeda. Didapatkan dari hasil pengujian bahwa perubahan slope *baffle block* mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap kondisi aliran dan *abrupt rise* di kolam olak. Hasil uji seri 30 (melepas *baffle block*) menghasilkan redaman rendah dan pemasangan *baffle block* 1:3 menghasilkan redaman tinggi. Kesimpulan dari hasil penelitian yang memprioritaskan pada reduksi gerusan ini dapat ditindaklanjuti pada uji model tes. Sehingga dapat diketahui apakah rekomendasi desain hasil penelitian ini memenuhi kriteria aman terhadap tinggi jagaan atau gerusan dan juga apakah dapat dipakai sebagai acuan dalam mendesain *baffle block* setelah hilir USBR.

**Kata kunci:** *Abrupt rise, Baffle block, USBR I*

## ABSTRACT

The intention of this study was to study the behaviour of hydraulics between *Baffle Block's* influence on USBR I against the *Abrupt rise* phenomenon and to find out the problem solving alternatives. This research is using the open channel laboratory facilities of the Department of Engineering Irrigation Faculty of Muhammadiyah University of Makassar and some additional tools made by themselves. GNA complete the research process. Testing on *Baffle Block* is divided into 3 sizes where each size will be covered in 3 different debits. Obtained from the test results that changes in slope *baffle block* have different influence on the flow condition and *abrupt rise* in the pool of the repellent. The 3 Series test results (removing *baffle block*) resulted in a low damping and the installation of *Baffle block* 1:3 resulted in a high attenuation. The conclusion of the research results that provides the reduction of this movement can be followed up in Test model tests. So it can be known whether the design recommendation of the results of this research meet the criteria of safe high care or scours and also whether it can be used as a reference in designing *Baffle block* after downstream USBR.

**Key Words:** *Abrupt rise, Baffle block, USBR I*

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena rahmat dan hidayah-Nya yang tiada henti diberikan kepada hamba-Nya. Shalawat serta salam tak lupa penulis kirimkan kepada Rasulullah Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam. Beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Adapun judul tugas kami **"Analisis Kenaikan Muka Air Tiba-Tiba Akibat Penggunaan Abrupt Rise Type Baffle Block Untuk Mereduksi Gerusan di hilir USBR Tipe I"**.

Tugas ini merupakan salahsatu persyaratan kami dalam menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Prodi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, arahan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Maka dari itu penghargaan yang setinggi-tingginya dan terimakasih banyak kami haturkan dengan hormat kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Abd. Rahman Rahim, S.E., M.M. Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, M.T. Selaku Pembimbing I dan Bapak Lutfi Hair Djunur, S.T., M.T. Selaku Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen dan Staff Administrasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik, REAKSI 2015 yang selalu belajar dan berjuang bersama dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu serta memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kedua orangtua kami yang tercinta, penulis mengucapkan tenmakasih yang sebesar-sebesarannya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan dukungan baik secara moril maupun materi.

Akhir kata, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang Teknik Pengairan. Amin.

***"Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat"***

Makassar, 15 April 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Batasan Masalah .....	4
F. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Pengertian Bendungan .....	6
B. Bangunan Pelimpah ( <i>Spillway</i> ) .....	6
C. Klasifikasi Aliran .....	8
1. Jenis Aliran .....	8
2. Sifat Aliran .....	8
D. Debit Pengaliran .....	10
E. Gerusan dan Endapan.....	11
F. Mekanisme Gerusan dan Endapan.....	15

G. Transport Sedimen .....	17
1. Angkutan Dasar .....	17
2. Angkutan Sedimen Melayang.....	18
H. Peredam Energi .....	18
I. Abrupt Rise (Kenaikan Muka Air Tiba-tiba).....	20
J. Baffle Block ( Blok Halang).....	21
K. Model Terdistorsi.....	22
L. Analisis SPSS.....	22
M. Lapisan Batas (Boundary Layer) .....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	27
B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data .....	27
C. Bahan dan Alat .....	28
D. Variabel yang Diteliti.....	29
E. Perancangan Model .....	31
F. Langkah – Langkah Penelitian .....	33
G. Penentuan Konfigurasi Dasar Sungai .....	34
H. Pencatatan Data .....	35
I. Kalibrasi Alat Ukur Debit Thompson .....	35
J. Kalibrasi Kedalaman Air .....	36
K. Kecepatan Aliran Air .....	36
L. Waktu Running .....	36
M. Simulasi Penelitian .....	37



N. Analisis Data .....	37
1. Program SPSS .....	38
2. Program Surfer .....	39
O. Diagram Alir Penelitian .....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
A. Data Hasil Penelitian .....	42
B. Analisa Hasil Penelitian .....	53
C. Pembahasan Hasil Penelitian .....	79
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>105</b>
A. Kesimpulan .....	105
B. Saran .....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>107</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>110</b>
A. Lampiran 1 Contoh Hasil Data Pengukuran Elevasi Dasar Saluran .....	110
B. Lampiran 2 Grafik Shield .....	111
C. Lampiran 3 Perubahan Penampang .....	113
D. Kontur 4 Gerusan dan Perspektif Gerusan .....	137
E. Lampiran 5 Penampang Jarak Melintang .....	149

## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Shield.....	15
Gambar 2.2 Kolam Olak USBR tipe I.....	20
Gambar 2.3 Pengaruh Abrupt Rise Pada Perubahan Kemiringan Saluran.....	21
Gambar 2.4 Pengaruh Abrupt Rise Pada Perubahan Lebar Saluran.....	21
Gambar 2.5 <i>Boundary Layer</i> .....	25
Gambar 3.1 Kolam Olakan USBR Tipe I Dengan Skala Erdistorsi.....	32
Gambar 3.2 Tampak Atas Model Fisik Didalam Flume.....	32
Gambar 3.3 Perspektif Model Fisik Didalam Flume.....	33
Gambar 3.4 Parameter Aliran Pada Model Fisik Penelitian.....	33
Gambar 3.5 Contoh Penggunaan Program SPSS.....	38
Gambar 3.6 Contoh hasil pengolahan data menggunakan Surfer.....	40
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara kecepatan dan debit aliran.....	53
Gambar 4.2 Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan <i>Baffle Block</i> .....	58
Gambar 4.3 Grafik Perubahan Penampang Saluran Menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 1.....	60
Gambar 4.4 Grafik Perubahan Penampang Saluran Menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 3.....	61

Gambar 4.5 Grafik Perubahan Penampang Saluran Menggunakan <i>Baffle Block</i> 1:5 .....	63
Gambar 4.6 Kontur hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	64
Gambar 4.7 Prespektif hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	65
Gambar 4.8 Kontur hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	66
Gambar 4.9 Perspektif hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	67
Gambar 4.10 Kontur hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	68
Gambar 4.11 Perspektif hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	69
Gambar 4.12 Kontur hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	70
Gambar 4.13 Gambar hasil gerusan $t = 5$ menit dengan $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ .....	71
Gambar 4.14 sketsa bentuk titik pengamatan di hilir USBR tipe I .....	72
Gambar 4.15 Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas penampang melintang tanpa <i>Baffle Block</i> .....	74
Gambar 4.16 Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas penampang melintang pada <i>Baffle Block</i> 1 : 1 .....	75

Gambar 4.17	Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas penampang melintang pada <i>Baffle Block</i> 1 : 3 .....	75
Gambar 4.18	Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas penampang melintang tanpa <i>Baffle Block</i> 1 : 5 .....	76
Gambar 4.19	Grafik Persentase volume gerusan pada variasi struktur USBR tipe I .....	79
Gambar 4.20	Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa <i>Baffle Block</i> .....	80
Gambar 4.21	Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 1 .....	81
Gambar 4.22	Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 3 .....	82
Gambar 4.23	Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 5 .....	83
Gambar 4.24	Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa <i>Baffle Block</i> .....	85

Gambar 4.25	Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan Buffle Block 1 : 1.....	86
Gambar 4.26	Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan Buffle Block 1 : 3.....	87
Gambar 4.27	Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan Buffle Block 1 : 5.....	88
Gambar 4.28	Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa <i>Buffle Block</i> .....	90
Gambar 4.29	Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Buffle Block</i> 1 : 1.....	91
Gambar 4.30	Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Buffle Block</i> 1 : 3.....	92
Gambar 4.31	Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Buffle Block</i> 1 : 5.....	93

Gambar 4.32	Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa <i>Baffle Block</i>	94
Gambar 4.33	Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 1	95
Gambar 4.34	Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 3	96
Gambar 4.35	Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 5	97
Gambar 4.36	Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa <i>Baffle Block</i>	100
Gambar 4.37	Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 1	101
Gambar 4.38	Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan <i>Baffle Block</i> 1 : 3	102

Gambar 4.39 Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block* 1 : 5 ..... 103



## DAFTAR TABEL

No. Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Proses Penggerusan dan Pengendapa ..... 12
Tabel 4.1.	Hasil Pengukuran Kedalaman Aliran Tanpa <i>Buffle Block</i> ..... 43
Tabel 4.2.	Hasil Pengukuran Kedalaman Aliran dengan <i>Buffle Block</i> 1:1 ..... 44
Tabel 4.3.	Hasil Pengukuran Kedalaman Aliran dengan <i>Buffle Block</i> 1:3 ..... 45
Tabel 4.4.	Hasil Pengukuran Kedalaman Aliran dengan <i>Buffle Block</i> 1:5 ..... 46
Tabel 4.5.	Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Tanpa <i>Buffle Block</i> ..... 48
Tabel 4.6.	Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran dengan <i>Buffle Block</i> 1 : 1 ..... 49
Tabel 4.7.	Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran dengan <i>Buffle Block</i> 1 : 3 ..... 50
Tabel 4.8.	Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran dengan <i>Buffle Block</i> 1 : 5 ..... 51
Tabel 4.9.	Hasil Perhitungan Debit Aliran ..... 52
Tabel 4.10.	Hasil Perhitungan Tegangan Geser..... 54



Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froud dengan Tanpa <i>Baffle Block</i> .....	55
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froud dengan <i>Baffle Block</i> 1 : 1 .....	55
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froud dengan <i>Baffle Block</i> 1 : 3 .....	56
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froud dengan <i>Baffle Block</i> 1 : 5 .....	56
Tabel 4.15 Perubahan Penampang untuk $t = 15$ menit dan $Q = 1881.19$ $\text{cm}^3/\text{dtk}$ .....	58
Tabel 4.16 Perubahan Penampang untuk $t = 15$ menit dan $Q = 1881.19$ $\text{cm}^3/\text{dtk}$ .....	59
Tabel 4.17 Perubahan Penampang untuk $t = 15$ menit dan $Q = 1881.19$ $\text{cm}^3/\text{dtk}$ .....	60
Tabel 4.18 Perubahan Penampang untuk $t = 15$ menit dan $Q = 1881.19$ $\text{cm}^3/\text{dtk}$ .....	61
Tabel 4.19 Persentase volume gerusan dengan variasi struktur USBR tipe I .....	78

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Bangunan pelimpah (*spillway*) merupakan struktur hidraulik yang keberadaannya sangat penting karena dibangun untuk melepaskan kelebihan (Surplus) air atau debit banjir yang tidak dapat ditampung di dalam bendungan. kapasitas *spillway* yang tidak cukup dalam mengalihkan debit banjir bisa menyebabkan runtuhnya bendungan. Selain itu, apabila suatu aliran dengan kecepatan yang cukup tinggi kemudian mengalir dari mercu *spillway* menuju kembali ke sungai dapat menyebabkan terjadinya suatu gerusan dan endapan dimana cukup membahayakan sehingga dapat menyebabkan runtuhnya bendungan. guna mereduksi energi yang terdapat di dalam aliran tersebut, maka di ujung hilir *spillway* dibuat peredam energy untuk mencegah gerusan.

Aliran air yang melimpas diatas ambang bangunan akan mengakibatkan suatu gerusan pada bagian hilir, karena terdapat energi yang cukup besar pada aliran yaitu terjadi suatu loncatan hidraulik dimana mengalami kejadian kejut-normal atau mengalami suatu loncatan hidraulik yaitu suatu aliran perubahan dimana perubahan karakteristik aliran superkritis menjadi sub kritis. Terjadinya loncatan hidrolis akan mempengaruhi kestabilan bendungan yang diakibatkan oleh adanya gerusan.

Dengan adanya peristiwa loncatan air di hilir yang dapat mengurangi energi aliran. Diperlukan suatu pemecah masalah dalam mereduksi energi pada hilir *spillway*, salah satu kolam olakan yang diperkenalkan oleh *United States Bureau Of Reclamation (USBR)* dan telah teruji konstruksinya yaitu USBR-I dengan angka *Froude* < 2,5. Walaupun menggunakan USBR-I dalam mereduksi energi akan tetapi kenyataannya masih terjadi gerusan disebelah hilir *spillway*, maka untuk mendukung kinerja dari USBR-I dilakukan penambahan *baffle block* (blok halang) yang bersifat mereduksi momentum aliran dan akan menurunkan kecepatan setelah terjadi loncatan air sehingga mengurangi terjadinya gerusan pada hilir *spillway*. Serta perilaku hidrolika antara pengaruh *abrupt rise* (kenaikan muka air tiba-tiba) terhadap gerusan dan endapan.

Berdasarkan permasalahan di atas, kami mengangkat judul tentang **"Analisis Kenaikan Muka Air Tiba-Tiba Akibat Penggunaan Abrupt Rise Type Baffle Block untuk Mereduksi Gerusan di Hilir USBR Tipe I"** untuk dapat memahami dan mengetahui pengaruh penggunaan *abrupt rise* (kenaikan muka air tiba-tiba) pada USBR-I terhadap gerusan. Fenomena ini menjadi acuan dalam mendesain peredam energi yang mampu mencegah gerusan dengan penambahan *baffle block* (blok halang) dan *abrupt rise* (kenaikan muka air tiba-tiba) serta menjadi literatur dan parameter pembanding dalam melakukan penelitian selanjutnya.

## B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh perubahan penampang saluran dihilir *spillway* dengan variasi *buffle block* pada USBR-I
2. Bagaimana pengaruh pola kontur gerusan dengan variasi *buffle block* pada USBR-I dihilir *spillway*
3. Bagaimana pengaruh volume gerusan dengan variasi *buffle block* pada USBR-I dihilir *spillway*
4. Bagaimana pengaruh perubahan Parameter aliran dengan variasi *buffle block* pada USBR-I terhadap gerusan pada hilir *spillway*

## C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis perubahan penampang dihilir *spillway* akibat kenaikan air tiba-tiba (*abrupt rise*)
2. Menganalisis perubahan pola kontur gerusan dihilir *spillway* melalui penggunaan variasi *buffle block* pada USBR-I
3. Menganalisis volume gerusan di hilir *spillway* dengan variasi *buffle block* pada usbr-I
4. Menganalisis kondisi perubahan parameter aliran akibat perubahan parameter aliran dengan variasi *buffle block* pada USBR-I

#### D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dengan mengetahui kombinasi design peredam energi pada USBR-I yang efektif dalam mereduksi aliran superkritik dari saluran pelimpah dan tidak menimbulkan gerusan dan endapan yang membahayakan di hilir *spillway*, maka dapat diperoleh informasi yang akurat guna memperbaiki hidrolika apabila suatu saat terdapat perencanaan peredam energi dengan konfigurasi bangunan dan kondisi yang hampir sama.

#### E. Batasan Masalah

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

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model yang digunakan adalah pada model *flume* laboratorium sungai.
2. Data analisa menggunakan data primer dan hasil pengukuran *flume* laboratorium sungai.
3. Membahas pola gerusan dan endapan di hilir *spillway*.
4. Penelitian dasar, memfokuskan pada kedalaman gerusan dan endapan di hilir *spillway* dengan slopt *Abrupt Rise* (kenaikan muka air tiba-tiba) 1:1, 1:3 dan 1:5.
5. Tinggi bukaan pintu  $h_1 = 3,5 \text{ cm}; 4,5 \text{ cm}; \text{ dan } 5,0 \text{ cm}$ .
6. Durasi pengaliran  $t = 5, 10, 15$  menit.
7. Hanya mengkaji pola gerusan dan endapan pada dasar sungai.

## 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,** Dalam bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
- Bab II,** Menguraikan tentang teori umum dan teori khusus yang digunakan dalam melakukan penelitian.
- Bab III,** Menguraikan tentang lokasi dan waktu studi, jenis penelitian dan sumber data, tahapan penelitian, analisis data, serta bagan alur penelitian.
- Bab IV,** Merupakan bab yang menguraikan tentang tahap penelitian yang dilaksanakan yaitu, hasil penelitian, analisis hasil dan pembahasan.
- Bab V,** Merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, serta saran-saran dan penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian ini berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi rekayasa khususnya bangunan air dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Pengertian Bendungan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Pasal 1 Tahun 2010 tentang Bendungan (*dam*), bahwa bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (*tailing*), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk.

Sebuah bendungan berfungsi menahan air dan menyimpan di musim hujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar dan yang melebihi kebutuhan baik untuk keperluan, irigasi, air minum, industri atau yang lainnya. Dengan memiliki daya tampung tersebut sejumlah besar air sungai yang melebihi kebutuhan dapat disimpan dalam penampungan air seperti bendungan, waduk dan sebagainya. Kemudian dilepas mengalir ke dalam sungai lagi di hilirnya sesuai dengan kebutuhan pada saat diperlukan.

#### B. Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

Bangunan pelimpah (*spillway*) adalah suatu struktur yang digunakan untuk mengontrol arus serta sebuah metode yang digunakan untuk mengendalikan pelepasan air dari bendungan yang menuju ke daerah hilir. *Spillway* berfungsi untuk melimpahkan debit air yang dianggap berlebihan

dan untuk menanggulangi bahaya *overtopping* terhadap beberapa jenis kelengkapan bangunan air, sehingga ketinggian air tidak melebihi batas yang ditetapkan lalu bisa merusak sebuah bendungan. Dengan adanya *spillway*, elevasi muka air di hulu didesain tidak akan melampaui batas maksimum berkaitan dengan debit banjir rencana. Pada bendungan urugan, bangunan *spillway* harus terbuat dari beton dengan penempatan pada lokasi yang mempunyai daya dukung kuat, kemiringan yang lebih curam, jarak dengan alur sungai lebih pendek serta aliran yang searah dengan aliran *downstream* sungai sehingga saluran peluncur dan pelepasannya ke sungai tidak terlalu panjang serta mempunyai hidrolis yang baik. Sangat tidak diperkenankan untuk menempatkan *spillway* pada daerah timbunan bendungan. Dengan kata lain, penempatan *spillway* harus di luar as bendungan (Sosrodarsono, 1989).

Untuk bendungan beton cenderung membutuhkan *spillway* yang lebih sederhana. Biasanya menyatu dengan bendungan, berupa *spillway* *ski-jump*. Karena penggunaan *chute spillway* atau pelimpah peluncur pada bendungan beton membutuhkan biaya yang sangat tinggi. Disebabkan berbagai macam kondisi, baik yang berkaitan dengan struktur *spillway* itu sendiri maupun tinggi muka air di hilir, umumnya diperlukan model tes hidrolis untuk mendapatkan desain terbaik *spillway* (Susilo, 2015).



## C. Klasifikasi Aliran

### 1. Jenis Aliran

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

Aliran dalam saluran terbuka dapat digolongkan dalam berbagai jenis. Klasifikasi ini menyangkut perubahan kedalaman aliran menurut ruang dan waktu. Kriteria aliran dapat dibagi dalam:

#### a. Aliran Permanen (*Steady Flow*)

Apabila karakteristik fisik aliran, terutama kedalaman aliran atau kecepatan aliran tidak berubah atau dapat dianggap konstan selama interval waktu yang kita tinjau.

#### b. Aliran Non Permanen (*Unsteady Flow*)

Apabila karakteristik fisik aliran, terutama kedalaman aliran atau kecepatan aliran berubah atau dapat dianggap tidak konstan selama interval waktu yang kita tinjau.

## 2. Sifat Aliran

Menurut ilmu mekanika fluida aliran diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dan gaya-gaya kekentalan (*viscous forces*) menjadi tiga, yaitu aliran laminar, aliran transisi dan aliran turbulen (French, 1980). Variabel yang dipakai adalah bilangan Reynolds yang didefinisikan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\mu R}{\nu} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

$\mu$  = Kecepatan rata-rata (m/dtk)

R = Jari-jari hidraulik (m)

$\nu$  = Kekentalan kinematic ( $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/dtk)

Klasifikasi aliran berdasarkan bilangan Reynolds dapat dibedakan menjadi tiga kategori seperti berikut:

$Re < 500$  = aliran laminar

$500 < Re < 12.500$  = aliran transisi

$Re > 12.500$  = aliran turbulen

Apabila yang dipertimbangkan adalah besarnya perbandingan antara gaya-gaya kecepatan dan gaya gravitasi maka aliran dibagi menjadi: aliran subkritis, kritis dan superkritis.

Parameter tidak berdimensi yang membedakan tipe aliran tersebut adalah angka *Froude* ( $Fr$ ) yaitu angka perbandingan antara gaya kecepatan dengan gaya gravitasi:

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{gD}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$Fr$  = Bilangan *Froude*

$U$  = Kecepatan rata-rata penampang (m/det)

$D$  = Kedalaman maksimum aliran (m)

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

Jika:

$Fr < 1$  aliran subkritis

$Fr = 1$  aliran kritis

$Fr > 1$  aliran superkritis

Umumnya aliran pada saluran terbuka mempunyai  $Re > 12.500$  sehingga alirannya dalam kategori aliran turbulen (French, 1980, Rajaratnam, 1987)

#### D. Debit Pengaliran

Debit pengaliran pada saluran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Bambang Triadmojo, 2003):

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas penampang aliran (m<sup>2</sup>)

#### E. Gerusan dan Endapan

Menurut (Setyono, 2007) Gerusan adalah perubahan dari suatu aliran yang disertai pemindahan material melalui aksi gerakan fluida atau dapat dikatakan juga bahwa gerusan adalah erosi pada dasar saluran alluvial.

Bila dari satu penampang ke penampang berikutnya (penampang 1 → penampang 2) pada waktu tertentu kapasitas transport T meningkat, akan terjadi gerusan pada dasar untuk memenuhi kekurangannya.

Jadi apabila:

$$\frac{dT}{dx} > 0 \rightarrow \text{gerusan} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana x adalah jarak antara titik 1 dan titik 2

Adapun faktor-faktor penentu angkutan sedimen (Cahyono, 2007), yaitu:

1. Sifat-sifat aliran (*flow characteristic*)
2. Sifat-sifat sedimen (*sedimen characteristic*)
3. Pengaruh timbal balik (*interaction*)

Untuk sedimen dasar pada aliran, tegangan geser dinyatakan dengan persamaan *Shield*, yaitu tegangan geser non dimensional yang merupakan fungsi dari angka *Reynold* dan diameter butiran.

$$\theta = \frac{\tau_c}{\rho_w g \Delta d} = \frac{U_{*c}^2}{g \Delta d} \quad (5)$$

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \quad (6)$$

$$U_{*c} = \sqrt{\theta g \Delta d} \quad (7)$$

$$\tau_c = \theta \rho_w g \Delta d \quad (8)$$

$$\tau_0 = \rho_w g Y_0 S \quad (9)$$

$$U_* = \left( \frac{\tau_0}{\rho_w} \right)^{1/2} \quad (10)$$

Dimana:

$U_{*c}$  = Kecepatan geser kritis (m/det)

$U_*$  = Kecepatan geser (m/det)

$\rho_s$  = Rapat massa sedimen ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_w$  = Rapat massa air ( $\text{kg/m}^3$ )

$d$  = Diameter butiran (m)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m/det}^2$ )

$y_0$  = Ketinggian aliran (m)

$S$  = Kemiringan dasar saluran

$\theta$  = Parameter mobilisasi kritis

$\tau_0$  = Tegangan geser dasar ( $\text{N/m}^2$ )

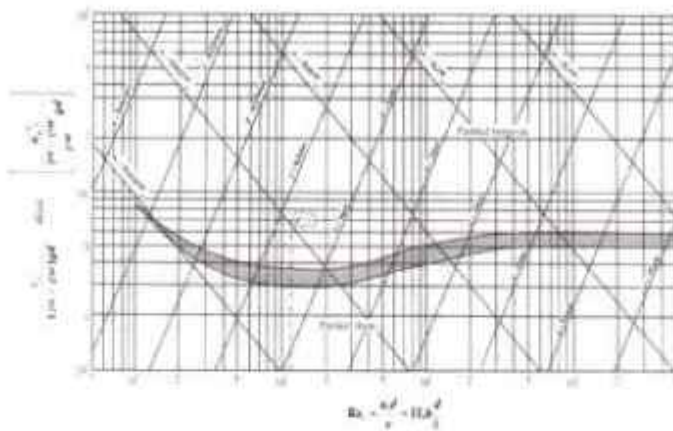
$\tau_c$  = Tegangan geser kritis ( $\text{N/m}^2$ )

Keterangan

$\tau_0 > \tau_c \rightarrow$  terjadi gerusan

$\tau_0 < \tau_c \rightarrow$  terjadi pengendapan

Dalam menganalisa tegangan geser dan variabel-variabel di atas digunakan diagram *Shield*, yang menggambarkan hubungan antara parameter mobilitas kritis dengan bilangan *Reynold*, seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2.1 Diagram *Shield* (Hubungan antara parameter mobilitas kritis dan bilangan *Reynold*).

#### F. Mekanisme Gerusan dan Endapan

Aliran yang terjadi pada sungai sering kali disertai dengan angkutan sedimen dan proses gerusan dan endapan. Proses gerusan dan endapan akan terbentuk secara alamiah karena pengaruh morfologi sungai atau karena adanya struktur yang menghalangi aliran sungai. Angkutan sedimen terjadi karena aliran air sungai mempunyai energi yang cukup besar untuk membawa sejumlah material.

Proses gerusan dan endapan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran bagian hulu ke bagian hilir saluran. Pada kecepatan yang lebih tinggi maka partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar, baik ukuran maupun kedalamannya bahkan kedalaman kritis. Lebih jauh lagi ditegaskan bahwa kecepatan yang berhubungan dengan transport

sedimen baik pada kondisi *equilibrium scour depth* (Chabert dan Engel Dinger, 1956 dalam Breuser dan Raudkiv, 1991).

