

TESIS

**ANALISIS KONSENTRASI SEDIMEN DENGAN KECEPATAN
ALIRAN DI SALURAN PRIMER D.I SADDANG**

*Analysis of Sediment Concentration with Flow Velocity in the D.I.
Saddang Primary Channel*

NUR ASRIDA

D012 2010 19



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



PENGAJUAN TESIS

ANALISIS KONSENTRASI SEDIMEN DENGAN KECEPATAN ALIRAN DI SALURAN PRIMER D.I. SADDANG

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Ilmu Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

**NUR ASRIDA
D012201019**

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



TESIS

ANALISIS KONSENTRASI SEDIMEN DENGAN KECEPATAN ALIRAN DI SALURAN PRIMER D.I. SADDANG

NUR ASRIDA
D012201019

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 16 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Muhammad Saleh Pallu, M.Eng
NIP. 1954091019831003

Pembimbing Pendamping



Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T., M.T
NIP. 198104252008121001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



ammad Isran Ramli, ST. MT. IPM
17309262000121002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil



Dr. M. Asad Abdurrahman, ST. MEng.PM
NIP. 197303061998021001



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Nur Asrida
Nomor mahasiswa : D012201019
Program studi : Magister Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “Analisis Konsentrasi Sedimen Dengan Kecepatan Aliran Di Saluran Primer D.I. Sadding” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Saleh Pallu, M.Eng dan Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, ST., MT. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah diproses di *4th International Conference on Civil and Environmental Engineering*.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 1 Oktober 2024

Yang menyatakan,

A 10,000 Indonesian postage stamp (METERAL TEMPEL) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAL TEMPEL', and '42020ALX325208656'.

NUR ASRIDA



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis yang berjudul “**Analisis Konsentrasi Sedimen dengan Kecepatan Aliran di Saluran Primer D.I. Saddang**”, yang menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program magister pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Proses penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan, dorongan dan bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada Bapak/Ibu Dosen dan Keluarga sebagai berikut:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muh. Isran Ramli, ST, MT, IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng, PM, IPM selaku Ketua Program Studi S2 Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Saleh Pallu, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan, arahan dan meluangkan waktu ditengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tesis ini.
5. Bapak Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan tesis ini yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukannya, memberikan masukan dan saran dalam proses penyusunan tesis ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Kedua orang tua dan suami serta seluruh keluarga yang selama ini telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.

Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.



Penyusunan dan penulisan tesis ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan, maka dari itu segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat, menambah ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua.

Penulis,
Nur Asrida



ABSTRAK

NUR ASRIDA. *ANALISIS KONSENTRASI SEDIMEN DENGAN KECEPATAN ALIRAN DI SALURAN PRIMER D.I. SADDANG* (dibimbing oleh **Muhammad Saleh Pallu, Bambang Bakri**)

Penurunan kapasitas saluran dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi di dasar saluran dan kondisi lining saluran yang rusak sehingga terjadi rembesan/bocor serta bangunan dan pintu air tidak berfungsi baik. Penelitian ini bertujuan menganalisis konsentrasi sedimen terhadap kecepatan aliran. Pengukuran dilakukan di lapangan untuk mengamati kondisi lapangan secara rinci terkait kecepatan dan konsentrasi sedimen. Penelitian ini di laksanakan pada Saluran Induk Rappang dari Hulu sampai Hilir Saluran Induk Rappang. Jarak antara Hulu Ke Hilir Saluran Induk Rappang +/- 30 Km. Jarak antara Hulu Ke Tengah titik penelitian +/- 18 Km, sedangkan jarak antara Tengah Ke Hilir Saluran +/- 12 Km. Pengukuran kecepatan menggunakan current meter model propeler A.OTT dan pengambilan sedimen di saluran menggunakan alat grab sampler dan van dorn. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan terhadap nilai konsentrasi sedimen pada musim kemarau.

