

SKRIPSI

PENGARUH JUMLAH LUBANG PIPA ISAP FLUSHING CONDUIT

SEBAGAI ALAT PENGGELONTORAN TERHADAP VOLUME

SEDIMEN DI WADUK

(UJI EKSPERIMENTAL)



Oleh:

MIFTA ULFA
105 81 2030 14

NELI MASTRA
105 81 2095 14

JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2018

**PENGARUH JUMLAH LUBANG PIPA ISAP *FLUSHING COINDUIT*
SEBAGAI ALAT PENGGELONTORAN TERHADAP VOLUME
SEDIMEN DI WADUK
(UJI EKSPERIMENTAL)**

Mifta Ulfa¹ dan Neli Mastra.²

¹Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Miftaulfa998@gmail.com

²Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Nelimastra@gmail.com

Abstrak

Pengaruh jumlah lubang pipa isap flushing conduit sebagai alat penggelontoran terhadap volume sedimen di waduk dibimbing oleh Ratna Musa dan Amrullah Mansida. Kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan erosi lahan terhadap besar yang berdampak terhadap angkutan sedimen di sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah lubang pipa isap flushing conduit terhadap penggelontoran sedimen dan untuk mengetahui pengaruh jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan isap flushing conduit. Karakteristik sedimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir sedang berdasarkan skala wentworth dari hasil analisa saringan. Dari hasil penelitian menunjukkan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor untuk 6 lubang pada waktu (t) 3 yaitu 0,0035(m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,0038(m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,0041(m³). dan untuk 10 lubang pada waktu (t) 3 yaitu 0,0042(m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,0046(m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,0054(m³). Dan untuk 14 lubang pada waktu (t) 3 yaitu 0,0064(m³), pada waktu (t) 6 yaitu 0,0065(m³), pada waktu (t) 9 yaitu 0,0067(m³). Kinerja flushing conduit menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lubang pipa isap maka jumlah volume tergelontor (Vg) cenderung meningkat. Hal ini diakibatkan oleh fluktuasi tekanan relatif cukup besar untuk mengusik dan mengisap endapan sedimen kedalam pipa flushing conduit.

kata kunci : *Flushing Conduit*, Jumlah lubang pipa isap, Waduk.

Abstract

The influence of the number of flushing conduit suction pitc as a means of flushing a giants the volume of sediment in the reservoir is guided by Ratna Musa and Amrullah Mansida. Damage to water sheds (DAS) causes majos land erosion that impacts sediment transport in rivers. This study aims to determine the effect of the number of flushing conduit suction pipe on the sediment displacement and to determine the effect of the number of suction pipa to suction pressure flushing conduit. Sediment characteristic used in this research is medium sand based on wentwothr scale from result of filter analysis. The results showed that the number of suction pipe holes on the volume of gelontor for 6 holes at time (t) 3 is 0,0035(m³), at time (t) 6 that is 0,0038(m³), at time (t) 9 is 0,0041(m³). And for 10 holes at time (t) 3 is 0,0042(m³), at time (t) 6 is 0,0046(m³), at time (t) 9 is 0,0054(m³). And for 14 holes at time (t) 3 is 0,0064(m³), at time (t) 6 is 0,0065(m³), at time (t) 9 is 0,0067(m³). The performance of flushing conduit shows that the more number of suction pipe holes the amount of volume that is flushed (Vg) tends to increase. This is caused by relatively large relative pressure fluctuations to distrurb and sediment sludge into the flushing conduit pipe.

Keywords : Flushing conduit, number of suction pipe, Dam.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul **“PENGARUH JUMLAH LUBANG PIPA ISAP FLUSHING CONDUIT SEBAGAI ALAT PENGELONTORAN SEDIMEN DI WADUK “**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena penulis mengharapkan kritik dan saran serta perbaikan guna kesempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri.

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

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

2. Bapak **Muh.Syafaat,S.Kuba,ST.** Sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu **Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT.** Selaku pembimbing 1 dan Bapak **Amrullah Mansida, ST., MT.** Selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
4. Bapak dan ibu Dosen serta staf pegawai pada Fakultas Tekni atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta pengorbanan kepada penulis.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus saudaraku Angkatan 2014 (**VEKTOR**) dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu dan memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut diatas mendapat pahala yang berlipat ganda disisi Allah SWT dan tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara, Aamiin

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Waduk	6

1. Pengertian Waduk	6
2. Manfaat Waduk	6
3. Kapasitas Waduk	8
B. Sedimentasi	9
1. Pengertian Sedimentasi	9
2. Proses Terbentuknya Sedimentasi	10
3. Distribusi Ukuran Butir	12
C. Penggelontoran Sedimen Dengan Metode Flushing	13
1. Definisi Flushing	13
2. Perbedaan Mekanisme Kerja Fluidasi Dengan Flushing Conduit..	14
3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Flushing.....	14
D. Aliran Dalam Saluran Tertutup (PIPA)	15
1. Definisi Aliran Dalam Saluran Tertutup (pipa).....	15
2. Sifat-sifat Dalam Pipa.....	16
3. Klasifikasi Aliran Dalam Pipa.....	17
4. Karakteristik Aliran Dalam Pipa	17
5. Konsep Kriteria Diameter dan Spasi Lubang Pipa Isap	19
6. Mengukur Kecepatan Aliran Zat Cair	21
7. Kehilangan Energi dan Tekanan	22
8. Pengaliran Dalam Pipa	25
E. Aliran Sedimen Ke Dalam Pipa (<i>flushing conduit</i>)	26
1. Masuknya Sedimen Ke Dalam Pipa	26
2. Prinsip Dasar Transpor Sedimen Dalam Pipa	26

F. Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Lokasi dan waktu Penelitian	29
B. Alat dan Bahan.....	29
C. Jenis Penelitian dan Sumber data	30
D. Variabel yang Diteliti.....	31
E. Tahap Penelitian	31
F. Prosedur Penelitian	33
G. Perencanaan dan Pembuatan Model	35
H. Pengambilan Data.....	35
I. Analisa Data.....	36
J. Perancangan model <i>flushing conduit</i>	38
K. Flow chart penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Hasil Penelitian	40
B. Klasifikasi Analisa Saringan.....	45
C. Pengolahan Data	46
D. Hubungan Antara Jumlah Lubang Pipa Isap Terhadap Volume Gelontor (V_g).....	48
E. Hubungan Jumlah Lubang Pipa Isap Terhadap Tekanan (T)	51
F. Hubungan Antara Debit (Q) Terhadap Volume Gelontor (V_g).....	53
G. Hubungan Antara Tekanan (P) Terhadap Volume Gelontor (V_g)	57
H. Hubungan Antara Waktu (T) Terhadap Volume Gelontor (V_g)	60

BAB V PENUTUP	63
A. Kesimpulan.....	63
B. Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Proses Sedimentasi Normal dan Sedimentasi Dipercepat	10
2. Sifat Pergerakan Partikel-Partikel Dalam Media Air	12
3. Percobaan Reynolds Tentang Aliran Laminar	19
4. Rancangan Model Penelitian <i>flushing conduit</i>	32
5. Persiapan Perlengkapan Penelitian	32
6. Pengambilan Data Running Awal	33
7. Rancangan Model <i>flushing conduit</i>	38
8. Rancangan Model <i>Flushing Conduit</i> (Tampak Samping)	38
9. Rancangan Pipa Hisap dan Potongan Melintang <i>Flushing Cinduit</i>	38
10. Detail Rancangan Tebal Lapisan Sedimen	38
11. Flow Chart Penelitian	39
12. Gradasi Ukuran Butiran Sedimen (Sampel)	45
13. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (Vg) dengan berbagai nilai debit (Q1)	48
14. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (Vg) dengan berbagai nilai debit (Q2)	49
15. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (Vg) dengan berbagai nilai debit (Q3)	50
16. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P)	51

17. Grafik hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P).....	52
18. Grafik hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P).....	53
19. Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor (Vg) pada jumlah lubang pipa isap 6 lubang.	54
20. Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor (Vg) pada jumlah lubang pipa isap 10 lubang.	55
21. Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor (Vg) pada jumlah lubang pipa isap 14 lubang.	56
22. Grafik hubungan antar tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 3 menit.....	57
23. Grafik hubungan antar tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 6 menit.....	58
24. Grafik hubungan antar tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 9 menit.....	59
25. Grafik hubungan antar waktu (T) terhadap volume gelontor (Vg) dengan nilai debit Q1.....	60
26. Grafik hubungan antar waktu (T) terhadap volume gelontor (Vg) dengan	

nilai debit Q_2 61

27. Grafik hubungan antar waktu (T) terhadap volume gelontor (V_g) dengan

nilai debit Q_3 62

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen Menurut Wentworth.....	13
2. Perbedaan Metode Kerja Fluidasi dengan <i>Flushing Conduit</i>	14
3. Koefisien K_b Sebagai Fungsi Sudut Belokan α	23
4. Nilai Kekasaran Dinding Untuk Berbagai Pipa Komersial.....	23
5. Analisa Data (Running Awal)	41
6. Analisa Data dengan $Q_1= 0,003 \text{ m}^3/\text{detik}$	42
7. Analisa Data dengan $Q_2= 0,0051 \text{ m}^3/\text{detik}$	43
8. Analisa Data dengan $Q_3= 0,0079 \text{ m}^3/\text{detik}$	44
9. Analisa Saringan	45
10. Hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g)	48
11. Hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g)	49
12. Hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g).....	50
13. Hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P).....	51
14. Hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P).....	52
15. Hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P).....	52
16. Hubungan antara debit (Q) terhadap volume penggelontoran. Pipa isap 6 lubang.....	54
17. Hubungan antara debit (Q) terhadap volume penggelontoran. Pipa	

isap 10 lubang	55
18. Hubungan antara debit (Q) terhadap volume penggelontoran. Pipa	
isap 14 lubang	56
19. Hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu	
3 menit	57
20. Hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu	
6 menit.....	58
21. Hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu	
9 menit.....	59
22. Hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (Vg).....	60
23. Hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (Vg).....	61
24. Hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (Vg).....	62

DAFTAR NOTASI

Q	: Debit
V	: Kecepatan Aliran
A	: Luas Penampang Aliran
V _g	: Volume Gelontor
D	: Diameter
μ	: Viskositas absolute
v	: Viskositas Kinematik
Re	: Bilangan Reynold
P _s	: Rapat Massa
Λ	: Faktor Gesekan
F ₁	: Kecepatan Endap
G	: Percepatan Gravitasi
φ	: Kecepatan Endap
S	: Berat Jenis Butir

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai utama (Chay Asdak, 2010). Namun penggunaan lahan yang berkaitan erat dengan aktivitas manusia menyebabkan keseimbangan ekosistem DAS terganggu. Eksploitasi DAS menimbulkan masalah banjir dimusim hujan dan kekeringan di musim kemarau, penurunan debit sungai, erosi dan sedimentasi.

Sedimentasi merupakan salah satu permasalahan yang sangat penting dalam perencanaan bendungan atau waduk, Karena umur suatu waduk yang berkaitan dengan bendungan ditentukan oleh berapa lama volume tampungan mati (dead storage) akan terisi oleh material sedimen yang terendap.

Kerusakan DAS menyebabkan erosi lahan terhadap besar yang berdampak terhadap angkutan sedimen disungai. DAS merupakan area tangkapan air waduk, tingginya erosi akan menyebabkan transportasi sedimen ke waduk cukup tinggi, sehingga terjadi sedimentasi diwaduk.

Sedimen mengakibatkan terjadinya pendakalan di waduk sehingga pemenuhan air untuk PLTA mengalami penurunan yang signifikan. Sebagai contoh waduk Sudirman Banjarnegara, Jawa Timur. Daya tampung air diwaduk Panglima Besar Sudirman, Banjarnegara, terus menyusut akibat sedimentasi. Kondisi ini

akan memperpendek usia waduk yang digunakan sebagai PLTA tersebut. Sedimen yang telah menimbun waduk mencapai 106,3 juta meter kubik dari volume total 155 juta meter kubik atau sekitar 75 persen dari volume waduk. Usia waduk diproyeksi sampai pada tahun 2049,. Namun jika tidak dilakukan penenganan khusus, akan berdampak pada usia waduk yang semakin pendek. (Sumber : detik news)

Penggerukan sedimen di beberapa waduk sudah dilakukan sejak lama namun hasilnya dirasa kurang maksimal. Terbukti dari berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi pengurangan kapasitas waduk dari tahun ke tahun. Rencana pengerukan (*dredging*) endapan sedimentasi waduk sangat tidak mungkin. Pengerukan endapan sedimentasi memerlukan biaya yang sangat besar bahkan biaya mobilisasi peralatan (*dredging*) lebih mahal dibandingkan biaya operasi pengerukan (*dredging*) (Suroso dan Wahyu Widiyanto, 2009).

Berdasarkan di atas kami memilih alternative upaya penanganan sedimentasi dengan menggunakan konsep *Flushing Conduit* pada penggelontoran sedimen di waduk. Hal ini perlu diteliti terlebih dahulu dengan menguji konsep *Flushing Conduit* pada model replika waduk agar mendapatkan hasil yang baik serta layak digunakan sebelum penerapan dilapangan. Sistem kerja *Flushing Conduit* untuk penggelontoran sedimentasi berkaitan dengan hidrolika terapan pada saluran tertutup dan mekanika fluida dengan menggunakan beberapa variabel terikat maupun variabel bebas sebagai pengujiannya.

Kami memilih konsep penanganan sedimentasi di waduk yang ekonomis dan ramah lingkungan dengan judul **“PENGARUH JUMLAH LUBANG PIPA**

ISAP *FLUSHING CONDUIT* SEBAGAI ALAT PENGGELONTORAN SEDIMEN DI WADUK”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah diatas maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh jumlah lubang pipa isap *flushing conduit* terhadap penggelontoran sedimen ?
- 2) Bagaimana pengaruh jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan isap *flushing conduit*?

C. Tujuan Penelitian

Dengan mengacu pada masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian adalah:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh jumlah lubang pipa isap *flushing conduit* terhadap penggelontoran sedimen.
- 2) Untuk mengetahui pengaruh jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan isap *flushing conduit*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mendapatkan pemahaman tentang pengaruh jumlah lubang pipa isap *flushing conduit*.

- 2) Memberikan informasi tentang penggelontoran sedimen dengan sistem *flushing conduit*.
- 3) Sebagai sarana untuk mengembangkan pengetahuan yang diperoleh dibangku perkuliahan dengan penerapan di lapangan.

E. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan efektif dan mencapai sasaran yang ingin dicapai, maka penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini difokuskan pada sejauh mana pengaruh penggelontoran dengan sistem *flushing conduit* pada jumlah lubang pipa isap.
- 2) Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran tertutup dengan bentuk bulat.
- 3) Menggunakan air tawar
- 4) Menggunakan sedimen dilokasi penelitian
- 5) Uji model di laboratorium

F. Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan gambaran umum isi tulisan, sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, Penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN :Merupakan bagian dari awal dari pembahasan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA :Dalam bab ini menguraikan tentang waduk, sedimentasi di waduk, penggelontoran dengan metode flushing, aliran dalam saluran tertutup, aliran sedimen ke dalam pipa.

BAB III METODE PENELITIAN :Dalam bab ini menguraikan tentang lokasi penelitian, waktu penelitian, metode pelaksanaan penelitian, analisa data, dan flow chart penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN : Bab ini berisi hasil penelitian yang menguraikan tentang analisa mengenai jumlah lubang pipa isap *flushing conduit* terhadap alat penggelontoran.

BAB V PENUTUP :Kesimpulan dan saran yang mencakup dari keseluruhan isi penulisan yang diperoleh dan disertai saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Waduk

1. Pengertian Waduk.

Waduk adalah kolam besar tempat penyimpanan air sediaan untuk berbagai kebutuhan. Waduk dapat terjadi secara alami maupun dibuat manusia. Waduk buatan dibangun dengan cara membuat bendungan yang lalu dialiri air sampai waduk tersebut penuh.

Dalam pengelolaan sumber daya air waduk sering dijumpai permasalahan yang menyangkut aspek perencanaan, operasi dan pemeliharaan waduk sedimentasi adalah permasalahan umum yang menjadi permasalahan utama di waduk-waduk selama ini. Salah satu persoalan utama yang terjadi dalam operasi dan pemeliharaan waduk untuk penyediaan air pada waktu tertentu. Pada sisi lain permintaan air untuk berbagai kebutuhan cenderung semakin meningkat sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk, beragamnya pemanfaatan air, berkembangnya pembangunan, serta kecenderungan menurunnya kualitas air akibat pencemaran oleh berbagai kegiatan (Bustomi, 2003) dalam (Suroso dan Wahyu widianto, 2009).

2. Manfaat Waduk

Beberapa manfaat yang mampu diberikan sebuah waduk diantaranya adalah:

- a) Irigasi

Pada saat musim hujan, air hujan yang turun di daerah tangkapan air sebagian besar akan mengalir ke sungai-sungai, air itu dapat ditampung sehingga pada musim kemarau air yang tertampung tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk irigasi lahan pertanian.

b) Penyediaan Air Baku

Waduk selain sebagai sumber untuk pengairan persawahan juga dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum dimana diperkotaan sangat langka dengan air bersih.

c) Sebagai PLTA

Dalam menjalankan fungsinya sebagai PLTA, waduk dikelola untuk mendapatkan kapasitas listrik yang dibutuhkan, pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah suatu sistem pembangkit listrik yang biasanya terintegrasi dalam bendungan dalam dengan memanfaatkan energi mekanis aliran air untuk memutar turbin, diubah menjadi energi listrik melalui generator.

d) Pariwisata dan Olahraga Air

Dengan pemandangan yang indah waduk juga dapat dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi dan selain tempat rekreasi juga dimanfaatkan sebagai tempat olahraga air maupun sebagai tempat latihan para atlet olahraga air.

e) Pengendali Banjir

Dengan dibangunnya waduk maka kemungkinan terjadinya banjir pada musim hujan dapat dikurangi dan pada musim kemarau air yang tertampung tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk

pembangkit listrik tenaga air, untuk irigasi lahan pertanian, untuk perikanan, untuk pariwisata dan lain sebagainya.