Dalam Chatterje dkk (1994) dikatakan tentang mekanisme gerusan, debit yang mengalir membentuk suatu semburan (*jet*) di atas dasar *erodibel*. Kecepatan *jet* yang tinggi menimbulkan tegangan gesek yang besar melebihi tegangan gesek kritis butiran yang merupakan batas awal gerak butiran dan hal ini menyebabkan terbentuknya gerusan lokal di hilir. Lubang gerusan yang terbentuk menyebabkan peningkatan kedalaman aliran lokal (pada lubang gerusan tersebut) dan berakibat tegangan gesek di atas dasar menjadi kurang dan lebih kecil dibandingkan tegangan gesek kritis material dasar sehingga terjadi penurunan material yang terangkut dan akhirnya mencapai tahap keseimbangan dimana gerusan tidak bertambah lagi. Perkembangan gerusan sangat tergantung waktu, awalnya gerusan berkembang dengan cepat kemudian berkurang sampai mencapai tahap keseimbangan.

Vischer dkk (1995) mengatakan bahwa pada teknik hidraulik, *stilling basin* dan *baffle apron* merupakan contoh pemecah energi. Jika partikel air jatuh ke suatu basin maka akan terjadi peredaman energi yaitu disipasi energi hidraulik. *Stilling Basin* jarang dirancang sesuai panjang loncat air yang terjadi karena tidak ekonomis. Oleh karenanya perlengkapan tambahan seperti *baffle apron* biasanya dipasang untuk mengontrol



loncatan. Tujuan utama pengaturan ini adalah untuk meminimalisir awal loncatan air.

Loncatan air yang terbentuk disebelah hilir suatu bangunan air pada dasarnya dikendalikan atau diarahkan dengan suatu bangunan tertentu. Pengendali loncatan air tersebut dapat berbentuk macam – macam, salah satunya adalah balok penghalang (*buffle block*), suatu penurunan dan kenaikan mendadak pada lantai saluran atau membuat pelebaran pada ujung apron. Pembuatan ambang di akhir kolam olak dimaksudkan untuk mengendalikan agar loncat air terjadi di dalam kolam olak. (Forster dan Skrinde dalam Chow, V.T, (1959).

#### G. Transport Sedimen

Secara umum sedimen transport dapat diartikan sebagai proses perpindahan secara horizontal dari suatu tempat lainnya baik dalam bentuk campuran sedimen dengan fluida pengangkutnya (*river and coastal transport*) maupun aliran massa oleh fluida yang mengangkutnya (*massa flows*). Laju sedimen transport adalah ukuran volume sedimen yang melintasi suatu penampang dalam satuan waktu.

##### 1. Angkutan Dasar (*Bed Load Transport*)

Menurut Pallu (2007), angkutan dasar terjadi apabila gerakan partikel sedimen terguling, tergelincir atau kadang-kadang meloncat sepanjang dasar, hal ini disebut angkutan dasar (*bed load transport*). Pada umumnya, besar angkutan dasar pada sungai adalah berkisar 5 – 25%

dari angkutan melayang. Material kasar tinggi persentasenya menjadi angkutan dasar.

## 2. Angkutan Sedimen Melayang (*Suspended Load Transport*)

*Suspended Load* merupakan sedimen yang didukung oleh komponen yang cenderung ke atas dari suatu aliran turbulen dan tetap dalam keadaan melayang selama waktu tertentu. *Suspended Load* dapat

### H. Peredam Energi

Kustamar (2006) Sebelum aliran air sungai yang masuk ke dalam pelimpah dikembalikan ke dalam sungai, maka aliran dalam kecepatan tinggi dalam kondisi super-kritis tersebut harus diperlambat dan diubah pada kondisi sub-kritis guna mereduksi (meredam) kandungan energi yang tinggi (yang memiliki daya gerus yang tinggi) sehingga mencapai keadaan yang normal kembali dan aliran tersebut masuk ke dalam sungai kembali tanpa membahayakan kestabilan alur sungai tersebut.

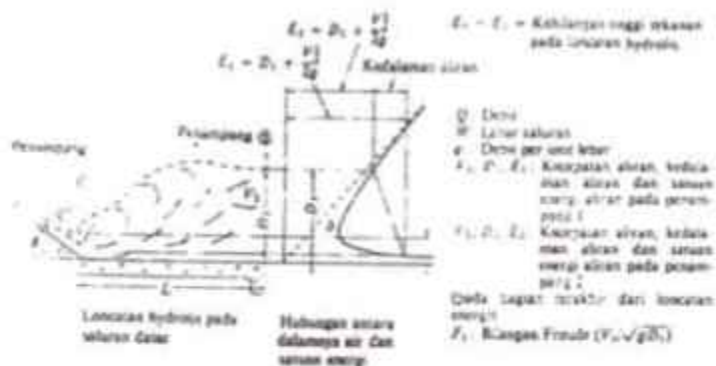
Untuk tujuan inilah maka di ujung hilir saluran peluncur biasanya dibuat suatu bangunan yang disebut peredam energi pencegah gerusan (*scour protection stiling basin*)

Peredam energi adalah kelengkapan dari bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau meredam energi akibat kecepatan aliran yang tinggi. Sebagian besar kerusakan bangunan air di Indonesia disebabkan oleh penggerusan lokal (*Local Scouring*) yang terjadi di hilir, faktor utama

terjadinya penggerusan yang dalam pada bagian hilir adalah peredam energi yang belum berfungsi secara efektif.

Bangunan peredam energi yang dipakai biasanya adalah kolam olakan (*Stilling Basin*). Dimensi kolam olak sangat ditentukan oleh kondisi loncatan air. Beberapa penelitian telah mengkaji loncatan air pada aliran horizontal dan saluran yang mempunyai kemiringan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh USBR (*United State Beureau Of Reclamation*). Penelitian yang telah dilakukan oleh USBR menghasilkan beberapa tipe kolam olak peredam energi yang mempunyai spesifikasi masing-masing. Salah satu tipe peredam energi yang ada yaitu peredam energi USBR Tipe I.

Peredam energy USBR Tipe I adalah suatu kolam olakan dengan dasar yang datar dan terjadinya peredaman energi terkandung dalam aliran dengan benturan secara langsung ke atas permukaan dasar kolam. Benturan langsung tersebut menghasilkan peredaman energi yang cukup tinggi, sehingga perlengkapan lain guna penyempurnaan peredaman tidak diperlukan lagi. Tipe ini digunakan untuk debit yang kecil dengan kapasitas peredaman energi yang kecil pula dan kolam olakannya berdimensi kecil. Tipe ini biasanya dibangun untuk suatu kondisi yang tidak memungkinkan pembuatan perlengkapan-perengkapan lainnya pada kolam olakan tersebut. (Kustamar 2006)



Gambar 2.2. Kolam Olak USBR Tipe I

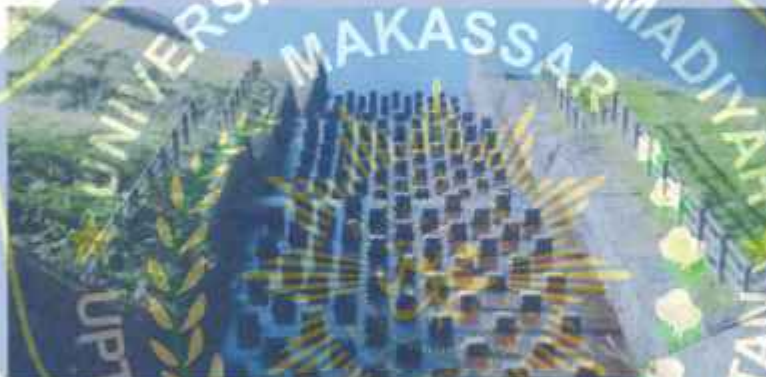
### I. Abrupt Rise

Loncatan hidrolis terjadi apabila suatu aliran berubah dari kondisi superkritis (kecepatan tinggi) ke kondisi subkritis (kecepatan rendah) secara mendadak (*Abrupt Rise*). Terdapat suatu kenaikan yang tiba-tiba pada permukaan air dan kehilangan energi yang besar dalam loncatan hidrolis. Pusaran turbulen yang berukuran besar terbentuk pada awal loncatan. Pusaran ini menarik dari aliran utama dan pusaran terpecah-pecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil kemudian mengalir ke hilir (Subramaya, K. 1985).

Perubahan kecepatan dapat di sebabkan oleh perubahan kemiringan saluran ( $I_1 \rightarrow I_2$ ) atau terjadi penempitan ( $B_1 \rightarrow B_2$ ) atau peninggian dasar saluran.

## J. Baffle block

Fenomena perubahan kondisi pengaliran dari super kritis menjadi sub kritis yang menyebabkan terjadinya loncatan hidraulik (*hydraulic jump*) digunakan oleh peredam energi untuk mereduksi energi aliran. Tipe peredam energi yang paling sering digunakan adalah kolam olak yang dilengkapi dengan baffle block. Baffle block berfungsi untuk menimbulkan loncatan hidraulik. Baffle block (Blok Penghalang) bersifat mereduksi momentum aliran, yang akan menurunkan kecepatan setelah terjadi loncatan air.



Gambar 2.3. Baffle Block at Yeoman Hey Reservoir



Gambar 2.4. Baffle Block at Salauli Dam

## K. Model Terdistorsi

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

Dalam pembuatan model terdistorsi dikenal apa yang dinamakan faktor distorsi atau laju distorsi " $n$ " yang menyatakan hubungan antara skala horizontal terhadap skala vertikal.

## L. Analisis SPSS

### 1. Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana adalah hubungan secara linear antara satu variabel independen ( $X$ ) dengan variabel dependen ( $Y$ ). Analisis ini digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah positif atau negatif serta untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan nilai. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio.

Rumus dari analisis regresi linear sederhana adalah sebagai berikut :

$$Y' = a + bX \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

Y = subyek dalam variabel dependen yang diprediksi

a = harga Y ketika harga X = 0 (harga konstan)

b = angka arah atau koefisien regresi yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada perubahan variabel independen. Bila (+) arah garis naik, dan bila (-) maka arah garis turun.

X = subyek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

Jika harga b merupakan fungsi dari koefisien korelasi. Bila koefisien korelasi tinggi, maka harga b juga besar, sebaliknya bila koefisien korelasi rendah maka harga b juga rendah (kecil). Selain itu bila koefisien korelasi negatif maka harga b juga negatif., sebaliknya bila koefisien korelasi positif maka harga b juga positif.

## 2. Uji Determinasi ( $R^2$ )

Uji determinasi atau  $R^2$  merupakan suatu ukuran yang menginformasikan besar pengaruh antara variabel x dan y. menurut Sugiyono (2007) pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien relasi sebagai berikut:

0.00' – 0.199 = sangat rendah

0.20 – 0.399 = rendah

0.40 – 0.599 = sedang

0.60 – 0.799 = kuat

0.80 – 1.000 = sangat kuat

### M. Lapisan Batas (Boundary Layer)

Pada setiap aliran udara yang melalui suatu benda akan mengalami gesekan dengan permukaan benda tersebut. Gesekan ini akan menimbulkan suatu hambatan / tahanan. Besar kecilnya tahanan ditentukan oleh :

- Kekasaran permukaan benda
- Kecepatan udara yang mengalir
- Letak benda terhadap aliran udara

Dengan adanya gesekan permukaan (*skin friction*) maka pada setiap aliran udara yang mengalir melalui benda akan menyebabkan adanya perubahan kecepatan aliran udara dari yang paling kecil sampai dengan suatu daerah yang mempunyai kecepatan udara bebas, karena adanya separasi aliran. Kecepatan tiap lapisan udara berbeda-beda sehingga tampak batas setiap lapisan.

Apabila aliran udara mengalir pada suatu benda yang kemudian terjadi lapisan-lapisan aliran udara yang rata serta sejajar dengan permukaan benda tadi, maka aliran udara yang demikian disebut aliran udara laminar. Pada aliran udara laminar ini juga terjadi *boundary layer*, sehingga kecepatan lapisan udara yang dekat dengan permukaan benda akan lebih



kecil dibandingkan dengan kecepatan lapisan udara yang di titik yang lebih jauh dari permukaan benda. Di dalam *boundary layer* pengaruh viskositas relatif besar sehingga profil kecepatan tidak uniform. Di luar *boundary layer*, tidak ada pengaruh viskositas sehingga aliran dapat diperlakukan sebagai *inviscid flow*.

Lapisan batas (*boundary layer*) adalah lapisan tipis pada permukaan padat (*solid surface*) tempat fluida mengalir dimana pengaruh viskositas relatif besar. 5



Gambar. 2.5. *Boundary Layer*

Dari gambar 2.5, dapat dijelaskan bahwa fluida mengalir dengan kecepatan seragam sebesar  $U_\infty$  (kecepatan aliran bebas). Sewaktu melewati permukaan padat, terbentuklah *shear layer* yang menghasilkan profil kecepatan seperti yang tampak dalam gambar diatas. Pada titik A dan A', fluida memiliki kecepatan nol (disebut *no-slip condition*). Pada titik B dan B', fluida memiliki kecepatan sebesar  $U_\infty$ , dimana  $y > \delta$ . Pada  $0 \leq y \leq \delta$  dan  $0 \leq y \leq \delta$ , besarnya kecepatan dinyatakan  $0 \leq U \leq U_\infty$ . pada  $y > \delta$  dan  $y > \delta$ , harga  $U = U_\infty$ , ini berarti tidak ada gradien kecepatan, atau dengan kata lain gaya geser yang bekerja sama dengan nol.

Pada lapisan batas, efek viskositas masih terjadi atau gradien kecepatan pada arah vertikal masih terjadi. Di atas *boundary layer* fluida mengalir dengan kecepatan seragam sebesar  $U^\infty$ . *Boundary layer* merupakan keadaan yang dinyatakan sebagai lapisan dimana kecepatan aliran fluida sebesar  $0,99 U^\infty$ .



Tabel 2.2 Matriks penelitian terdahulu

No	Judul	Nama Penulis	Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1	Alternatif Penggunaan Abrupt Rise Pada USBR Tipe I untuk mengurangi gejala Pulsating Waves	Marturiawan Kristanto, Dwi Priyantoro	2012	Jenis penelitian yang di gunakan yaitu uji model fisik dilaboratorium.	Adapun Hasil Penelitian yang diperoleh : 1. Desain Peredam energi USBR Tipe I 2. Dimensi untuk kolam olak tanpa Baffle Block 3. Tinggi Gelombang 4. Kalibrasi	Berdasarkan hasil penelitian dilaboratorium, maka dapat di ambil kesimpulan : 1. Penggunaan Baffle Block pada kondisi Tail Water Level tanpa hambatan (bebas) belum mampu meredam Pulsating Waves.
2	Analisis gerusan dihilir bendung Tipe IV	Evi J.W Pamungkas	2014	Jenis penelitian yang di gunakan yaitu uji model fisik dilaboratorium.	Adapun Hasil Penelitian yang diperoleh 1. Analisa Saringan 2. Pola gerusan dihilir bendung a. Gerusan pada bendung model 1 b. Gerusan	Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium maka dapat diambil kesimpulan : 1. Karakteristik aliran di hulu bendung model 1 dan model 2 merupakan aliran super kritis. 2. Pada Bendung Model 1 gerusan maksimum = 0,032 m, dan gerusan minimum = 0,03 m.

3	<p>Penentuan kedalaman dan pola gerusan akibat aliran superkritik di hilir pintu air menggunakan <i>end sill</i> dan <i>buffle block</i> dengan simulasi model integrasi numeric.</p>	<p>Sunik Pudyono 2013</p>	<p>Penelitian ini merupakan penelitian eks perimen berupa simulasi integrasi numenk dengan program bantu excel pada pintu air menggunakan peredam energi (<i>end sill</i> dan <i>buffle block</i>) dihilir pintu air</p>	<p>Adapun Hasil penelitian yang di peroleh :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kedalaman gerusan menggunakan <i>apron-end sill</i> pemasangan <i>end buffle</i>.</li> <li>2. kedalaman gerusan menggunakan <i>apron-buffle block</i></li> </ol>	<p>Sedangkan pada bendung model 2 gerusan maksimum = 0,022 m dan gerusan minimum = 0,029 m.</p> <p>Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan : Gerusan berkurang sekitar 10%-15% dengan adanya pemasangan <i>end sill</i> sedangkan gerusan berkurang sekitar 20% - 30 % dengan adanya pemasangan <i>buffle block</i>.</p>
4	<p>Pengaruh penempatan <i>Block Buffle</i> Tipe V terhadap reduksi panjang loncatan air dan energi aliran pada pengalir</p>	<p>Gadang Budiaryad 2018</p>	<p>Dalam penelitian ini terdapat tiga perencanaan dalam melakukan percobaan. Pertama,</p>	<p>Adapun hasil penelitian yang diperoleh :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kecepatan aliran dengan variasi debit</li> <li>2. Bilangan</li> </ol>	<p>Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan : Pertama, usunan <i>Block Buffle</i> yang paling baik untuk meredam energi aliran yaitu <i>Block Buffle</i> dengan kemiringan 75°. Kedua, yang paling efektif</p>

<p>bendung tipe Ogee</p>			<p>pembuatan model pelimpah. Kedua, Pembuatan kolam olak. Ketiga, Pembuatan Baffle Block.</p>	<p>Reynolds dengan variasi debit 3. Kehilangan energi dengan variasi debiit 4. Panjang loncat air dengan variasi debit</p>	<p>untuk mereduksi loncat air yaitu Baffle Block dengan kemiringan 75°. Ketiga, yang paling efektif mereduksi turbulensi dihilir pusran yaitu Baffle Block dengan kemiringan 75°. Keempat, Diperolehnya angka Froude Number 12,28 pada debit paling rendah dan pada penataan baffle blocks paling efektif membuktikan penggunaan USBR-II sudah tepat untuk percobaan kali ini, mengingat penggunaan USBR-II minimal nilai Froude Number-nya adalah 4,5.</p>
<p>5 Pengaruh variasi kemiringan tubuh bendungan dan penempatan Baffle Block pada kolam olak tipe Solid Roller Bucket terhadap loncatan hidrolis</p>	<p>Pembra Juned Adipura</p>	<p>2013</p>	<p>Perencanaan Model Pelimpah dengan penelitian yang dilakukan di Laboratorium</p>	<p>Adapun penelitian diperoleh: 1. Debit aliran 2. Susunan Baffle Block 3. Efisiensi kehilangan energi 4. Variasi kemiringan tubuh</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian, dapat di peroleh kesimpulan : Pertama semakin bertambahnya debit aliran, maka semakin besar turbulensi dan panjang loncatan hidrolis di hilir pusran serta semakin kecil nilai prosentase kehilangan energinya. Kedua, susunan baffle blocks yang paling efektif dalam meredam turbulensi dan</p>

dan peredam energi

hilir bendung:

loncatan hidrolis di hilir puseran adalah yang dipasang pada tengah-tengah radius lengkung. Ketiga, efisiensi kehilangan energi bertambah seiring berkurangnya variasi debit, perlakuan tanpa *baffle blocks* adalah yang paling efektif. Keempat, dengan debit aliran yang sama dari variasi kemiringan tubuh hilir bendung tidak terjadi perbedaan yang signifikan terhadap turbulensi aliran dan kehilangan energi kecuali pada panjang loncatan hidrolis, yaitu kemiringan 4:4 yang paling efektif.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium hidrolika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dengan waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan.

#### B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

##### 1. Jenis Studi Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah permodelan fisik dengan skala terdistorsi. Model fisik dipilih untuk dibuat atau dilakukan apabila fenomena fisik dan permasalahan yang ada diprototipe dapat dibuat dengan skala yang lebih kecil dengan kesebangunan yang cukup memadai. Agar pada proses pembuatan model tersebut terdapat kesaksamaan yang tinggi maka perlu adanya dua tahap pengecekan model.

Tahap pertama yaitu kalibrasi. Kalibrasi adalah pengaturan model agar supaya data-data yang ada di prototype sesuai dengan yang ada di model.

Tahap kedua yaitu verifikasi. Tahap verifikasi ini dilakukan setelah tahap pertama telah memenuhi syarat dan tahap pertama. Verifikasi adalah pembuktian bahwa model sudah sesuai dengan yang ada di prototype tanpa merubah atau mengatur model lagi. Data-data yang

dieperluan untuk verifikasi itu sama dengan data-data yang digunakan pada kalibrasi.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yakni :

- a. Data primer yakni data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik dilaboratorium.
- b. Data sekunder yakni data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan dilaboratorium maupun dilakukan ditempat lain yang berkaitan dengan penelitian Pengaruh Penggunaan *Abrupt Rise* pada USBR tipe I Terhadap Gerusan.

## 2. Metode penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam metode penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif yaitu pendekatan yang memungkinkan dilakukan pencatatan dan analisis data hasil penelitian secara eksak dengan melakukan perhitungan statistik.

## C. Bahan dan Alat

Pada penelitian ini memakai model peredam energi USBR tipe I dan *Baffle Block* dengan slope 1:1, 1:3, dan 1:5 serta penampang morfologi hidrolika. Bahan dan alat yang digunakan pada uji model fisik ini antara lain:

1. Pompa sentrifugal berkapasitas 1050 ltr/menit
2. Jaringan pipa PVC 3"



3. Stop kran
4. Bak penampungan air kapasitas  $12\text{m}^3$
5. Pintu Thompson
6. Pintu ukur untuk mengatur debit yang dialirkan
7. Bak sirkulasi air dengan kapasitas  $12\text{m}^3$
8. Pasir sebagai bahan pembentuk dasar hidrolika
9. Alat ukur Thompson untuk mengukur debit aliran
10. Point gauge untuk mengukur kedalaman dasar hidrolika
11. *Flow watch* untuk mengukur kecepatan aliran

#### D. Variabel yang Diteliti

Berdasarkan maksud dan tujuan penelitian ini, pengujian model peredam energi dilaksanakan pada model saluran terbuka (*fume*) dengan kajian pada dasar hidrolika. Pelaksanaan penelitian dengan mengacu pada rancangan yang telah disetujui, guna mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Model fisik ini dimaksudkan untuk mempelajari dan mengidentifikasi serta mengamati pola gerusan dan endapan pada dasar hidrolika dengan variasi tinggi aliran ( $h$ ), durasi pengaliran ( $t$ ), dan debit aliran ( $Q$ ) serta pengamatan karakteristik aliran pada model peredam energi yang diberi variasi *buffle block*.

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari dua variabel, yaitu variabel independen (variabel X) dan variabel dependen (variabel Y). Adapun penjelasan dari kedua variabel tersebut adalah sebagai berikut ini.

a. Variabel independen (variabel X)

Variabel ini sering disebut sebagai variabel *stimulus*, *prediktor*, *antecedent*. Dalam bahasa Indonesia sering disebut sebagai **variabel bebas**. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat).

b. Variabel dependen (variabel Y)

Variabel ini sering disebut sebagai variabel *output*, *kriteria*, *konsekuen*. Dalam bahasa Indonesia sering disebut sebagai variabel terikat. Variabel terikat merupakan variabel yang di pengaruhi atau menjadi akibat, karena adanya variabel bebas

Berdasarkan penjelasan di atas, variabel dan penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Variabel bebas (X) : buffle block, saluran peluncur, ambang  
USBR-I
2. Variabel terikat (Y) : abrupt rise, gerusan.