Kata Kunci : Saluran, Kecepatan, Konsentrasi Sedimen



ABSTRACT

NUR ASRIDA. *Analysis of Sediment Concentration with Flow Velocity in the D.I. Saddang Primary Channel* (supervised by **Muhammad Saleh Pallu, Bambang Bakri**)

The decrease in channel capacity can cause sedimentation at the bottom of the channel and the condition of the channel lining is damaged so that seepage / leaks occur and buildings and sluice gates do not function properly. This study aims to analyze the concentration of sediment on the flow velocity. Measurements were carried out in the field to observe field conditions in detail related to sediment velocity and concentration. This research was carried out on the Rappang Main Channel from Upstream to Downstream of the Rappang Main Channel. The distance between upstream to downstream of the Rappang Main Channel is +- 30 Km. The distance between the upstream to the center of the research point is +- 18 Km, while the distance between the middle to the downstream channel is +- 12 Km. Velocity measurement using A.OTT propeller current meter model and sediment collection in the channel using grab sampler and van dorn tools. The results showed the effect of velocity on the value of sediment concentration in the dry season.

Keywords : Channel, Velocity, Sediment Concentration



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Intensitas Hujan.....	5
2.2 Saluran Terbuka	5
2.3 Saluran Primer	7
2.4 Geometri Saluran	8
2.5 Bentuk Saluran	9
2.6 Kemiringan Saluran.....	11
2.7 Dimensi Saluran	11
2.8 Debit	12
2.9 Kecepatan Aliran.....	13
2.10 Sedimen.....	16
2.11 Kerangka Pikir.....	20



BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Lokasi Penelitian	22
3.2 Teknik Pengumpulan Data	23
3.3 Pelaksanaan Penelitian	29
3.4 Bagan Alir Penelitian	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Kecepatan Aliran	33
4.1.1 Kecepatan Aliran Musim Hujan	34
4.1.1.1 Kecepatan Aliran Bagian Hulu.....	34
4.1.1.2 Kecepatan Aliran Bagian Tengah.....	34
4.1.1.3 Kecepatan Aliran Bagian Hilir	35
4.1.1.4 Rekapitulasi Kecepatan Aliran Musim Hujan.	36
4.1.2 Kecepatan Aliran Musim Kemarau	37
4.1.2.1 Kecepatan Aliran Bagian Hulu.....	37
4.1.2.2 Kecepatan Aliran Bagian Tengah	37
4.1.2.3 Kecepatan Aliran Bagian Hilir.....	38
4.1.2.4 Rekapitulasi Kecepatan Aliran Musim Kemarau	39
4.2 Konsentrasi Sedimen.....	39
4.2.1 Konsentrasi Sedimen Musim Kemarau	40
4.2.1.1 Konsentrasi Sedimen Bagian Hulu.....	40
4.2.1.2 Konsentrasi Sedimen Bagian Tengah.....	41
4.2.1.3 Konsentrasi Sedimen Bagian Hilir	41
4.2.2 Konsentrasi Sedimen Musim Hujan.....	42
4.2.2.1 Konsentrasi Sedimen Bagian Hulu.....	42
4.2.2.2 Konsentrasi Sedimen Bagian Tengah.....	43
4.2.2.3 Konsentrasi Sedimen Bagian Hilir	43
4.2.3 Rekapitulasi Konsentrasi Sedimen	44
4.2.3.1 Konsentrasi Sedimen Musim Kemarau	44
4.2.3.2 Konsentrasi Sedimen Musin Hujan	45
4.2.3 Rekapitulasi Konsentrasi Sedimen	45
4.3 Hubungan Konsentrasi Sedimen dengan Kecepatan Aliran....	46



4.3.1 Hubungan Konsentrasi Sedimen dengan Kecepatan Aliran Musim Kemarau	46
4.3.1.1 Hubungan Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran bagian Hulu	46
4.3.1.2 Hubungan Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran bagian Tengah	47
4.3.1.3 Hubungan Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran bagian Hilir.....	48
4.3.2 Hubungan Konsentrasi Sedimen dengan Kecepatan Aliran Musim Hujan	48
4.3.2.1 Hubungan Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran bagian Hulu.....	48
4.3.2.2 Hubungan Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran bagian Hulu.....	49
4.3.2.3 Hubungan Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran bagian Hulu.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 1	Unsur-unsur geometri Saluran	9
Tabel 2	Dimensi Saluran.....	12
Tabel 3	Nilai n yang di usulkan manning	15
Tabel 4	Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran bagian Hulu, Tengah dan Hilir setiap titik	33
Tabel 5	Data Konsentrasi Sedimen.....	40



DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 1	Saluran Primer	7
Gambar 2	Saluran Trapesium.....	9
Gambar 3	Saluran Segiempat.....	10
Gambar 4	Saluran Setengah Lingkaran.....	10
Gambar 5	Pengukuran <i>Point Integrated Method</i>	15
Gambar 6	Kerangka Pikir Penelitian.....	21
Gambar 7	Lokasi Penelitian	22
Gambar 8	Current meter Propeler A. OTT dan bagian-bagiannya	23
Gambar 9	Pengukuran Kecepatan Aliran menggunakan Current meter Propeler A. OTT.....	24
Gambar 10	Grab Sampler.....	25
Gambar 11	Pengambilan Sedimen menggunakan Grab Sampler	26
Gambar 12	Van Dorn Bottle Samplers	26
Gambar 13	Pengambilan Sedimen menggunakan Van Dorn Bottle Samplers	27
Gambar 14	Saluran Tanah bagian Hulu	28
Gambar 15	Saluran Tanah bagian Tengah	28
Gambar 16	Saluran Tanah bagian Hilir.....	29
Gambar 17	Bagan alir Penelitian	32
Gambar 18	Grafik kecepatan aliran musim hujan pada bagian Hulu	34
Gambar 19	Grafik kecepatan aliran musim hujan pada bagian Tengah ...	34
Gambar 20	Grafik kecepatan aliran musim hujan pada bagian Hilir.....	35
Gambar 21	Grafik kecepatan aliran musim hujan pada setiap bagian berdasarkan titik tinjauan	36
Gambar 22	Grafik kecepatan aliran musim kemarau pada bagian Hulu...	37
23	Grafik kecepatan aliran musim Kemarau pada bagian Tengah.....	37
24	Grafik kecepatan aliran musim kemarau pada bagian Hilir..	38



Gambar 25	Grafik kecepatan aliran musim kemarau pada setiap bagian berdasarkan titik tinjauan	39
Gambar 26	Konsentrasi Sedimen musim kemarau pada Bagian Hulu	40
Gambar 27	Konsentrasi Sedimen musim kemarau pada Bagian Tengah .	41
Gambar 28	Konsentrasi Sedimen musim kemarau pada Bagian Hilir.....	42
Gambar 29	Konsentrasi Sedimen musim hujan pada bagian Hulu.....	42
Gambar 30	Konsentrasi Sedimen musim hujan pada bagian Tengah.....	43
Gambar 31	Konsentrasi Sedimen musim hujan pada bagian Hilir	44
Gambar 32	Rekapitulasi Konsentrasi Sedimen musim kemarau	44
Gambar 33	Rekapitulasi Konsentrasi Sedimen musim hujan	45
Gambar 34	Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran pada musim kemarau bagian Hulu.....	46
Gambar 35	Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran pada musim kemarau bagian Tengah.....	47
Gambar 36	Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran pada musim kemarau bagian Hilir	48
Gambar 37	Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran pada musim hujan bagian Hulu	49
Gambar 38	Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran pada musim hujan bagian Tengah	49
Gambar 39	Konsentrasi Sedimen dan Kecepatan Aliran pada musim hujan bagian Hilir	50



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu faktor penentu dalam proses produksi pertanian. Dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan usaha tani, saluran irigasi menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Proses penyaluran air melalui saluran irigasi diberikan dalam jumlah, waktu, dan mutu yang tepat. Tanaman akan mengalami gangguan pertumbuhan jika saluran irigasi tidak dikelola dengan baik yang berdampak pada produksi pertanian, sehingga irigasi menjadi sangat penting dan strategis dalam rangka penyediaan air untuk pertanian. (Lusiantorowati et al., 2015).

Irigasi merupakan salah satu input dalam sebuah pengelolaan lahan dari budidaya pertanian. Jaringan irigasi merupakan kesatuan saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang digunakan sebagai pendistribusian air yang berasal dari bendungan ke lahan pertanian masyarakat. Dengan hal tersebut, kebutuhan air untuk sawah/ladang para petani akan berfungsi dengan baik karena adanya saluran irigasi. Hal ini dapat menjadi lebih optimal apabila kondisi irigasi tersebut berada dalam keadaan yang efisien. (Afdhaliah et al., 2017)