3. Kapasitas Waduk

Lama umur ekonomi sebuah waduk berkisar diantara 50 tahun bagi waduk kecil dengan volume simpan manfaat sekitar 50-100 juta m³, hingga beberapa ratus tahun bagi waduk-waduk yang lebih besar, tergantung dari berbagai faktor yang harus dipertimbangkan sendiri-sendiri pada setiap waduk. Pada akhir umum ekonominya, ditaksir 80% dari kapasitas volume simpan manfaat telah dipenuhi sedimen yang tertangkap didalam kolam waduk sepanjang waktu itu. Pada saat dan kondisi itu waduk sudah dianggap tidak lagi berfungsi sebagaimana fungsi waduk itu sendiri.

Kapasitas waduk saat direncanakan berdasarkan perhitungan volume tampungan air tanpa adanya sedimentasi. Seiring berjalannya waktu pengoperasian waduk, terjadi sedimentasi diareal genangan hingga menyebabkan berkurangnya kapasitas tampungan waduk itu sendiri.

Pengendapan didalam waduk sering terjadi lebih besar dari pada yang telah dihitung dan atau diharapkan pada tahap design. Hal ini disebabkan oleh beberapa factor seperti :

- a) Ketidaktepatan dalam mengumpulkan dan mengelolah data hidrologi dan erosi dar DAS pada tahap design.
- b) Bertambahnya hasil sedimen kotor karena perubahan tata guna lahan DAS akibat manajemen yang tidak hati-hati, atau kerusakan DAS.
- c) Operasi dan pemeliharaan waduk yang tidak benar

Kapasitas waduk secara umum dibedakan menjadi tiga yaitu :

- a) Kapasitas mati (*dead storage*)
- b) Kapasitas pelayanan (*active storage*)
- c) Kapasitas total

Umum pelayanan waduk merupakan fungsi dari volume tampungan aktif (Ilyas et al., 1991). Semakin menyusut volume tampungan aktif menandakan semakin pendek umur pelayanan waduk. Pelayanan volume tampungan aktif lebih banyak disebabkan karena bertambahnya volume sedimen yang masuk kedalam waduk.

B. Sedimentasi

1. Pengertian Sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya, sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, saluran air, sungai, dan waduk (Asdak, 1995) dalam Astika Murni Lubis (2016). Sedangkan sedimentasi adalah proses mengendapnya material fragmental oleh air sebagai akibat dari adanya erosi. Proses mengendapnya material tersebut yaitu proses terkumpulnya butir-butir tanah yang terjadi karena kecepatan aliran air yang menyangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan. Proses sedimentasi dapat terjadi pada lahan-lahan pertanian maupun disepanjang dasar sungai, dasar waduk, muara, dan sebagainya.

2. Proses Terbentuknya Sedimentasi

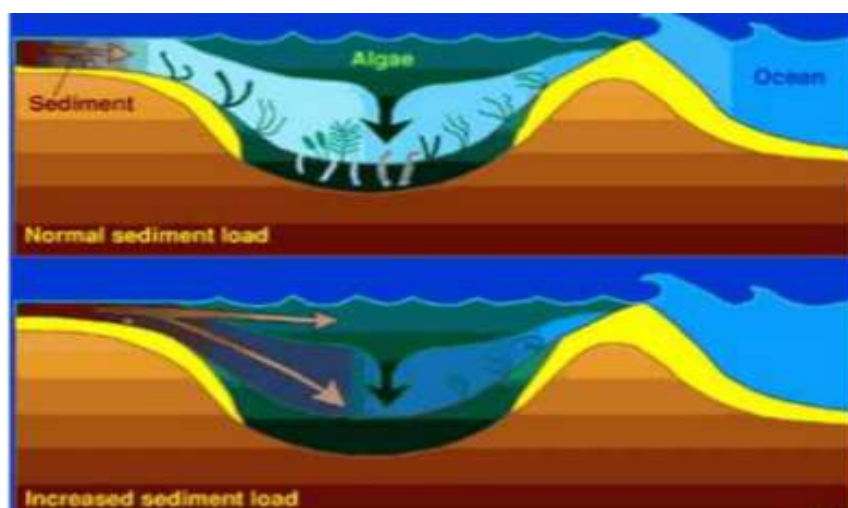
Proses sedimentasi dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu:

a) Proses sedimentasi secara geologis

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

b) Proses sedimentasi yang dipercepat

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



Gambar 1. Proses Sedimentasi Normal dan Sedimentasi dipercepat (sumber : swwt.wsu.edu,2000) dalam Astika Murni Lubis (2016)

c) Bentuk Sedimen

Berdasarkan hasil observasi Dahuri (2008) komposisi material sedimen yang terklasifikasi pada pantai sindulang satu yaitu: pasir halus, pasir sedang, pasir sangat halus, pasir kasar dan kerikil, selain itu didapati juga debu dan batu. Rataan empirik dari distribusi granulometri sedimen yang terbanyak diperoleh yaitu: pasir halus dan penyortiran tersortir buruk, nilai kemencengan asimetris ke ukuran kecil dan simetris granulometri yang peruncingan mesokurtik. Faktor hidraninomika yang berperan dalam transport sedimen pada daerah pantai sindalang satu adalah arus pusat.

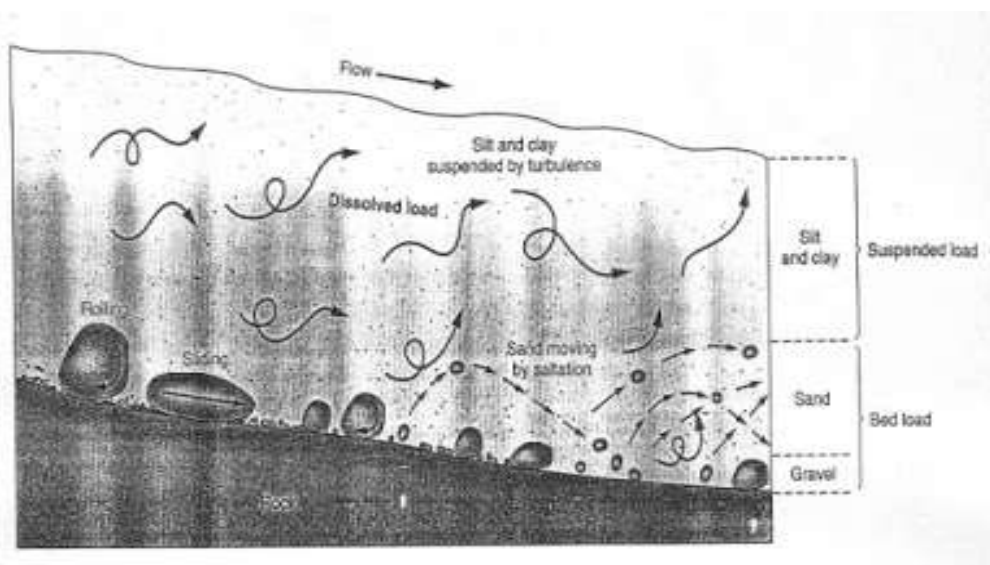
d) Transpor sedimen

Menurut (Mardjiko, 1987) dalam (Amrullah, 2010) Transport sedimen adalah perpindahan tempat bahan sedimen granuler (non kohesif) oleh air sedang mengalir, dan gerak umum sedimen adalah searah aliran air. Dengan pengetahuan ini kita dapat mengetahui apakah pada keadaan tertentu akan terjadi keadaan seimbang (Equilibrium) erosi (erosion) ataukah pengendapan (defosition/silting), dan juga kita dapat mengetahui kuantitas sedimen yang bersangkutan dalam proses ini.

Faktor yang menentukan transport sedimen adalah sebagai berikut:

- 1) Sifat-sifat aliran air (Flow Characteristics)
- 2) Sifat-sifat sedimen (Flow Characteristics)
- 3) Pengaruhnya timbal balik antara sifat aliran air dan sifat sedimen (Interaction)

Menurut (Asdak, 2007) dalam Amrullah (2010) kecepatan transpor sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Sedangkan partikel yang lebih besar, antara lain, pasir cenderung bergerak dengan cara melompat. Partikel yang lebih besar dari pasir, misalnya kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (*bed load*)



Gambar 2. Sifat pergerakan partikel-partikel dalam media air (Sumber: Noor Djanuari, 2010)

3. Distribusi Ukuran Butir

Klasifikasi sedimen dibedakan menjadi lempung (*clay*), lumpur (*Slit*), pasir (*sand*), kerikil (*gravel*), koral (*pebble*), atau kerakal (*cabbles*), dan batu (*boulders*). Menurut Wentworth klasifikasi berdasar ukuran butir dapat disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi ukuran butir sedimen menurut Wentworth

Klasifikasi		Diameter partikel (mm)
Berangkal	Sangat besar	4096 – 2048
	Besar	2048 – 1024
	Sedang	1024 – 512
	Kecil	512 – 256
Kerakal	Besar	256 – 128
	Kecil	128 – 64
Koral (Kerikil besar)	Sangat besar	64 – 32
	Kasar	32 – 16
	Sedang	16 – 8
	Halus	8 – 4
Kerikil		4-2
Pasir	Sangat besar	2 – 1
	Kasar	1 – 0,5
	Sedang	0,5 – 0,25
	Halus	0,25 – 0,125
	Sangat Halus	0,125 – 0,062
Lumpur	Kasar	0,062 – 0,031
	Sedang	0,031 – 0,016
	Halus	0,016 – 0,008
	Sangat Halus	0,008 – 0,004
Lempung	Kasar	0,004 – 0,002
	Sedang	0,002 – 0,001
	Halus	0,001 – 0,0005
	Sangat Halus	0,0005 – 0,00024

Sumber : Muhammad Arsyad Thaha (2006)

C. Penggelontoran Sedimen Dengan Metode Flushing

1. Definisi Flushing

Prinsip dari metode penggelontoran sedimen dengan energi potensia air waduk (*flushing*) adalah mengeluarkan sedimen dengan mengambil manfaat energi hidrolis akibat beda tinggi antara muka air di depan dan belakang bendungan, untuk mensuplai energi pada *sediment flushing system*.

2. Perbedaan Mekanisme Kerja Fluidasi Dengan Flushing Conduit

Metode *flushing conduit* pada pemeliharaan alur adalah pengembangan metode fluidasi dengan dapat dilihat saling keterkaitan diperlihatkan pada tabel 2 perbedaan metode tersebut sebagai berikut:

Tabel 2. Perbedaan metode kerja fluidasi dengan *flushing conduit*

No.	Metode Fluidasi	Metode <i>flushing conduit</i>
1.	Mengendalikan aliran permukaan mengalirkan sedimen ke daerah yang lebih dalam	Mengendalikan aliran dalam pipa untuk menggelontorkan sedimen ke daerah lebih dalam
2.	Mengandalkan pancaran jet melalui lubang perforasi untuk mengusik dan mengangkat sedimen	Mengandalkan hisapan sedimen melalui lubang isap ke dalam pipa dan transpor sedimen dalam pipa
3.	Mebutuhkan tekanan yang besar	Mebutuhkan tekanan fluktuatif yang relatif besar.
4.	Mebutuhkan debit yang relatif besar	Mebutuhkan debit yang relatif besar
5.	Sistem pengaliran dilakukan dengan pengaliran bebas	Sistem pengaliran dilakukan dengan pengaliran bertekanan fluktuatif
6.	Tekanan dsalam pipa harus lebih besar daripada di luar pipa	Tekanan dalam pipa harus lebih rendah dari pada luar pipa

Sumber : Amrullah (2011) perbedaan metode kerja fluidasi dengan *flushing conduit*

3. Faktor-faktor yang mempengaruhi flushing

Efektifitas tidaknya hasil penggelontoran sedimen (*flushing*) dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

- a) Dimensi dari *flushing outlet*
- b) Posisi dari *flushing outlet*
- c) Penampang waduk dan keuraman dasar waduk
- d) Panjang, pendek, lebar dan tidaknya waduk

- e) Lurus tidaknya waduk kearah *outlet*
- f) Distribusi dan kepadatan sedimen
- g) Ketersediaan air waduk untuk penggelontoran sedimen
- h) Frekuensi penggelontoran sedimen

D. Aliran Dalam Saluran Tertutup (PIPA)

1. Definisi Aliran Dalam Saluran Tertutup (pipa)

Konsep *flushing conduit*(pengurasan melalui pipa) adalah suatu sistem pemeliharaan alur dengan metode flushing yang menerapkan penggelontoran deposit sedimen ke daerah yang lebih dalam atau bagian hilir.

Aliran dalam pipa berfungsi untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain. Pada umumnya fluida yang akan dipindahkan memiliki nilai kekentalan yang berbeda-beda. Nilai kekentalan ini sangat oenting untuk diketahui agar dapat menentukan kebutuhan energi yang diperlukan.

Muchsin dan subagyo (2011) penelitian aliran dalam pipa (*internal flow*) dimulai seorang maha guru dari jerman tahun 1850, julius weisbach meneliti pada hulu pipa, yang kemudian dilanjutkan oleh insinyur perancis, Hendry Darcy pada tahun 1857 yang melakukan eksperimen aliran pipa yang dikenal dengan persamaan Darcy-Weisbach. Kemudian Reynold melakukan eksperimen melalui pipa tahun 1883 yang memperlihatkan pentingnya Reynolds dalam aliran fluida

dalam berbagai industri sebagian besar fluidanya mengalir pada pipa-pipa saluran tertutup (*closed onduit flow*). Masalah utama yang muncul antara lain:

- a) Terjadinya gesekan pada dinding pipa.

- b) Terjadinya turbulensi karena gerakan relatif dalam molekul fluida yang dipengaruhi oleh viskositas fluida itu sendiri dan bentuk pipa
- c) Terjadinya kapasitas aliran yang semakin keil pada daerah yang jauh dari sumber karena hambatan gesek pada aliran yang semakin membesar.

Dari seluruh permasalahan tersebut diatas dapat diduga bahwa faktor tekanan atau kerugian tekanan dapat mempengaruhi kinerja dan efisiensi pompa. Oleh karenanya diperlukan peninjauan lebih mendalam lagi pada bidang mekanika fluida terutama dinamika fluida untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Perpindahan fluida (airan atau gas) didalam sebuah saluran tertutup (pipa) sangat penting didalam konsep *flushing conduit* yang menerapkan penggelontoran sedimentasi didalam pipa. Faktor-faktor yang mempengaruhi aliran dalam saluran tertutup, yaitu kecepatan, debit dan luas penampang saluran.

2. Sifat-sifat Dalam Pipa

Dalam suatu aliran yang melewati sistem atau instalasi pipa akan terjadi suatu hambatan aliran dimana hambatan tersebut disebabkan factor-faktor bentuk instalasi. Hambatan tersebut dapat menyebabkan turunnya energy dari fluida tersebut yang sering disebut dengan kerugian tinggi tekanan (*head loss*) atau penurunan tekanan (*pressure drop*) yang disebabkan oleh pengaruh gesekan fluida (*friction losses*) dan perubahan pola aliran yang terjadi karena fluida harus mengikuti bentuk dari dindingnya.

3. Klasifikasi Aliran Dalam Pipa

Debit adalah suatu bagian penting dalam suatu pengaliran tidak terkecuali

pada aliran dalam pipa maupun saluran terbuka. Sehingga untuk menghitung besar debit dalam suatu pengaliran digunakan persamaan umum sebagai berikut:

$$Q = A.V \quad (1)$$

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Dimana : Q = Debit aliran (m^3/dtk)

A = Luas penampang aliran (m^2)

V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/dtk)

4. Karakteristik Aliran Dalam Pipa

Aliran Fluida di dalam pipa yang terbagi atas dua yaitu aliran laminar dan aliran turbulen (Munson B.R, dkk., 2003). Kedua sifat aliran dapat dibedakan dengan besarnya bilangan *Reynold*(Re). Bilangan *Reynold* ini adalah bilangan yang tak bersedimen dan sama dengan hasil kali kecepatan karakteristik dari sistem dibagi dengan kecepatan kinematik dari cairan dan secara matematik dapat ditulis sebagai berikut:

$$Re = \frac{V.D}{\mu} (3)$$

Dimana : Re = Angka *Reynold* (tak berdimensi)

D = diameter bagian dalam pipa (m)

V = kecepatan aliran (m/det)

μ = kekentalan kinematik dari zat cair (m^2/det)

a) Aliran Laminer

Aliran laminer adalah partikel air di dinding dianggap berhenti kemudian

sebelahnya mendekati ke tengah pipa perlu mengeluarkan energi untuk bisa bergeser dan mengalir karena adanya viskositas (Triatmadja R., 2008).

Pada aliran laminar partikel air bergerak sejajar mengikuti lapisan tertentu sehingga tidak saling bertabrakan. Pada kecepatan atau lebih tepatnya harga angka *Reynolds* yang tinggi aliran tidak lagi laminar. Untuk mengukur aliran laminar digunakan bilangan *Reynolds* kurang dari 2000.