## E. Perancangan Model

Rancangan model peredam energi dibuat dengan skala model terdistorsi, dimana skala horizontal tidak sama dengan skala vertikal. Rancangan model yang akan dibuat seperti pada gambar dibawah ini :

### 1. Desain Dimensi Peredam Energi

Diketahui :

$$Q \text{ (debit outflow spillway)} = 563 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$L \text{ (Bentang Hidrolika Rata-rata di hilir)} = 130 \text{ m}$$

$$C \text{ (Constanta)} = 1,3 \text{ (kp.0,2)}$$

$$g \text{ (Percepatan Gravitasi)} = 9,81 \text{ m/det}^2$$

$$l \text{ (Lebar Saluran Peluncur)} = 22 \text{ m}$$

$$q \text{ (Debit per satuan lebar)} = 25,59 \text{ m}^3/\text{dtk/m}$$

$$Z \text{ (Beda Tinggi Muka air Udik dan Hilir)} = 4,96 \text{ m}$$

$$Y = D2 \text{ (Kedalaman Air Dihilir)} = 3,96 \text{ m}$$

$$E \text{ (Parameter Energi)} = 0,1$$

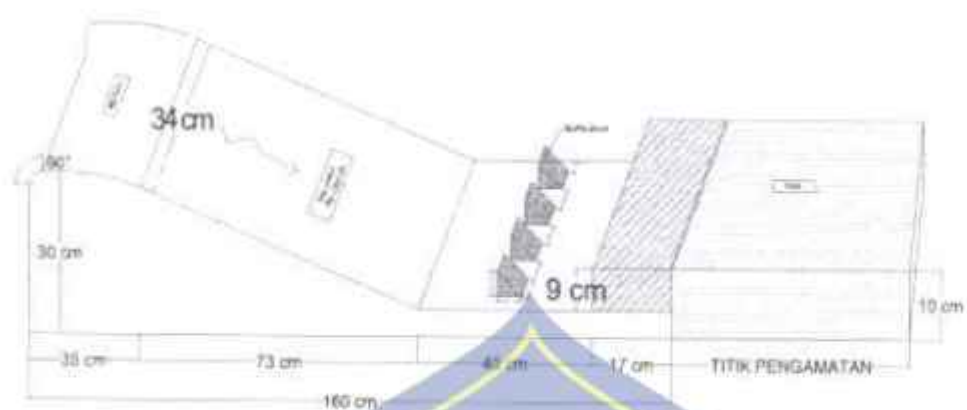
$$\text{Panjang Lantai Kolam Olak} = 5,16 \text{ m} \sim 5,2 \text{ m}$$

$$D \text{ (Kedalaman Lantai Kolam Olak)} = 5,24 \text{ m}$$

$$a \text{ (Tinggi Ambang Akhir)} = 1,1 \text{ m}$$

$$b \text{ (Lebar Ambang Akhir)} = 2,2 \text{ m}$$

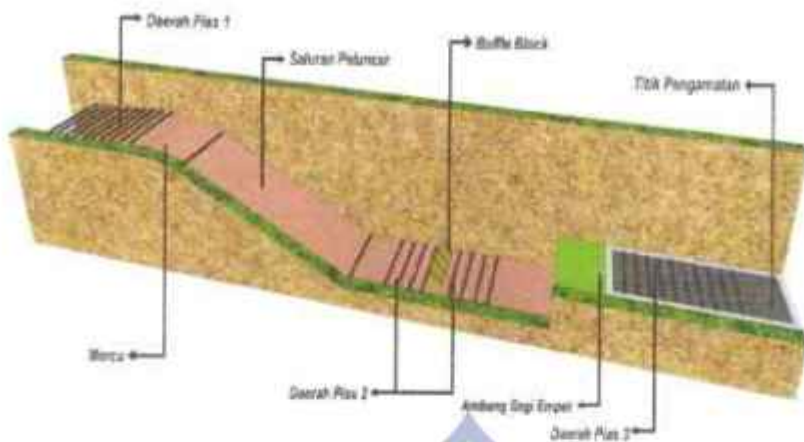
## 2. Kolam olakan USBR tipe I



Gambar 3.1. Kolam Olakan USBR tipe I dengan skala Terdistorsi



Gambar 3.2. Tampak Atas Model Fisik Dalam Flume



Gambar 3.3. Perspektif Model Fisik Dalam Flume



Gambar 3.4 Parameter Aliran Pada Model Fisik Penelitian

## F. Langkah-langkah Penelitian

1. Persiapan Bahan
  - a. Pembuatan model peredam energi USBR tipe I
  - b. Persiapan bahan dasar hidrolika menggunakan pasir dengan diameter sesuai hasil analisa saringan.
  - c. Model *Baffle block* menggunakan balok dengan slope 1:1, 1:3, dan 1:5
  - d. Air bersih di bak penampung

## 2. Persiapan Alat Laboratorium

- a. Periksa alat pompa air dan dicoba
- b. Bak penampung dan peredam agar aliran seragam
- c. Bak ukur debit Thompson dikalibrasi
- d. Pengaturan waktu (*stopwatch*) dan gelas ukur
- e. Mistar dan *point gauge*
- f. *Flow watch*

## G. Penentuan Konfigurasi Dasar Hidrolika

Konfigurasi dasar saluran atau hidrolika ditentukan setelah dilaksanakan running dengan beberapa model. Pengamatan dilakukan setelah saluran dikosongkan air. Konfigurasi dasar hidrolika ditentukan dengan mengukur kedalaman dasar hidrolika pada daerah pengamatan dengan menggunakan "*point gauge*".

Titik-titik pengamatan berupa propei pengamatan yang hasilnya dapat digambarkan dalam satu bidang kontur ketinggian (*konfigurasi*) dasar hidrolika.

Material pembentuk dasar hidrolika adalah material tidak berkoheisi, dalam hal ini digunakan pasir sedang yang berdiameter sesuai hasil analisa saringan. Perlakuan terhadap pembentukan dasar hidrolika model dilakukan sedemikian rupa untuk memperoleh bentuk saluran dan tingkat kepadatan yang relatif sama untuk setiap simulasi.

## H. Pencatatan Data

Pencatatan data dilakukan pada setiap kondisi, yaitu data kondisi awal sebelum *running*, data pada saat *running*, dan data setelah dilakukan *running*.

### a. Data yang diambil sebelum pengaliran

- 1) Kondisi awal hidrolika, elevasi dan kemiringan hidrolika tiap seksi yang ditinjau.
- 2) Pantauan debit aliran melalui tinggi air pada alat ukur debit menggunakan mistar

### b. Data yang diambil saat pengaliran

- 1) Ketinggian aliran pada titik pengukuran yaitu mercu, saluran peluncur, sebelum gigi pemancar, lantai USBR-I, ambang, model sungai (hilir USBR) menggunakan mistar
- 2) Pengukuran kecepatan aliran dengan alat *flow watch* pada mercu, saluran peluncur, sebelum gigi pemancar, lantai USBR-I, ambang, model sungai (hilir USBR) menggunakan mistar

### c. Data yang diambil setelah pengaliran

- 1) Untuk pengaliran selama 5, 10, dan 15 menit pengambilan data menggunakan mistar dengan mengukur elevasi gerusan pada hilir

## I. Kalibrasi kedalaman air (m)

Kalibrasi kedalaman aliran (h) dilakukan agar diperoleh kedalaman aliran. Kedalaman aliran diukur pada saat pengaliran air, untuk

mendapatkan tinggi aliran rata-rata ( $h_r$ ) yang terjadi dilakukan dengan *point gauge*.

#### J. Kecepatan aliran air (m/dt)

Kecepatan aliran ( $v$ ) adalah kecepatan aliran air yang terjadi di hidrolika saat dilakukan pengujian. Kecepatan aliran diukur dengan alat pengukuran kecepatan aliran *flow watch*.

$$V = 0,2535 n + 0,005 \dots \dots \dots (12)$$

Pelaksanaan pengukuran kecepatan dilaksanakan di 3 (tiga) posisi yaitu: ditepi kiri, ditengah saluran dan ditepi kanan saluran.

#### K. Waktu running t (menit)

Waktu running diukur dengan menggunakan *stopwatch*. Pelaksanaan running dengan mengalirkan air ke model hidrolika menggunakan pompa. Pengaliran air melalui hidrolika sirkulasi ke bak penenang dan melalui alat ukur debit Thompson terus masuk ke hidrolika pengamatan.

#### L. Simulasi Peneltian

Prosedur perolehan data secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Melakukan kalibrasi terhadap alat percobaan
2. Memasang model peredam energi dan model *buffle block*

pengaliran ( $t$ ), debit pengaliran ( $Q$ ) dan tinggi pengaliran ( $h$ ).

#### M. Analisis Data

Dalam menganalisa data hasil percobaan maka dilakukan langkah-langkah berikut:



Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran dengan *Baffle Block* 1 : 3

No	Variasi Struktur USBR Tipe I	Titik Pengukuran	Waktu (t) (menit)	Kecepatan ( $U_0$ )			$U_0$ rata-rata (cm/dtk)	$U_0$ (cm/dtk)
				Kanan	Tengah	Kiri		
				(cm/dtk)	(cm/dtk)	(cm/dtk)		
1		Mercuri	5	0	40	40	26.67	27.78
			10	40	40	10	30.00	
			15	0	40	40	26.67	
2		Saluran Peluncur	5	10	60	70	46.67	45.56
			10	10	50	60	40.00	
			15	20	60	70	50.00	
3		Sebelum Gigi Pemancar	5	10	110	180	100.00	86.67
			10	10	80	180	83.33	
			15	10	80	140	76.67	
4	<i>Baffle Block</i> 1:3	Lantai USBR Tipe I (Sebelum <i>Baffle Block</i> )	5	20	80	140	80.00	64.44
			10	10	60	100	56.67	
			15	0	40	130	56.67	
5		Lantai USBR Tipe I (Setelah <i>Baffle Block</i> )	5	20	20	80	40.00	36.67
			10	0	20	80	33.33	
			15	30	20	60	38.67	
6		End Sill (Ambang)	5	10	30	30	23.33	26.67
			10	30	30	40	33.33	
			15	20	10	40	23.33	
7		Model Sungai (Hilir USBR)	5	20	30	30	26.67	35.56
			10	40	40	30	36.67	
			15	40	50	40	43.33	

Hasil pengukuran kecepatan tanpa *baffle block* dapat dinyatakan kecepatan aliran tertinggi terdapat pada titik pengamatan ujung saluran peluncur sebesar = 86,67 cm/dtk sedangkan kecepatan aliran terendah terdapat pada titik pengamatan End Sill sebesar = 26,67 cm/dtk

Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran dengan *Baffle Block* 1 : 5

No	Variasi Struktur USBR Tipe I	Titik Pengukuran	Waktu (t) (menit)	Kecepatan ( $U_0$ )			$U_0$ rata-rata (cm/dtk)	$U_0$ (cm/dtk)
				Kanan	Tengah	Kiri		
				(cm/dtk)	(cm/dtk)	(cm/dtk)		
1		Mercu	5	0	40	30	23.33	23.33
			10	0	40	40	26.67	
			15	0	30	30	20.00	
2		Saluran Peluncur	5	10	70	80	53.33	55.56
			10	10	60	90	53.33	
			15	20	60	100	60.00	
3		Sebelum Gigi Pemancar	5	20	40	70	43.33	53.33
			10	20	80	30	43.33	
			15	10	80	130	73.33	
4	<i>Baffle Block</i> 1 : 5	Lantai USBR Tipe I (Sebelum <i>Baffle Block</i> )	5	30	50	120	66.67	70.00
			10	20	60	140	73.33	
			15	30	60	120	70.00	
5		Lantai USBR Tipe I (Setelah <i>Baffle Block</i> )	5	20	20	30	23.33	32.22
			10	20	30	70	40.00	
			15	30	10	60	33.33	
6		End Sill (Ambang)	5	30	20	40	30.00	45.56
			10	60	40	40	46.67	
			15	60	60	60	60.00	
7		Model Sungai (Bilir USBR)	5	70	10	20	33.33	44.44
			10	80	40	10	43.33	
			15	120	50	0	56.67	

Hasil pengukuran kecepatan tanpa *baffle block* dapat dinyatakan kecepatan aliran tertinggi terdapat pada titik pengamatan lantai USBR tipe I (sebelum *baffle block*) sebesar = 70,00 cm/dtk sedangkan kecepatan aliran terendah terdapat pada titik pengamatan mercu sebesar = 23,33 cm/dtk

Berdasarkan pernyataan kecepatan aliran pada table 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran air tertinggi terdapat pada dengan tanpa *buffle block* pada titik pengamatan ujung saluran peluncur sebesar = 103,33 cm/dtk sedangkan kecepatan aliran terendah terdapat pada variasi *buffle block* 1:5 pada titik pengamatan mercu sebesar = 23,33 cm/dtk

#### 4. Debit Aliran

Perhitungan debit aliran diperoleh dengan menggunakan persamaan (3) dengan data hasil pengukuran kecepatan dan kedalaman aliran pada kalibrasi debit yang menggunakan tiga variasi bukaan pintu air yaitu 3 cm, 3,5 cm dan 4 cm dan tiga variasi waktu pengaliran yaitu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Hasil pengukuran debit aliran disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Debit Aliran

No	Bukaan	t	Tinggi (cm)			V (m <sup>3</sup> /dk)			Tinggi	A (m <sup>2</sup> )	V <sub>max</sub>	Q (m <sup>3</sup> /dk)	Q <sub>rata-rata</sub>	V <sub>rata-rata</sub>	V <sub>max</sub>	Q <sub>rata-rata</sub>			
1	3.0	5	1.50	1.50	2.50	20.0	26.7	30.0	1.4	45.61	22.2	150.77							
		10	1.27	1.00	1.1	2.70	31.1	36.7	1.48	41.38	24.4	140.22	140.42	1.54	32.30	29.90	202.00		
		15	1.27	1.01	1.1	26.7	30.0	36.7	1.48	41.38	24.4	140.22							
2	3.5	5	1.40	1.23	2.87	20.0	20.0	33.3	1.78	49.78	34.4	188.13							
		10	1.47	1.63	2.9	26.7	46.7	49.7	1.80	40.78	40.0	163.12	120.70	1.56	33.30	3.00	207.37		
		15	1.50	1.23	2.50	27.0	30.0	33.3	1.78	49.78	37.8	188.39							
3	4	5	1.33	1.11	2.77	23.3	30.0	36.7	1.78	49.78	40.0	186.22							
		10	1.13	1.00	1.73	26.7	30.0	36.7	1.82	45.42	41.1	186.26	181.18	1.70	33.30	3.35	212.08		
		15	1.23	1.11	2.70	28.7	30.0	36.7	1.80	49.78	37.8	186.26							
												Rata-rata	1.63	30.34	3.41	207.32			



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara kecepatan dan debit aliran

Berdasarkan hasil perhitungan debit aliran, dapat diketahui kecepatan aliran 32,59 cm/dtk mengalirkan debit sebesar 1405,42 cm<sup>3</sup>/dtk, kecepatan aliran 37,41 cm/dtk mengalirkan debit sebesar 1726,78 cm<sup>3</sup>/dtk dan kecepatan aliran 39,63 cm/dtk mengalirkan debit sebesar 1881,19 cm<sup>3</sup>/dtk. Dari gambar 4.1 dan perhitungan debit maka dapat dinyatakan bahwa semakin besar kecepatan maka semakin besar pula debit alirannya.

## B. ANALISA HASIL PENELITIAN

### 1. Tegangan geser

Untuk sedimen dasar pada aliran, tegangan geser dinyatakan dengan persamaan shield. Sebelum menghitung tegangan geser dilakukan uji analisa saringan untuk mengetahui diameter butiran pasir yang digunakan.

Dalam menghitung tegangan geser digunakan persamaan 6, 8, 9 dan 10. Syarat terjadinya suatu gerusan apabila tegangan geser dasar lebih besar dari tegangan geser kritis ( $\tau_0 > \tau_c$ ). Hasil dari perhitungan tegangan geser disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Tegangan Geser

No	Titik Pengamatan	$\zeta_0$	$\zeta_c$	Ket.
1	Tanpa <i>Baffle Blok</i>	0.477	0.465	Terjadi gerusan
2	<i>Baffle Blok</i> 1 : 1	0.800	0.483	Terjadi gerusan
3	<i>Baffle Blok</i> 1 : 3	0.903	0.229	Terjadi gerusan
4	<i>Baffle Blok</i> 1 : 5	0.912	0.474	Terjadi gerusan

Dari tabel 4.10 dapat dinyatakan bahwa tegangan geser terbesar pada variasi struktur USBR terjadi pada variasi *Baffle Block* 1 : 5 dengan tegangan geser sebesar  $0.912 \text{ N/m}^2$ . Sedangkan tegangan geser terkecil terjadi pada variasi *Baffle Block* 1 : 3 dengan tegangan geser sebesar  $0.229 \text{ N/m}^2$ .

## 2. Klasifikasi Aliran

Aliran air pada saluran diklasifikasikan berdasarkan bilangan Reynold dan angka Froud. Hasil perhitungan bilangan Reynold dan angka Froud sebagaimana disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka *Froude* dengan Tanpa *Baffle Block*

NO	Titik Pengukuran	Kedalaman Aliran (h)	Luas Penampang Basah (A)	Keliling Basah (P)	Parang Karakteristik (R)	Kecapatan (U)	Kekentalan Kinematik (ν)	Re = $(U \cdot R) / \nu$	Fr = $(U \cdot R) / \sqrt{g \cdot h^3}$
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/detik)	(cm <sup>2</sup> /detik)		
1	Mercu	0,98	27,36	29,96	0,91	26,67	0,00894	2726,16	8,61
2	Sekoran Peluncur	0,99	27,69	29,98	0,92	51,11	0,00894	5200,61	16,41
3	Sebelum Gigi Pemancar	3,00	84,00	34,00	2,47	68,89	0,00894	19007,59	12,70
4	Lantai USBR Tipe II	3,90	109,20	36,80	3,06	71,11	0,00894	24292,72	11,50
5	End 5# (Ambang)	1,23	34,63	30,47	1,13	31,14	0,00894	3548,72	8,96
6	Model Sungai (Hlr USBR)	1,32	37,02	30,64	*21	31,67	0,00894	4279,33	8,79

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka *Froude* dengan *Baffle Block* 1 : 1

NO	Titik Pengukuran	Kedalaman Aliran (h)	Luas Penampang Basah (A)	Keliling Basah (P)	Parang Karakteristik (R)	Kecapatan (U)	Kekentalan Kinematik (ν)	Re = $(U \cdot R) / \nu$	Fr = $(U \cdot R) / \sqrt{g \cdot h^3}$
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/detik)	(cm <sup>2</sup> /detik)		
1	Mercu	0,98	27,36	29,94	0,90	28,89	0,00894	3200,51	3,44
2	Sekoran Peluncur	0,92	14,60	29,04	0,90	58,89	0,00894	3016,24	26,02
3	Sebelum Gigi Pemancar	2,14	60,74	32,29	1,86	43,33	0,00894	5013,73	9,46
4	Lantai USBR Tipe II (Sebelum <i>Baffle Block</i> )	0,42	15,12	36,84	0,91	11,11	0,00894	492,75	1,52
5	Lantai USBR Tipe II (Setelah <i>Baffle Block</i> )	0,40	15,62	31,84	3,91	8,89	0,00894	3746,12	1,22
6	End 5# (Ambang)	1,33	37,47	30,67	1,22	14,44	0,00894	1986,96	3,96
7	Model Sungai (Hlr USBR)	2,06	57,66	32,11	1,79	18,89	0,00894	3787,05	4,21

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froud dengan *Buffe Block* 1 : 3

NO	Titik Pengukuran	Kedalaman Aliran (h)	Luas Penampang Basah (A)	Keliling Basah (P)	Panjang Karakteristik (R)	Kecepatan (U <sub>a</sub> )	Kekentalan Kinematis (ν)	Re = $\frac{(U_a \cdot R)}{\nu}$	Fr = $\frac{(U_a^2)}{g \cdot h^3}$
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/dtk)	(cm <sup>2</sup> /dtk)		
1	Mulut	0.81	22.71	29.62	0.77	13.53	0.00894	1143.48	4.73
2	Saluran Peluncur	0.67	18.67	29.33	0.64	33.33	0.00894	2372.72	13.03
3	Sebelum Gigi Pemancar	1.57	43.87	31.13	1.41	45.56	0.00894	7179.81	11.62
4	Lantai USBR Tipe II (Sebelum <i>Buffe Block</i> )	5.26	147.16	38.51	3.02	26.87	0.00894	11367.82	3.71
5	Lantai USBR Tipe II (Setelah <i>buffe block</i> )	5.26	147.16	38.51	3.02	7.76	0.00894	3324.36	1.08
6	End Sil (Ambang)	0.80	22.40	29.60	0.76	15.96	0.00894	1316.75	5.55
7	Model Sungai (di USBR)	0.99	27.60	29.98	0.92	23.33	0.00894	2410.71	7.49

Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Bilangan Reynold dan Angka Froud dengan *Buffe Block* 1 : 5

NO	Titik Pengukuran	Kedalaman Aliran (h)	Luas Penampang Basah (A)	Keliling Basah (P)	Panjang Karakteristik (R)	Kecepatan (U <sub>a</sub> )	Kekentalan Kinematis (ν)	Re = $\frac{(U_a \cdot R)}{\nu}$	Fr = $\frac{(U_a^2)}{g \cdot h^3}$
		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm/dtk)	(cm <sup>2</sup> /dtk)		
1	Mulut	1.64	33.97	30.67	0.96	25.25	0.00894	2511.81	7.33
2	Saluran Peluncur	1.32	37.32	30.94	1.21	56.56	0.00894	7507.58	15.43
3	Sebelum Gigi Pemancar	2.52	83.73	33.96	2.46	53.33	0.00894	14548.73	9.87
4	Lantai USBR Tipe II (Sebelum <i>Buffe Block</i> )	5.05	141.51	36.11	3.71	70.00	0.00894	28092.71	9.94
5	Lantai USBR Tipe II (Setelah <i>Buffe Block</i> )	1.17	32.67	30.33	1.06	33.22	0.00894	52549.5	9.52
6	End Sil (Ambang)	1.07	28.77	31.73	1.65	45.06	0.00894	18262.92	10.65
7	Model Sungai (di USBR)	1.74	46.71	31.48	1.25	44.44	0.00894	7736.63	10.75

Dari hasil analisa angka *Froud* pada tabel diatas dapat diketahui tipe aliran yang didasarkan pada nilai angka *froud* ( $Fr$ ). Aliran dikatakan sub kritis apabila  $Fr < 1$ , aliran kritis apabila  $Fr = 1$  dan aliran super kritis apabila  $Fr > 1$ . Sedangkan untuk hasil analisa bilangan *Reynold* ( $Re$ ), jenis aliran dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis aliran yaitu aliran laminar apabila  $Re < 2000$ , aliran transisi apabila  $2000 < Re < 4000$  serta jenis aliran turbulen apabila  $Re > 4000$ .

### 3. Perubahan Penampang Saluran

Perubahan penampang yang dimaksud dalam hal ini adalah perubahan bentuk saluran dari bentuk saluran sebelum pengaliran, yang mana terjadi akibat adanya gerusan dan sedimentasi. Perubahan penampang untuk berbagai simulasi dijelaskan sebagai berikut.

#### a. Saluran dengan tanpa *Baffle Block*

Untuk saluran tanpa menggunakan *Baffle Block* dilakukan simulasi sebanyak sembilan kali. Hasil pengamatan kondisi perubahan penampang untuk kondisi pengaliran tanpa *Baffle Block* diuraikan sebagai berikut, sedangkan hasil untuk kondisi simulasi yang lain disajikan pada lampiran.

Pengaliran air dengan ketinggian ( $h$ ) = 3 cm di saluran selama  $t = 5$  menit mengakibatkan perubahan dasar saluran pada profil P1 di bagian kiri terjadi gerusan 1,7 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1,8 cm dan gerusan 2,5 cm pada bagian kanan. Pada profil P5 di bagian kiri terjadi gerusan 0,7 cm, bagian tengah terjadi gerusan 0,9 cm dan gerusan 1,1 cm pada bagian kanan. Pada profil P10 di bagian kiri terjadi gerusan 0,9



cm, bagian tengah terjadi gerusan 0,8 cm dan gerusan 0,8 cm pada bagian kanan, Pada profil P15 di bagian kiri terjadi gerusan 1,2 cm, bagian tengah terjadi gerusan 0,9 cm dan gerusan 1 cm pada bagian kanan, Pada profil P20 di bagian kiri terjadi gerusan 1,5 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1,3 cm dan gerusan 1,1 cm pada bagian kanan.

Tabel 4.15 Perubahan penampang untuk  $t = 5$  dan  $Q = 1405.42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Pias	Titik Pengamatan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p1	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	2	2.4	2.2	2.5
p5	0.7	0.7	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1.1	1.1
p10	0.9	0.9	1	1	1	0.8	0.8	1.8	1	1	1	0.8
p15	1.2	1.2	1.2	1.1	1	0.9	0.9	0.9	1	1	0.9	1
p20	1.5	1.6	1.5	1.3	1.8	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

Sumber: data hasil penelitian



Gambar 4.2 Grafik Perubahan Penampang Saluran tanpa Baffle Block

#### b. Saluran dengan *Baffle Blok* 1:1

Untuk saluran menggunakan *Baffle Blok* 1:1 dilakukan simulasi sebanyak sembilan kali. Hasil pengamatan kondisi perubahan penampang

untuk kondisi pengaliran dengan *baffle blok* 1:1 diuraikan sebagai berikut, sedangkan hasil untuk kondisi simulasi yang lain disajikan pada lampiran.

Pengaliran air dengan ketinggian ( $h$ ) = 3 cm di saluran selama  $t = 5$  menit mengakibatkan perubahan dasar saluran pada profil P1 di bagian kiri terjadi gerusan 3,3 cm, bagian tengah normal dan terjadi gerusan 3,9 cm pada bagian kanan 3,5, Pada profil P5 di bagian kiri terjadi gerusan 1 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1,5 cm dan terjadi gerusan 1,5 cm pada bagian kanan, Pada profil P10 di bagian kiri terjadi gerusan 1,4 cm, bagian tengah terjadi gerusan maupun 1,8 cm dan terjadi gerusan 1,7 cm pada bagian kanan, Pada profil P15 di bagian kiri terjadi gerusan 1,4 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1,3 cm dan gerusan 1,7 cm pada bagian kanan, Pada profil P20 di bagian kiri terjadi gerusan 2 cm, bagian tengah terjadi gerusan 2 cm dan pada bagian kanan juga terjadi gerusan 2 cm.

Tabel 4.16 Perubahan Penampang untuk  $t = 5$  dan  $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Profil	Titik Pengamatan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p1	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,8	3,8	3,5	3,5	3,5	3,5
p5	1	1	1,5	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
p10	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	1,8	1,5	1,4	1,3	1,7	1,7	1,7
p15	1,4	1,5	1,5	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7
p20	2	2	2,2	2,4	2,4	2	2	2	2	2	2	2

Sumber: data hasil penelitian



Gambar 4.3 Grafik Perubahan Penampang Saluran

### c. Saluran dengan *Baffle Blok* 1:3

Untuk saluran menggunakan *Baffle Blok* 1:3 dilakukan simulasi sebanyak sembilan kali. Hasil pengamatan kondisi perubahan penampang untuk kondisi pengaliran dengan *Baffle Blok* 1:3 diuraikan sebagai berikut, sedangkan hasil untuk kondisi simulasi yang lain disajikan pada lampiran.

Pengaliran air dengan ketinggian ( $h$ ) = 3 cm di saluran selama  $t = 5$  menit mengakibatkan perubahan dasar saluran pada profil P1 di bagian kiri terjadi gerusan 1 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1 cm, dan terjadi gerusan 1 cm pada bagian kanan. Pada profil P5 di bagian kiri tidak terjadi gerusan, bagian tengah terjadi gerusan 0,1 cm dan terjadi gerusan 0,5 cm pada bagian kanan. Pada profil P10 di bagian kiri tidak terjadi gerusan maupun endapan, bagian tengah terjadi gerusan 0,3 cm dan terjadi

gerusan 0,5 cm pada bagian kanan, Pada profil P15 di bagian kiri tidak terjadi gerusan maupun endapan, bagian tengah terjadi gerusan 0,2 cm dan gerusan 0,2 cm pada bagian kanan, Pada profil P20 di bagian kiri terjadi gerusan 0,3 cm, bagian tengah terjadi gerusan 0,3 cm dan pada bagian kanan juga terjadi gerusan 0,1 cm.