Efisiensi irigasi adalah istilah yang timbul karena terjadi kehilangan air selama proses penyaluran dan pemakaian air di suatu daerah irigasi. Kehilangan air terjadi karena adanya perembesan (seepage) pada penampang saluran, evaporasi (umumnya relatif kecil tergantung iklim pada suatu daerah) dan kehilangan operasional yang sangat dipengaruhi sistem pengelolaan irigasi. (Lusiantorowati et al., 2015)

Faktor yang mempengaruhi berkurangnya air pada saluran adalah adanya sedimentasi yang mengendap di dasar saluran. Pola penyebaran sedimentasi tergantung dari topografi saluran dan daerah aliran sedimen. Endapan sedimentasi di dasar saluran dapat menyebabkan berkurangnya volume air yang efektif pada an akan mempengaruhi umur operasional saluran. (Satriawansyah, 2018)

Proses sedimentasi pada suatu sungai meliputi proses erosi, transportasi, dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri. Sebagaimana diketahui,



sedimentasi di sungai terjadi karena adanya proses pengendapan konsentrasi sedimen pada aliran sungai yang bersumber dari hasil erosi di bagian hulu sungai. Hal ini berlaku juga pada saluran saluran irigasi di suatu bendung. Kerusakan daerah aliran sungai menyebabkan meningkatnya angkutan sedimen yang terbawa aliran ke saluran irigasi. Jika kecepatan aliran ini rendah maka akan terjadi proses pengendapan di saluran irigasi. (Rosmiati et al., 2020)

Daerah Irigasi Saddang merupakan salah satu daerah Irigasi kewenangan Pusat yang terletak di Sulawesi Selatan luas areal berdasarkan permen PUPR No.4/2015 adalah 60.300 ha, dan dari data 13 UPTD, total luas Irigasi Saddang adalah 59.128 ha, dan hasil updeting foto satelit th 2019 adalah 61.226 ha mencakup tiga wilayah yaitu : (i) Kab. Pinrang, (ii) Kab. Sidenreng Rappang dan (iii) Kab. Wajo. Hasil utama dari daerah tersebut adalah tanaman padi. Untuk meningkatkan hasil dari lahan pertanian diperlukan optimalisasi fungsi sarana dan prasarana irigasi.

Saat ini areal irigasi Saddang tidak mendapatkan air secara merata hal ini disebabkan oleh kondisi jaringan mengalami penurunan kapasitas. Penurunan kapasitas dapat menyebabkan sedimentasi di dasar saluran dan kondisi lining saluran yang rusak sehingga terjadi rembesan/bocor serta bangunan dan pintu air tidak berfungsi baik.

Soewarno (1991) dalam (Rosmiati et al., 2020) mengatakan besarnya volume angkutan sedimen tergantung dari kecepatan aliran karena perubahan musim hujan dan kemarau dan perubahan kecepatan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Akibat dari perubahan volume angkutan sedimen adalah terjadinya penggerusan di beberapa tempat dan terjadinya pengendapan di tempat lain pada dasar saluran irigasi, dengan demikian dimensi dari saluran tersebut akan berubah sehingga volume air yang terbawa juga berkurang.

Afiato (2016) dalam (Hermawan & Afiato, 2021) mengkaji tentang distribusi kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen pada aliran tidak seragam pada saluran irigasi Mataram Yogyakarta. Dari hasil penelitian menunjukkan



onsentrasi sedimen suspensi semakin besar ketika mendekati dasar dan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata vertikal cenderung semakin area tengah penampang saluran.

Berdasarkan latar belakang serta penelitian terdahulu yang telah dijelaskan, maka penelitian ini menitikberatkan pada sedimentasi melayang dan sedimentasi dasar pada tiga titik di saluran primer D.I Sadding sehingga penulis mencoba mengkaji sebuah tesis dengan judul: “Analisis Konsentrasi Sedimen dengan Kecepatan Aliran di Saluran Primer D.I Sadding”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kecepatan aliran pada bagian hulu, tengah dan hilir di saluran primer D.I Sadding ?
2. Bagaimana hubungan konsentrasi sedimen terhadap kecepatan aliran pada bagian hulu, tengah dan hilir di saluran Primer D.I Sadding ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan rumusan masalah yang dipaparkan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kecepatan aliran pada bagian Hulu, Tengah dan Hilir di Saluran Primer D.I Sadding
2. Menganalisis Hubungan Konsentrasi Sedimen terhadap Kecepatan Aliran di Saluran Primer D.I Sadding

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat dari hasil penelitian ini adalah menghasilkan nilai konsentrasi sedimentasi dan nilai kecepatan aliran yang menjadi bahan bagi pengelola dalam melaksanakan upaya operasi dan pemeliharaan irigasi
2. Bagi ilmu pengetahuan, sebagai ilmu yang telah dikembangkan dari teori-teori yang telah ada, sehingga adanya hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan.