Kehilangan energi pada aliran laminar ini terutama disebabkan oleh adanya kekentalan fluida dan tidak dipengaruhi oleh bidang batas atau kekentalan dinding. Hal ini ditunjukkan dengan persamaan *poisouille* sebagai berikut : (Triatmadja R., 2008).

$$h_L = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} \text{ dengan } \frac{64}{Re} \quad (4)$$

Dimana : f = koefisien gesek Darcy-Weisbach

v = kecepatan aliran (m/det)

g = percepatan gravitasi (m^2/det)

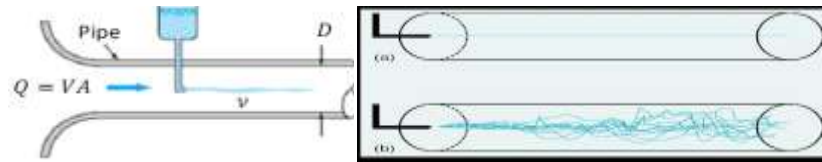
L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

b) Aliran Turbulen

Aliran turbulen merupakan kekasaran dinding dan gesekan dengan pipa yang besar penerannya dibanding viskositas. Distribusi kecepatan pada penampang pipa tidak lagi mengikuti persamaan parabola. Aliran turbulen mempunyai bilangan *Reynolds* lebih dari 4000. Pada sistem *flushing conduit* ini tergolong aliran diantara keduanya, karena menggunakan pipa halus, tetapi di dalam pipa

terdapat sedimen pasir akibat pengaruh tekanan isap debit *slurry* sebagai kinerja *flushing conduit* yang akan menimbulkan kekasaran pada dasar pipa.



Gambar 3. Percobaan Reynolds tentang Aliran laminar (a) Aliran turbulen (b) pada saluran tertutup (pipa)

Menurut Reynolds, untuk membedakan apakah aliran itu turbulen atau laminar dapat menggunakan bilangan yang tak berdimensi disebut bilangan Reynold. Bilangan ini dihitung dengan persamaan berikut:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{v D}{\nu} \quad (5)$$

Dimana : Re = Bilangan Reynold (tak berdimensi)

V = Kecepatan rata-rata (ft/s atau m/s)

D = Diameter pipa (ft atau m)

ν = μ / ρ viskositas kinematik (m^2/s)

5. Konsep Kriteria Diameter dan Spasi lubang isap

Konsep *flushing conduit* (pengurasan melalui pipa) adalah suatu sistem pemeliharaan alur dengan metode *flushing* yang menerapkan pengelontoran deposit sedimen ke daerah yang lebih dalam atau bagian hilir.

Pipa *flushing conduit* dilengkapi dengan sederetan lubang kecil atau disebut lubang isap yang berfungsi mengisap deposit sedimen kemudian menggelontorkan ke tempat yang lebih rendah. Parameter *flushing* adalah diameter pipa *flushing* (D), diameter (D_f) dan spasi lubang (a). konsep desain diameter dan lubang isap yang tepat untuk mendapatkan menghasilkan kinerja

hidraulik yang baik, dan dapat memberikan kerjasama antara lubang (Amrullah 2010).

a) Konsep Kriteria Desain Lubang Isap

Kinerja metode flushing untuk penggelontoran sedimen dipengaruhi salah satu adalah desain diameter lubang isap yang tepat. Sebagai bahan pertimbangan beberapa konsep kriteria sebagai berikut :

- 1) Semakin besar diameter lubang isap (D_f) potensi masuknya deposit sedimen kedalam pipa lebih besar.
- 2) Sedimen masuk ke dalam pipa salah satu dipengaruhi oleh adanya fluktuasi tekanan hisap akibat pengejut debit atau variasi tekanan.
- 3) Semakin besar sedimen yang masuk kedalam pipa diperlukan tekanan aliran untuk menggelontorkan.
- 4) Diameter lubang isap (D_f) yang lebih besar akan berpengaruh terhadap pengurangan tekanan akibat kehilangan tinggi tekanan relative tinggi.
- 5) Kombinasi ukuran D , D_f dan d_b , a harus menjamin daya isap tekanan *flushing conduit* yang lebih baik
- 6) Rasio diameter lubang isap dan diameter pipa *flushing* (D/D_f) harus dapat menghasilkan kerjasama antar diameter lubang yang efektif dan efisien.
- 7) Ruang dalam pipa harus selalu bersih dari material seimen dan kotoran.
- 8) Beberapa kehilangan tinggi tenaga yang terkait dengan bentuk tipe lubang isap harus diperhitungkan.

b) Konsep Kriteria Desain jarak Spasi Lubang

Salah satu faktor berpengaruh dalam efektifitas pengelontoran flushing conduit adalah desain spasi lubang isap dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Spasi lubang isap yang besar menyebabkan sedimen sedimen masuk ke dalam pipa akan berkurang dan sebaiknya spasi terlalu kecil, membuat hisapan deposit sedimen saling mengganggu dengan lainnya.
- 2) Spasi lubang isap yang pendek akan menyebabkan kehilangan tinggi tekanan tinggi dan dapat mengurangi daya hisap *flushing* conduit akibat jumlah lubang isap akan lebih banyak.
- 3) Kombinasi ukuran a , d_b , dan D, D_f harus menjamin daya isap tekanan flushing conduit yang tepat.
- 4) Rasio spasi lubang dan diameter lubang isap (a/D_f) harus dapat menghasilkan kerjasama antar lubang yang efektif dan efisien.
- 5) Beberapa kehilangan tinggi tenaga yang terkait dengan bentuk jarak lubang isap harus diperhitungkan

6. Mengukur Kecepatan Aliran Zat Cair

Prinsip stagnasi merupakan dasar dari tabung pitot yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran zat cair. Titik stagnasi terjadi pada ujung bukaan pipa yang mendatar dan tekanannya akan lebih besar dari tekanan zat cair disekitarnya sebesar tinggi tinggi kecepatan $V^2/2g$, yang ditunjukkan oleh kenaikan zat cair di dalam tabung. Sehingga (Triatmadjo B.,2008) dalam (Husnun Nisa dan Hendra Jaya T., 2017).

$$V = \sqrt{2gh} \quad (6)$$

$$= \sqrt{2gh} \left(\frac{p_s - p}{\gamma} \right)^{1/2} (7)$$

Dimana: p_s = Tekanan stagnasi (kg/cm^2)

p = Tekanan statis (kg/cm^2)

h = Tinggi air pitot (cm)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

7. Kehilangan Energi dan Tekanan

a. Gesekan

Aliran fluida yang melalui pipa akan selalu mengalami kehilangan energi. Hal ini disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami oleh aliran fluida.

Kehilangan energi akibat gesekan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Darcy-weisbach, yaitu :

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} (8)$$

Dimana : h_L = Kehilangan energi karena gesekan (m)

f = Koefisien gesekan Darcy-Weisbach (diperoleh dari grafik moody)

L = Panjang pipa (m)

D = Diamter pipa (cm)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

b. Belokan Pipa

Kehilangan tenaga yang terjadi pada belokan tergantung pada sudut belokan pipa. Rumus kehilangan tenaga pada belokan adalah serupa dengan rumus pada perubahan penampang, yaitu:

$$h_b = K_b \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dengan K_b adalah koefisien kehilangan tenaga pada belokan, yang diberikan oleh tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Koefisien K_b sebagai fungsi sudut belokan α

A	20°	40°	60°	80°	90°
K_b	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

Tabel 4. Nilai kekasaran dinding untuk berbagai pipa komersial

Pipa material	Equivalent Roughness, ϵ (ft)	Hazen-Williams Coefficient, C
Brass, copper, aluminium	3.3×10^{-6}	140
PVC, Plastik	5×10^{-6}	150
Cast iron		
New	8.0×10^{-4}	130
Old	-	100
Galvanized Iron	5.0×10^{-4}	120
Asphalted Iron	4.5×10^{-4}	-
Wrought Iron	1.5×10^{-4}	-
Commercial and Welded Steel	1.5×10^{-4}	120
Riveted Steel	60.0×10^{-4}	110
Concrete	40.0×10^{-4}	130
Wood Stave	20.0×10^{-4}	120

Sumber : Ram S. Gupta. Hydrology and Hydraulic Systems. Prentice Hall. London. 1989. Chapter 11, hal.550

Diagram Moody telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan aliran fluida di dalam pipa dengan menggunakan factor gesekan pipa (f) dari rumus Darcy-weisbach. Untuk dapat menentukan besarnya nilai f dari diagram Moody

harus diketahui besarnya bilangan Reynold dan perbandingan antara kekasaran dinding pipa dengan diameter pipa tersebut. Nilai kekasaran dinding pipa diberikan pada tabel 3.

Selain kehilangan energi karena gesekan dengan dinding pipa, selama pengalirannya, air kehilangan energi karena harus membelok sehingga terjadi turbulensi. Demikian pula jika air melalui penyempurnaan dan pembesaran secara tiba-tiba.

Kehilangan minor ditempat-tempat tersebut mungkin saja jauh lebih besar dibandingkan dengan kehilangan energi akibat gesekan dengan pipa. Pada kondisi lain, saat pipa sangat panjang, kehilangan energi minor atau sekunder mungkin menjadi titik signifikan terhadap kehilangan energi utama. (Klaas D., 2009)

Kecepatan aliran pada sumbu jet sama dengan kecepatan jet dilubang. Tinggi Z_1 sangat dipengaruhi oleh turbulensi dan gesekan antara jet dengan fraksi solid dan fluida yang ada disekitar. Pada fenomena antara fluidisasi dan flushing tinggi Z_1 relatif kecil karena gesekan sedimen disekitarnya sehingga dapat dianggap tidak signifikan terhadap ketebalan sedimen. Dengan demikian, beban sedimen yang diperhitungkan dapat berbentuk silinder sehingga d_b dan berdiameter d_c . Kehilangan tinggi tenaga oleh lapisan sedimen selanjutnya dapat ditentukan dengan meninjau keseimbangan gaya vertikal antara gaya keatas ($\rho \cdot g \cdot h \cdot A$) dengan berat sedimen dalam air $(d_b(1 - \epsilon)A(\rho_s - \rho)/\rho)$. Kebutuhan tinggi tenaga akibat kehilangan tersebut dapat disimpulkan seperti berikut : (Thaha, 2006).

$$h_{bc} = d_b (1 - \varepsilon) \frac{\rho_s}{\rho} (9)$$

Dimana : h_{bc} = kehilangan tinggi tenaga akibat lapisan sedimen (cm)

d_b = ketebalansedimen (cm)

ρ = rapatmassa air

ρ_s = rapatmassasedimen

ε = porositas sedimen

g = percepatangravitasi (m/dtk^2)

8. Pengaliran dalam pipa

Menurut Streeter v.; dkk.(1988) pipa-pipa yang saling behubungan yang menjadi lautan aliran kesuatu lubang keluar tertentu yang dapat datang dari beberapa rangkaian disebut jaringan pipa, dalam banyak hal analog dengan aliran yang melalui listrik. Umumnya masalah jaringan pipa adalah rumit dan memerlukan penyelesaian coba-coba dengan menyeimbangkan rangkaian rangkaian dasar secara bergantian sampai semua syarat-syarat aliran dipenuhi.

Syarat-syarat berikut harus dipenuhi dalam jaringan pipa adalah :

- a) Jumlah aljabar penurunan tekanan seputar tiap rangkaian harus sama dengan nol.
- b) Aliran ketiap titik hubung harus sama dengan aliran yang meninggalkan titik hubung tersebut.
- c) Persamaan Darcy-weisbach, atau rumus gesekan eksponensial yang setara, harus dipenuhi untuk tiap pipa; yakni hubungan yang sesuai antara kerugian tinggi tekan dan debit harus dipenuhi untuk tiap pipa.

E. Aliran Sedimen Ke Dalam Pipa (*flushing conduit*)

1. Masuknya Sedimen Ke Dalam Pipa

Penyebab utama masuknya sedimen ke dalam pipa (*flushing conduit*) adalah sebagai berikut :

Sedimen masuk melalui lubang isap, yang disebabkan oleh :

- a) Tipe lubang yang merupakan bukaan langsung pada dinding pipa *flushing conduit* memudahkan sedimen mengalami keruntuhan masuk ke dalam pipa karena berat sendiri, tekanan hisap dan diameter lubang relatif besar.
- b) Aliran arus balik masuk ke dalam pipa melalui lubang isap saat tekanan dikejutkan dan terjadi fluktuasi. Proses ini terjadi apabila tekanan di dalam pipa lebih rendah daripada di luar pipa.

2. Prinsip Dasar Transpor Sedimen Dalam Pipa

Menurut (Mardjikoen, 1987) transpor sedimen adalah perpindahan tempat bahan sedimen granuler (non kohesif) oleh air yang sedang mengalir, dan gerak umum sedimen adalah searah aliran air.

Transpor sedimen dalam pipa diperlukan dalam bidang pemindahan endapan lumpur dan pengerukan (*dredging*). Manfaat sistem ini dalam kedua bidang tersebut adalah untuk memindahkan sedimen/endapan pada *minimum head loss* tanpa pengendapan. Aspek penting dari syistem ini adalah bagaimana memprediksi *head loss* dan kecepatan minimum atau kecepatan kritis agar supaya pipa terhindar dari pengendapan. (Amrullah, 2010)

Dalam desain transpor sedimen dalam Pipa, dua jenis regime aliran yang dihindari yaitu:

- a) *Stationary bed regime* karena ini tidak akan menghasilkan transpor zat padat apapun
- b) *moving bed regime* sebab jika dibawah kondisi normal, *regime* ini menghasilkan resiko hambatan/penyumbatan pada saluran pipa.

F. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel berikut:

NO.	Judul	Nama	Tahun	Variabel Yang Diteliti	Hasil Penelitian
1.	Studi pengaruh debit penghisapan flushing conduit terhadap penggelontoran sedimen diwaduk (uji eksperimental)	1. Alfin Eko Dudungmasora 2. Muhammad Syakir	2017	P, V, T, Q, Volume gelontor	Penelitian menunjukkan debit penghisapan (Q3) terhadap volume gelontor sedimen pada nilai debit (Q3) menghasilkan volume yang besar adalah $0,0061 \text{ m}^3$, hal ini dipengaruhi oleh besar tekanan penghisapan (P) dalam flushing conduit
2.	Studi pengaruh ketebalan sedimen pada flushing conduit terhadap volume penggelontoran dengan material dasar pasir halus di waduk (uji eksperimental)	1. Husnun Nisa 2. Hendra Jaya T	2017	P, V, T, Q Volume gelontor	Penelitian menunjukkan pada ketebalan sedimen (db) = 20 cm dan dimenit (t) = 15 dengan volume gelontor $0,0069 \text{ m}^3$ yang lebih besar pada debit (Q3) = $0,0079 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Hal ini dipengaruhi semakin besar debit menyebabkan

					tekanan hisap flushing conduit lebih besar.
3.	Studi pengaruh diameter lubang flushing conduit terhadap penggelontoran sedimen di waduk (uji eksperimental)	1.Mardiana 2.Sriwahyuni	2017	Volume gelonor	Pengujian menunjukkan diameter lubang (DF) = 12 mm pada waktu (t) = 15 menit dan debit (Q3) = 0,0079 m ³ /dtk menghasilkan volume gelontor (Vg) = 0,0071 m ³ yang lebih besar, hal ini dipengaruhi besarnya diameter lubang flushing conduit menyebabkan tekanan hisap semakin besar.
4.	Studi pengaruh spasi lubang flushing conduit terhadap volume golontor pada sedimentasi diwaduk (uji eksperimental)	1.Nur Afni Mansyur 2.Nurlia	2017	P,V,T,Q Volume golontor	Hasil penelitian menunjukkan pada spasi lubang 9 cm debit (Q3) = 0,0079 m ³ /dtk dengan nilai volume gelontor (Vg) =0,0064 m ³ , hal ini dipengaruhi semakin jauh spasi lubang pipa isap flushing conduit maka semakin besar volume gelontor(Vg) diakibatkan oleh tekanan yang lebih besar

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Pada bulan Desember 2017 sampai April 2018

B. Alat dan Bahan

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

- 1) Alat
 - a) Pipa PVC 2 sebagai penghantar sedimen yang diuji
 - b) Peralatan pemeriksaan sedimen hasil gelontoran seperti ; cawan dan saringan
 - c) Peralatan bengkel seperti mesin pemotong, gerinda, hammer
 - d) Pipa isap
 - e) Pompa air 2 berfungsi sebagai pemompa air dari bak penampung
 - f) Stopwatch untuk menghitung waktu yang digubakan pada pengukuran debit
 - g) Flow watch untuk mengukur kecepatan aliran yang akan masuk kedalam pipa *flushing conduit*
 - h) Kertas A4 dan alat tulis untuk mencatat pengambilan data awal pada saat uji model
 - i) Kamera digital berfungsi mengambil dokumentasi penelitian

- j) Cangkul, linggis, skop untuk pengambilan sedimen yang akan diuji
 - k) Mistar dan rol meter untuk mengukur ketinggian sedimen dan panjang pipa yang digunakan dalam penelitian
- 2) Bahan
- a) Sedimen sebagai model percobaan, sedimen yang digunakan adalah pasir
 - b) Bak air untuk suplay, bak sirkulasi dan bak disertai saringan untuk sedimen
 - c) Air untuk mengamati jenis aliran dalam pipa

C. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dimana penelitian tersebut dibuat dan dirancang sendiri oleh peneliti dengan berpedoman pada literature-literatur yang berkaitan dengan *flushing conduit*, serta adanya kontrol dengan tujuan untuk mengetahui sebab akibat dan penggelontoran sedimen serta besar pengaruh penggelontoran terhadap variasi sedimen

2. Sumber Data

Pada penelitian ini akan digunakan dua (2) sumber data antara lain sebagai berikut :

- a) Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari hasil simulasi model fisik dilaboratorium
- b) Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari literature dan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya baik yang telah dilakukan dilaboratorium

- c) maupun ditempat lain (lapangan) yang berkaitan dengan penelitian tentang penggelontoran sedimen *flushing conduit*