Tabel 4.17 Perubahan Penampang untuk  $t = 5$  dan  $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Pias	Titik Pengamatan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p1	1	0,7	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1
p5	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
p10	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
p15	0,3	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
p20	0	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1

Sumber: data hasil penelitian



Gambar 4.4 Grafik Perubahan Penampang Saluran

#### d. Saluran dengan *Baffle Blok* 1:5

Untuk saluran menggunakan *Baffle Blok* 1:5 dilakukan simulasi sebanyak sembilan kali. Hasil pengamatan kondisi perubahan penampang untuk kondisi pengaliran dengan *Baffle Blok* 1:3 diuraikan sebagai berikut, sedangkan hasil untuk kondisi simulasi yang lain disajikan pada lampiran.

Pengaliran air dengan ketinggian ( $h$ ) = 3 cm di saluran selama  $t = 5$  menit mengakibatkan perubahan dasar saluran pada profil P1 di bagian kiri terjadi gerusan 3 cm, bagian tengah gerusan 2,5 cm, dan terjadi gerusan 2,5 cm pada bagian kanan. Pada profil P5 di bagian kiri terjadi gerusan 1,1 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1 cm dan terjadi gerusan 1,7 cm pada bagian kanan. Pada profil P10 di bagian kiri terjadi gerusan 1,5 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1,2 cm dan terjadi gerusan 1,1 cm pada bagian kanan. Pada profil P15 di bagian kiri terjadi gerusan 1,8 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1,2 cm dan terjadi gerusan 1,3 cm pada bagian kanan. Pada profil P20 di bagian kiri terjadi gerusan 2,2 cm, bagian tengah terjadi gerusan 1,7 cm dan pada bagian kanan juga terjadi gerusan 1,5 cm.

Tabel 4.18 Perubahan Penampang untuk  $t = 5$  dan  $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Profil	Titik Pengamatan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p1	3	3	2,9	2,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	2,7
p5	1,1	1,4	1,8	2,2	1	1	1	1,2	1,7	1,5	1,6	2
p10	1,5	1,5	0,5	1,4	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1
p15	1,8	1,6	1,5	1,5	1,2	1,3	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
p20	2,4	2,3	2	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Sumber: data hasil penelitian



Gambar 4.5 Grafik Perubahan Penampang Saluran

#### 4. Kontur Gerusan dan Prospektif Kontur Gerusan

##### a. USBR tanpa *Baffle Block*

Bentuk kontur disekitar USBR cenderung rapai, hal ini disebabkan proses gerusan yang diakibatkan perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR mengalami loncatan secara tiba-tiba dan lebih intensif.

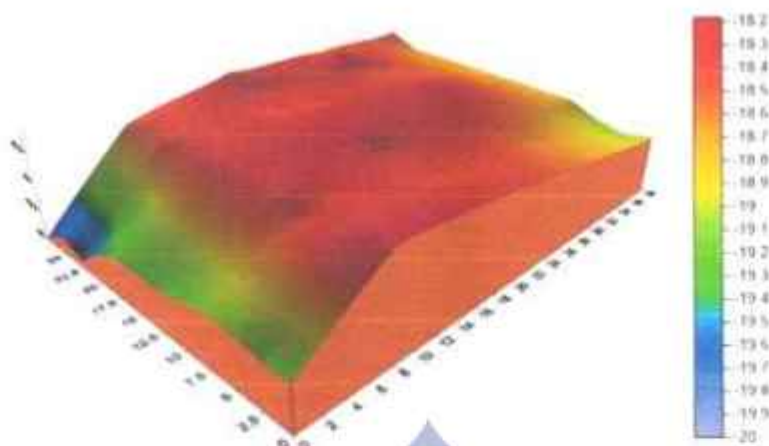
Berdasarkan data hasil pengamatan menunjukkan pola gerusan dengan tanpa *Baffle Block* semakin kehilir semakin sedikit. Proses gerusan yang diakibatkan perubahan parameter aliran dari hulu yang melewati USBR, mengakibatkan kedalaman gerusan akan semakin berkurang dan kembali stabil setelah menjaah kearah hilir. Hasil pengukuran kedalaman gerusan ditampilkan sebagai kontur gerusan pada gambar 4.6 sedangkan prospektif kontur gerusan ditampilkan pada gambar 4.7



Gambar. 4.6. Kontur hasil gerusan atau endapan  $t = 5$  menit dengan  $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bentuk kontur yang cenderung rapat pada jarak melintang 0 sampai 6 cm dihilir USBR. Hal ini disebabkan oleh proses gerusan yang diakibatkan karena perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR mengalami loncatan secara tiba-tiba (*abrupt-rise*). Sedangkan pada jarak melintang 18 cm sampai 38 cm (titik akhir pengamatan) bentuk kontur lebih stabil dikarenakan aliran air yang relatif stabil.

Prespektif kontur gerusan pada gambar 4.7 dapat diketahui bahwa pada jarak 0 cm dari pusat (hilir USBR) di titik 25 cm dan 27,5 cm terjadi gerusan yang mempunyai kedalaman 2,35 cm yang merupakan rata-rata dari kedalaman gerusan di titik 25 cm dan 27,5 cm.



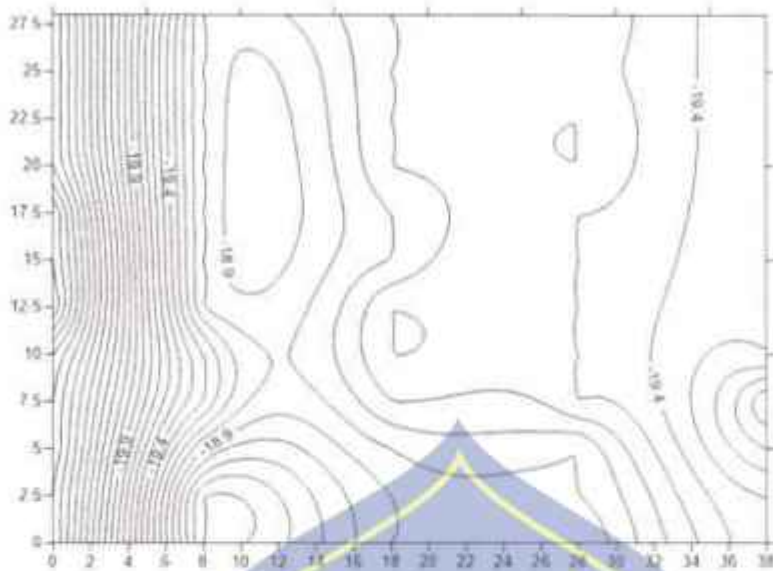
Gambar. 4.7 prespektif hasil gerusan dan endapan  $t = 5$  menit dengan  $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

#### b. Saluran dengan Baffle Block 1:1

Bentuk kontur disekitar USBR cenderung rapat, dari data hasil pengamatan menunjukkan pola gerusan dengan menggunakan *Baffle Block* 1:1 semakin kehilir semakin sedikit. Dapat disimpulkan bahwa aliran dari hulu yang melewati USBR, proses gerusan akan semakin berkurang dan kembali stabil setelah menjauh kearah hilir. Proses gerusan yang diakibatkan perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR, mengalami loncatan secara tiba-tiba dan lebih intensif.

Hasil pengukuran kedalaman gerusan ditampilkan sebagai kontur gerusan pada gambar 4.8 sedangkan prespektif kontur gerusan ditampilkan pada gambar 4.9.

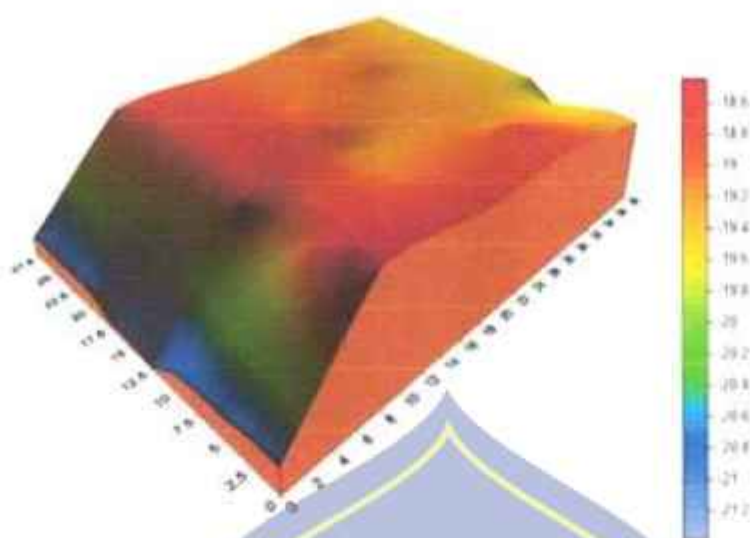




Gambar 4.8 Kontur hasil gerusan atau endapan  $t = 5$  menit dengan  $Q = 1405,42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari gambar 4.8 dapat dilihat bentuk kontur yang cenderung rapat pada jarak melintang 0 sampai 6 cm dihilir USBR. Hal ini disebabkan oleh proses gerusan yang diakibatkan karena perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR mengalami loncatan secara tiba-tiba (*abrupt rise*). Sedangkan pada jarak melintang 8 cm sampai 18 cm pada titik 0,5 cm dan 30 cm sampai 38 cm (titik akhir pengamatan) bentuk kontur lebih stabil dikarenakan aliran air yang relatif stabil.

Prespektif kontur gerusan pada gambar 4.9 dapat dinyatakan bahwa pada jarak 0 cm dari hulu (pusat USBR) di titik ke 12,5 cm sampai 17,5 cm terjadi gerusan yang mempunyai kedalaman 3,37 cm, yang merupakan rata-rata dari kedalaman gerusan di titik 12,5 cm sampai 17,5 cm.



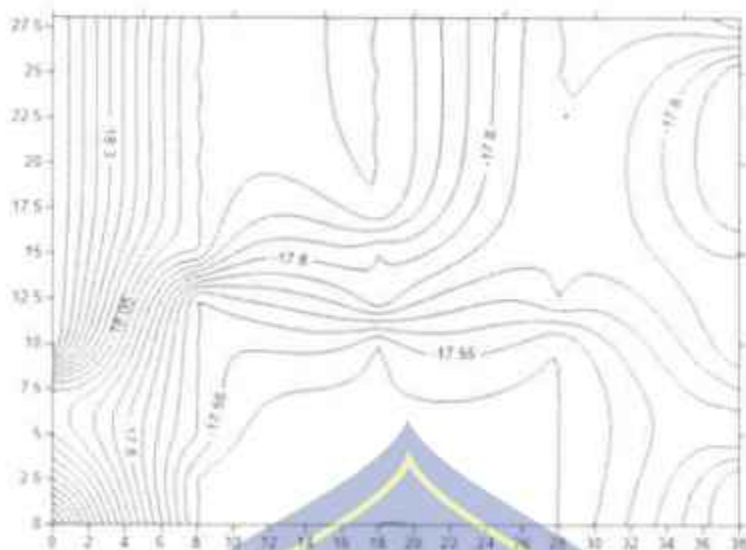
Gambar 4.9 prespektif hasil gerusan atau endapan  $t = 5$  menit dengan

$$Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$$

#### c. Saluran dengan Baffle Block 1:3

Bentuk kontur disekitar USBR cenderung rapat, dan data hasil pengamatan menunjukkan pola gerusan dengan menggunakan *Baffle Block* 1:1 semakin kehilir semakin sedikit. Dapat disimpulkan bahwa aliran dari hulu yang melewati USBR, proses gerusan akan semakin berkurang dan kembali stabil setelah menjauh kearah hilir. Proses gerusan yang diakibatkan perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR mengalami loncatan secara tiba-tiba dan lebih intensif.

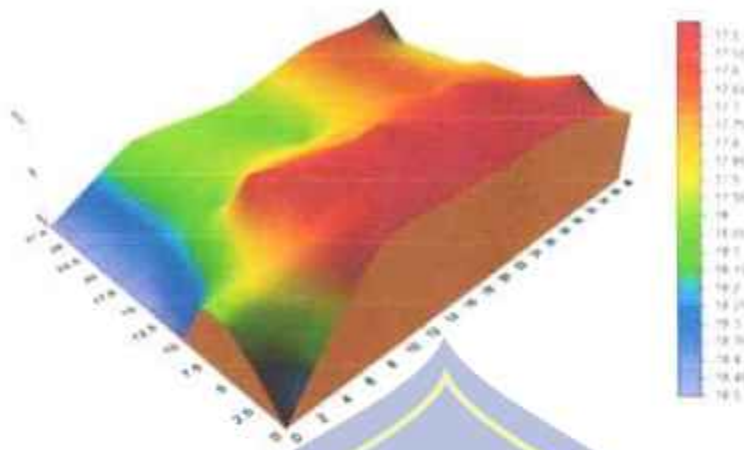
Hasil pengukuran kedalaman gerusan ditampilkan sebagai kontur gerusan pada gambar 4.10 sedangkan prespektif kontur gerusan ditampilkan pada gambar 4.11.



Gambar 4.10 Kontur hasil gerusan atau endapan  $t = 5$  menit dengan  
 $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Dari gambar 4.10 dapat dilihat bentuk kontur yang cenderung rapat pada jarak melintang 0 sampai 7 cm dihilir USBR. Hal ini disebabkan oleh proses gerusan yang diakibatkan karena perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR mengalami loncatan secara tiba-tiba (*abrupt rise*). Sedangkan pada jarak melintang 28 cm sampai 38 cm (titik akhir pengamatan) bentuk kontur lebih stabil dikarenakan aliran air yang relatif stabil.

Prespektif kontur gerusan pada gambar 4.11 dapat dinyatakan bahwa pada jarak melintang 0 cm dari pusat (hilir USBR) di titik ke 10 cm sampai 27.5 cm terjadi gerusan sedalam 1,0 cm yang merupakan rata-rata dari kedalaman gerusan di titik 10 cm sampai 27,5 cm.

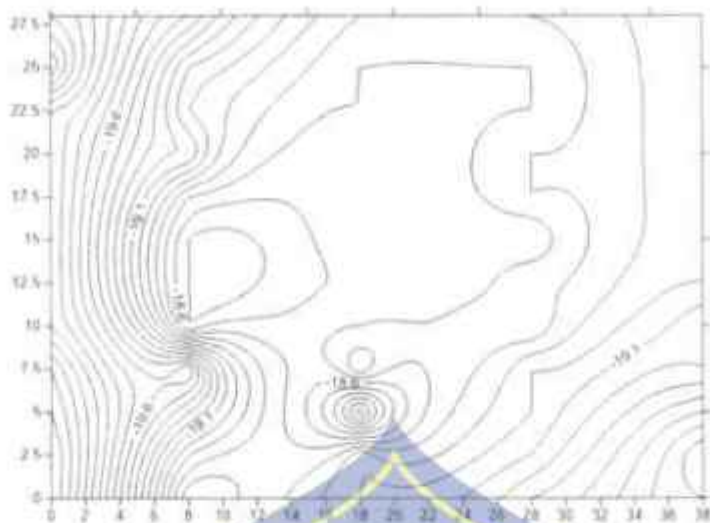


Gambar 4.11 prespektif hasil gerusan atau endapan  $t = 5$  menit dengan  $Q = 1405,42 = \text{m}^3/\text{dtk}$

#### d. Saluran dengan Buffle Block 1:5

Bentuk kontur disekitar USBR cenderung rapat, hal ini disebabkan proses gerusan yang diakibatkan perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR mengalami loncatan secara tiba-tiba dan lebih intensif.

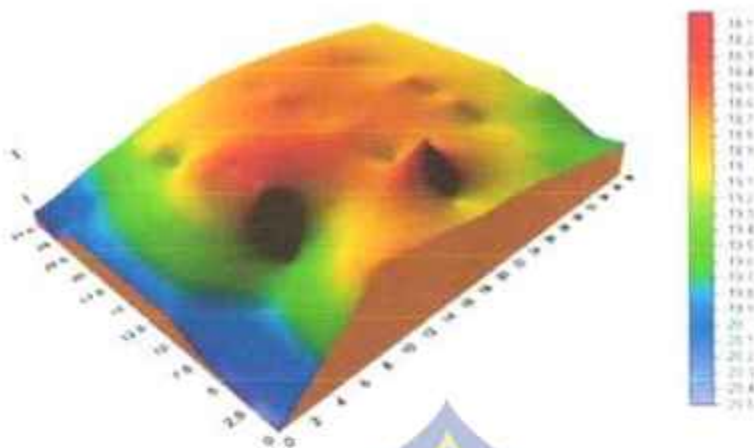
Berdasarkan data hasil pengamatan menunjukkan pola gerusan dengan menggunakan *Buffle Block* 1 : 5 semakin kehilir semakin sedikit. Proses gerusan yang diakibatkan perubahan parameter aliran dari hulu yang melewati USBR, mengakibatkan kedalaman gerusan akan semakin berkurang dan kembali stabil setelah menjauh kearah hilir. Hasil pengukuran kedalaman gerusan ditampilkan sebagai kontur gerusan pada gambar 4.12 sedangkan prespektif kontur gerusan ditampilkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.12 Kontur hasil gerusan atau endapan  $t = 15$  menit dengan  $Q = 1405.42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Dari gambar 4.12 dapat dilihat bentuk kontur yang cenderung rapat pada jarak melintang 0 sampai 7 cm dihilir USBR. Hal ini disebabkan oleh proses gerusan yang diakibatkan karena perubahan aliran air yang terjadi dihilir USBR mengalami loncatan secara tiba-tiba (*abrupt rise*). Sedangkan pada jarak melintang 14 cm sampai 38 cm (titik akhir pengamatan) bentuk kontur lebih stabil dikarenakan aliran air yang relatif stabil.

Prespektif kontur gerusan pada gambar 4.13 dapat dinyatakan bahwa pada jarak melintang 0 cm dari pusat (hilir USBR) di titik ke 0 cm sampai 5 cm dan 20 cm sampai 27,5 cm. Gerusan yang terjadi mempunyai kedalaman gerusan 2.92 cm yang merupakan rata-rata dari kedalaman gerusan di titik 0 cm sampai 5 cm dan 20 cm sampai 27,5 cm.



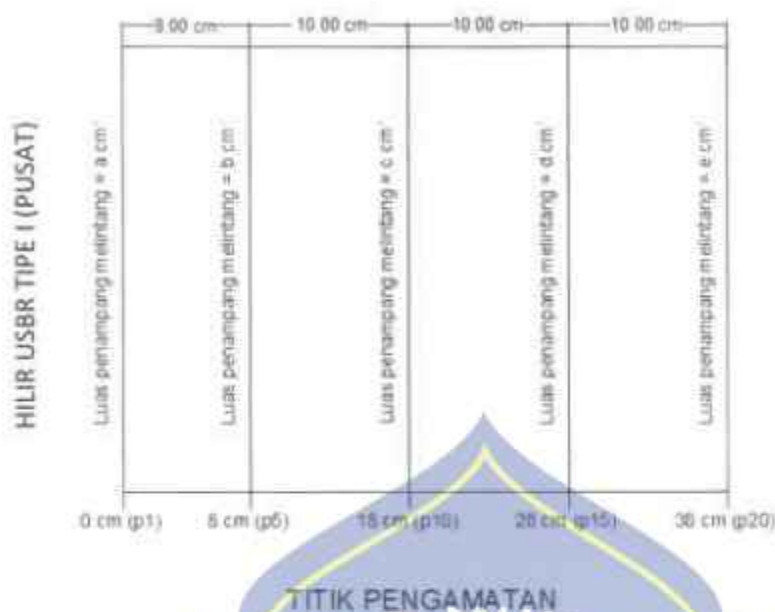
Gambar 4.13 Gambar hasil gerusan atau endapan  $t = 15$  menit dengan  $Q = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$

Berdasarkan hasil analisa kontur dan prespektif kontur gerusan diatas di dapatkan besar gerusan pada variasi struktur USBR tanpa *Baffle Block* sedalam 2.5 cm, pada baffle blok 1 : 1 sedalam 3.37 cm, pada baffle blok 1 : 3 sedalam 1.0 cm, pada baffle blok 1 : 5 sedalam 2.92 cm.

Dapat disimpulkan bahwa gerusan yang paling dalam terjadi pada kontur dengan baffle blok 1 : 1 dengan kedalaman gerusan tertinggi adalah 3,37 cm, sedangkan yang paling efektif dalam mereduksi gerusan adalah kontur pada baffle blok 1 : 3 dengan kedalaman gerusan 1.0 cm.

### 5. Volume Gerusan

Volume gerusan diketahui berdasarkan perubahan luas penampang saluran dari bentuk sebelum dilakukan pengaliran sepanjang area pengamatan. Pada penelitian ini difokuskan pada gerusan dasar dengan ketebalan material dasar saluran 6,5 cm.



Gambar 4.14 sketsa bentuk titik pengamatan di hilir USBR tipe I

Untuk memperoleh volume gerusan atau endapan pada titik pengamatan dilakukan dengan cara menghitung luas penampang melintang dari jarak pusat kemudian dikalikan dengan jarak antar penampang melintang. Contoh perhitungan volume gerusan diuraikan sebagai berikut:

$$\text{Vol. gerusan 1} = \frac{a+b}{2} \times 8 \text{ (jarak antar penampang melintang)}$$

$$\text{Vol. gerusan 2} = \frac{b+c}{2} \times 10 \text{ (jarak antar penampang melintang)}$$

$$\text{Vol. gerusan 3} = \frac{c+d}{2} \times 10 \text{ (jarak antar penampang melintang)}$$

$$\text{Vol. gerusan 4} = \frac{d+e}{2} \times 10 \text{ (jarak antar penampang melintang)}$$

Untuk hasil perhitungan volume gerusan disajikan pada tabel 4.19. Berikut analisis penampang melintang dari jarak pusat (hilir USBR) untuk setiap variasi struktur USBR tipe I.

#### a. Pengaruh Jarak Melintang dari Pusat terhadap Gerusan

##### 1) Struktur USBR Tipe I tanpa *Baffle Block*.

Pengaliran dengan debit  $Q_1 = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$  selama 5 menit dengan jarak melintang dari pusat  $x_1 = 0 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $52,92 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_2 = 8 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $26,05 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_3 = 18 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $25,82 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_4 = 28 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $27,95 \text{ cm}^2$ , dan  $x_5 = 38 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $37,6 \text{ cm}^2$ .

Pengaruh jarak melintang dari pusat terhadap gerusan tanpa *Baffle Block* disajikan pada grafik 4.15.

##### 2) Struktur USBR Tipe I dengan *Baffle Block* 1 : 1.

Pengaliran dengan debit  $Q_1 = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$  selama 5 menit dengan jarak melintang dari pusat  $x_1 = 0 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $99,25 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_2 = 8 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $41,37 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_3 = 18 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $45,97 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_4 = 28 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $47,75 \text{ cm}^2$ , dan  $x_5 = 38 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $57,5 \text{ cm}^2$ .

Pengaruh jarak melintang dari pusat terhadap gerusan dengan *Baffle Block* 1 : 1 disajikan pada grafik 4.16.

##### 3) Struktur USBR Tipe I dengan *Baffle Block* 1 : 3

Pengaliran dengan debit  $Q_1 = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$  selama 5 menit dengan jarak melintang dari pusat  $x_1 = 0 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $24,75$



$\text{cm}^2$ , untuk  $x_2 = 8 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $8,125 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_3 = 18 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $7,375 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_4 = 28 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $3,35 \text{ cm}^2$ , dan  $x_5 = 38 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $8,375 \text{ cm}^2$ .

Pengaruh jarak melintang dari pusat terhadap gerusan dengan *Baffle Block* 1 : 3 disajikan pada grafik 4.17.

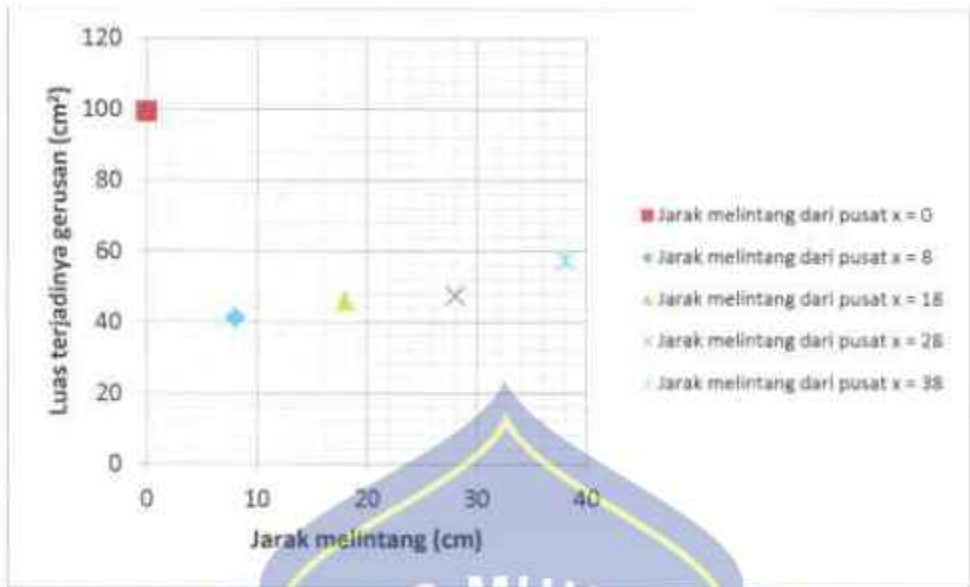
#### 4) Struktur USBR Tipe I dengan *Baffle Block* 1 : 5

Pengaliran dengan debit  $Q_1 = 1405,42 \text{ cm}^3/\text{dtk}$  selama 5 menit dengan jarak melintang dari pusat  $x_1 = 0 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $75,3 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_2 = 8 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $40,77 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_3 = 18 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $38,12 \text{ cm}^2$ , untuk  $x_4 = 28 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $37,5 \text{ cm}^2$ , dan  $x_5 = 38 \text{ cm}$  terjadi gerusan sebesar  $47,12 \text{ cm}^2$ .

Pengaruh jarak melintang dari pusat terhadap gerusan dengan *Baffle Block* 1 : 5 disajikan pada grafik 4.18.