1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan dengan efektif dan mencapai sasaran berikut ini ruang lingkup penelitian dibatasi pada:

1. Penelitian yang dilakukan berbentuk uji eksperimen di lapangan.
2. Penelitian hanya dilakukan di saluran Primer Pekkabata Rappang di D.I Saddang.
3. Penelitian tidak melakukan kajian terhadap kualitas air sungai.
4. Penelitian tidak membahas tata guna lahan, dan bangunan pelengkap.
5. Penelitian tidak membahas tentang kehilangan energi dan suhu pada saluran induk Rappang
6. Diperoleh data sekunder seperti data Debit, Dimensi saluran dikordinasikan dengan UPTD Saddang



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air hujan berkonsentrasi. Intensitas curah hujan ini diproses berdasarkan data curah hujan yang telah terjadi pada tahun-tahun sebelumnya. Perhitungan besarnya intensitas curah hujan dapat dipergunakan beberapa rumus empiris dalam hidrologi. Rumus Mononobe yang akan dipakai pada penulisan ini adalah :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (1)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = lamanya curah hujan (jam)

R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

2.2 Saluran Terbuka

Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan mekanika fluida (*fluid mechanics*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul di antara fluida dan pembatas (dinding). Telah diketahui secara umum bahwa akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal. Saluran buatan adalah saluran yang dibuat dan dimanfaatkan sesuai dengan konteks pemanfaatannya seperti, saluran irigasi, drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran industri dan sebagainya. (Rauf, 2019)



Aliran saluran terbuka banyak dijumpai dalam aliran sungai, aliran saluran-saluran irigasi, aliran saluran pembuangan dan saluran-saluran lain yang bentuk dan kondisi geometrinya bermacam-macam.

Saluran terbuka merupakan saluran di mana air mengalir dengan muka air bebas. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran serta gaya yang akan timbul diantara fluida dan pembatas (dinding). Diketahui secara umum bahwa akibat adanya gaya terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, hal ini menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal. Ada beberapa permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran tidak dapat diselesaikan dengan analitis, untuk itu kita harus melakukan pengamatan dengan membuat bentuk saluran/alat peraga, bentuk saluran yang mempunyai bentuk sama dengan permasalahan yang akan diteliti, tetapi ukuran dimensi lebih kecil dari yang ada di lapangan. Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam dan saluran buatan. Saluran alam adalah suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alami, seperti sungai yang kecil dan besar dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Saluran buatan adalah saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatnya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri. Sifat aliran yang terjadi pada saluran buatan merupakan aliran seragam yang terjadi di sepanjang saluran. (Jonas, 2007)

Saluran terbuka merupakan saluran alami atau buatan yang memiliki permukaan bebas pada tekanan atmosfer. Saluran terbuka diklasifikasikan berdasarkan asal usulnya dan konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasar.

Klasifikasi saluran terbuka berdasarkan asal-usulnya, sebagai berikut:



Saluran alam (*natural channel*), yaitu saluran yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Contoh: sungai-sungai kecil di daerah hulu (gunungan) hingga sungai besar di muara.

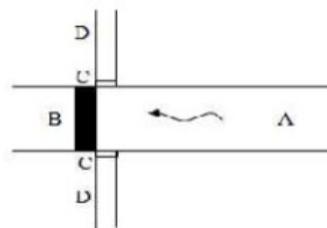
- B. Saluran buatan (*artificial channel*), yaitu saluran yang dibuat dan direncanakan oleh manusia. Contoh: saluran drainase tepi jalan, saluran irigasi untuk mengairi persawahan, saluran pembuangan, saluran untuk membawa air ke pembangkit listrik tenaga air, saluran untuk supply air minum, dan saluran banjir.