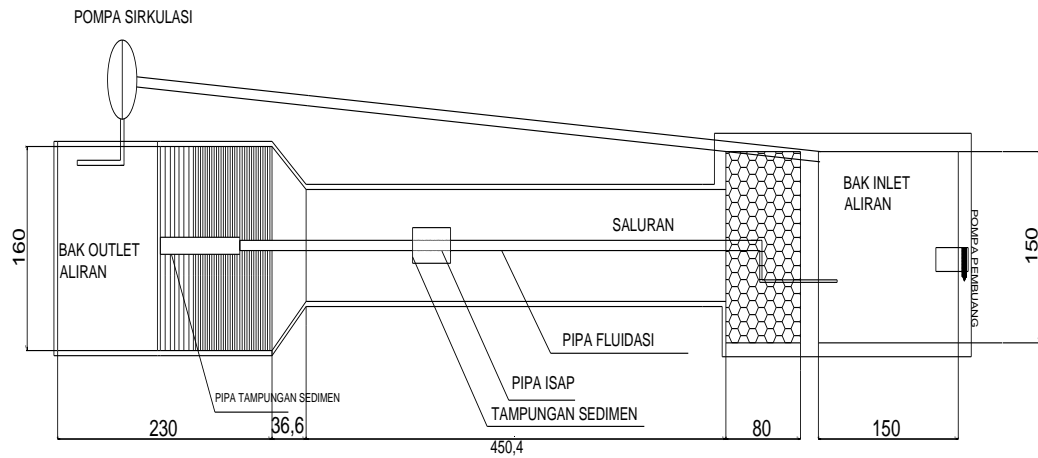
D. Variabel yang diteliti

Pada penelitian ini akan menggunakan dua variable, yaitu:

- 1) Variable bebas yaitu variable penyebab (independent variables)
 - a. Waktu (t)
 - b. Panjang Pipa (L)
 - c. Diameter Lubang (d)
 - d. Spasi Lubang (a)
 - e. Variasi Jumlah Lubang Pipa Isap
- 2) Variable terikat atau variable tergantung (dependent variables)
 - a. Tekanan dalam pipa (P)
 - b. Volume Gelontor (Vg)
 - c. Debit (Q)

E. Tahap Penelitian

- 1) Studi literatur dilakukan untuk mencari sumber data dan informasi yang akan dimuat sebagai referensi teori dalam melakukan penelitian ini (*flushing conduit*)
- 2) perancangan Model untuk penelitian dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui konsep penelitian (*flushing conduit*) yang lebih jelas agar dalam penerapan dilapangan dapat berjalan sesuai rencana



Gambar 4.Rancangan model penelitian *flushing conduit*

- 3) Pelaksanaan pembuatan Model merupakan pekerjaan yang utama dalam penelitian ini (*flushing conduit*) guna mengetahui cara kerja konsep *flushing conduit*, serta untuk pengambilan data dari hasil percobaan yang akan dilakukan.



Gambar 5.Persiapan perlengkapan penelitian

- 4) Pengambilan data awal adalah langkah yang selanjutnya dalam pengumpulan data yang benar-benar valid dan realible untuk digunakan dalam proses pengolahan dan analisis data



Gambar 6. Pengambilan data running awal.

- 5) Analisis dan pembahasan dilakukan setelah diperoleh data yang dibutuhkan untuk dikelola menjadi sebuah informasi yang aktual atau benar mengenai penelitian ini (*flushing conduit*) sehingga nantinya dapat memunculkan sebuah kesimpulan dari hasil penelitian.
- 6) penyusunan laporan dilakukan untuk menyampaikan informasi penelitian mulai dari tahap awal hingga akhir pelaksanaan secara lisan dengan tujuan untuk menguraikan hasil kesimpulan penelitian dan rekomendasi atau saran yang diperlukan dalam penelitian (*flushing conduit*).

F. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah dalam melakukan percobaan pada penelitian ini adalah :

- 1) Membuat model untuk pengujian dilaboratorium serta mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- 2) Merangkaikan susunan bahan dan alat yang akan digunakan mulai dari sistem pompa hidrolik, perpipaan, variabel bebas maupun variabel sesuai

perancangan model penelitian.

- 3) Melakukan simulasi pengujian model seperti sistem pengaliran air dalam pipa oleh pompa hidraulik dan melakukan pengujian dengan pengaliran sedimen dalam pipa.
- 4) Melakukan percobaan awal dengan menggunakan variabel bebas dan variabel terikat sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditentukan, yaitu pengaruh jumlah lubang pipa isap *flushing conduit* pada penggelontoran sedimen.
- 5) Menjalankan proses air dengan mengalirkan air dan sedimen dalam pipa sesuai debit dan variasi tekanan yang ditentukan.
- 6) Mengamati perilaku sedimen yang mulai terisap masuk kedalam pipa untuk digelontor dengan menggunakan manometer, serta stopwatch sebagai alat pengukur tekanan dan waktu.
- 7) Dari hasil percobaan tersebut, maka data yang perlu dicatat ialah waktu (T), variasi tekanan (P), serta volume sedimen yang tergelontor (vg)
- 8) Selanjutnya mengukur berapa besar volume sedimen yang digelontor pada setiap masing-masing variasi tekanan yang diberikan.
- 9) Hasil pengukuran sedimen yang tergelontor menjadi data jumlah sedimen endapan yang tergelontor.
- 10) Prosedur ini dilakukan dengan beberapa kali percobaan pada variasi tekanan terhadap sedimen yang digelontor sehingga dapat menjadi bahan perbandingan.

G. Perencanaan dan Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan setelah adanya rancangan yang telah dibuat, yang terdiri dari :

- a) Bak penampungan (bagian hulu dan hilir)
- b) Pipa plushing PVC
- c) Pompa air
- d) Pintu pengatur debit
- e) Sedimen

H. Pengambilan Data

Hal penting dalam setiap penelitian adalah pengambilan data. Pada dasarnya data yang diambil adalah data yang akan digunakan sebagai parameter dalam analisa. Pencatatan data dilakukan pada setiap kondisi, yaitu data kondisi awal sebelum perlakuan penggelontoran sedimen dengan konsep *flushing conduit* dan data setelah dilakukan perlakuan penggelontoran sedimen dengan konsep *flushing conduit*.

- 1) Data sebelum perlakuan antara lain : Konfigurasi awal dari penampang pipa mulai dari pipa panjang pipa (L), diameter pipa (d), spasi lubang (a) dan tinggi sedimen (db)
- 2) Data saat perlakuan yang perlu dicatat adalah :
 - a) Debit air Q (m^3/dtk)
 - b) Kecepatan aliran V (m/dtk) diukur dengan menggunakan flow watch

- c) Waktu perlakuan t (menit) diukur dengan menggunakan stop watch
- d) Tekanan (P) diukur dengan menggunakan manometer
- e) Volume sedimen yang digelontor (v_g)

3) Data setelah perlakuan :

Adalah perubahan yang terjadi setelah dilaksanakan perlakuan dengan terlebih dahulu menggosongkan saluran pipa percobaan dari air dan sedimen sehingga data volume gelontor (v_g) dapat divatut sesuai waktu (t) yang ditetapkan selama percobaan dilaksanakan.

4) Format pengambilan data :

Adalah struktur data-data yang diperlukan untuk diolah menjadi kesimpulan hasil dari penelitian sesuai dengan tujuan penelitian tersebut. Format pengambilan data berbentuk table yang telah tersusun sedemikian rupa dan dilengkapi dengan beberapa nama dan simbol data-data yang akan diperoleh dari penelitian tersebut. Format penelitian data bertujuan untuk memudahkan dalam mengambil dan menegolah data-data yang diperlukan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Format pengambilan data untuk penelitian pengaruh tekanan (P) terhadap *flushing conduit* pada penggelontoran sedimen dibagi menjadi 3 tabel sesuai dengan perlakuan pada setiap debit air (Q_1, Q_2, Q_3) yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

I. Analisa Data

Data laboratorim kemudian diolah sebagai bahan analisa hasil kajian sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian . data yang diolah adalah data

yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisa data penelitian, antara lain :

- 1) Perhitungan kecepatan aliran pada tabung pitot

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

- 2) Perhitungan besar debit teoritis

$$Q = A \times V$$

- 3) Perhitungan kecepatan aliran teoritis

$$V = \frac{Q}{A}$$

- 4) Perhitungan tipe aliran dengan menggunakan bilangan Reynold (Re)

$$Re = \frac{V \times d}{\mu}$$

- 5) Perhitungan kehilangan tinggi tekanan akibat gesek dalam pipa

$$H_l = f \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

- 6) Perhitungan kehilangan tinggi tekanan pada lubang isap

$$H_m = KM \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

- 7) Perhitungan kehilangan tinggi tenaga akibat lapisan sedimen

$$H_{bc} = db \cdot (1 - \epsilon) \cdot \frac{\rho_s - \rho}{\rho}$$

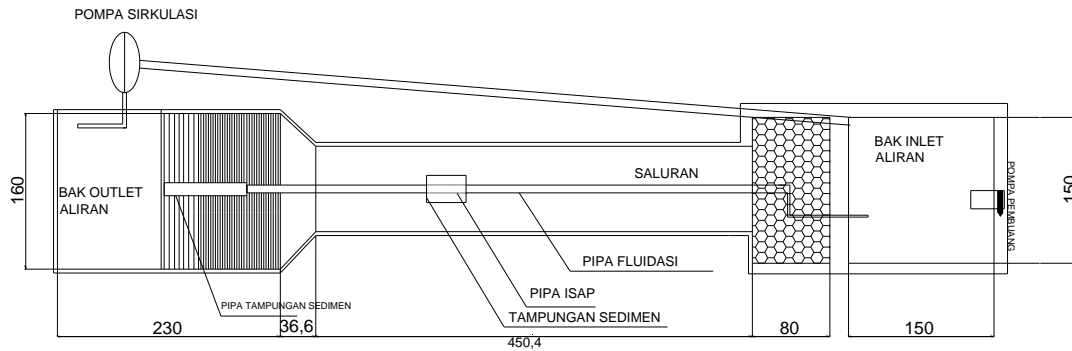
- 8) Perhitungan kehilangan tinggi tenaga total

$$ht = Hl + Hm + Hbc$$

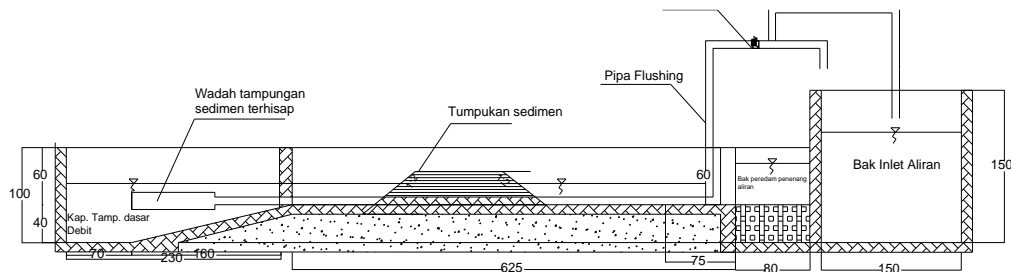
- 9) Perhitungan perubahan tinggi tekanan

$$(h - h_0) = He - Ht$$

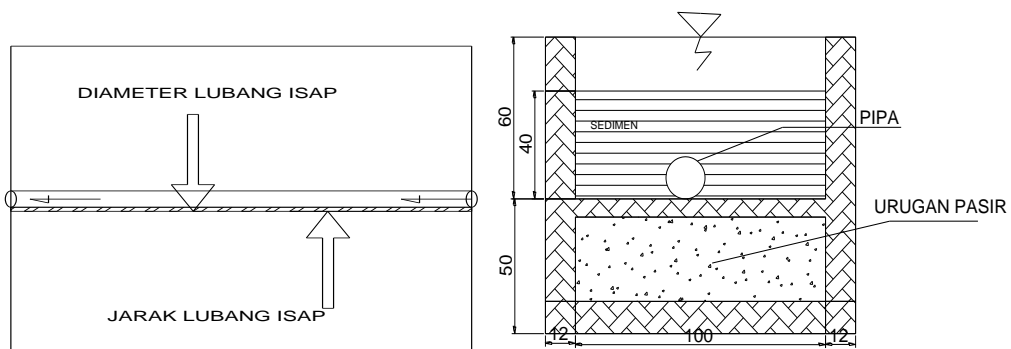
J. Perancangan Model *flushing conduit*



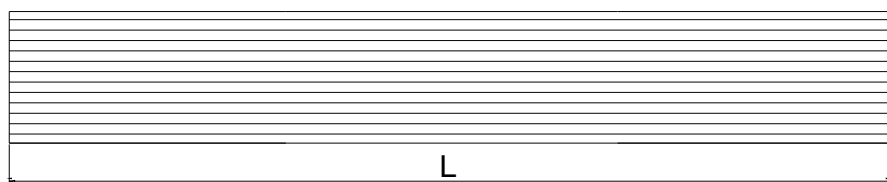
Gambar 7. Rancangan model *flushing conduit*



Gambar 8. Rancangan model *flushing Conduit* (tampak samping)

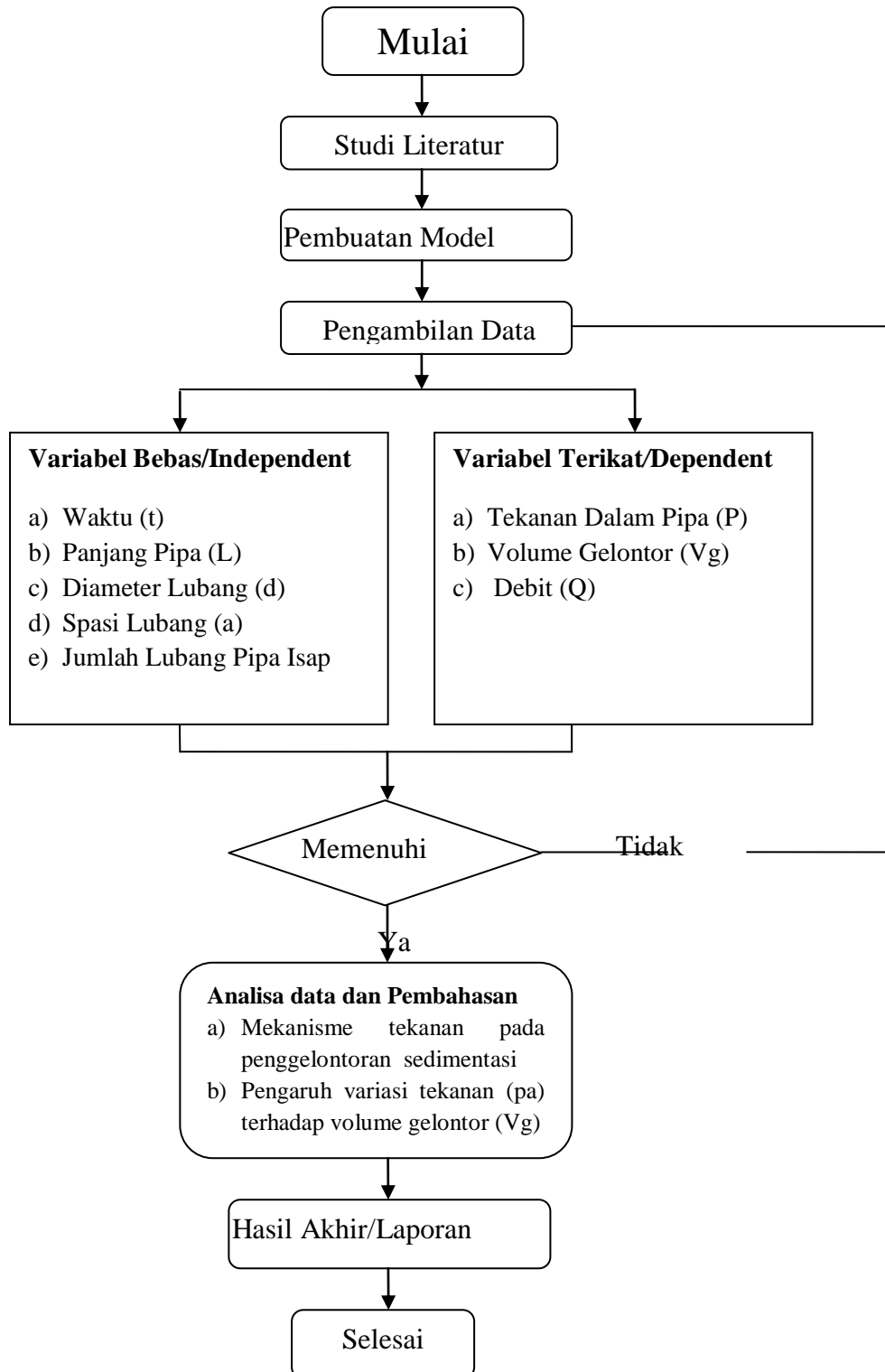


Gambar 9. Rancangan model Pipa Hisap & Potongan Melintang *flushing*



Gambar 10. Detail rancangan tebal lapisan sedimen

K. Flow Chart Penelitian



Gambar 11. Flow chart penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Deskripsi data yang akan disajikan dari hasil penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran secara umum mengenai penyebaran data yang diperoleh di laboratorium.

Data-data yang diperoleh dari hasil percobaan di laboratoium adalah untuk mengetahui jumlah sedimen yang tergelontor terhadap variasi panjang pipa isap. Sebelum pengambilan data dimulai terlebih dahulu dilakukan running pendahuluan (running awal), Tujuan dilakukan running pendahuluan (running awal) adalah untuk mendapatkan data yang ideal dengan maksud agar data yang diperoleh nantinya bisa semaksimal mungkin dan untuk menentukan debit pembanding dengan debit yang masuk pada saluran pipa *Flushing Conduit*. Setelah running pendahuluan (running awal) selesai, maka pengambilan data penggelontoran sedimen dapat dimulai.