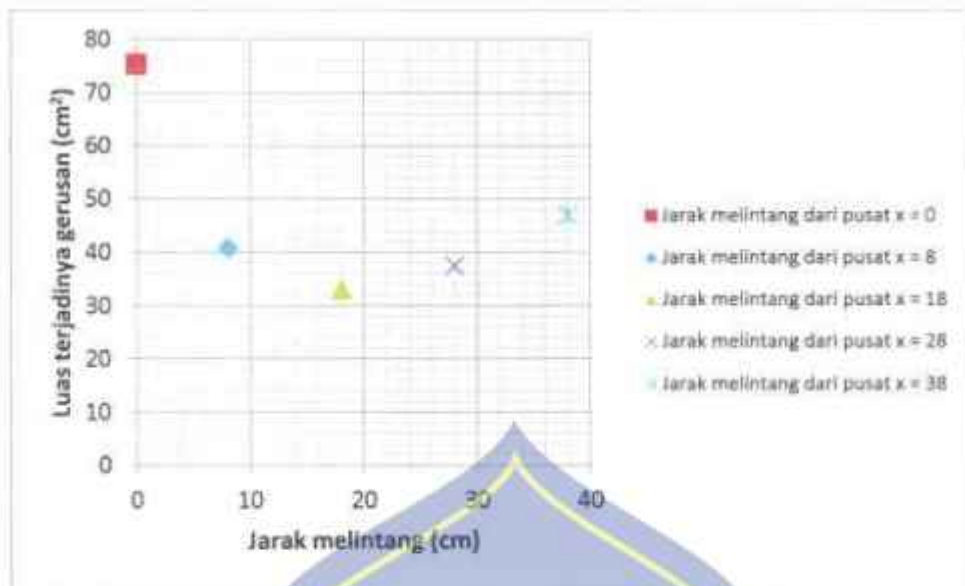
Gambar 4.15 Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas terjadinya gerusan tanpa *Baffle Block*.



Gambar 4.16 Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas terjadinya gerusan pada *Buffle Block 1 : 1*



Gambar 4.17 Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas terjadinya gerusan pada *Buffle Block 1 : 3*



Grafik 4.18 Grafik hubungan antara jarak melintang dari pusat dengan luas luas terjadinya gerusan tanpa *Baffle Block* 1 : 5

Dari gambar grafik diatas dapat dinyatakan bahwa pada awal titik pengamatan (hilir USBR) yaitu 0 cm dari pusat terjadi gerusan yang lebih besar dibandingkan dengan jarak melintang yang lain. Hal ini disebabkan oleh loncatan air tiba-tiba (*Abrupt Rise*) pada hilir USBR. Semakin kehilir maka gerusan yang terjadi semakin berkurang pula karena air yang mengalir semakin stabil sehingga gerusan yang terjadi tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan gerusan pada awal titik pengamatan.

#### b. Persentase Volume Gerusan (%)

Persentase gerusan dihitung berdasarkan banyaknya gerusan yang terjadi pada setiap simulasi yang dilakukan dengan berbagai variasi struktur USBR tipe I. Tujuan perhitungan Persentase gerusan ini untuk mengetahui besarnya gerusan yang terjadi di hilir USBR (titik

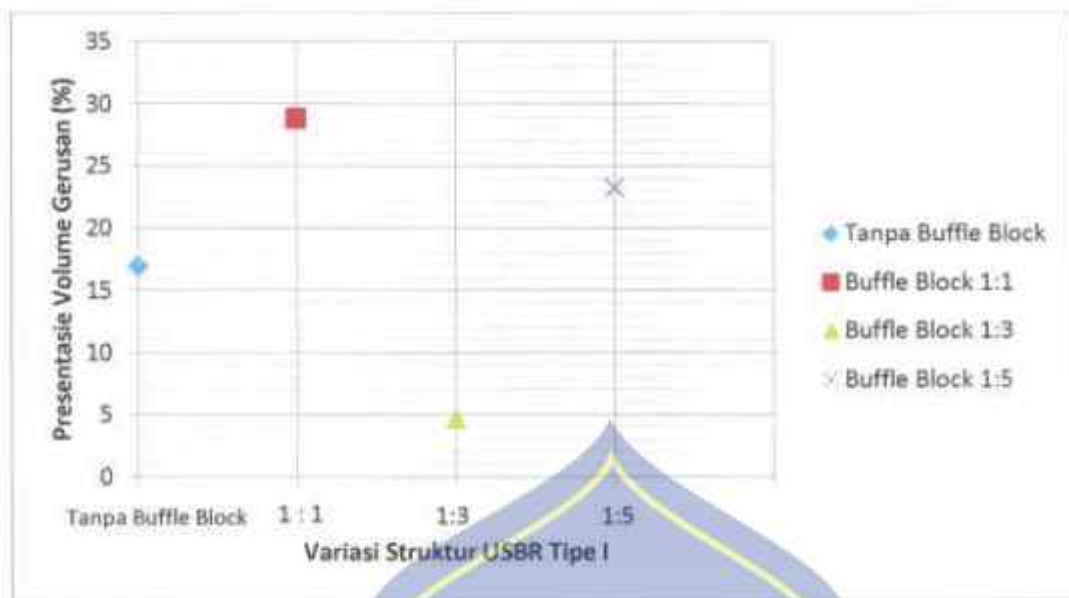
pengamatan) pada setiap variasi struktur USBR yaitu tanpa menggunakan Baffle Block, dengan Baffle Block 1 : 1, dengan Baffle Block 1 : 3 dan Baffle Block 1 : 5. Hal ini dapat memberikan informasi mengenai variasi struktur USBR yang paling efektif dalam mereduksi energi aliran sehingga tidak terjadi gerusan yang signifikan. Berikut gambar penampang melintang dari jarak pusat (hilir USBR) dan tabel hasil perhitungan Persentase volume gerusan untuk setiap variasi struktur USBR tipe I.

Berdasarkan gambar penampang melintang diatas dapat diketahui bahwa elevasi dasar saluran yaitu 24 cm, elevasi awal material sebelum terjadi gerusan yaitu 17,5 cm sedangkan untuk elevasi setelah terjadi gerusan variatif.



Tabel 4.19 Persentase volume gerusan dengan variasi struktur USBR-I

No.	Variasi Struktur USBR Tipe)	Jarak Melekat dan Pusat (Hir USBR) (cm)	Volume Sisa Gerusan		Volume Gerusan		Volume Gerusan Total (cm <sup>3</sup> )	Volume Material Sebelum terjadi Gerusan (cm <sup>3</sup> )	Presentasi Gerusan (%)
			Luas (cm)	Vol. sisa-sisa (cm <sup>3</sup> )	Luas (cm)	Vol. sisa-sisa (cm <sup>3</sup> )			
1	Tanpa Buffer Block	0	129.07		52.92		1171.83	8016	16.94
				1140.08	319.88				
		8	156.96		28.05				
				1560.6	258.35				
		16	156.17		25.82				
				1551.1	268.85				
		28	154.05		27.95				
			1482.25	327.75					
2	Buffer Block 1 : 1	0	82.75		86.25		1994.03	8016	26.83
				889.48	582.48				
		8	140.82		41.37				
				1363.2	436.7				
		16	129.02		45.92				
				1271.35	481.5				
		36	134.25		47.78				
		1293.75	526.25						
2	Buffer Block 1 : 3	0	157.25		24.75		3212.8	8016	4.02
				1324.48	131.5				
		8	173.82		6.125				
				1272.45	77.5				
		16	144.82		7.375				
				1296.25	51.025				
		24	178.85		3.25				
		1241.35	58.625						
4	Buffer Block 1 : 5	0	173.82		6.125		1909.88	7400	23.26
				126.7	75.3				
		8	211.85		464.28				
				1480.45	388.45				
		16	148.47		31.12				
				1488.02	353.1				
		28	144.3		17.3				
		1386.85	423.1						
		1518	47.12						



Gambar 4.19 Grafik Persentase volume gerusan pada variasi struktur USBR tipe I

Dari gambar 4.19 dapat dinyatakan bahwa Baffle Block dengan kemiringan 1 : 3 memiliki persentase volume gerusan yang paling sedikit dibandingkan dengan variasi struktur USBR yang lain yaitu sebesar 4,65 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur USBR tipe I dengan Baffle Block Kemiringan 1 : 3 paling efektif dalam mereduksi gerusan yang membahayakan dihilir USBR tipe I.

### C. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Dari hasil penelitian, melalui pengamatan perilaku air dan material pembentukan sungai serta data pengukuran setiap proses pengujian dapat digambarkan sebagai berikut:

## 1. Pengaruh Kedalaman Aliran Terhadap Gerusan

Untuk mengetahui pengaruh kedalaman aliran terhadap gerusan yang terjadi di hilir USBR tipe I maka dilakukan analisis statistik menggunakan program SPSS sebagai berikut:

### a. Struktur USBR tanpa *Baffle Block*



Gambar 4.20 Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa *Baffle Block*

Dari gambar 4.20 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx \dots\dots\dots 23$$

$$Y = 19.01 + -0.13 x \dots\dots\dots 24$$

Berdasarkan persamaan 24, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 19.01 dapat diartikan sebagai variabel kedalaman aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 19.01

- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -0,13 artinya setiap perubahan 1 cm kedalaman aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -0,13.

Dari gambar 4.20 diketahui nilai  $R^2 = 0.224$  artinya hubungan antara variabel x (kedalaman aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) rendah.

- b. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 1



Gambar 4.21 Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan Baffle Block 1 : 1

Dari gambar 4.21 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 20,11 + -0,24 x \dots\dots\dots 25$$

Berdasarkan persamaan 25, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:



- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 20,11 dapat diartikan sebagai variabel kedalaman aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 20,11
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -0,24 artinya setiap perubahan 1 cm kedalaman aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -0,24.

Dari gambar 4.21 diketahui nilai  $R^2 = 0.177$  artinya hubungan antara variabel x (kedalaman aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sangat rendah.

- c. Struktur USBR dengan *Buffle Block* 1 : 3



Gambar 4.22 Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Buffle Block* 1 : 3

Dari gambar 4.22 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 18,02 + -7,59 x \dots\dots\dots 26$$

Berdasarkan persamaan 26, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 18,02 dapat diartikan sebagai variabel kedalaman aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 18,02.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -7,59 artinya setiap perubahan 1 cm kedalaman aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -7,59

Dari gambar 4.22 diketahui nilai  $R^2 = 0,157$  artinya hubungan antara variabel x (kedalaman aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sangat rendah.

d. Struktur USBR dengan *Buffle Block* 1 : 5



Gambar 4.23 Grafik pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Buffle Block* 1 : 5

Dari gambar 4.23 diperoleh nilai persamaan regresi:

$$Y = a + bx$$

$$Y = 17,71 + -0,09 x \dots\dots\dots 27$$

Berdasarkan persamaan 27, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 17,71 dapat diartikan sebagai variabel kedalaman aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 17,71.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -0.09, artinya setiap perubahan 1 cm kedalaman aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -0.09.

Dari gambar 4.23 diketahui nilai  $R^2 = 0.348$  artinya hubungan antara variabel x (kedalaman aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) rendah.

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan persamaan regresi dan uji determinasi dapat dinyatakan bahwa pengaruh kedalaman aliran terhadap kedalaman gerusan tidak terlalu berpengaruh.

## 2. Pengaruh Lama Waktu Pengaliran Terhadap Gerusan

Untuk mengetahui pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan yang terjadi di hilir USBR tipe I maka dilakukan analisis statistik menggunakan program SPSS sebagai berikut:

a. Struktur USBR tanpa *Baffle Block*



Gambar 4.24 Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa *Baffle Block*

Dari gambar 4.24 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 16.93 + 0.25x \quad 28$$

Berdasarkan persamaan 28, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 16.93 dapat diartikan sebagai variabel lama waktu pengaliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 16.93.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar 0.25, artinya setiap perubahan 1 menit waktu pengaliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar 0.25.

Dari gambar 4.24 diketahui nilai  $R^2 = 0,999$  artinya hubungan antara variabel  $x$  (lama waktu pengaliran) dengan variabel  $y$  (kedalaman gerusan) sangat kuat.

b. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 1



Gambar 4.25 Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block* 1 : 1

Dari gambar 4.25 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 20.07 + 0.29x$$

29

Berdasarkan persamaan 29, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 20,07 dapat diartikan sebagai variabel lama waktu pengaliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 20,07
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar 0,29, artinya setiap perubahan 1 menit waktu pengaliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar 0,29

Dari gambar 4.25 diketahui nilai  $R^2 = 0.724$  artinya hubungan antara variabel x (lama waktu pengaliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) kuat.

c. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 3



Gambar 4.26 Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block*

1 : 3

Dari gambar 4.26 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 16.97 + 0.24x \dots\dots\dots 30$$

Berdasarkan persamaan 30, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 16.97 dapat diartikan sebagai variabel lama waktu pengaliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 16.97.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar 0.24, artinya setiap perubahan 1 menit waktu pengaliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar 0.24.

Dari gambar 4.26 diketahui nilai  $R^2 = 0.898$  artinya hubungan antara variabel x (lama waktu pengaliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sangat kuat.

d. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 5



Gambar 4.27 Grafik pengaruh lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block*

1 : 5

Dari gambar 4.27 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 17.7 + 0.06x \dots\dots\dots 31$$

Berdasarkan persamaan 31, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 17,7 dapat diartikan sebagai variabel lama waktu pengaliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 17,7.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar 0,06, artinya setiap perubahan 1 menit waktu pengaliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar 0,06.

Dari gambar 4.27 diketahui nilai  $R^2 = 0.75$  artinya hubungan antara variabel x (lama waktu pengaliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) kuat.

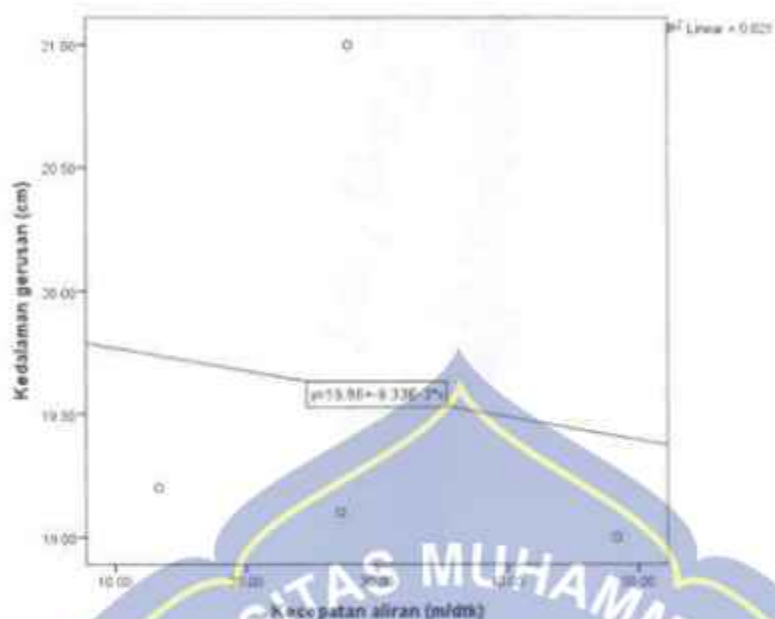
Berdasarkan hasil analisis persamaan regresi dan uji determinasi maka dapat dinyatakan bahwa pengaruh antara lama waktu pengaliran terhadap kedalaman gerusan sangat berpengaruh.

### 3. Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Gerusan

Untuk mengetahui pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan yang terjadi di hilir USBR tipe I maka dilakukan analisis statistik menggunakan program SPSS sebagai berikut:



a. Struktur USBR tanpa *Baffle Block*



Gambar 4.28 Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa *Baffle Block*

Dari gambar 4.28 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 19,86 + -9,33 x \dots\dots\dots 32$$

Berdasarkan persamaan 32, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 19,86 dapat diartikan sebagai variabel kecepatan aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 19,86.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -9,33, artinya setiap perubahan 1 cm/dtk kecepatan aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -9,33.

Dari gambar 4.28 diketahui nilai  $R^2 = 0.021$  artinya hubungan antara variabel x (kecepatan aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) rendah.

b. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 1



Gambar 4.29 Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block* 1 : 1

Dari gambar 4.29 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = -18.17 + 8,76 x \dots\dots\dots 33$$

Berdasarkan persamaan 33, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar -18.17 dapat diartikan sebagai variabel kecepatan aliran adalah nol (konstan) atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar -18.17. Pada

persamaan regresi diatas, konstanta negatif umumnya terjadi jika ada rentang yang cukup jauh antara variabel x dan variabel y.

- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar 8,76, artinya setiap perubahan 1 cm/dtk kecepatan aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar 8,76.

Dari gambar 4.29 diketahui nilai  $R^2 = 0.117$  artinya hubungan antara variabel x (kecepatan aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sangat rendah.

- c. Struktur USBR dengan *Buffle Block* 1 : 3



Gambar 4.30 Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Buffle Block* 1 : 3

Dari gambar 4.30 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 17,43 + -3,68 x \dots\dots\dots 34$$

Berdasarkan persamaan 34, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 17,43 dapat diartikan sebagai variabel kecepatan aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 17,43.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -3,68, artinya setiap perubahan 1 cm/dtk kecepatan aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -3,68.

Dari gambar 4.30 diketahui nilai  $R^2 = 0,048$  artinya hubungan antara variabel x (kecepatan aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sangat rendah.

d. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 5.



Gambar 4.31 Grafik pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block*

Dari gambar 4.31 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 18,91 \pm 6,91 x \dots\dots\dots 35$$

Berdasarkan persamaan 35, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 18,91 dapat diartikan sebagai variabel kecepatan aliran adalah nol (konstan) atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 18,91.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -6,91, artinya setiap perubahan 1 cm/dtk kecepatan aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -6,91.

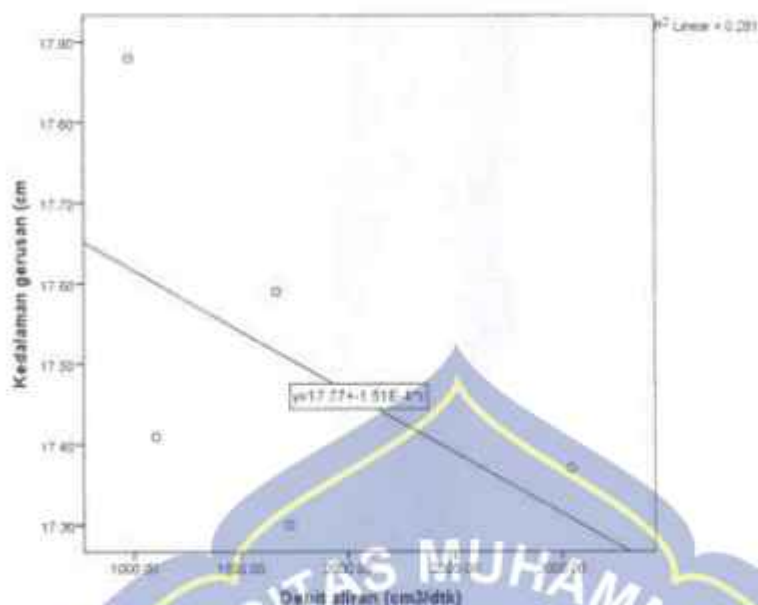
Dari gambar 4.31 diketahui nilai  $R^2 = 0.045$  artinya hubungan antara variabel x (kecepatan aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sedang.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan persamaan regresi dan uji determinasi dapat dinyatakan bahwa pengaruh kecepatan aliran terhadap kedalaman gerusan tidak terlalu berpengaruh.

#### 4. Pengaruh Debit Aliran Terhadap Gerusan

Untuk mengetahui pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan yang terjadi di hilir USBR tipe I maka dilakukan analisis statistik menggunakan program SPSS sebagai berikut:

a. Struktur USBR tanpa *Baffle Block*



Gambar 4.32 Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa *Baffle Block*

Dari gambar 4.32 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 17,77 + -15100 x \quad \dots \quad 36$$

Berdasarkan persamaan 36, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 17,77 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 17,77.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -15100, artinya setiap perubahan 1 cm<sup>3</sup>/dtk debit aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -15100.

Dari gambar 4.32 diketahui nilai  $R^2 = 0.281$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) rendah

b. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 1



Gambar 4.33 Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block* 1 : 1

Dari gambar 4.33 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 20,07 \pm -28,800 x \quad 37$$

Berdasarkan persamaan 36, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 20,07 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 20,07.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -28,800, artinya setiap kenaikan 1  $\text{cm}^3/\text{dtk}$  debit aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -28,800.

Dari gambar 4.33 diketahui nilai  $R^2 = 0.164$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sangat rendah.

c. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 3



Gambar 4.34 Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block* 1 : 3

Dari gambar 4.34 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 18,38 + -29700 x \quad 38$$

Berdasarkan persamaan 38, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 18,38 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 18,38.



- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar 29,700, artinya setiap kenaikan 1 cm<sup>3</sup>/dtk debit aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -29,700.

Dari gambar 4.34 diketahui nilai  $R^2 = 0.580$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sedang.

d. Struktur USBR dengan *Buffle Block* 1 : 5



Gambar 4.35 Grafik pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Buffle Block* 1 : 5

Dari gambar 4.35 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 17,62 + -534000 x \dots\dots\dots 39$$

Berdasarkan persamaan 38, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 17,62 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka kedalaman gerusan sebesar 17,62.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -534000, artinya setiap kenaikan 1 cm<sup>3</sup>/dtk debit aliran akan meningkatkan kedalaman gerusan sebesar -534000.

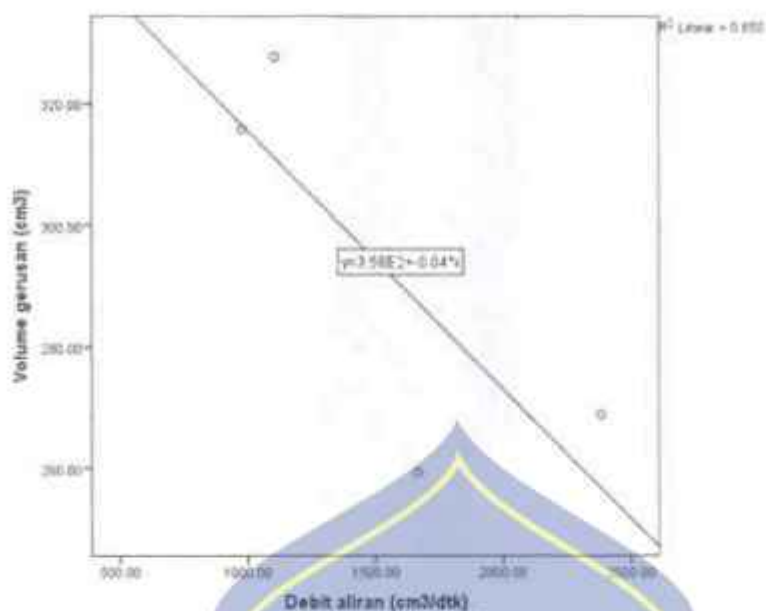
Dari gambar 4.34 diketahui nilai  $R^2 = 0,160$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (kedalaman gerusan) sangat rendah.

Berdasarkan hasil analisis persamaan regresi dan uji determinasi dapat dinyatakan bahwa pengaruh debit aliran terhadap kedalaman gerusan tidak terlalu berpengaruh.

## 5. Pengaruh Debit Aliran Terhadap Volume Gerusan

Untuk mengetahui pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan yang terjadi di hilir USBR tipe 1 maka dilakukan analisis statistik menggunakan program SPSS sebagai berikut:

- a. Struktur USBR tanpa *Baffle Block*



Gambar 4.36 Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR tanpa *Baffle Block*

Dari gambar 4.36 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

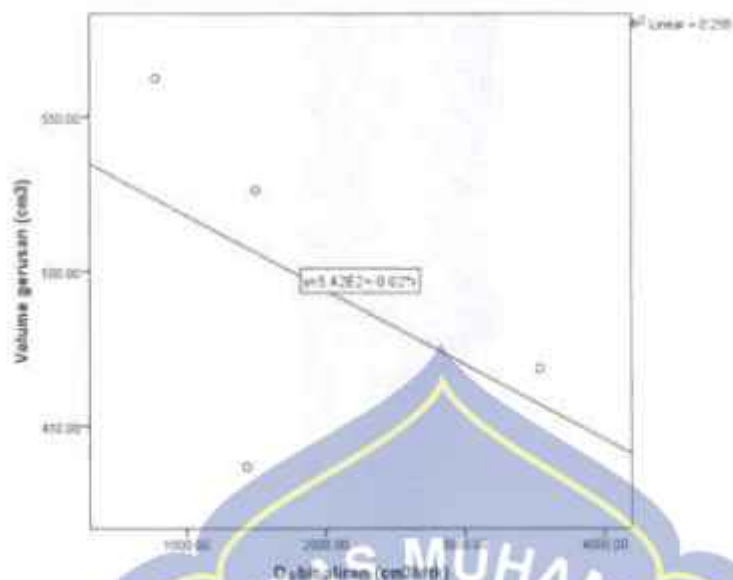
$$Y = 358 + -0,04 x \quad \dots \dots \dots 40$$

Berdasarkan persamaan 40, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 358 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka volume gerusan sebesar 358.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -0,04, artinya setiap perubahan 1 cm<sup>3</sup>/dtk debit aliran akan meningkatkan volume gerusan sebesar -0,04.

Dari gambar 4.36 diketahui nilai  $R^2 = 0.730$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (volume gerusan) kuat.

a. Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 1



Gambar 4.37 Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block* 1 : 1

Dari gambar 4.37 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

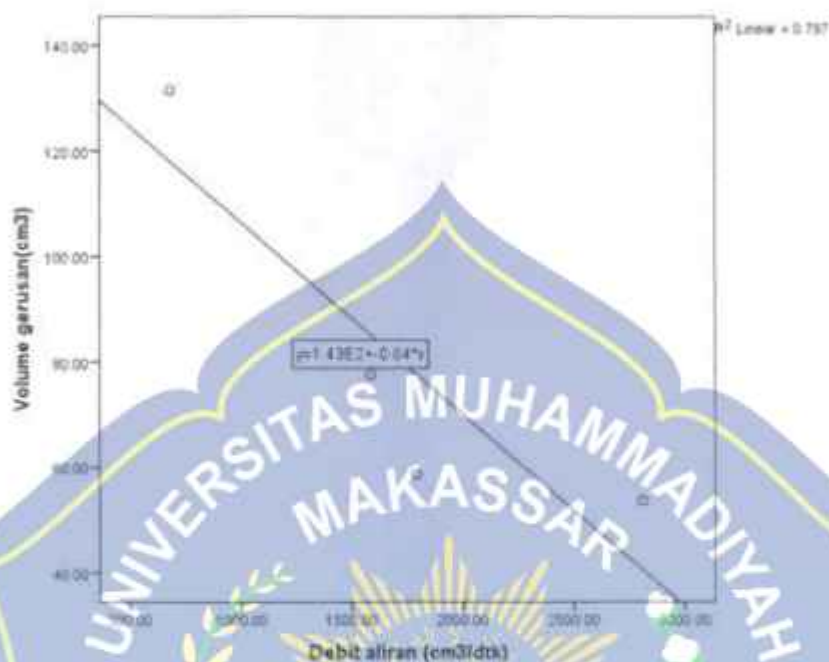
$$Y = 542 + -0.02x \quad 41$$

Berdasarkan persamaan 41, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 542 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka volume gerusan sebesar 542.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -0,02 artinya setiap perubahan 1 cm<sup>3</sup>/dtk debit aliran akan meningkatkan volume gerusan sebesar -0,02

Dari gambar 4.37 diketahui nilai  $R^2 = 0.258$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (volume gerusan) rendah.

b. . Struktur USBR dengan *Baffle Block* 1 : 3



Gambar 4.38 Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Baffle Block* 1 : 3

Dari gambar 4.38 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 143 \pm -0,04 x \quad 42$$

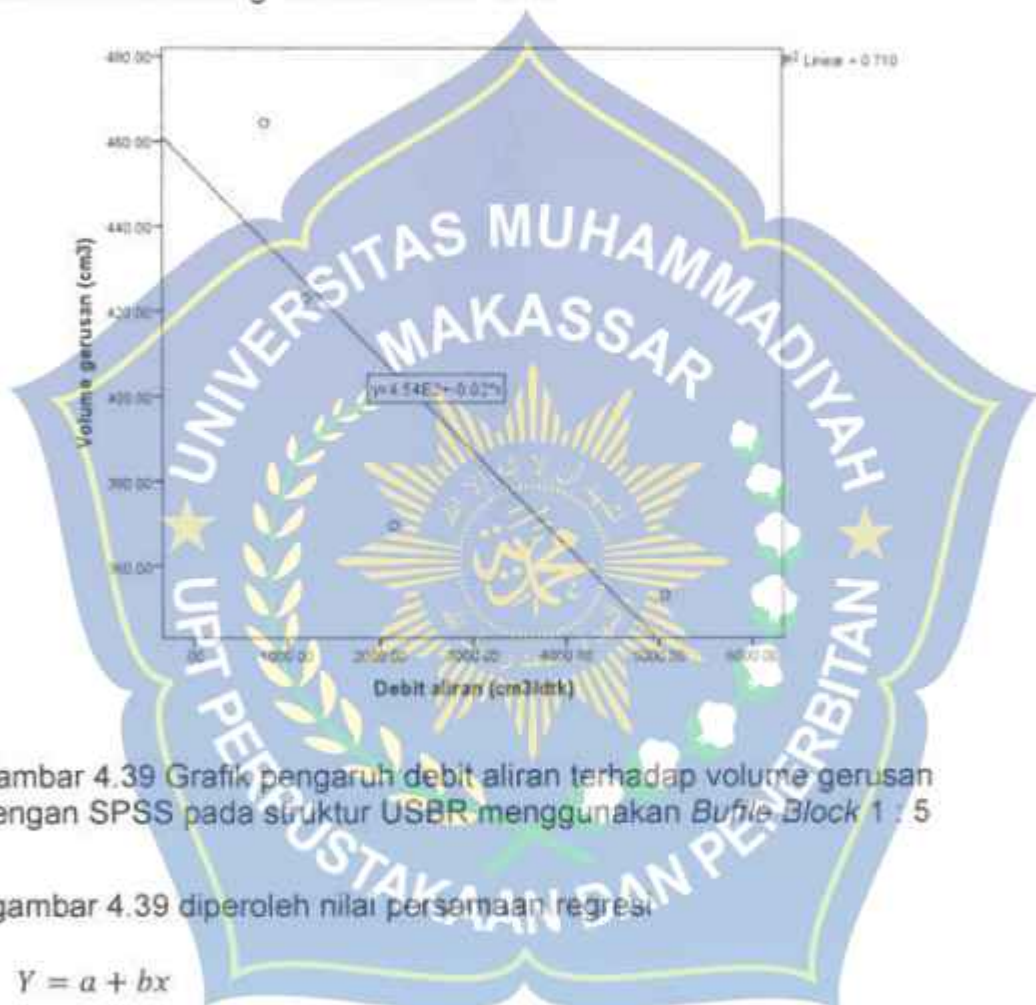
Berdasarkan persamaan 41, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 143 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka volume gerusan sebesar 143

- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -0,04 artinya setiap perubahan 1 cm<sup>3</sup>/dtk debit aliran akan meningkatkan volume gerusan sebesar -0,04.

Dari gambar 4.38 diketahui nilai  $R^2 = 0.797$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (volume gerusan) kuat.

c. Struktur USBR dengan *Buffle Block* 1 : 5



Gambar 4.39 Grafik pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan dengan SPSS pada struktur USBR menggunakan *Buffle Block* 1 : 5

Dari gambar 4.39 diperoleh nilai persamaan regresi

$$Y = a + bx$$

$$Y = 454 + -0,02 x \dots\dots\dots 43$$

Berdasarkan persamaan 41, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Nilai konstanta (a) sebesar 454 dapat diartikan sebagai variabel debit aliran dianggap konstan atau tidak mengalami perubahan, maka volume gerusan sebesar 454.
- 2) Nilai koefisien (b) pada persamaan regresi sebesar -0,02 artinya setiap perubahan 1 cm<sup>3</sup>/dtk debit aliran akan meningkatkan volume gerusan sebesar -0,02.

Dari gambar 4.39 diketahui nilai  $R^2 = 0.710$  artinya hubungan antara variabel x (debit aliran) dengan variabel y (volume gerusan) kuat

Berdasarkan hasil analisis persamaan regresi dan uji determinasi dapat dinyatakan bahwa pengaruh debit aliran terhadap volume gerusan ada pengaruh akan tetapi tidak terlalu signifikan.

Dari analisis persamaan regresi dan uji determinasi dapat dinyatakan bahwa pada pengaliran dengan durasi waktu yang lama akan mengakibatkan perubahan dasar saluran cenderung besar dan pada pengaliran dengan muka air tinggi perubahan dasar saluran cenderung kecil. Dimana hal ini sesuai dengan konsep lapis batas bahwa semakin tinggi muka air dan kecepatan aliran didasar saluran maka akan semakin berkurang dan tidak mampu mengangkat material saluran.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Berdasarkan grafik Perubahan penampang dapat dinyatakan bahwa yang paling efektif dalam mereduksi gerusan pada penampang yaitu dengan penggunaan baffle blok 1 : 3 sehingga perubahan penampang tidak terlalu signifikan.
2. Berdasarkan hasil penelitian Pola kontur gerusan dengan variasi baffle block cenderung lebih rapat terdapat dititik awal pengamatan dibandingkan dengan pola kontur dititik pertengahan dan akhir pengamatan, hal ini dipengaruhi oleh loncatan air tiba-tiba (abrupt rise) pada ambang USBR yang menandakan gerusan terbesar cenderung berada pada awal titik pengamatan hilir USBR.
3. Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Baffle Block dengan kemiringan 1 : 3 memiliki presentase volume gerusan yang lebih cenderung sedikit dibandingkan dengan variasi struktur USBR yang lain yaitu sebesar 3.09%.
4. Dari analisis persamaan regresi dan uji determinasi terhadap parameter aliran dapat dinyatakan bahwa pada pengaliran dengan durasi waktu yang lama akan mengakibatkan perubahan dasar saluran cenderung besar dan pada pengaliran dengan muka air tinggi perubahan dasar saluran cenderung kecil. Dimana hal ini sesuai dengan konsep lapis batas bahwa semakin tinggi muka air dan



kecepatan aliran didasar saluran maka akan semakin berkurang dan tidak mampu mengangkat material dasar saluran.

## B. Saran

Untuk penambahan alternatif media dalam mereduksi gerusan pada hilir USBR tipe I, kami menyarankan untuk menggunakan variasi *Baffle Block* dengan kemiringan 1 : 3, karena dalam penelitian yang kami lakukan telah terbukti bahwa variasi *Baffle Block* dengan kemiringan 1 : 3 paling efektif dalam mereduksi gerusan dihilir USBR.

Dari hasil penelitian ini diharapkan selanjutnya dapat mengkaji bagian hilir USBR yaitu dengan menambahkan media sehingga dapat mengurangi kedalaman gerusan serta menggunakan variasi tinggi dan kemiringan *Baffle Block* selain yang digunakan pada penelitian ini sehingga dapat melihat perbandingan tingkat keefektivan dalam mereduksi gerusan dihilir USBR tipe I.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agnes. (1999). *Pengaruh Tata Letak Baffle Block Pada Kolam Olakan USBR Tipe IV Lantai Miring*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Baskoro, W. (2009). *Kajian Pengaruh Pembangunan Jetty Terhadap Kapasitas Sungai Muara Way Kuripan Kota Bandar Lampung*. Tesis. Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro: Semarang.
- Breuser, H., & Raudkiv, A. (1991). *Scouring*. IAHR Hydraulic Structure Design Manual, Rotterdam: AA Balkema.
- Budiarsyad, Gadang. 2018. "Pengaruh Penempatan Baffle Block Tipe V Terhadap Reduksi Panjang Loncatan Air Dan Energi Aliran Pada Pengalir Bendung Tipe Ogee". Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Chatterje, M., Chatterje, S., & Gosh, S. (1994). Local Scour Due To Submerged Horizontal. *Journal of Hydraulic Engineering Vol. 120 No.8*, 973-991.
- Chow, V. T. (1959) *Open Channel Hydraulic*. Mc Graw Hill Kogakusha: Ltd.
- Craig, I. P., Bundschuh, J., & Thorpe, D. (2015). Pesticide Sustainable Management Paratice (SMP) Including Porous Biochar/ Geopolymer Structures For Contaminated Water Remedition. *int. J. of GEOMATE, Des., 2015, Vol. 9, No.2 (S1 No. 18), pp. 1523-1527 Geotech, Const. Mat. and Env. ISSN : 2186-2982 (P), 2186-299-(O), Japan*.
- Dimple.com. (2017). Salauli Dam-Concrete Baffle Block. Retrieved Oktober 28, 2019, From Dimple Chemicals & Service PVT. LTD: [www.dimplechem.com/portfolio/salauli-dam-goal/](http://www.dimplechem.com/portfolio/salauli-dam-goal/)
- Djunur, Lutfi Hair. 2013. "Study Konfigurasi Dasar Sungai dengan Material Dasar Kenkil pada Tikungan dengan Model Fisik". Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Gowa.
- Evi J. W Pamungkas. 2014. Analisis Gerusan Dihilir Bendung Tipe IV. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol.2.No.3 Universitas Sriwijaya*.

- French, R. H. (1980). *Open Channel Hydraulic*. McGraw Hill Book Company: New York.
- Marturiawan Kristanto, Dwi Priyantoro. 2012. Alternatif Penggunaan *Abrupt Rise* Pada USBR Tipe III Untuk Mengurangi Gejala *Pulsating Waves*. *Jurnal Teknik Pengairan Universitas Brawijaya*.
- Pallu, S. (2007). *Diktat Sediment Transport*. Teknik Sipil Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Peraturan Pemerintah Nomor 37 Pasal 1 Tahun 2010*. (n.d.).
- Pudyono, S. (2013). Penentuan Kedalaman Dan Pola Gerusan Akibat Aliran Superkritik Di Hilir Pintu Air Menggunakan End Sill dan Baffle Block Dengan Simulasi Model Integrasi Numerik. *Jurnal Rekayasa Sipil/Volume 7, No.2 - 2013 ISSN 1978-5658*, 118-131.
- Rajaratnam, N. (1987). *Engineering Fluid Mechanics*. Civil Eng. Dept. Faculty Of Engineering: Alberta Edmonton Canada.
- Sosrodarsono, S., & Takada, K. (1989). *Bendungan Type Urugan*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Subramaya, K. (1986). *Flow In Open Channel Hydraulic, First Revied Edition*. Tata Mc Graw Hill Book Publishing Company Limited: New Delhi.
- Sutyono, E. (2007). Jurnal Krib Impermeabel Sebagai Pelindung Pasca Belokan Sungai (Kasus Belokan Sungai Brantas Di Depan Lab. Sipil UMM). *Media Teknik Sipil Vol 5 No. 1 Universitas Muhammadiyah Malang*.
- Triatmojo, B. (1992). *Mekanika Fluida Dan Hidrolik*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Vischer, D., & Hager, W. (1995). *Energy Dissipators*. IAHR Hydraulic Structure Design Manual, Rotterdam: AA Balkema.

## DAFTAR LAMPIRAN

### A. Lampiran 1 : Tabel dan Grafik Analisa Saringan

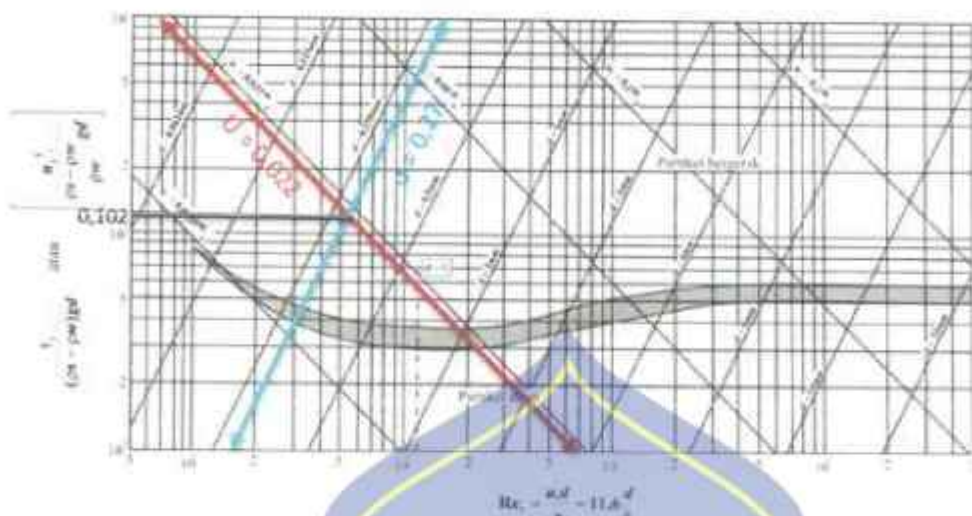
#### ❖ Tabel Analisa Saringan

No Saringan	Diameter ( mm )	Berat Saringan ( gram )	Berat Tertahan ( gram )	Berat Saringan + Berat Tertahan ( gram )	Σ Berat Tertahan Kumulatif	Persentase	
						Berat Tertahan ( % )	LoLOS ( % )
1	2	3	4	5 = ( 3 + 4 )	6	7	8
8	2	406	9	415	9	1,08	98,92
16	0,82	400	7	407	16	1,92	98,08
40	0,41	387	31	418	47	5,63	94,37
50	0,27	374	107	481	154	18,44	81,56
100	0,16	374	244	618	398	47,66	52,34
200	0,075	247	110	357	508	60,84	39,16
Pan		320	327	647	647	100	0

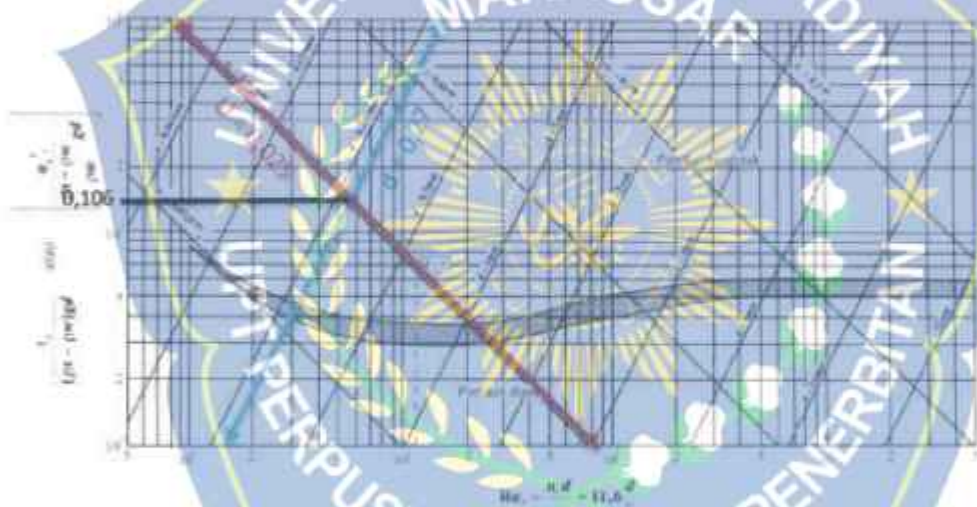
#### ❖ Grafik Analisa Saringan



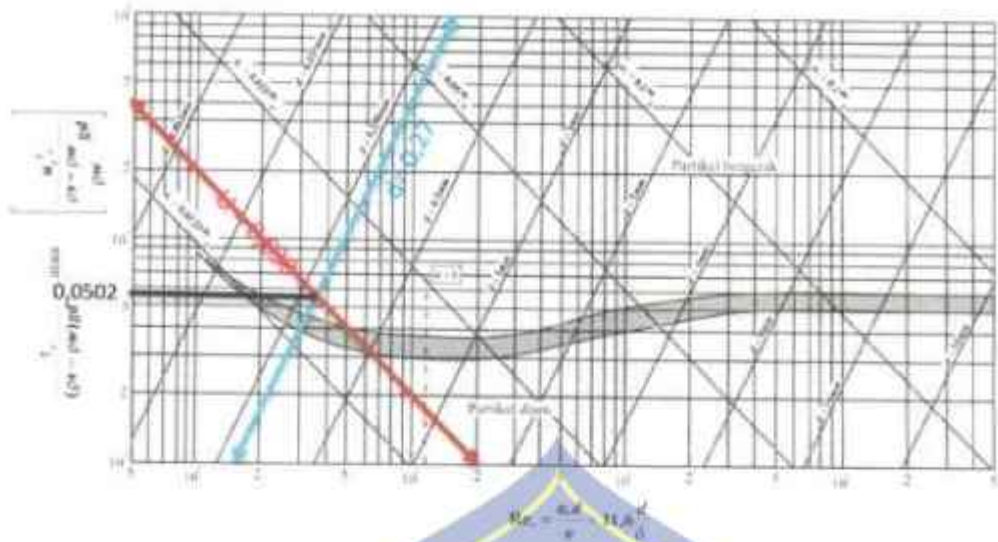
## B. Lampiran 2. Grafik Shield



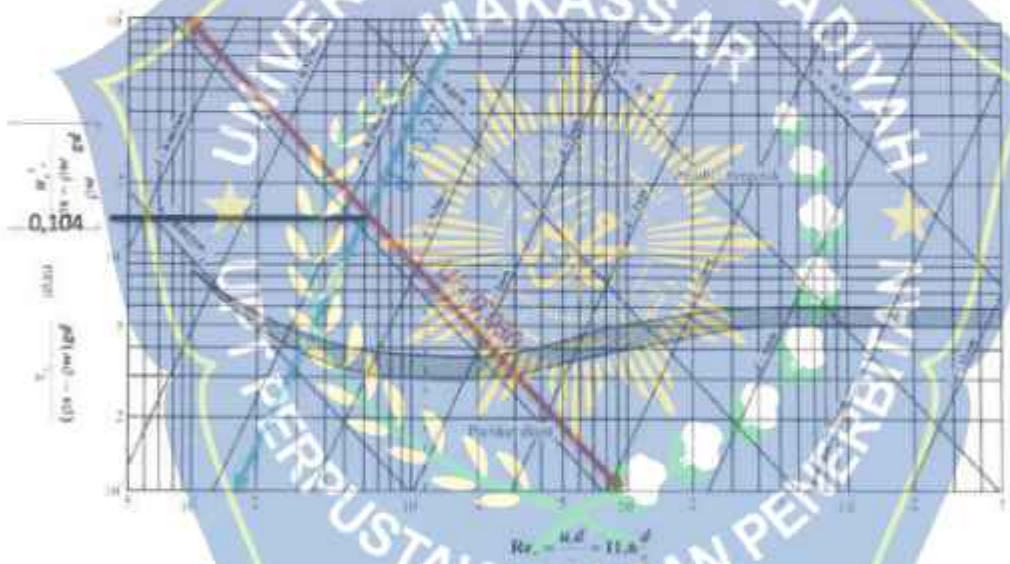
GRAFIK SHIELD TANPA BUFFLE BLOCK



GRAFIK SHIELD BUFFLE BLOCK 1:1



GRAFIK SHIELD BUFFLE BLOCK 1:3



GRAFIK SHIELD BUFFLE BLOCK 1:5

### C. Lampiran 3. Perubahan Penampang

#### LAMPIRAN : Tanpa Baffle Blok

##### ❖ Tanpa Baffle Blok dengan $h = 3$ cm dan $t = 5$ menit

19.2	19.2	19.1	19.1	19.2	19.3	19.3	19.3	19.5	19.9	19.7	20
18.2	18.2	18.4	18.5	18.4	18.4	18.4	18.4	18.5	18.5	18.6	18.6
18.4	18.4	18.5	18.5	18.5	18.3	18.3	18.3	18.5	18.5	18.5	18.3
18.7	18.7	18.7	18.6	18.5	18.4	18.3	18.4	18.5	18.5	18.3	18.5
19	19.1	19	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8	18.6

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

##### ❖ Tanpa Baffle Blok dengan $h = 3$ cm dan $t = 10$ menit

18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
17.9	17.9	17.8	18	17.9	17.9	17.9	18	18	18	17.8	17.7
17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.5	17.6	17.5	17.6
17.3	17.5	17.4	17.3	17.4	17.3	17.3	17.2	17.3	17.3	17.3	17.3
17.3	17.5	17.6	17.7	17	17	17	17	17.5	17.5	17.5	17.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$ ,  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Tanpa Buffle Blok dengan  $h = 3 \text{ cm}$  dan  $t = 15$  menit

21.3	21	20.6	21	20.5	20.5	20.5	20.7	20.7	20	20.7	20.8
20	20	20.2	20.2	20.2	20	20.7	20.7	19.8	20	20.4	20.6
19	19.1	19	19.2	19	18.7	20	19	18	19	19	19.3
19.6	19.4	19	19	19	19	18.7	18.6	18.5	18.6	18.6	18.7
18.9	18.9	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$ ,  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$ ,  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 5$  menit

21.1	21.5	21.3	21.3	21.5	21.4	21.4	21.3	21.4	21.5	21.4	20.8
18.6	18.8	18.9	19.7	19.5	19	18.9	19	19	19.1	19.2	19.4
18.6	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	18.8	18.9	19	19
18.9	18.8	18.7	18.7	18.6	18.6	18.6	18.6	18.7	18.7	18.8	18.9
19.2	18.8	18.8	18.8	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 10$  menit

18	18.2	18.5	18.4	18	18.4	18.3	18.5	18.6	18.9	19	19
18	18.1	18	18.3	18.2	18.3	18.4	18.7	18.3	18.4	18.5	18
17.7	18	17.9	17.9	18	17.9	17.9	18	18.6	18.7	18.2	18.5
17.4	17.9	17.8	17.8	17.9	18	18	18.1	18	18	18	18
17	17.8	17.6	17.6	17.7	17.6	17.5	17.8	17.7	17.8	17.9	17.6

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ Tanpa Buffle Blok dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 15$  menit

18,4	18,4	18,3	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,9	19	19
18,3	18,2	18,1	18,1	18	18	18	18,5	18,2	18,5	18,5	18,4
18	18	18	18	18	18,3	18	18	18,9	18,2	18,1	18,1
18	17,9	17,9	17,7	17,9	17,9	17,9	18,3	18	17,9	18,3	18,3
18	17,7	18,7	17,5	17,5	17,5	17,6	18	17,8	17,6	17,6	17,6

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 5$  menit

18	18	18	18	18	18.5	18.5	18.6	18.6	18.8	19	19
17.5	17.5	17.6	17.6	17.9	18	18	18	18	18.3	18	18
17.7	17.9	18	18	18	18	18.2	18.5	18.5	18	18	18
17.8	18	18	18	18	18	18	18.4	18.4	18	18	18
18	18	18.1	18.3	18.3	18.5	18.6	18.7	18.6	18.5	18.5	18.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 10$  menit

23.5	24	21.5	22.5	22.5	22.7	22.7	23	23	23.5	23.7	23.7
20	21	21	21	21	20.5	20.5	20.5	20.5	21.5	21.5	21.5
19.5	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
20	19.8	19.8	19.9	19.9	20	19.8	19.9	20	20	20	20

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 15$  menit

24	24	24	24	24	23.8	24	24	24	24	24	24	24
20.8	20.9	21.1	21.5	21.5	21.3	21.2	21	21.2	21.5	21.5	21.5	21.5
20.6	20.6	20.4	20.5	20.4	20.3	20.2	20.2	20.3	20.6	20.3	20.4	20.4
20.6	20.8	20.4	20.8	20.4	20.5	20.4	20.5	20.3	20.4	20.4	20.4	20.4
21.5	20.5	20.5	20.4	20.4	20.5	20.5	20.3	20.4	20.2	20.3	20.1	20.1

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $h = 4$  cm  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