Hasil dari pengambilan data penggelontoran sedimen dapat disajikan dalam beberapa tabel yaitu:

- 1) Data running awal.
- 2) Data untuk debit Q1.
- 3) Data untuk debit Q2.
- 4) Data untuk debit Q3.

Tabel 6. Analisa Data (Running Awal)

No	Bukaan Katup	Bukaan Pintu	Tinggi Air		Tinggi Pitot		Tekanan		Koefisien		Debit		Q1	Q2	Q3
			h	Rata-rata	h	Rata-rata	p	p Rata-rata	K	Rata-rata	Q	rata-rata			
1	45	9	0.085	0.0853	13	12.3333	0.0680	0.0584	1.4086	1.4084	0.0030	0.0030	0.0030	0.0051	0.0079
2			0.086		12		0.0554		1.4079		0.0031				
3			0.085		12		0.0517		1.4086		0.0030				
4		11	0.106	0.1057	12	12	0.0683	0.0609	1.3966	1.3968	0.0051	0.0051			
5			0.107		12		0.0585		1.3961		0.0052				
6			0.104		12		0.0558		1.3975		0.0049				
7		13	0.125	0.1263	13	12.3333	0.0690	0.0623	1.3889	1.3884	0.0077	0.0079			
8			0.127		12		0.0605		1.3882		0.0080				
9			0.127		12		0.0575		1.3882		0.0080				
10	60	9	0.085	0.0853	35	34.6667	0.0731	0.0645	1.4086	1.4084	0.0030	0.0030			
11			0.086		35		0.0643		1.4079		0.0031				
12			0.085		34		0.0561		1.4086		0.0030				
13		11	0.106	0.1057	35	35	0.0748	0.0668	1.3966	1.3968	0.0051	0.0051			
14			0.107		35		0.0670		1.3961		0.0052				
15			0.104		35		0.0585		1.3975		0.0049				
16		13	0.125	0.1263	36	34.6667	0.0755	0.0687	1.3889	1.3884	0.0077	0.0079			
17			0.127		34		0.0683		1.3882		0.0080				
18			0.127		34		0.0622		1.3882		0.0080				
19	90	9	0.085	0.0853	86	82.6667	0.0796	0.0715	1.4086	1.4084	0.0030	0.0030			
20			0.086		83		0.0731		1.4079		0.0031				
21			0.085		80		0.0619		1.4086		0.0030				
22		11	0.106	0.1057	85	80.6667	0.0806	0.0733	1.3966	1.3968	0.0051	0.0051			
23			0.107		80		0.0748		1.3961		0.0052				
24			0.104		77		0.0646		1.3975		0.0049				
25		13	0.125	0.1263	83	81.7778	0.0833	0.0753	1.3889	1.3884	0.0077	0.0079			
26			0.127		82		0.0762		1.3882		0.0080				
27			0.127		81		0.0663		1.3882		0.0080				

Sumber data: Hasil penelitian

Tabel 7. Analisa data dengan $Q_1 = 0.003 \text{ m}^3/\text{detik}$

NO	Debit (Q) m ³ /dt	Waktu (t) (menit)	jumlah lubang Pipa Isap (cm)	Diameter Lubang (Df) (cm)	Jarak Lubang (a) (cm)	Bukaan Katup (°)	Tebal Sedimen (db) (cm)	Volume Gelontor (Vg) (m ³)		Pengukuran tekanan (kg/cm ²)		Tinggi Air pitot (cm)		Kecepatan Aliran (V) (m/dtk)				
								Vg	Vg Rata-rata	p	P Rata-rata	hair	hair Rata-rata	V	V Rata-rata			
1	0.003	3	6	1.2	20	45	30	0.0035	0.0035	0.0561	0.0554	13	12.3333	1.5971	1.5553			
2								0.0036		0.05406		12		1.5344				
3								0.0034		0.0561		12		1.5344				
4			10		10			7	0.0036	0.0038	0.05406	0.05338	12	11.6667	1.5344	1.5126		
5									0.0038		0.05304		11		1.4691			
6									0.0041		0.05304		12		1.5344			
7									14	7	0.0039	0.0041	0.05202	0.05304	11	11.6667	1.4691	1.5126
8											0.0041		0.05304		12		1.5344	
9											0.0043		0.05406		12		1.5344	
10		6	6	20	0.0042	0.0042	0.05916	0.05848	11	12.0000	1.4691	1.5335						
11					0.0041		0.05712		13		1.5971							
12					0.0044		0.05916		12		1.5344							
13			10		10	7	0.0038	0.0046	0.0561	0.0551	11	11.6667	1.4691	1.5117				
14							0.0055		0.05508		11		1.4691					
15							0.0046		0.05406		13		1.5971					
16							14	7	0.0056	0.0054	0.05406	0.0537	11	12.0000	1.4691	1.5335		
17									0.0046		0.05406		13		1.5971			
18									0.0061		0.05304		12		1.5344			
19		9	6	10	0.0062	0.0064	0.0612	0.06052	12	12.0000	1.5344	1.5335						
20					0.0064		0.05916		13		1.5971							
21					0.0066		0.0612		11		1.4691							
22			10		10	7	0.0067	0.0065	0.05712	0.05746	11	12.0000	1.4691	1.5335				
23							0.0060		0.05916		13		1.5971					
24							0.0068		0.0561		12		1.5344					
25							14	7	0.0070	0.0067	0.05508	0.0547	11	11.3333	1.4691	1.4909		
26									0.0059		0.05406		12		1.5344			
27									0.0071		0.05508		11		1.4691			

Sumber data: Hasil olah data

Tabel 8.Analisa data dengan $Q_2 = 0.0051 \text{ m}^3/\text{detik}$

NO	Debit (Q) m ³ /dt	Waktu (t) (menit)	jumlah lubang Pipa Isap (cm)	Diameter Lubang (Df) (cm)	Jarak Lubang (a) (cm)	Bukaan Katup (°)	Tebal Sedimen (db) (cm)	Volume Gelontor (Vg) (m ³)		Pengukuran tekanan (P) (kg/cm ²)		Tinggi Air pitot (cm)		Kecepatan Aliran (V) (m/dtk)	
								Vg	Vg Rata-rata	P	Prata-rata	h	h Rata-rata	V	V Rata-rata
1	0.0051	3	6	1.2	20	60	30	0.0038	0.0037	0.06426	0.06426	35	34.6667	2.6205	2.6076
2								0.0036		0.06324		36		2.6577	
3								0.0038		0.06528		33		2.5445	
4			10		10			0.0044	0.0043	0.06426	0.06324	34	33.3333	2.5828	2.5573
5								0.0041		0.06222		33		2.5445	
6								0.0042		0.06324		33		2.5445	
7			14		7			0.0050	0.0045	0.06324	0.06256	35	35.3333	2.6205	2.6329
8								0.0041		0.06222		36		2.6577	
9								0.0044		0.06222		35		2.6205	
10		6	6	1.2	20	0.0054	0.0053	0.06528	0.06698	35	35.0000	2.6205	2.6203		
11						0.0053		0.06834		34		2.5828			
12						0.0051		0.06732		36		2.6577			
13			10		10	0.0059	0.0058	0.06426	0.0646	34	34.0000	2.5828	2.5826		
14						0.0056		0.06528		33		2.5445			
15						0.0060		0.06426		35		2.6205			
16			14		7	0.0065	0.0065	0.06426	0.06324	36	34.3333	2.6577	2.5950		
17						0.0065		0.06324		34		2.5828			
18						0.0064		0.06222		33		2.5445			
19		9	6	1.2	20	0.0077	0.0075	0.06834	0.06834	33	34.3333	2.5445	2.5950		
20						0.0074		0.06936		36		2.6577			
21						0.0076		0.06732		34		2.5828			
22			10		10	0.0080	0.0077	0.0663	0.06596	35	34.0000	2.6205	2.5826		
23						0.0074		0.06528		33		2.5445			
24						0.0076		0.0663		34		2.5828			
25			14		7	0.0080	0.0079	0.06324	0.0646	36	35.0000	2.6577	2.6203		
26						0.0080		0.0663		34		2.5828			
27						0.0077		0.06426		35		2.6205			

Sumber data: Hasil olah data

Tabel 9.Analisa data dengan $Q_3 = 0.0079 \text{ m}^3/\text{detik}$

NO	Debit (Q) m ³ /dt	Waktu (t) (menit)	Jumlah Lubang Pipa Isap (cm)	Diameter Lubang (Df) (cm)	Jarak Lubang (a) (cm)	Bukaan Katup (°)	Tebal Sedimen (db) (cm)	Volume Gelontor (Vg) (m ³)		Pengukuran tekanan (P) (kg/cm ²)		Tinggi Air pitot (cm)		Kecepatan Aliran (V) (m/dtk)	
								Vg	Vg Rata-rata	P	P rata-rata	hair	hair Rata-rata	V	V Rata-rata
1	0.0079	3	6	1.2	20	90	30	0.0040	0.0041	0.07446	0.0731	80	82.6667	3.9618	4.0270
2								0.0041		0.0714		85		4.0837	
3								0.0041		0.07344		83		4.0354	
4			10		10			0.0048	0.0044	0.07344	0.07242	80	79.0000	3.9618	3.9369
5								0.0041		0.07242		78		3.9120	
6								0.0044		0.0714		79		3.9370	
7			14		7			0.0049	0.0049	0.0714	0.07174	81	82.0000	3.9865	4.0110
8								0.0052		0.0714		82		4.0110	
9								0.0047		0.07242		83		4.0354	
10		6	6	20	0.0059	0.0059	0.07548	0.0748	79	79.6667	3.9370	3.9535			
11					0.0061		0.07446		81		3.9865				
12					0.0057		0.07446		79		3.9370				
13			10		10	0.0060	0.0061	0.07446	0.07344	79	80.6667	3.9370	3.9781		
14						0.0057		0.07344		80		3.9618			
15						0.0067		0.07242		83		4.0354			
16			14		7	0.0070	0.0067	0.07242	0.07208	81	80.0000	3.9865	3.9618		
17						0.0059		0.07242		79		3.9370			
18						0.0071		0.0714		80		3.9618			
19		9	6	20	0.0082	0.0079	0.0765	0.07616	83	82.0000	4.0354	4.0109			
20					0.0077		0.0765		83		4.0354				
21					0.0078		0.07548		80		3.9618				
22			10		10	0.0086	0.0083	0.0765	0.0748	82	81.3333	4.0110	3.9945		
23						0.0079		0.07446		83		4.0354			
24						0.0085		0.07344		79		3.9370			
25			14		7	0.0089	0.0085	0.07344	0.07276	81	81.3333	3.9865	3.9946		
26						0.0080		0.07242		80		3.9618			
27						0.0086		0.07242		83		4.0354			

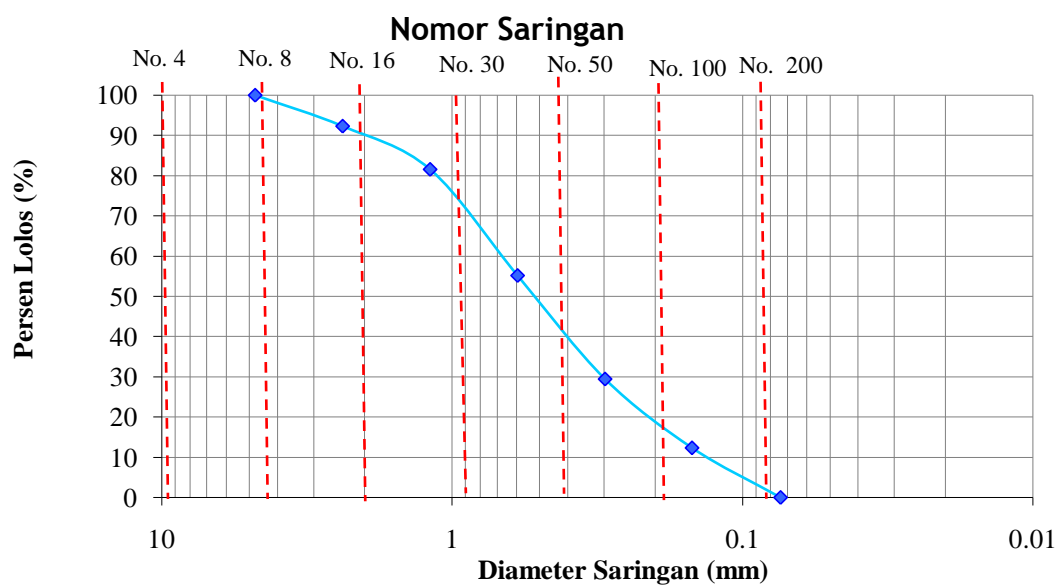
Sumber data: Hasil olah data

B. Klasifikasi Analisa Saringan

Karakteristik sedimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pasir sedang, sesuai dengan hasil pemeriksaan ukuran butir dengan uji saringan dangradasi ukuran butir, yang disajikan pada gambar dan tabel berikut.

Tabel 5. Data Analisa Saringan

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4.76	0	0	0	100
8	2.38	118	118	7.712418	92.287581
16	1.19	164	282	1,843,137	81.56862
30	0.595	405	687	44.90196	55.09803
50	0.297	392	1079	70.52287	29.477124
100	0.149	262	1341	87.6475	12.352941
200	0.074	189	1530	100	0
Pan	-		1530	100	0



Gambar 12. Gradasi ukuran butiran sedimen (sampel)

Berdasarkan diameter sedimen yang didapatkan dari hasil analisa saringan, maka sedimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah termasuk pasir sedang berdasarkan klasifikasi ukuran butir sedimen menurut skala Wentworth, dimana diameter partikel pasir sedang berada (0,5 mm-0,25 mm).

C. Pengolahan Data

Dari data laboratorium kemudian diolah sebagai bahan analisa hasil kajian sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian, antara lain :

- a) Konversi satuan kilopascal (kPa) ke kg/cm^2 pada pembacaan manometer.

$$1 \text{ kPa} = 0,0102 \text{ kg/cm}^2$$

- b) Perhitungan kecepatan aliran pada tabung pitot

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$V = \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,13}$$

$$= 1,595 \text{ m/dtk}$$

- c) Perhitungan besar debit pada pipa *Flushing Conduit*

$$Q = A \times V$$

$$= 0,0019625 \times 1,595$$

$$= 0,003 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- d) perhitungan bilangan reynold

$$Re = \frac{V \times d}{\mu}$$

$$= \frac{1.5287 \times 0.048}{0.000000824}$$

$$= 89048.296$$

e) perhitungan kehilangan tinggi tekanan akibat gesek dalam pipa

$$\begin{aligned} HL &= f \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \\ &= 0.013 \frac{1}{0.05} \cdot \frac{2.5427492}{2 \times 9.81} \\ &= 0.0337 \text{ m} \end{aligned}$$

f) perhitungan kehilangan tinggi tekanan pada lubang isap

$$\begin{aligned} Hm &= Km \frac{V^2}{2 \cdot g} \\ &= 0.32 \times \frac{2.5427492}{2 \times 9.81} \\ &= 0.04147 \text{ m} \end{aligned}$$

g) perhitungan kehilangan tinggi tenaga akibat lapisan sedimen

$$\begin{aligned} Hbc &= db \cdot (1 - \epsilon) \cdot \frac{Ps - p}{p} \\ &= 30 \cdot (0.73) \times \frac{1832}{995.95} \\ &= 40.284 \text{ cm} \end{aligned}$$

h) perhitungan kehilangan tinggi tenaga total

$$\begin{aligned} Ht &= Hl + Hm + Hbc \\ &= 0.0337 + 0.04147 + 40.284 \\ &= 40.3624 \text{ cm} \end{aligned}$$

i) perhitungan tekanan

$$\begin{aligned} P \times 0,0102 &= 55 \times 0,0102 \\ &= 0,561 \end{aligned}$$

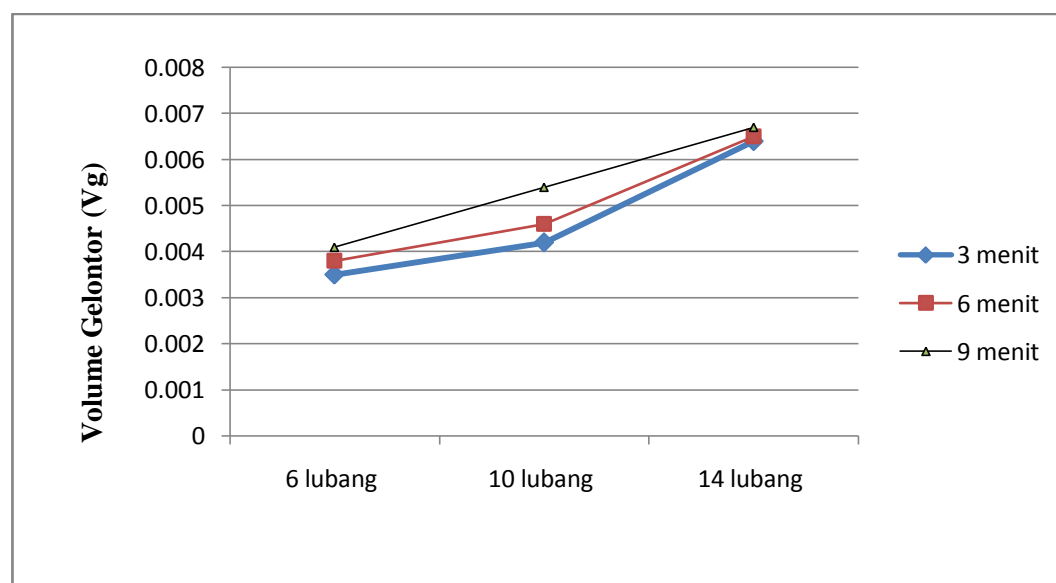
Untuk hasil perhitungan selanjutnya bisa dilihat pada lampiran:

D. Hubungan Antara Jumlah Lubang Pipa Isap Terhadap Volume Gelontor (Vg)

Berdasarkan hasil uraian data-data yang telah diperoleh dari hasil pengujian Flushing Conduit, maka dibuat kajian hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (Vg) pada berbagai nilai (Q) dan ketebalan sedimen (db) pada variasi waktu (T) seperti pada gambar dan tabel berikut:

Tabel 10. Hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (Vg)

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor (Vg) (m ³)
1.	6	3	0.0035
2.		6	0.0038
3.		9	0.0041
4.	10	3	0.0042
5.		6	0.0046
6.		9	0.0054
7.	14	3	0.0064
8.		6	0.0065
9.		9	0.0067

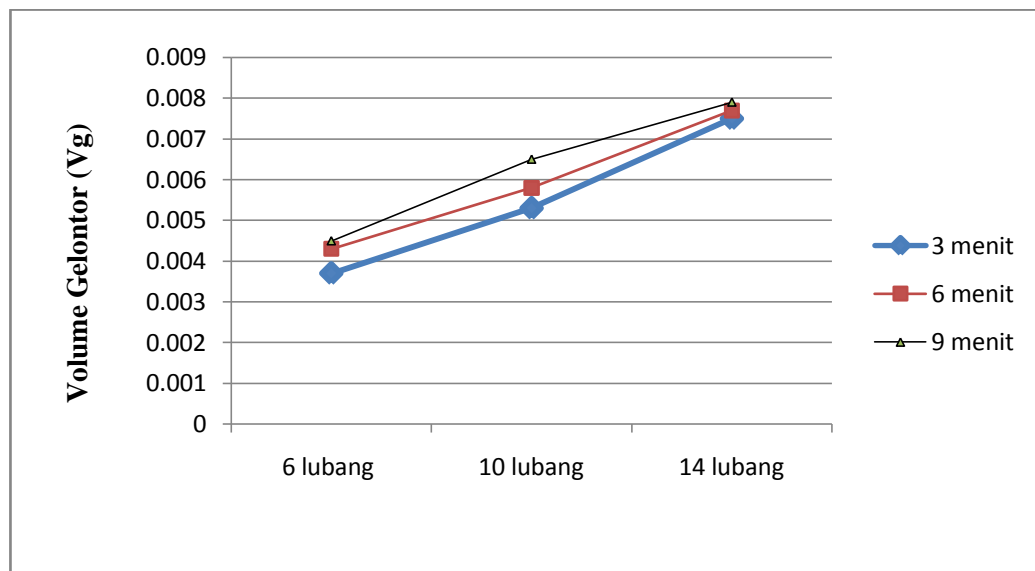


Gambar 13. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (Vg) dengan berbagai nilai debit (Q1)

Tabel 10 dan Gambar 13 menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lubang isap maka volume penggelontoran (V_g) semakin besar. Hal ini diperkirakan, dipengaruhi oleh fluktuasi tekanan relative cukup besar untuk mengusik dan mengisap endapan sedimen kedalam pipa.

Tabel 11. Hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g)

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor(V_g) (m^3)
1.	6	3	0.0037
2.		6	0.0043
3.		9	0.0045
4.	10	3	0.0053
5.		6	0.0058
6.		9	0.0065
7.	14	3	0.0075
8.		6	0.0077
9.		9	0.0079



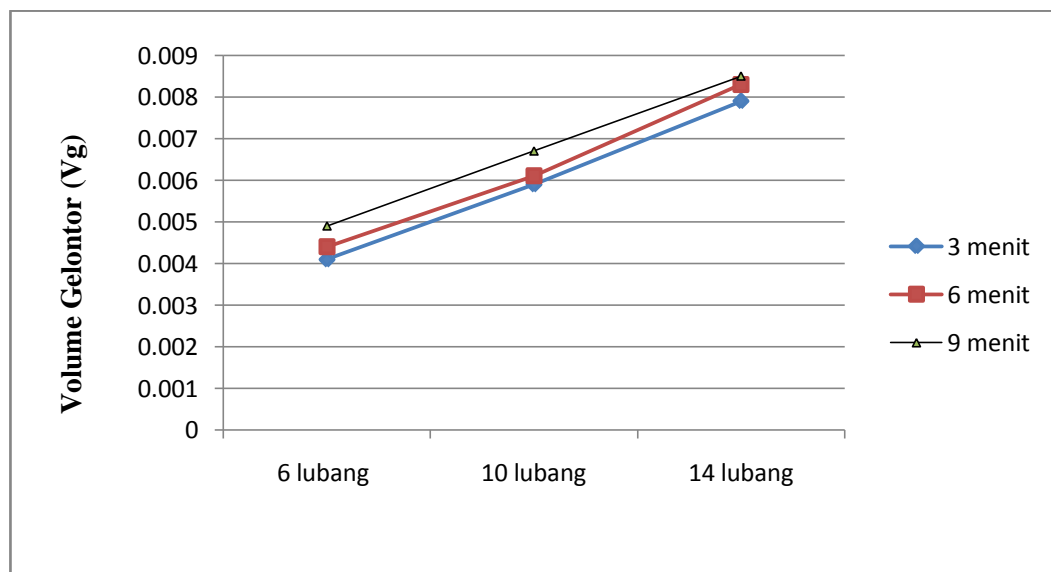
Gambar 14. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g) dengan berbagai nilai debit (Q_2)

Tabel 11 dan Gambar 14 menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lubang isap maka volume penggelontoran (V_g) semakin besar, Hal ini dipengaruhi

oleh jumlah lubang dan kecepatan aliran yang terjadi dalam pipa flushing conduit, terlihat pada volume penggelontoran (V_g) semakin besar/cenderung meningkat.

Tabel 12. Hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g)

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor(V_g) (m^3)
1.	6	3	0.0041
2.		6	0.0044
3.		9	0.0049
4.	10	3	0.0059
5.		6	0.0059
6.		9	0.0067
7.	14	3	0.0079
8.		6	0.0083
9.		9	0.0085



Gambar 15. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g) dengan berbagai nilai debit (Q_3)

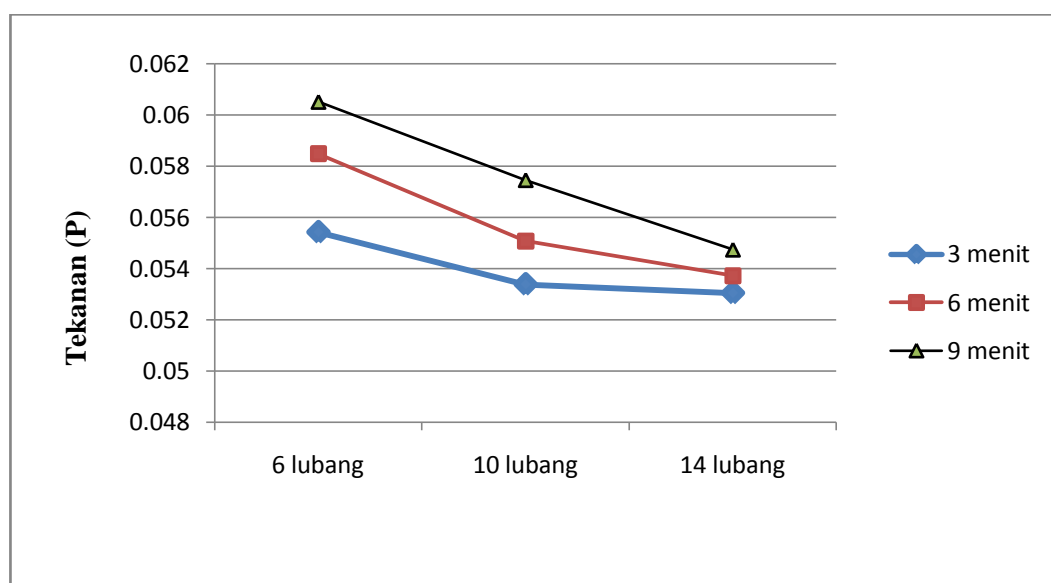
Tabel 12 dan Gambar 15 menunjukkan jumlah lubang isap dapat mempengaruhi jumlah sedimen yang tergelontor (V_g) yang cukup signifikan. Pada gambar tersebut juga memperlihatkan semakin banyak jumlah lubang maka volume tergelontor semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh besar tekanan penghisapan (P) dan kecepatan aliran (V) yang terjadi dalam pipa flushing.

E. Hubungan Jumlah Lubang Pipa Isap Terhadap Tekanan (P)

Berdasarkan hasil uraian maka dibuat kajian hubungan pengaruh jumlah lubang pipa isap dengan tekanan pada volume gelontor (V_g) yang menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lubang pipa isap maka volume gelontor (V_g) semakin besar. Hal ini diperkirakan dipengaruhi oleh tinggi tekanan yang cukup signifikan, seperti pada tabel dan gambar sebagai berikut.

Tabel 13. Hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P) untuk Q1

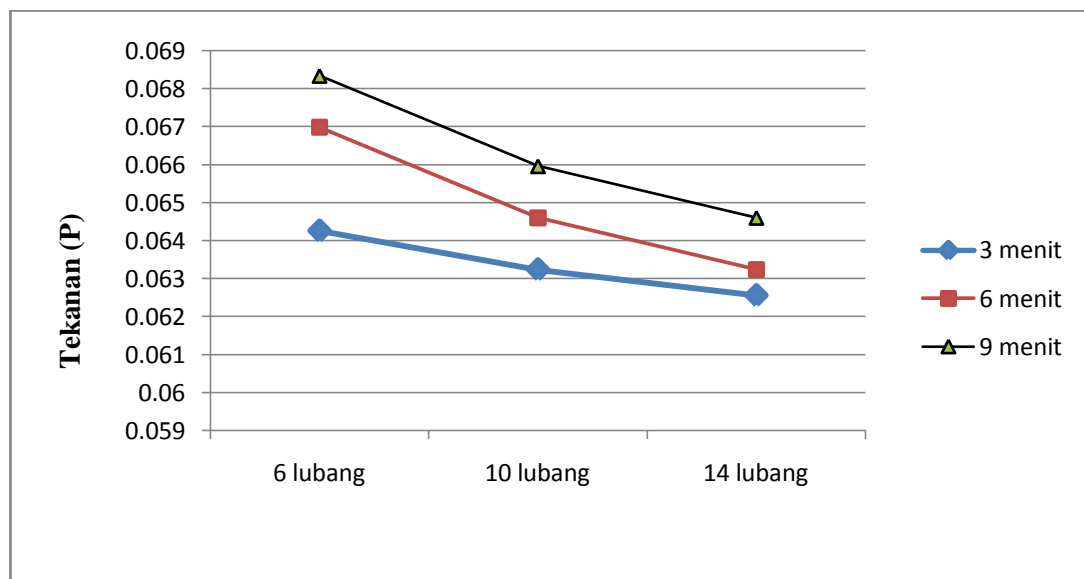
No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Tekanan (P)
1.	6	3	0.05542
2.		6	0.05848
3.		9	0.06052
4.	10	3	0.05338
5.		6	0.05508
6.		9	0.05746
7.	14	3	0.05304
8.		6	0.05372
9.		9	0.05474



Gambar 16. Grafik hubungan jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P) untuk Q1

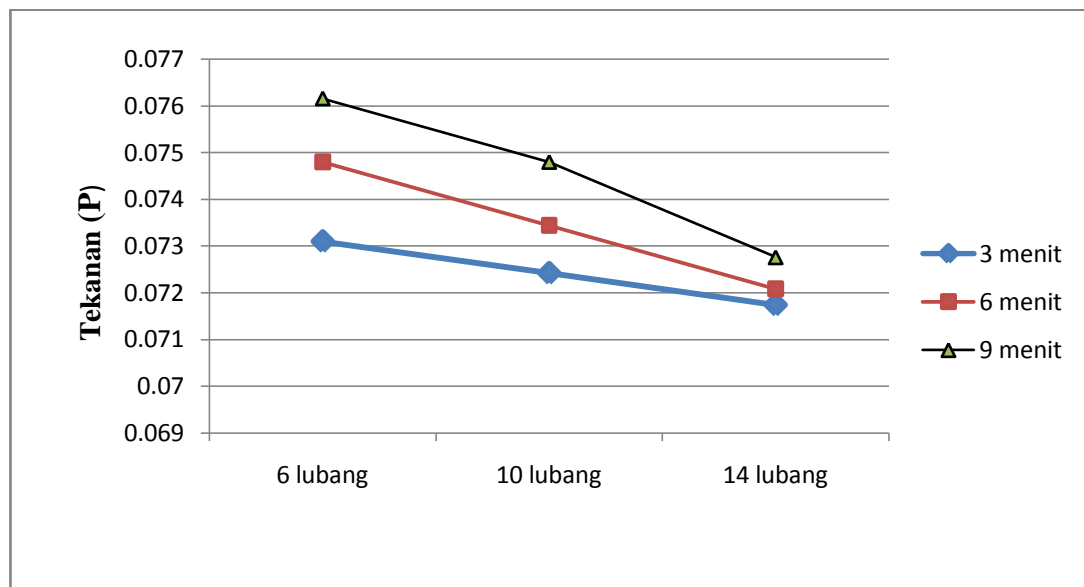
Tabel 14. Hubungan antarajumlah lubang pipa isap terhadap tekanan(P) untuk Q2

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Tekanan (P)
1.	6	3	0.06426
2.		6	0.06698
3.		9	0.06834
4.	10	3	0.06324
5.		6	0.0646
6.		9	0.6596
7.	14	3	0.06256
8.		6	0.06324
9.		9	0.0646

**Gambar 17.** Grafik hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P) untuk Q2**Tabel 15.** Hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan(P) untuk Q3

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Tekanan (P)
1.	6	3	0.0731
2.		6	0.0748
3.		9	0.07616

4.	10	3	0.07242
5.		6	0.07344
6.		9	0.0748
7.	14	3	0.07174
8.		6	0.07208
9.		9	0.07276



Gambar 18. Grafik hubungan antara jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan (P) Q3

Gambar 13, 14, dan 15 di atas menunjukkan bahwa pipa isap yang berjumlah 6 lubang memiliki tekanan lebih besar dibandingkan dengan jumlah lubang 10 dan 14. Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah lubang yang dapat mengurangi tekanan aliran dalam satuan debit tertentu.

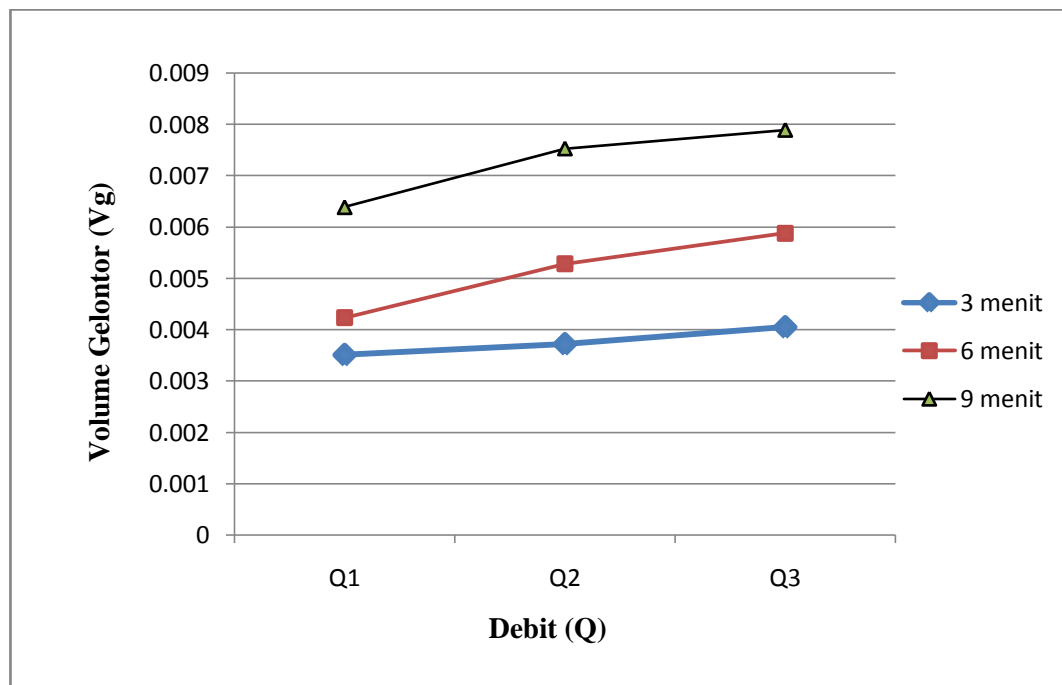
F. Hubungan Antara Debit (Q) Terhadap Volume Gelontor (Vg)

Pengaruh hubungan debit (Q) terhadap volume gelontor (Vg) menunjukkan bahwa semakin besar debit (Q) maka semakin banyak sedimen yang

tergelontor, hal ini dipengaruhi oleh bukaan katub, Seperti pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 16. Hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor. Pipa isap 6 lubang

No	Debit (Q)	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor (Vg)
1.	Q1	3	0.00351
2.		6	0.00423
3.		9	0.00639
4.	Q2	3	0.00372
5.		6	0.00528
6.		9	0.00753
7.	Q3	3	0.00405
8.		6	0.00588
9.		9	0.00789

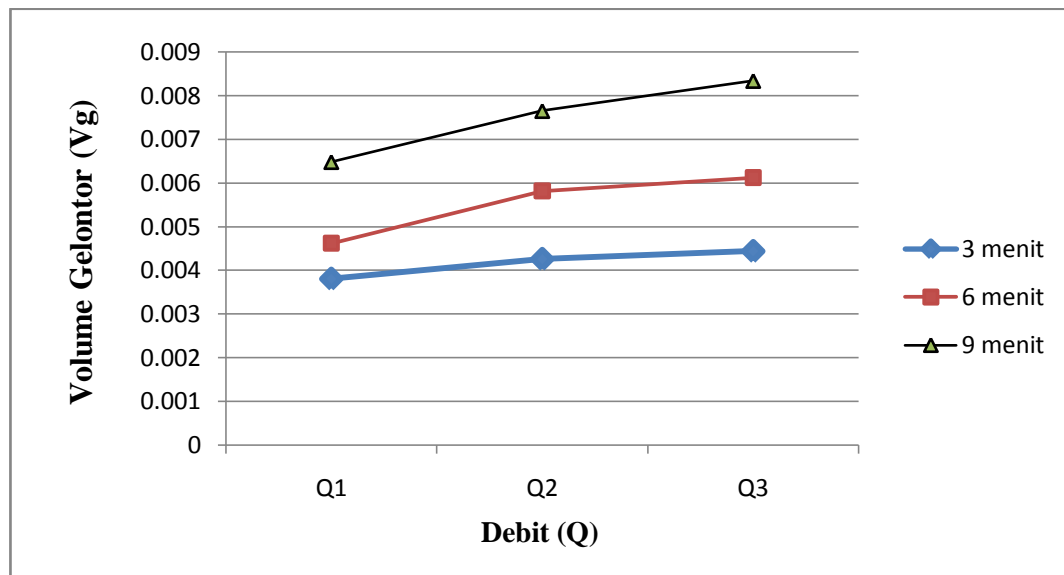


Gambar 19. Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor (Vg) pada jumlah lubang pipa isap 6 lubang.