### LAMPIRAN : Baffle Blok 1 : 1

#### ❖ Baffle Blok 1 : 1 dengan $h = 3$ cm dan $t = 5$ menit

20.8	20.8	20.9	20.9	21	21.4	21.3	21.3	21	21	21	21
18.5	18.5	18.9	19.3	19.3	19	19	19	19	19	19	19
18.9	18.9	19	19.2	19.3	19.3	19.1	19.1	19.2	19.2	19.2	19.2
18.9	19	19	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.2	19.2	19.3	19.2
19.5	19.5	19.7	19.9	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

#### ❖ Baffle Blok 1 : 1 dengan $h = 3$ cm dan $t = 10$ menit

24	24	24	24	21	24	24	24	24	21	24	24
21	21.5	21.1	22	21	22	22	22	22	22	21.3	22.3
20	20.1	20.4	20.5	20.4	20.5	20.6	20.5	20.5	20.4	20.2	20.7
20.1	20.1	20.7	20.5	20.8	20.5	20.3	20.5	20.7	20.2	20.5	20.5
20.1	20.2	21.2	21.2	21.3	21.5	21.5	21.6	21.3	20.6	20.5	20.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$   $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 3 \text{ cm}$  dan  $t = 15$  menit

23.8	23.6	23.9	23.6	23.6	23.5	23.4	23.5	24	24	24	24
22.4	22	22.5	22.8	22.8	23	23.5	23.9	23.5	23.5	24	23.5
21.8	21.5	21	21	21	20.8	20.7	20.5	20.5	20.5	20.5	20.8
20.7	20.6	20.7	20.9	21	21	21	20.8	20.7	20.5	20.8	20.3
19.8	20	20.4	20.5	21	21	20.6	20.6	20.5	20.5	20.3	20.4

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ **Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 5$  menit**

18.7	19	18.2	18.5	19	19	19	18.9	19	19	19	19
18	18.2	18.2	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3
18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.7	18.7	18.7	18.7
18.5	18.5	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
19	19	19.1	19.1	19.4	19.3	19.2	19.1	19	18.9	18.8	18.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ **Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 10$  menit**

23.5	24	24	24	24.5	25.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
20	20	20	20	20	20	20.5	21.5	20.5	20.5	20.5	20.5
19.5	19.5	19.7	19.8	20	20	20	20	20	19.5	19.6	19.6
19.5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20.1	20	20	19.9	20	20	20	19.8	19.6	19.5	19.5	19.6

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5 \text{ cm}$   $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Buffle Blok 1 : 1 dengan  $H = 3,5 \text{ cm}$  dan  $t = 15$  menit

24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
21	20	21	21	21	21	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
20.5	20	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20	20	20	20
20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20	20	20	20	20	20	20
20.5	21	20.8	20.7	20.8	20.9	20.8	20.6	20.5	20.5	20.7	20.9

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



❖ **Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 5$  menit**

18.9	18.7	18.7	18.8	19	18.9	19	19	19	19	19	19
18.2	18.1	18.3	18.5	18.5	18.6	18.5	18.4	18.4	18.5	18.6	18.6
18.3	18.3	18.3	18.4	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.7	18.9	18.7
18	18	18.2	18.4	18.5	18.7	18.7	18.7	18.8	18.5	18.8	18.8
17.5	18.2	18.8	18.7	18.9	18.9	18.9	18.8	18.8	18.8	18.8	19

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ **Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 10$  menit**

23	22.5	22.5	22.8	22.5	22.5	22.5	22	22	22	22	22
20	21	21.5	22	22	22	21	20	21	21	21	21
19.5	19.5	19.5	19	19	19	19	19	19	19.5	19.5	19.5
18.5	18.5	18.6	18.7	18.7	18.3	18.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
18.9	19	19.4	19.4	19.6	20	20.1	20	20	20	19.8	19.8

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block  
dengan  $H = 4 \text{ cm}$   $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Baffle Blok 1 : 1 dengan  $H = 4 \text{ cm}$  dan  $t = 15$  menit

23.8	21	21	21.9	22.8	22.1	22.2	22.1	22.3	22.5	22.3	22.3
20	21	21	21	21.4	21.3	21	21.8	21	22.5	22.2	22.1
18.6	18.7	18.8	19	19.9	19.5	19.7	19.6	19.5	19.5	19.5	19.5
18.9	18.7	18.7	18.6	18.5	19.4	19.5	19.5	19.5	19.7	19.7	19.3
18.5	18.5	18.6	18.6	18.9	18.9	19	19	19.1	19.1	19.2	19.3

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block  
dengan  $H = 4 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block  
dengan  $H = 4 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

### LAMPIRAN : Baffle Blok 1 : 3

#### ❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan $h = 3$ cm dan $t = 5$ menit

18.5	18.2	18	18	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
17.5	17.5	17.6	17.6	17.6	17.6	18	18	18	18	18	18
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.8	17.8	18	18	18	18	18
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
17.8	17.8	17.6	17.7	17.8	17.8	17.8	17.9	17.9	17.9	17.9	17.6

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

#### ❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan $h = 3$ cm dan $t = 10$ menit

18.9	18.9	18.8	18.8	18.8	18.9	18.9	18.8	18.9	18.9	19.2	19.2
18.2	18.2	18.3	18.5	18.5	18.5	18.4	18.4	18.5	18.5	18.6	18.6
18.5	18.5	18.5	18.5	18.8	18.8	18.9	18.9	18.5	18.5	18.7	18.5
18.3	18.3	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
19	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Buffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 15$  menit

21	21	21	21	21	20.7	20.5	20.5	20.6	20.6	20.6	21
19	19.1	19.5	19.5	19.4	19.2	19.2	19.2	19	19.2	19	19.4
18.8	18.8	18.9	19	19	19	18.8	18.8	18.8	19	19	19
18.9	18.9	18.9	18.9	19	19	19	19	19	19	19	19
18.5	18.6	18.5	18.8	18.7	18.8	18.9	18.8	18.8	18.7	18.9	18.8

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ **Buffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 5$  menit**

18	18	18	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
18,5	18	18	18	18	18	18	18	18	18,3	18,3	18,3
17,5	17,7	17,7	17,7	18	18	18	18	18	18	18	18
17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	18	18	18	18	18	18	18
17,5	17,4	17,5	17,5	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405,42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405,42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ **Buffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 10$  menit**

18,9	18,9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5
18,1	18,3	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,3	18,3	18,3	18,3	18,5
18,3	18,5	18,6	18,6	18,5	18,5	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
19,1	19,3	19,2	19	18,5	18,5	19,2	19,2	18,5	18,2	18,1	18
20,1	19,9	19,5	19,5	19,2	19,1	19,3	19,2	18,7	18,5	18,5	18

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405,42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5 \text{ cm}$   $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Buffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3,5 \text{ cm}$  dan  $t = 15$  menit

21.9	24	24	24	24	24	24	24	24	24	20.7	21
21.5	20.9	20.7	20.1	20.4	20	20	20.2	19.9	19.7	19	19.4
21.4	20.8	20.5	20.1	20.3	20	20.0	19.8	19.8	19	19	19
21.5	20.9	20.7	20	20.4	20.2	20.1	19.9	19.7	19	19	19
22.2	21	21	20.5	20.5	20.6	20	20	20	19.5	19	19

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ **Buffle Blok 1 : 3 dengan h = 4 cm dan t = 5 menit**

21.5	21.8	22.3	22.3	22.3	22	22.2	22	21.8	20.3	22.3	22.3
19.5	19.5	19.8	19.9	19.9	19.7	19.5	19.5	19.6	19.8	19.2	19.2
17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.7
19.5	19.5	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 4 cm t = 5 menit dan Q = 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 4 cm t = 5 menit dan Q = 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk

❖ **Buffle Blok 1 : 3 dengan h = 4 cm dan t = 10 menit**

24	24	24	24	25	24	24	24	24	24	24	24
20.8	20.9	22	22.1	22	21.5	21.4	21.5	21.6	21.4	21.5	21.5
20.8	20.5	20.4	20.5	20.6	20.6	20.5	20.5	20.5	20.6	20.3	20.5
20.3	20.5	20.5	20.4	20.5	20.7	20.4	20.5	20.5	20.5	20.2	20.3
20.4	20.3	20.1	20.1	20.1	20.3	20.1	20	20	20	20	20

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 4 cm t = 10 menit dan Q = 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4 \text{ cm}$   $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 4 \text{ cm}$  dan  $t = 15$  menit

24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
22	22.1	22.4	22.7	22.6	21.8	21.8	22	22.3	22.1	22.2	22.2	22.2
21	20.3	20.7	20.8	20.9	20.7	20.8	20.8	20.8	20.6	20.6	20.6	20.6
20.9	20.9	21	20.9	20.8	20.9	21	20.7	20.6	20.4	20.5	20.5	20.5
20.8	20.5	20.5	20.5	20.6	20.3	20.3	20.7	20.3	20.3	20.1	20.3	20.3

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 4 \text{ cm}$   $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



## LAMPIRAN : Baffle Blok 1 : 5

### ❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan $h = 3$ cm dan $t = 5$ menit

20.5	20.5	20.4	20.3	20	20	20	20	20	20	20.5	20.2
18.6	18.9	19.3	19.7	18.5	18.5	18.5	18.7	19.2	19	19.1	19.5
19	19	18	18.9	18.7	18.6	18.7	18.7	18.6	18.7	18.7	18.8
19.3	19.1	19	19	18.7	18.8	18.6	18.8	18.8	18.7	18.7	18.8
19.7	19.8	19.5	19.2	19.2	19	19	19	19	19	19	19

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

### ❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan $h = 3$ cm dan $t = 10$ menit

23.9	23.9	23.8	23.4	23	22.9	22.9	22.8	22.9	23.2	23.4	23.5
21	21	21.4	21.4	21.4	21.3	21.7	21.5	21.5	21.9	21.8	21.5
20.1	20.3	19.8	19.5	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
20.3	20	19.9	19.8	19.6	19.4	19.5	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
20.5	20	20	20	19.6	19.5	19.6	19.5	19.4	19.4	19.4	19.4

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$   $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan  $H = 3 \text{ cm}$  dan  $t = 15$  menit

24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
20.7	21.2	21.2	21	20.3	20	20	20	20.2	20.4	19.9	19.7	19.7
20	20.7	20.5	20.6	20.4	20.2	20.1	20	19.9	19.8	19.7	19.6	19.6
21	21	20.8	20.5	20.5	20.2	20.1	20.1	19.7	19.6	19.7	19.7	19.7
21.5	21	21	20.5	20.5	20.1	20	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Baffle Block dengan  $H = 3 \text{ cm}$   $t = 15$  menit dan  $Q = 1405.42 \text{ m}^3/\text{dtk}$

❖ **Buffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 5$  menit**

21	21.5	21.5	21	21	21	21.3	21.3	21.2	21.2	21.3	21.5
19	19.1	19.2	19.3	19	19	19	19	19	19	19.2	19.4
19.3	19.3	19.3	19.2	19.2	19	19	19	19	19.1	19.1	19.1
19.8	19.4	19.4	19.4	19.3	19.1	19.1	19	19	19.1	19.1	19.2
19.7	19.7	19.6	19.6	19.6	19.5	19.5	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ **Buffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 10$  menit**

24	24	24	24	24	25	25	26	26	24	24	24
21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	22	22	22	22	22	22
20.5	20.5	20.2	20.2	20.2	20.2	20	20	20	20	20	20
20.7	20.5	20.4	20.4	20.2	20	20	20.2	20	20	20	20
21	21.9	20.5	20.5	20.4	20.4	20.3	20.1	20	20	20	20

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 3,5$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

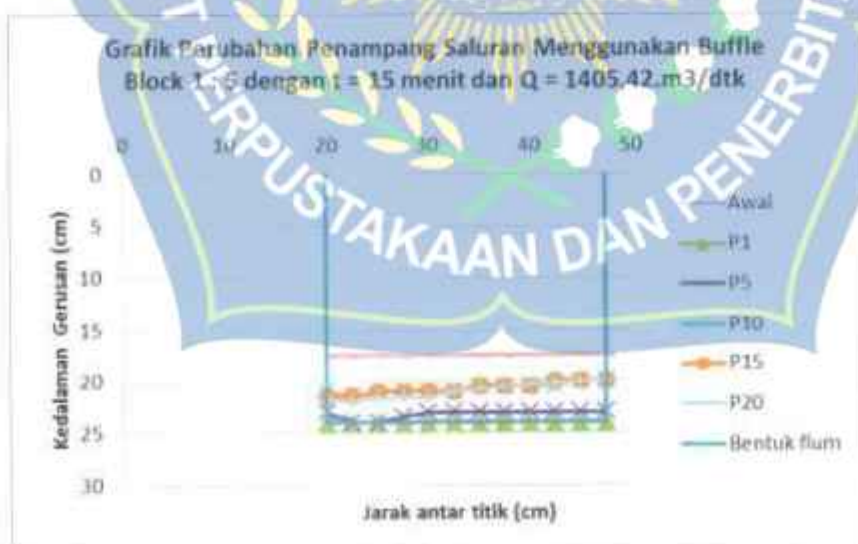


Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 3,5 cm t = 10 menit dan Q = 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk

❖ Buffle Blok 1 : 5 dengan h = 3,5 cm dan t = 15 menit

24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
23	24	24	21,5	23	23	23	23	23	23	23	23
21	21,5	21,2	21	21	21	20,5	20,5	20,5	20,5	20	20
21,5	21,5	21	21	21	21	20,5	20,5	20,5	20	20	20
21,8	22	21,7	21,6	21,6	21	20,6	20,6	20,4	20,3	20,1	20

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 3,5 cm t = 15 menit dan Q = 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 3,5 cm t = 15 menit dan Q = 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk

❖ **Buffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 5$  menit**

20	19.9	19.8	19.7	19.6	18.6	19.7	19.8	19.8	20.2	20.2	20.2
18.5	18.6	18.9	18.9	18.6	18.6	18.8	18.8	18.9	19	19	19
19	18.9	18.9	18.9	18.7	18.7	18.7	18.9	18.8	18.9	18.9	19
19	19	19	18.9	18.9	18.8	18.8	18.9	18.9	18.9	19	19
19.5	19.5	19	19	19	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	19	19

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 5$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk

❖ **Buffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 10$  menit**

24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
20.5	20.9	20.8	20.4	20	19.5	19.5	19.7	20	20	20.3	20.6
20.1	20.3	20.5	20	19.8	19.8	19.7	19.5	19.5	19.7	19.8	19.8
20	20.3	20	19.9	19.8	19.7	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
20.5	20	19.8	19.8	19.8	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5

Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan  $H = 4$  cm  $t = 10$  menit dan  $Q = 1405.42$  m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 4 cm t = 10 menit dan Q= 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk

❖ Buffle Blok 1 : 5 dengan h = 4 cm dan t = 15 menit

24	21	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
21	21	21	21	20.3	20.3	20.5	21	21	21	21	21
21	21.5	20.5	20.3	20	20	20	20	20	19.7	19.7	19.7
21	20.5	20	20	20	20	20	20	19.6	19.5	19.5	19.5
21.1	20.5	20.3	20.2	20.2	20	19.9	19.9	19.7	19.7	19.7	19.6

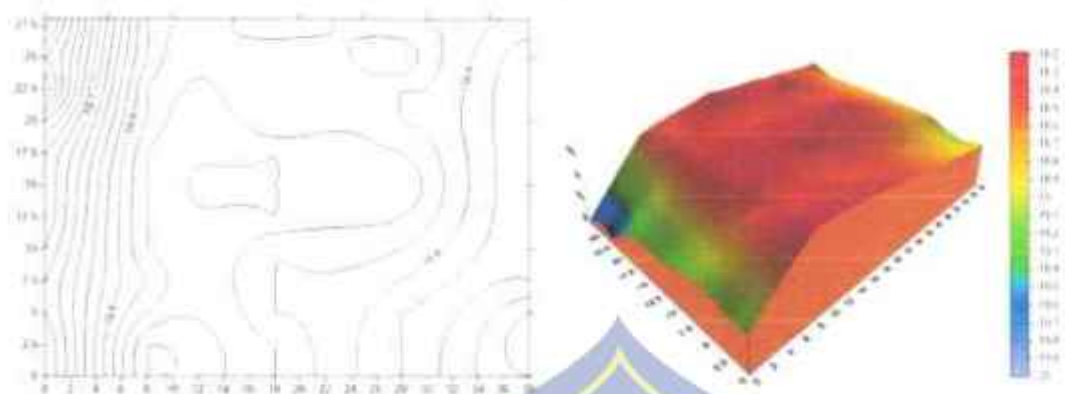
Tabel Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 4 cm t = 15 menit dan Q= 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk



Grafik Perubahan Penampang Saluran Tanpa Menggunakan Buffle Block dengan H = 4 cm t = 15 menit dan Q= 1405.42 m<sup>3</sup>/dtk

#### D. Lampiran 4. Kontur gerusan dan perspektif gerusan

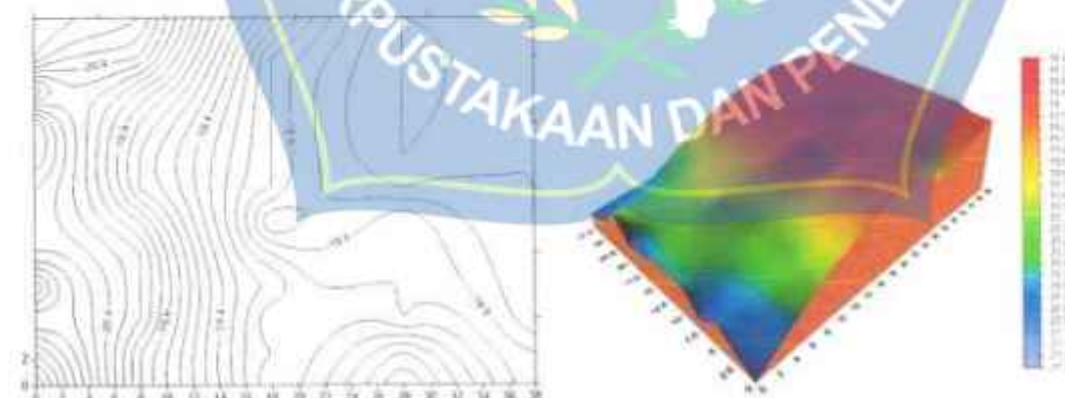
- ❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 5$  menit



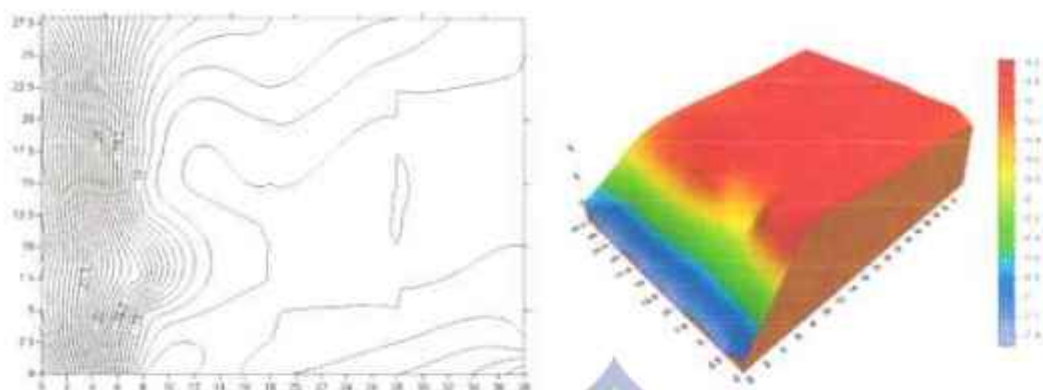
- ❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 10$  menit



- ❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 15$  menit



❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 5$  menit



❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 10$  menit

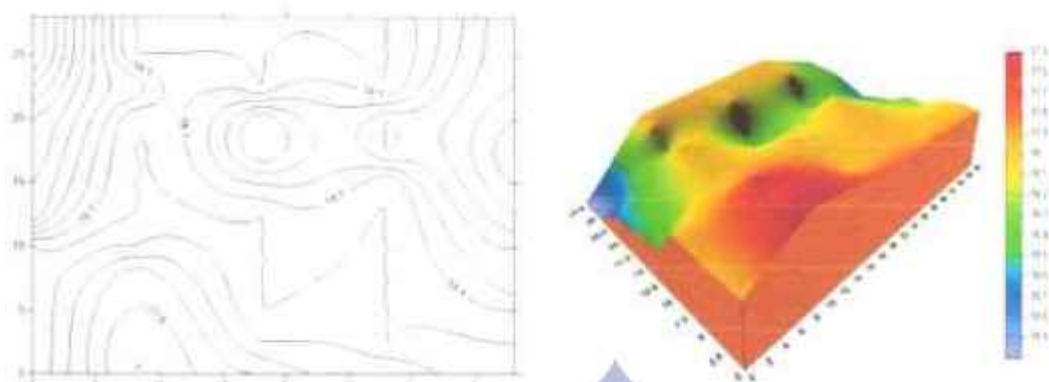


❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 15$  menit





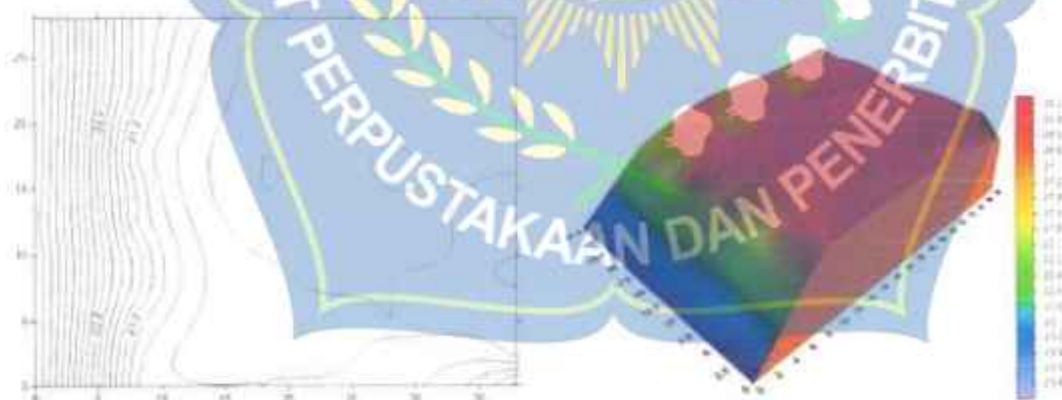
❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 5$  menit



❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 10$  menit

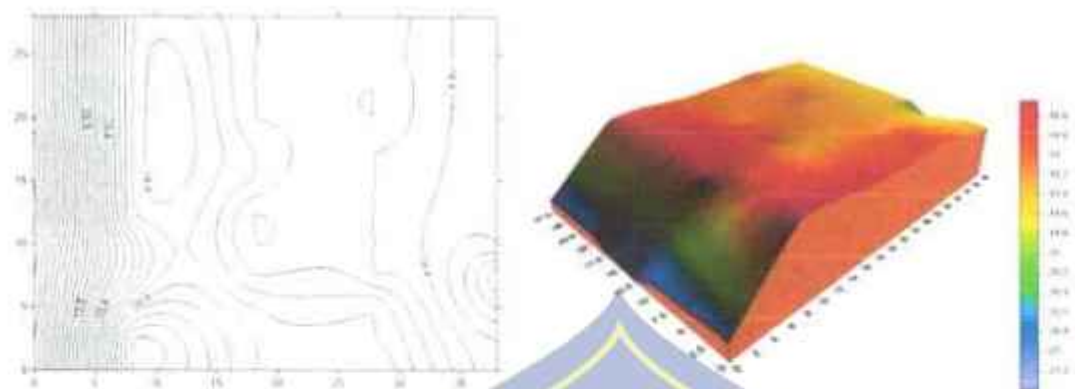


❖ Tanpa Baffle Blok dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 15$  menit



## Kontur gerusan dan perspektif gerusan kemiringan *buffle block* 1:1

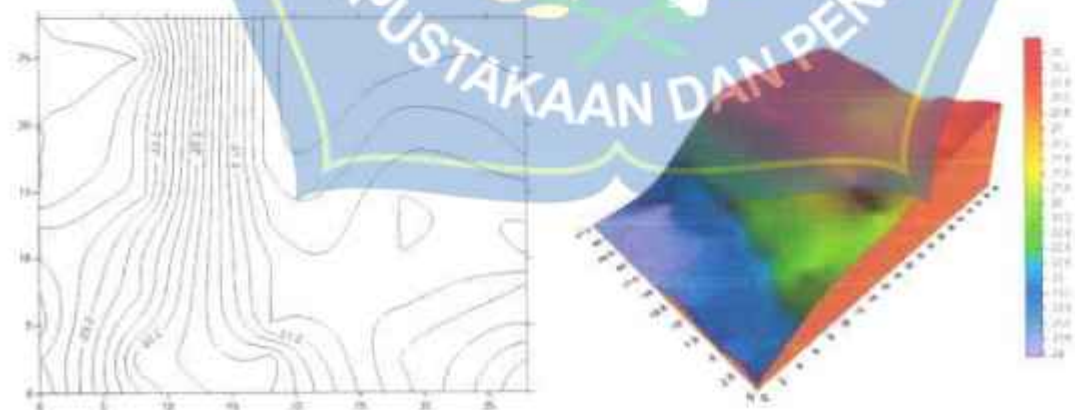
- ❖ **Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 5$  menit**



- ❖ **Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 10$  menit**

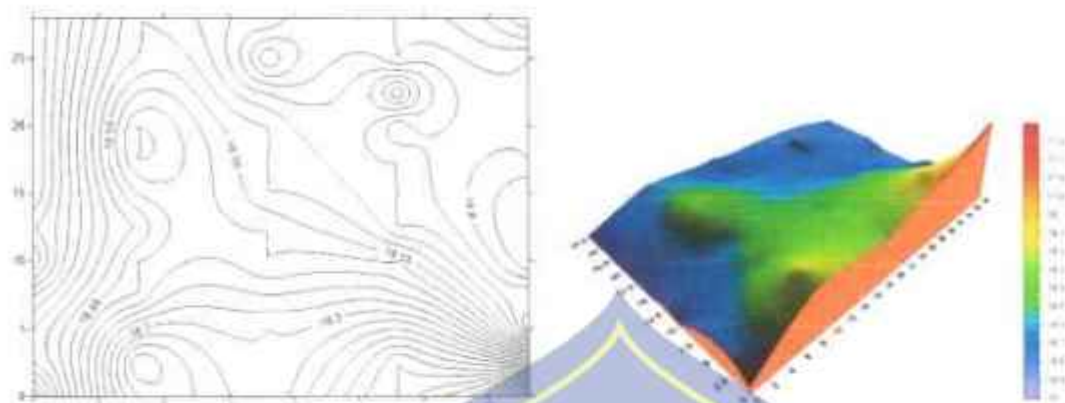


- ❖ **Buffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 15$  menit**





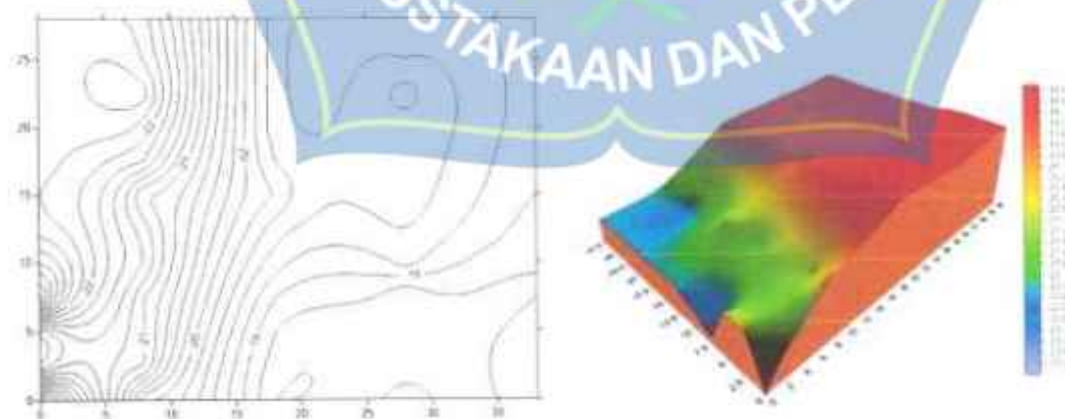
- ❖ Baffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 5$  menit



- ❖ Baffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 1$  cm dan  $t = 10$  menit

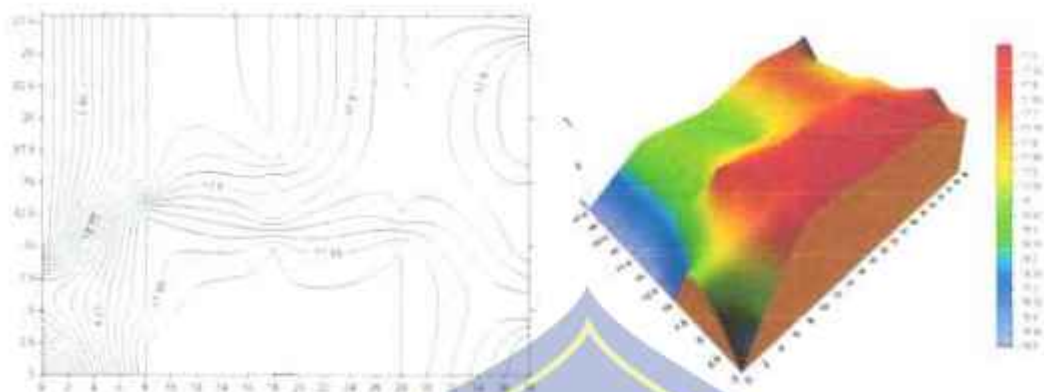


- ❖ Baffle Blok 1 : 1 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 15$  menit



## Kontur gerusan dan perspektif gerusan kemiringan *baffle block* 1:3

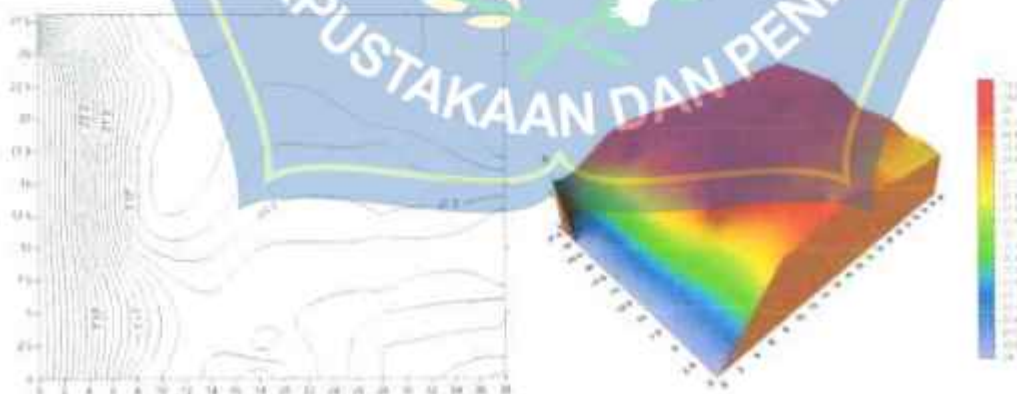
- ❖ **Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 5$  menit**



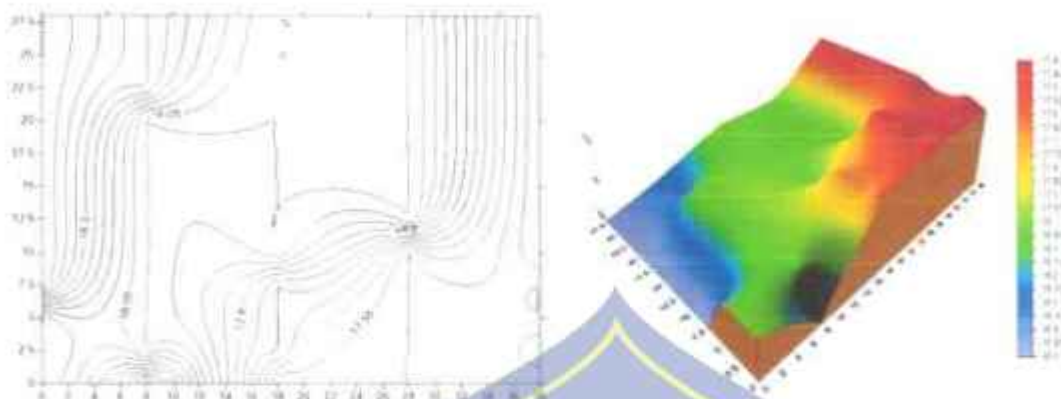
- ❖ **Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 10$  menit**



- ❖ **Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 15$  menit**



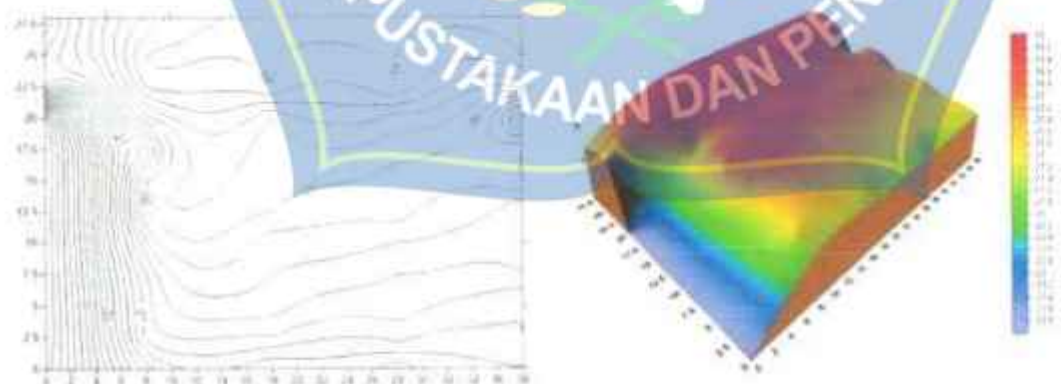
- ❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 5$  menit



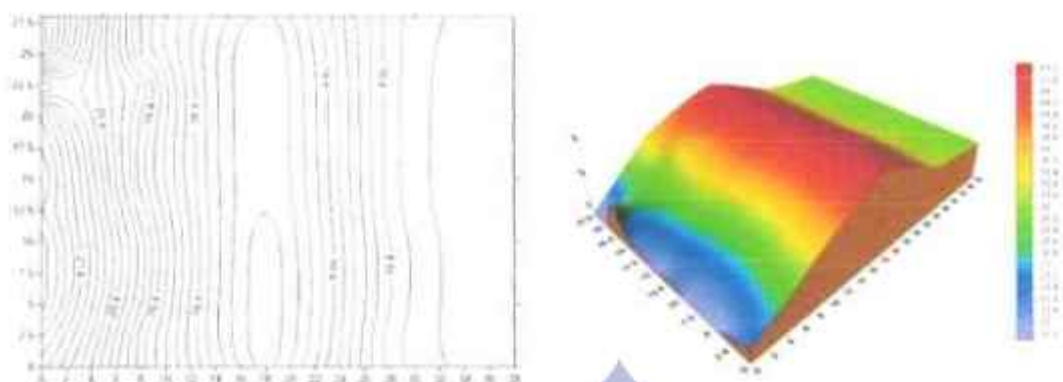
- ❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 10$  menit



- ❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 15$  menit



❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 5$  menit



❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 10$  menit

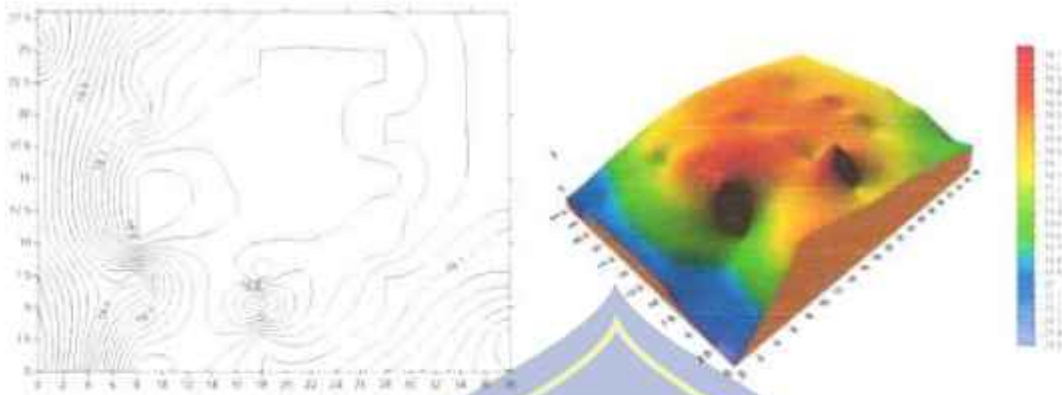


❖ Baffle Blok 1 : 3 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 15$  menit



## Kontur gerusan dan perspektif gerusan kemiringan *buffle block* 1:5

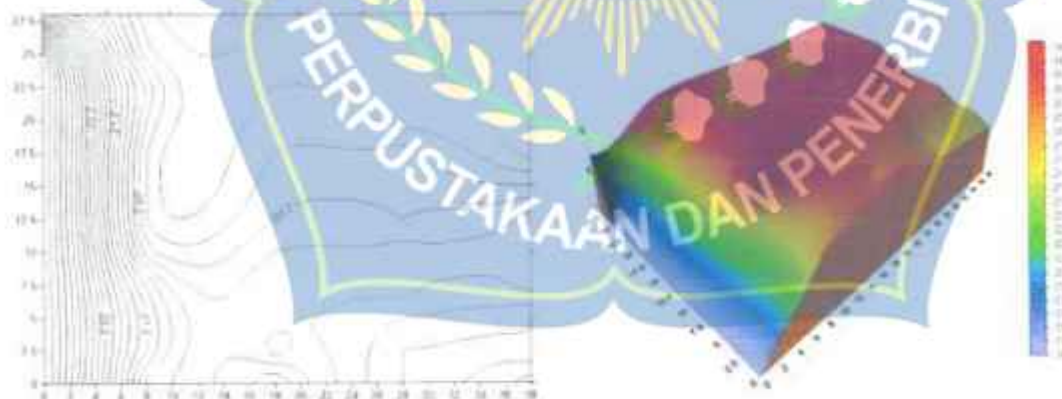
❖ **Buffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 5$  menit**



❖ **Buffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 10$  menit**

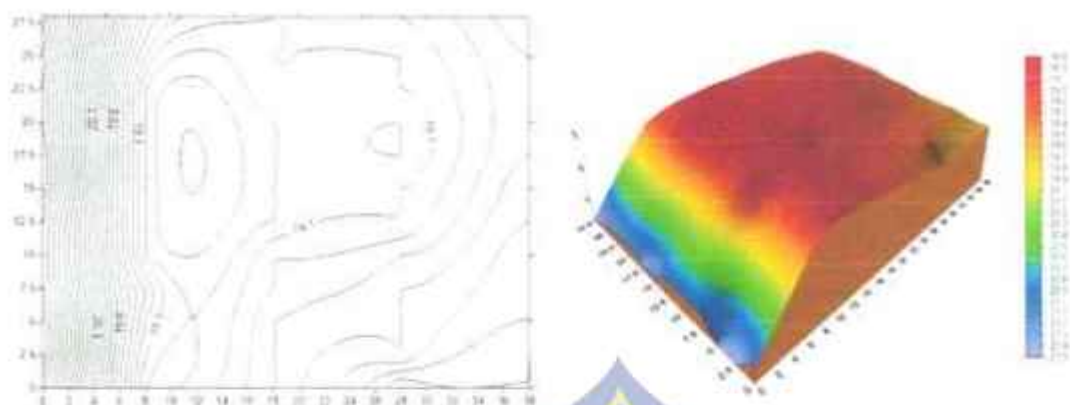


❖ **Buffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3$  cm dan  $t = 15$  menit**





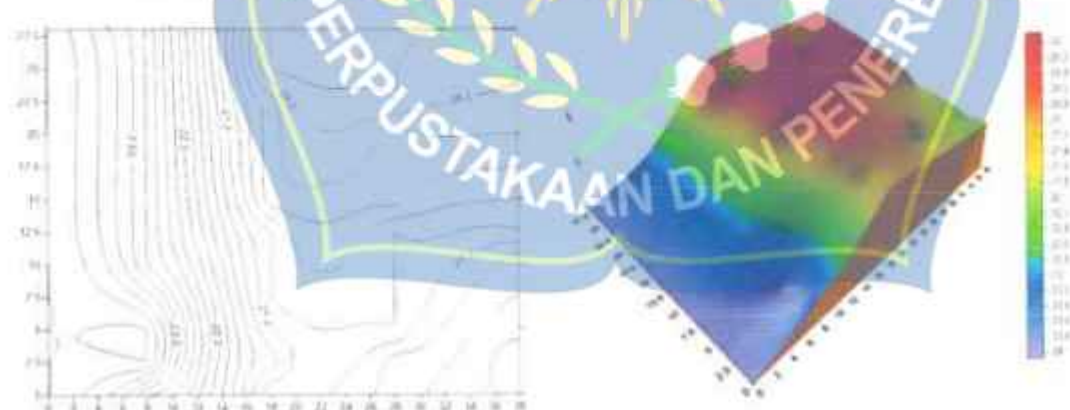
- ❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 5$  menit



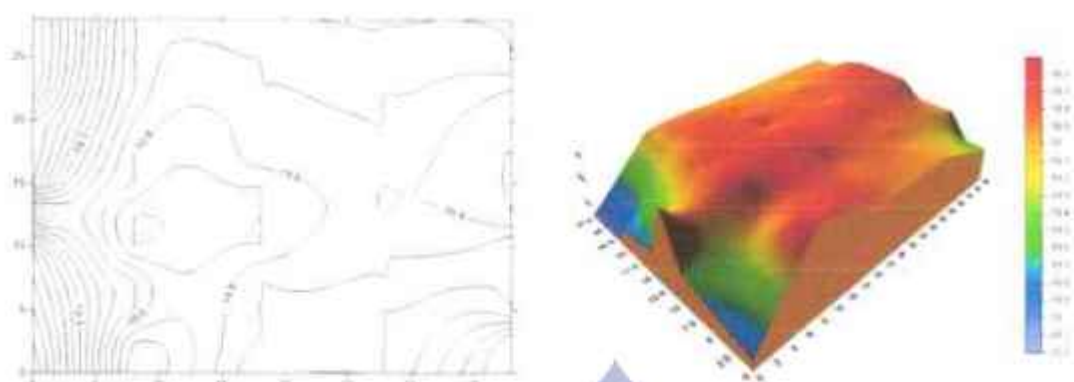
- ❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 10$  menit



- ❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 3,5$  cm dan  $t = 15$  menit



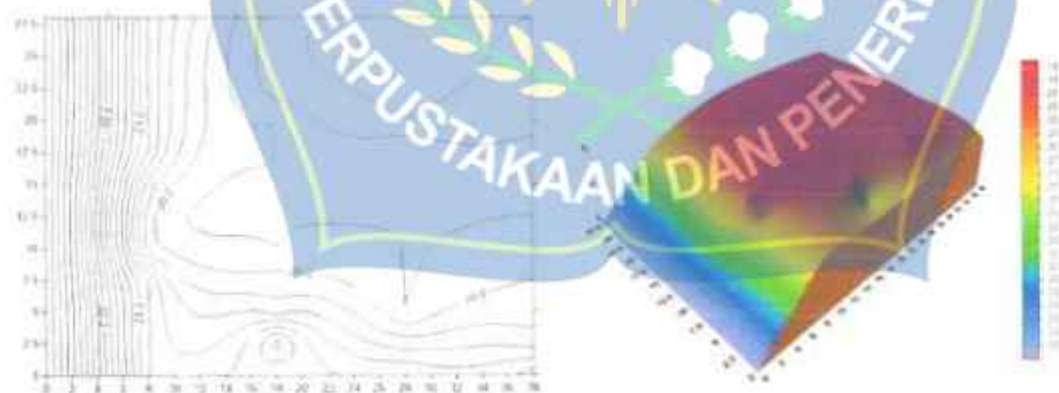
❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 5$  menit



❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 10$  menit

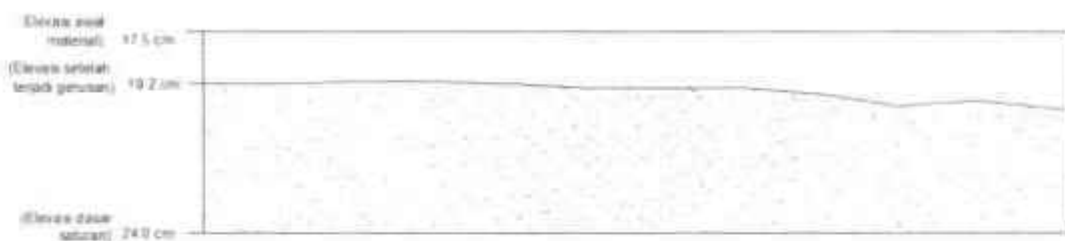


❖ Baffle Blok 1 : 5 dengan  $h = 4$  cm dan  $t = 15$  menit



## E. Lampiran 5. Penampang Jarak melintang

### ❖ Penampang Jarak melintang tanpa Baffle Block



Gambar Penampang jarak melintang 0 cm dari pusat (hilir USBR) tanpa *Baffle block*



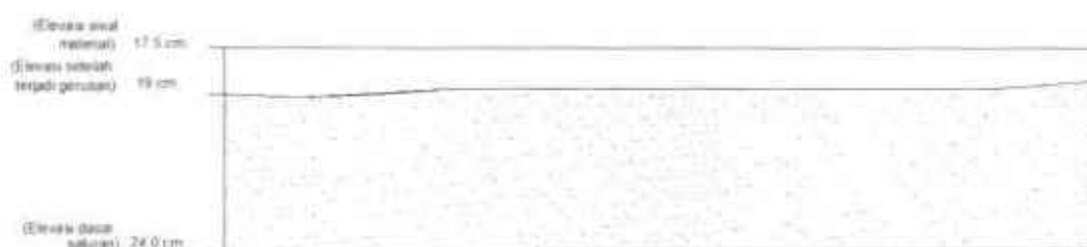
Gambar Penampang jarak melintang 8 cm dari pusat (hilir USBR) tanpa *Baffle block*



Gambar Penampang jarak melintang 18 cm dari pusat (hilir USBR) tanpa *Baffle block*



Gambar Penampang jarak melintang 28 cm dari pusat (hilir USBR) tanpa *Baffle block*



Gambar Penampang jarak melintang 38 cm dari pusat (hilir USBR) tanpa *Baffle block*

❖ Penampang Jarak melintang *Baffle Block* 1:1



Gambar Penampang jarak melintang 0 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block* 1:1



Gambar Penampang jarak melintang 8 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block* 1:1



Gambar Penampang jarak melintang 18 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block* 1:1



Gambar Penampang jarak melintang 28 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:1*



Gambar Penampang jarak melintang 38 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:1*

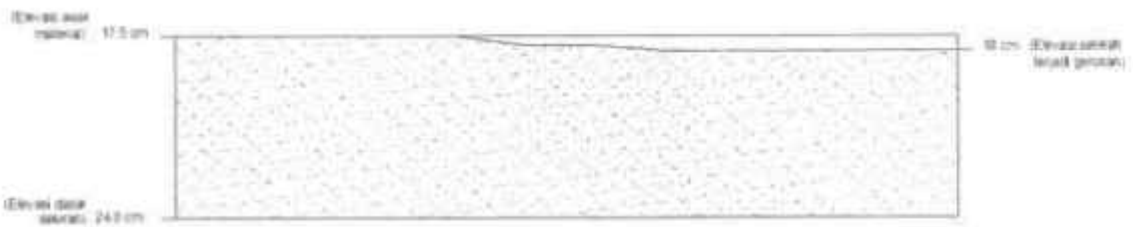
❖ Penampang Jarak melintang *Baffle Block 1:3*



Gambar Penampang jarak melintang 0 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:3*



Gambar Penampang jarak melintang 8 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:3*



Gambar Penampang jarak melintang 18 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:3*



Gambar Penampang jarak melintang 28 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:3*

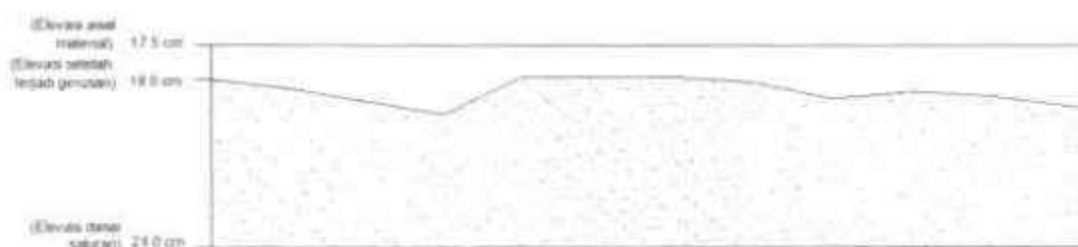


Gambar Penampang jarak melintang 38 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:3*

❖ Penampang Jarak melintang *Baffle Block 1:5*



Gambar Penampang jarak melintang 0 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:5*



Gambar Penampang jarak melintang 8 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:5*



Gambar Penampang jarak melintang 13 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:5*



Gambar Penampang jarak melintang 28 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:5*



Gambar Penampang jarak melintang 38 cm dari pusat (hilir USBR) menggunakan *Baffle Block 1:5*

F. Lampiran 6 : Tabel kekentalan kinematis (*kinematic viscosity*)

Temperature (°C)	Specific Weight $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Density $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Dynamic Viscosity $\mu$ (Pa·s) or (N·s/m <sup>2</sup> )	Kinematic Viscosity $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
0	9.81	1000	$1.75 \times 10^{-4}$	$1.75 \times 10^{-6}$
5	9.81	1000	$1.52 \times 10^{-4}$	$1.52 \times 10^{-6}$
10	9.81	1000	$1.30 \times 10^{-4}$	$1.30 \times 10^{-6}$
15	9.81	1000	$1.15 \times 10^{-4}$	$1.15 \times 10^{-6}$
20	9.79	998	$1.02 \times 10^{-4}$	$1.02 \times 10^{-6}$
25	9.78	997	$8.91 \times 10^{-5}$	$8.94 \times 10^{-7}$
30	9.77	996	$8.00 \times 10^{-5}$	$8.03 \times 10^{-7}$
35	9.75	994	$7.18 \times 10^{-5}$	$7.22 \times 10^{-7}$
40	9.73	992	$6.57 \times 10^{-5}$	$6.56 \times 10^{-7}$
45	9.71	990	$6.04 \times 10^{-5}$	$6.09 \times 10^{-7}$
50	9.68	988	$5.48 \times 10^{-5}$	$5.48 \times 10^{-7}$
55	9.67	986	$4.98 \times 10^{-5}$	$4.95 \times 10^{-7}$
60	9.65	984	$4.50 \times 10^{-5}$	$4.50 \times 10^{-7}$
65	9.62	980	$4.14 \times 10^{-5}$	$4.30 \times 10^{-7}$
70	9.59	978	$3.85 \times 10^{-5}$	$4.11 \times 10^{-7}$
75	9.55	975	$3.58 \times 10^{-5}$	$3.84 \times 10^{-7}$
80	9.52	971	$3.30 \times 10^{-5}$	$3.60 \times 10^{-7}$
85	9.48	968	$3.10 \times 10^{-5}$	$3.28 \times 10^{-7}$
90	9.47	965	$2.88 \times 10^{-5}$	$3.00 \times 10^{-7}$
95	9.44	962	$2.92 \times 10^{-5}$	$2.94 \times 10^{-7}$
100	9.40	958	$2.82 \times 10^{-5}$	$2.94 \times 10^{-7}$



1. Memasang model peredam energi dan *Baffle* Block dengan kemiringan 1:1 1:3 1:5



2. Material Pasir di tuang sepanjang saluran (flume) dan di padatkan dengan ketebalan 3,5 cm.



3. Pengambilan data saat pengaliran



4. Pengukuran tinggi muka air



5. Pengukuran kecepatan aliran



6. Pengukuran kedalaman gerusan dan endapan menggunakan pias-pias



2019-11-29 14:36