Tabel 16 dan Gambar 19 menunjukkan bahwa debit (Q1) memberikan hasil penggelontoran sedimen paling sedikit dibandingkan debit (Q2). Hal ini dipengaruhi oleh debit disetiap bukaan berikutnya.

Tabel 17. Hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor. Pipa isap 10 lubang

No	Debit (Q)	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor (Vg)
1.	Q1	3	0.00381
2.		6	0.00462
3.		9	0.00648
4.	Q2	3	0.00426
5.		6	0.00582
6.		9	0.00765
7.	Q3	3	0.00444
8.		6	0.00612
9.		9	0.00834

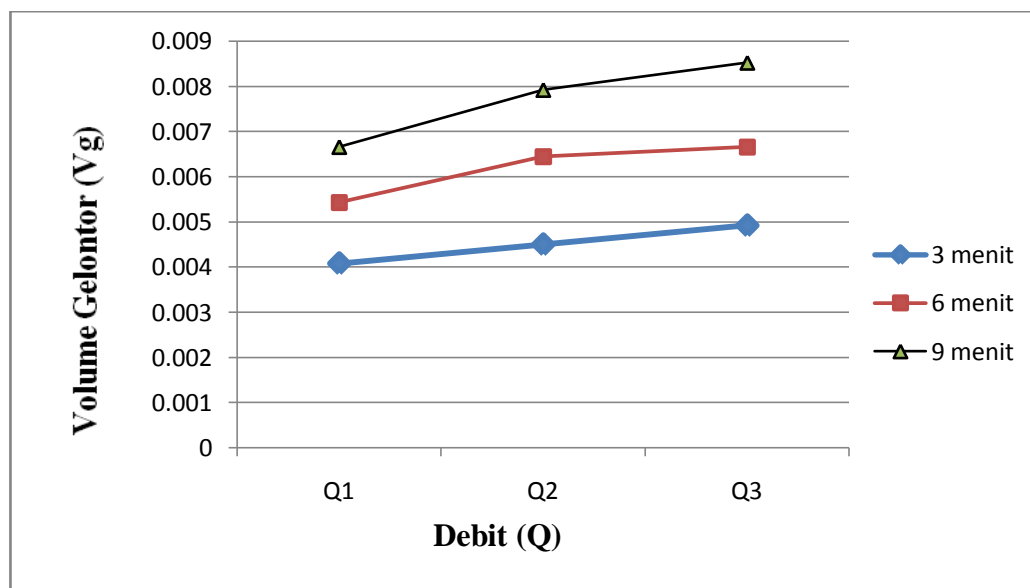


Gambar 20. Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor (Vg) pada jumlah lubang pipa isap 10 lubang.

Tabel 17 dan Gambar 20 menunjukkan bahwa volume penggelontoran sedimen pada debit (Q2) lebih banyak dari debit (Q1) dan lebih sedikit dari debit (Q3). Hal ini disebabkan oleh perbedaan debit pada setiap bukaan.

Tabel 18. Hubungan antara debit(Q) terhadap volume gelontor. Pipa isap 14 lubang

No	Debit (Q)	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor (Vg)
1.	Q1	3	0.00408
2.		6	0.00543
3.		9	0.00666
4.	Q2	3	0.0045
5.		6	0.00645
6.		9	0.00792
7.	Q3	3	0.00492
8.		6	0.00666
9.		9	0.00852



Gambar 21. Grafik hubungan antara debit (Q) terhadap volume gelontor (Vg) pada jumlah lubang pipa isap 14 lubang.

Tabel 18 dan Gambar 21 menunjukkan bahwa volume penggelontoran sedimen pada debit (Q3) lebih banyak dari debit (Q2) dan debit (Q1). Hal ini disebabkan oleh perbedaan debit di setiap bukaan, dimana pada debit (Q1)

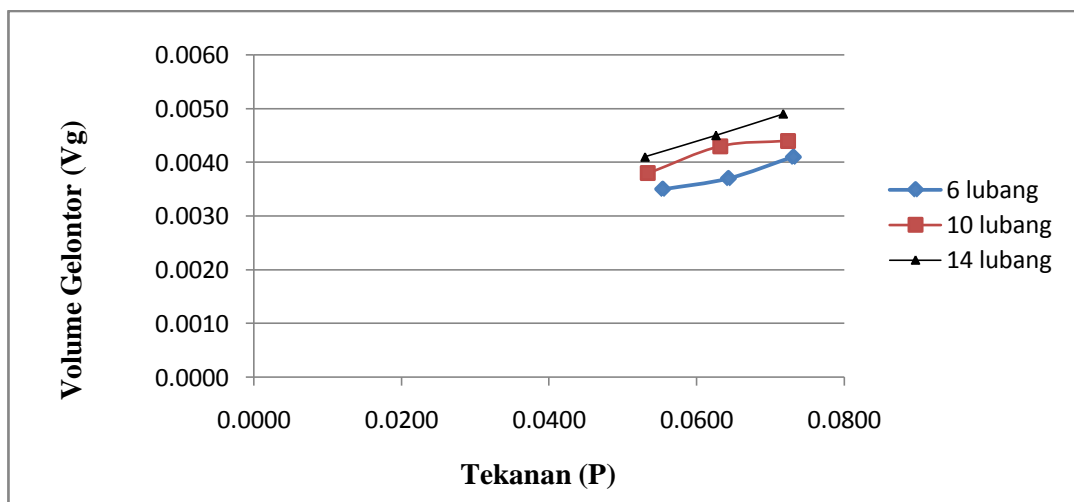
menghasilkan volume gelontor 0.00666 m^3 , kemudian pada debit (Q2) menghasilkan volume gelontor 0.00792 m^3 , dan pada debit (Q3) menghasilkan volume gelontor 0.00852 m^3 disetiap waktu 9 menit.

G. Hubungan Antara Tekanan (P) Terhadap Volume Gelontor (Vg)

Berdasarkan hasil uraian maka dibuat tabel kajian hubungan pengaruh tekanan (P) terhadap vole gelontor yang menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan (P) maka semakin banyak sedimen yng tergelontor. Seperti pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 19. Hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 3 menit

No	Tekanan (P)	Jumlah pipa isap	Volume
	(kg/cm^2)		(m^3)
1	0.0554	6	0.0035
2	0.0643		0.0037
3	0.0731		0.0041
4	0.0534	10	0.0038
5	0.0632		0.0043
6	0.0724		0.0044
7	0.0530	14	0.0041
8	0.0626		0.0045
9	0.0717		0.0049

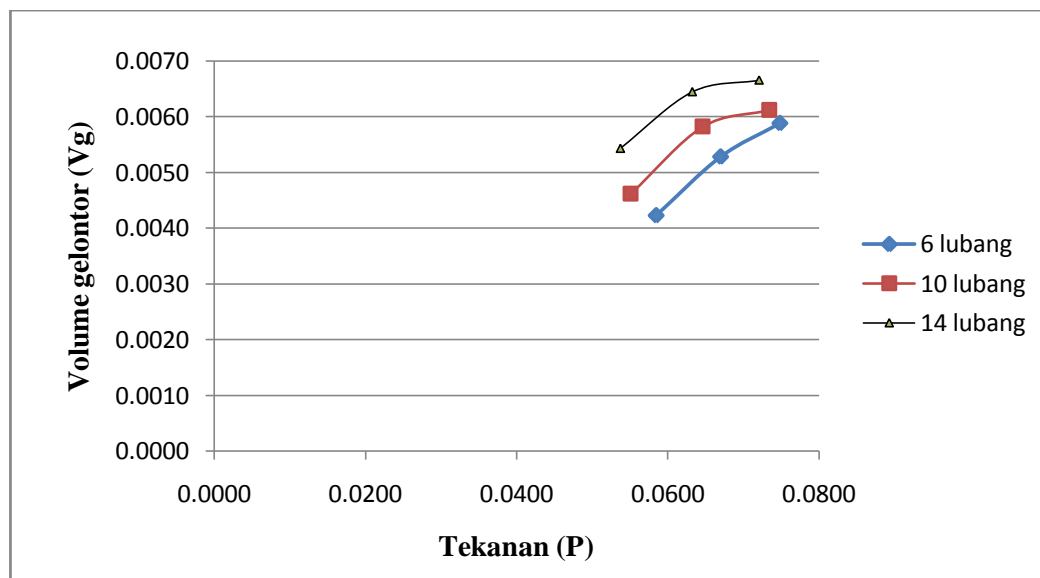


Gambar 20. Grafik hubungan antara tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 3 menit

Tabel 19 dan gambar 22 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan (P) maka semakin banyak pula sedimen yang tergelontor. Hal ini diperkirakan dipengaruhi oleh fluktuasi tekanan yang cukup besar untuk dapat mengusik dan mengisap endapan sedimen dalam pipa.

Tabel 20. hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 6 menit

No	Tekanan (P)	Jumlah pipa isap	Volume
	(kg/cm^2)		(m^3)
1	0.0585	6	0.0042
2	0.0670		0.0053
3	0.0748		0.0059
4	0.0551	10	0.0046
5	0.0646		0.0058
6	0.0734		0.0061
7	0.0537	14	0.0054
8	0.0632		0.0065
9	0.0721		0.0067

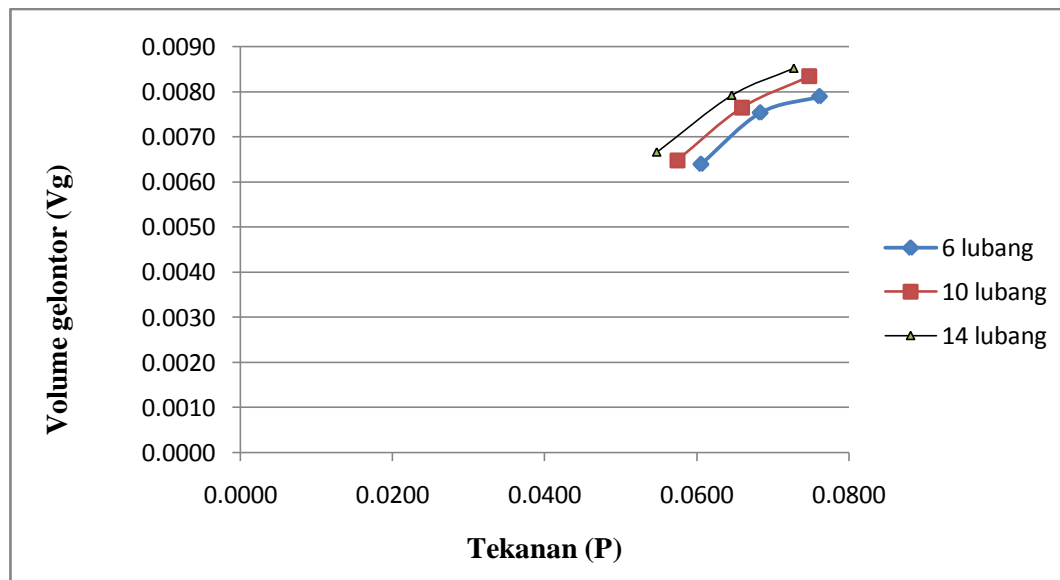


Gambar 23. Grafik hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 6 menit

Tabel 20 dan gambar 23 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan (P) maka semakin banyak pula sedimen yang tergelontor. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah lubang pipa isap dan kecepatan aliran yang terjadi dalam pipa flushing conduit.

Tabel 21. Hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 9 menit

No	Tekanan (P)	Jumlah	Volume
	(kg/cm^2)	pipa isap	(m^3)
1	0.0605	6	0.0064
2	0.0683		0.0075
3	0.0762		0.0079
4	0.0575	10	0.0065
5	0.0660		0.0077
6	0.0748		0.0083
7	0.0547	14	0.0067
8	0.0646		0.0079
9	0.0728		0.0085



Gambar 24. Grafik hubungan tekanan (P) terhadap volume gelontor dengan waktu 9 menit

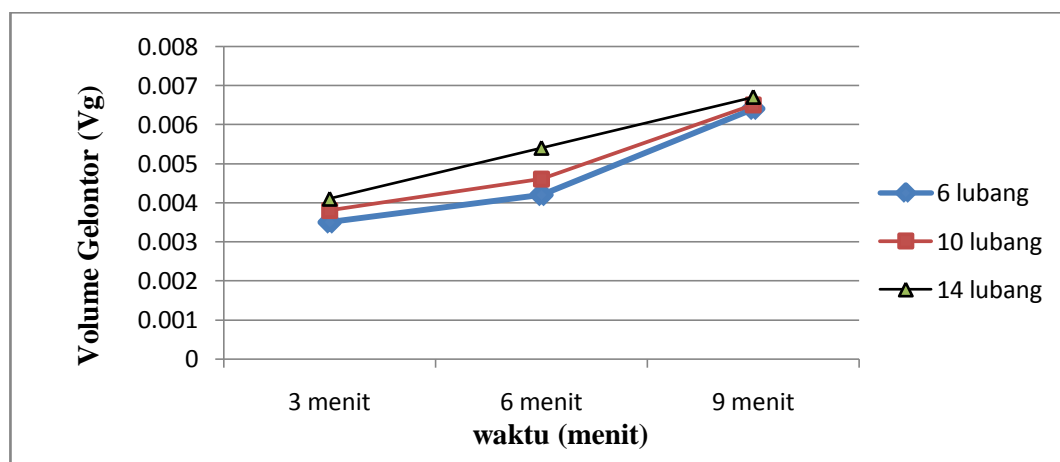
Tabel 21 dan gambar 24 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan (P) maka semakin banyak pula sedimen yang tergelontor. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan aliran yang terjadi dalam pipa.

H. Hubungan Antara Waktu (T) Terhadap Volume Gelontor (Vg)

Berdasarkan hasil uraian data-data yang telah diperoleh dari hasil pengujian Flushing Conduit, maka dibuat kajian hubungan antara waktu terhadap volume gelontor (Vg) seperti pada gambar dan tabel berikut:

Tabel 22. Hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (Vg)

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor(Vg) (m ³)
1.	6	3	0.0035
2.		6	0.0038
3.		9	0.0041
4.	10	3	0.0042
5.		6	0.0046
6.		9	0.0054
7.	14	3	0.0064
8.		6	0.0065
9.		9	0.0067

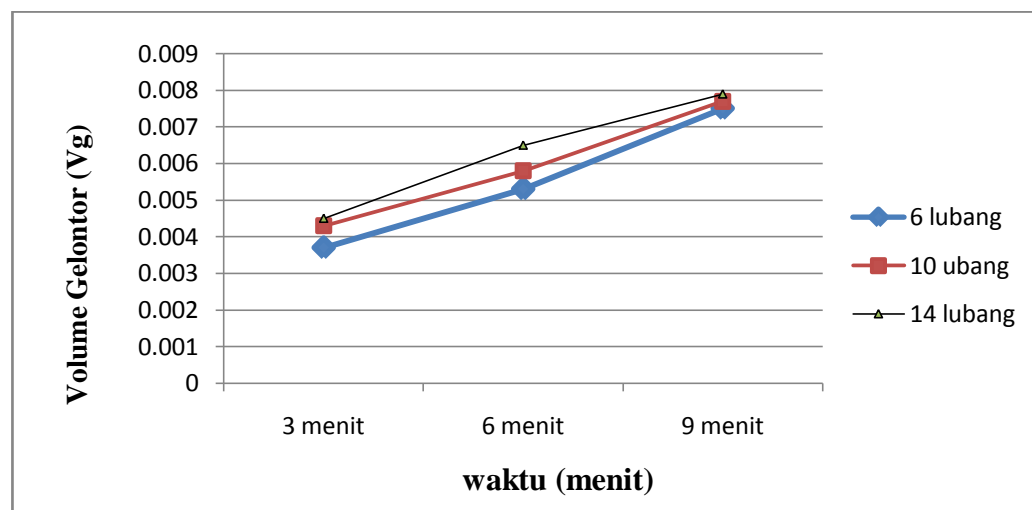


Gambar 25. Grafik hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (Vg) dengan berbagai nilai debit (Q1)

Tabel 22 dan Gambar 25 menunjukkan bahwa semakin banyak waktu (T) maka volume penggelontoran (V_g) semakin besar. Hal ini diperkirakan, dipengaruhi oleh fluktuasi tekanan relative cukup besar untuk mengusik dan mengisap endapan sedimen kedalam pipa.

Tabel 23. Hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (V_g)

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor(V_g) (m^3)
1.	6	3	0.0037
2.		6	0.0043
3.		9	0.0045
4.	10	3	0.0053
5.		6	0.0058
6.		9	0.0065
7.	14	3	0.0075
8.		6	0.0077
9.		9	0.0079



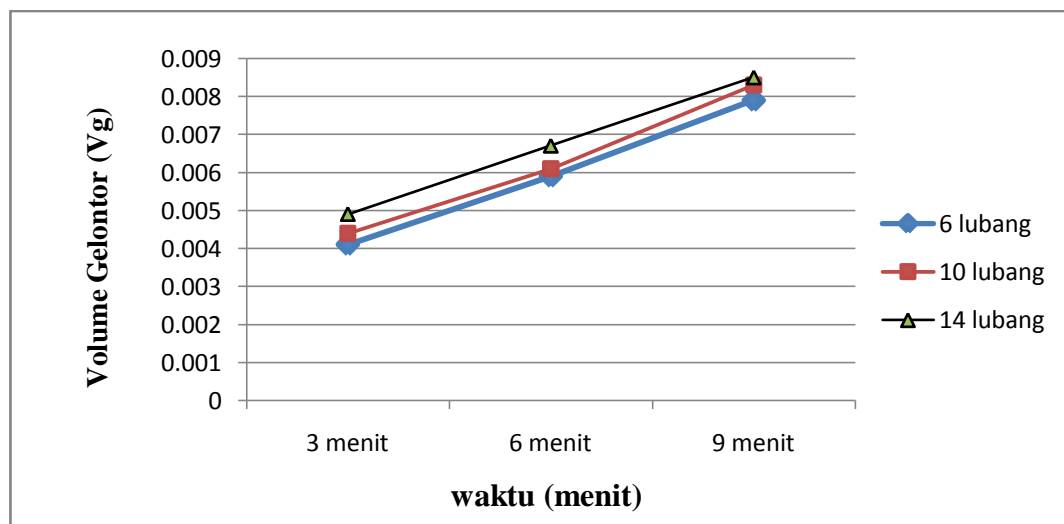
Gambar 26. Grafik hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (V_g) dengan berbagai nilai debit (Q_2)

Tabel 23 dan Gambar 26 menunjukkan bahwa semakin banyak waktu(T) maka volume penggelontoran (V_g) semakin besar, Hal ini dipengaruhi oleh waktu dan kecepatan aliran yang terjadi dalam pipa flushing conduit, terlihat pada

volume penggelontoran (V_g) semakin besar/cenderung meningkat.

Tabel 24. Hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (V_g)

No	Jumlah Lubang Pipa Isap	Waktu (t) (menit)	Volume Gelontor(V_g) (m^3)
1.	6	3	0.0041
2.		6	0.0044
3.		9	0.0049
4.	10	3	0.0059
5.		6	0.0059
6.		9	0.0067
7.	14	3	0.0079
8.		6	0.0083
9.		9	0.0085



Gambar 27. Grafik hubungan antara waktu (T) terhadap volume gelontor (V_g) dengan berbagai nilai debit (Q_3)

Tabel 24 dan Gambar 27 menunjukkan bahwa waktu (T) dapat mempengaruhi jumlah sedimen yang tergelontor (V_g) yang cukup signifikan. Pada gambar tersebut juga memperlihatkan semakin banyak waktu yang digunakan, maka volume tergelontor semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh besar tekanan penghisapan (P) dan kecepatan aliran (V) yang terjadi dalam pipa flushing.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian studi pengaruh jumlah lubang pipa isap *flushing conduit* terhadap volume gelontor pada sedimentasi di waduk yang dilakukan dilaboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pengaruh jumlah lubang pipa isap terhadap volume gelontor (V_g) yaitu semakin banyak jumlah lubang pipa isap maka semakin besar volume gelontor (V_g), Hal ini dipengaruhi oleh tekanan (T) yang relative cukup besar untuk mengusik dan mengisap endapan sedimen kedalam pipa.
- 2) Pengaruh jumlah lubang pipa isap terhadap tekanan yaitu semakin banyak jumlah lubang pipa isap maka semakin kecil tekanan (P), Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah lubang yang dapat mengurangi tekanan aliran dalam satuan debit tertentu.

B. Saran

- 1) Penelitian tentang penggelontoran sedimen dengan sistem *flushing conduit* perlu dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan variasi jumlah lubang untuk membandingkan data yang telah didapatkan sebelumnya.
- 2) Untuk penelitian selanjutnya pada saat pengambilan data perlu diperhatikan pada lubang pipa isap agar tidak mengalami penyumbatan sehingga memperoleh data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin L, Aisyah. (2012). *Pendugaan Sedimentasi Pada DAS Mamasa di Kabupaten Mamasa Profinsi Sulawesi Barat*.
- Amrullah, Afni Mansyur Nur, dan Nurlia. (2017). *Studi Pengaruh Spasi Lubang Flushing Conduit Terhadap Volume Gelontor Pada Sedimentasi Di Waduk (Uji Eksperimental)*
- Amrullah.(2011). *Studi kinerja flushing conduit sebagai alat penguras endapan sedimen muara dengan experimen Laboratorim*. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.Makassar.
- Amrullah, Dudung Massora Alfin Eko, dan Syakir Muhammad. (2017). *Studi Pengaruh Debit Penghisapan Flushing Conduit Terhadap Penggelontoran Sedimen Di Waduk (Uji Eksperimental)*.
- Amrullah, Mardiana, dan Wahyuni Sri. (2017). *Studi Pengaruh Diameter Lubang Flushing Conduit Terhadap Penggelontoran Sedimen Di Waduk (Uji Eksperimental)*.
- Amrullah, Nisa Husnun, dan Jaya T Hendra. (2017). *Studi Pengaruh Ketebalan Sedimen pada flushing conduit Terhadap Volume Penggelontoran dengan Material Dasar Pasir Halus diwaduk (uji Eksperimental)*
- Asdak, Chay. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai: Edisi Revisi kelima*.Yogyakarta: Gadjah mada Press Yogyakarta.
- Darmawan B.D.(2003). *Perbaikan Bentuk Lubang Perforasi Untuk Mencegah Masuknya Sedimen Ke Pipa Fluidasi*. Tugas Akhir Jurusan Sipil UGM. Yogyakarta
- Dahuri, R. dkk.2008. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*.PT.Pradya Paramita:Jakarta.
- Hakim,Siti Riskayanti.(2015).*Studi Laju Sedimentasi Waduk Bili-Bili Pasca Pengembangan Bangunan Penahan Sedimen*.Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
- Klaas,D.(2009).*Desain Jaringan Pipa Prinsip Dasar dan Aflikasi*.Bandung: CV.Mandar Maju.

- Krisetyana, Hari. 2008. "Tingkat Efisiensi Penggelontoran Endapan Sedimen di Waduk PLTA PB. Sudirman". Jurnal. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kurniawan, Aldoko Fajar. (2016). *Analisa Sebaran Sedimen dan Efektivitas Tampungan Menggunakan Teknik Interpolasi Ruang (Studi Kasus Penggelontoran Waduk Wlingi dan Waduk Lodoyo)*. Malang : Jurnal Ilmiah Teknik Pengairan Konsentrasi Sistem Informasi Sumber daya Air. Universitas Brawijaya.
- Lubis, Astika Murni. (2016). *Analisis sedimentasi sungai way Besar*. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Muchsin. Dan Subygo, Rachmat. (2011). *Kaji Eksperimental Koefisien Kerugian Pada Percabangan Pipa Dengan Sudut 45°, 60° dan 90°*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako
- Nayyar, M.L. 2000. *Piping Handbook (Seventh Edition)*. McGraw – New York, United State of America. (File pdf)
- Suroso. Dan Widiyanto, Wahyu. (2009). *Model Pengendalian Sedimentasi Waduk Mrica dengan Fluida*. Program Studi Teknik Sipil Unsoed. Purwokerto Indonesia
- Thaha, A. (2006). *Sistem Fluiasi untuk Rekayasa Pemeliharaan Alur*. Universitas Gajah maa. Yogyakarta
- Triatmojo B, 1993. *Hidraulika II*. Beta Ofset. Yogyakarta
- Triatmodjo B, 1993. *Hidraulik II*. Beta Offise. Yogyakarta

Lampiran 1

Lebar Perampang Pipa	A	-	0.00025 m	μ	Kep. viskositas (Pa.s)	-	0.0025	ρ	Densitas (kg/m ³)	-	0.000000000
Manjang Pipa	L	-	0.5 m	μ	Viskositas kinematik	-				-	0.000000000 m ² /s
Diameter Pipa	D	-	0.042 m	MO		-				-	0.0001
Koefisien Konduksi Calung	K	-	Koef1 kg	0.06	E	-				-	0.003
			Koef2 kg	0.1	LO	-				-	0.017
			Koef3 kg	0.34							

No	Dekal (°) m/s	Waktu (s) (sec)	Jarak labang (cm)	Jarak Calung (s) (cm)	Tinggi Saluran (cm)	Manjang Pipa (L) (cm)	Tebal Botol (cm)	Viskositas	Pengaliran	Rea	Konsep	(°) Turbul	Re	Re	(°) Turbul	KE (cm)	Da (cm)	Eh (cm)	Ea (cm)	Ea (cm)	Ea (cm)																																		
								(Pa.s)	(cm ² /s)	(s)	(m/s)																																												
1	0.0000	3	6	30	10	1	45	0.0005	0.0551	11.2213	1.5203	1.5207	55.64207	0.0001	0.0007	0.0004	-0.1200																																						
2			0.0005	0.0551				11.2213	1.5203	55.64207	0.0001		0.0007	0.0004	41.0001	20.5000																																							
3			0.0005	0.0551				11.2213	1.5203	55.64207	0.0001		0.0007	0.0004	41.0001	20.5000																																							
4		6	6	30				10	1	45	0.0005		0.0551	11.2213	1.5203	1.5207							55.64207	0.0001	0.0007	0.0004	-0.1200																												
5			0.0005	0.0551							11.2213		1.5203	55.64207	0.0001								0.0007	0.0004	41.0001	20.5000																													
6			0.0005	0.0551							11.2213		1.5203	55.64207	0.0001								0.0007	0.0004	41.0001	20.5000																													
7		9	6	30							10		1	45	0.0005								0.0551	11.2213	1.5203	1.5207								55.64207	0.0001	0.0007	0.0004	-0.1200																	
8			0.0005	0.0551											11.2213								1.5203	55.64207	0.0001									0.0007	0.0004	41.0001	20.5000																		
9			0.0005	0.0551											11.2213								1.5203	55.64207	0.0001									0.0007	0.0004	41.0001	20.5000																		
10		12	6	30											10								1	45	0.0005									0.0551	11.2213	1.5203	1.5207								55.64207	0.0001	0.0007	0.0004	-0.1200						
11			0.0005	0.0551																					11.2213									1.5203	55.64207	0.0001									0.0007	0.0004	41.0001	20.5000							
12			0.0005	0.0551																					11.2213									1.5203	55.64207	0.0001									0.0007	0.0004	41.0001	20.5000							
13	15	6	30	10	1	45	0.0005					0.0551					11.2213	1.5203	1.5207	55.64207	0.0001	0.0007			0.0004									-0.1200																					
14		0.0005	0.0551				11.2213					1.5203					55.64207	0.0001		0.0007	0.0004	41.0001			20.5000																														
15		0.0005	0.0551				11.2213					1.5203					55.64207	0.0001		0.0007	0.0004	41.0001			20.5000																														
16	18	6	30				10	1	45	0.0005		0.0551				11.2213	1.5203	1.5207		55.64207	0.0001	0.0007			0.0004		-0.1200																												
17		0.0005	0.0551							11.2213		1.5203				55.64207	0.0001			0.0007	0.0004	41.0001			20.5000																														
18		0.0005	0.0551							11.2213		1.5203				55.64207	0.0001			0.0007	0.0004	41.0001			20.5000																														
19	21	6	30							10	1	45	0.0005	0.0551		11.2213	1.5203			1.5207	55.64207	0.0001			0.0007	0.0004												-0.1200																	
20		0.0005	0.0551										11.2213	1.5203		55.64207	0.0001				0.0007	0.0004			41.0001	20.5000																													
21		0.0005	0.0551										11.2213	1.5203		55.64207	0.0001				0.0007	0.0004			41.0001	20.5000																													
22	24	6	30										10	1	45	0.0005	0.0551				11.2213	1.5203	1.5207	55.64207	0.0001	0.0007											0.0004												-0.1200						
23		0.0005	0.0551													11.2213	1.5203				55.64207	0.0001		0.0007	0.0004	41.0001											20.5000																		
24		0.0005	0.0551													11.2213	1.5203				55.64207	0.0001		0.0007	0.0004	41.0001											20.5000																		
25	27	6	30	10	1	45										0.0005	0.0551		11.2213		1.5203	1.5207		55.64207	0.0001	0.0007								0.0004	-0.1200																				
26		0.0005	0.0551													11.2213	1.5203		55.64207		0.0001			0.0007	0.0004	41.0001								20.5000																					
27		0.0005	0.0551													11.2213	1.5203		55.64207		0.0001			0.0007	0.0004	41.0001								20.5000																					

Lampiran 3

Lebar Pasangang Pipa	A	=	0.000000 m	Kejal yanca [F]	=	0.0000	kg/m ³	=	0.000000 kg/cm ³
Panjang Pipa	L	=	0.0 m	Vibrasi Khasanah	=			=	0.000000 m/s ²
Diameter Pipa	D	=	0.000 m					=	0.0000
Kondisi Kontrol Kolong	K	=	Dia 8 kg 0.00 Dia 10 kg 0.3 Dia 14 kg 0.3					=	0.00
								=	0.00

W/D	Dahil [G] [m/s ²]	Waktu [t] [menit]	Jumlah Kolong Pipa [kg]	Lebar Kolong [m] [cm]	Tinggi Kolong [M] [cm]	Panjang Pipa [L] [m]	Datar Reklamasi Garis [T]	Volume	Pengaliran	Waktu	Kecelakaan	[F] Tumbukan [m/s ²]	R ₁	R ₂	[G] Tumbukan [m/s ²]	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈													
								[m ³]	[kg/cm ²]	[s]	[m/s ²]																							
1	0.0079	2	5	30	30	3	00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000	4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000	40.0000	10.0000	10.0000														
2								0.0004	0.0004	70.0000	2.0000										71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000									
3								0.0008	0.0008	11.0000	4.0000										71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.1000									
4		5	30	30				30	3	00	00		0.0001	0.0001	70.0000	2.0000	4.0000		71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000	40.0000	10.0000	10.0000								
5													0.0004	0.0004	10.0000	2.0000											71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000			
6													0.0008	0.0008	11.0000	4.0000											71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.1000			
7		5	30	30				30	30	3	00		00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000		4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000		0.0000	40.0000	10.0000	10.0000						
8														0.0004	0.0004	11.0000	2.0000												71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000	
9														0.0008	0.0008	11.0000	4.0000												71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.1000	
10		5	30	30				30	30	3	00		00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000		4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000		0.0000		40.0000	10.0000	10.0000					
11														0.0004	0.0004	11.0000	2.0000													71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000
12														0.0008	0.0008	11.0000	4.0000													71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.1000
13	5	30	30	30	30	3	00	00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000	4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000	40.0000	10.0000	10.0000													
14									0.0004	0.0004	11.0000	2.0000										71.0000000	540000000		0.0000			0.1000	0.0000					
15									0.0008	0.0008	11.0000	4.0000										71.0000000	540000000		0.0000			0.1000	0.1000					
16	5	30	30	30	30	3	00	00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000	4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000		40.0000	10.0000	10.0000												
17									0.0004	0.0004	11.0000	2.0000											71.0000000	540000000	0.0000			0.1000	0.0000					
18									0.0008	0.0008	11.0000	4.0000											71.0000000	540000000	0.0000			0.1000	0.1000					
19	5	30	30	30	30	3	00	00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000	4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000			40.0000	10.0000	10.0000											
20									0.0004	0.0004	11.0000	2.0000												71.0000000	540000000	0.0000		0.1000	0.0000					
21									0.0008	0.0008	11.0000	4.0000												71.0000000	540000000	0.0000		0.1000	0.1000					
22	5	30	30	30	30	3	00	00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000	4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000				40.0000	10.0000	10.0000										
23									0.0004	0.0004	11.0000	2.0000													71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000					
24									0.0008	0.0008	11.0000	4.0000													71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.1000					
25	5	30	30	30	30	3	00	00	0.0001	0.0001	11.0000	4.0000	4.0000	71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000	40.0000				10.0000	10.0000										
26									0.0004	0.0004	11.0000	2.0000													71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.0000					
27									0.0008	0.0008	11.0000	4.0000													71.0000000	540000000	0.0000	0.1000	0.1000					

Lampiran 4. Persiapan Peralatan Simulasi *Flushing Conduit*



Gambar 1. Pembuatan model pipa *Flushing Conduit*

Gambar 2. Pengukuran spasi lubang *flushing conduit*



Gambar 3. model pipa *Flushing Conduit*

Lampiran 5. Persiapan Peralatan Simulasi *Flushing Conduit*



Gambar 4. Model Saluran
flushing conduit

Gambar 5. Pengukuran tekanan
menggunakan manometer



Gambar 6. Proses *running* awal
atau pengambilan data kalibrasi

Lampiran 6. Proses Pengambilan Data



Gambar 7. Pembacaan Tinggi air pada pitot

Gambar 8. Bentuk bukaan alur hasil hisapan *flushing conduit*



Gambar 9. Pemandahan sedimen dari saringan ke dalam wadah.

Lampiran 7. Proses Pengambilan Data



Gambar 10. Pengukuran sedimen yang tergolontor

Gambar 11. Sedimen yang tergelontor