Sedangkan klasifikasi berdasarkan konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasar, sebagai berikut:

1. Saluran prismatic (*prismatic channel*), yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap. Contoh: saluran drainase dan saluran irigasi.
2. Saluran non prismatic (*non prismatic channel*), yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya berubah-ubah. Contoh: sungai.

2.3 Saluran Primer

Saluran primer merupakan saluran yang membawa air dari bangunan sadap menuju saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir. Saluran primer yang baik akan dapat memenuhi kebutuhan air pada lahan yang akan diairi. Dalam ilmu teknik sipil, bangunan yang baik memiliki dua persyaratan penting, yaitu mutu yang baik dan ekonomis. Hal ini diterapkan tidak hanya dalam merencanakan gedung bertingkat ataupun jalan raya, perencanaan saluran air pun harus demikian. Saluran air yang dimaksud disini adalah saluran air untuk keperluan irigasi, antara lainnya adalah saluran primer. (Irigasi & Bunga, 2016)



Gambar 1. Saluran Primer



Dimana :

- A = Alur sungai
- B = Bendung
- C = Bangunan sadap
- D = Saluran primer

2.4 Geometri Saluran

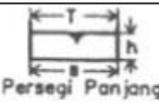
Geometris saluran merupakan unsur penampang saluran yang dipakai sebagai pertimbangan atau perhitungan. Unsur-unsur geometri saluran dapat dilihat pada Tabel 1. (Nugroho, 2010)

Secara teoritis hidrolika saluran sebagai berikut:

1. Luasan penampang air pada saluran tersebut disebut luas penampang (A).
2. Panjang bagian penampang saluran yang menyentuh air disebut Keliling basah (P).
3. Geometri saluran yang melambangkan ukuran yang merupakan hasil pembagian antara luas basah dengan keliling basah $R = A/P$ disebut jari-jari hidrolis (R).
4. Lebar penampang air yang menyentuh udara disebut lebar puncak (T).
5. Unsur geometris yang melambangkan kedalaman teoritis hidrolis saluran yang besarnya $= A/T$ disebut kedalaman hidrolis (D).
6. Untuk perhitungan aliran kritis $Z = A\ddot{O}D$ dan untuk perhitungan aliran seragam $Z = AR^{2/3}$ disebut faktor penampang (Z).



Tabel 1. Unsur Geometri Saluran

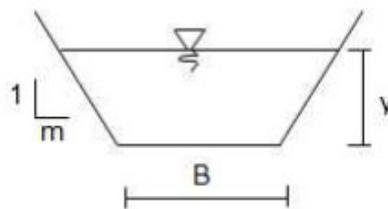
Penampang	Luas (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolik (R)	Lebar Puncak (T)	Kedalaman Hidrolik (D)
 Persegi Panjang	$B \cdot h$	$B + 2 \cdot h$	$\frac{B \cdot h}{B + 2 \cdot h}$	B	h
 Trapezium	$(B + z \cdot h) \cdot h$	$B + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(B + z \cdot h) \cdot h}{B + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}}$	$B + 2 \cdot z \cdot h$	$\frac{(B + z \cdot h) \cdot h}{B + 2 \cdot z \cdot h}$

(Sumber: Chow dkk., 1989 dalam buku *Hidrolika Saluran Terbuka (terjemahan)*, terbit tahun 1992)

2.5 Bentuk Saluran

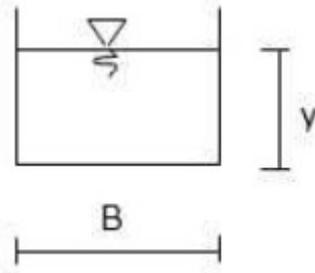
Bentuk saluran ada 2 (dua) yaitu saluran tertutup dan saluran terbuka. Saluran tertutup contohnya saluran yang menggunakan pipa, dan saluran terbuka contohnya saluran air untuk drainase kota. Menurut Triatmodjo B., (1993) saluran terbuka yang ekonomis yaitu saluran yang dapat mengalirkan debit yang besar dan keliling basah minimum. (Irigasi & Bunga, 2016)

1. Saluran trapesium penampang saluran dikatakan ekonomis apabila pada debit aliran tertentu luas penampang saluran minimum dengan R maksimum atau P minimum.

**Gambar 2.** Saluran Trapezium

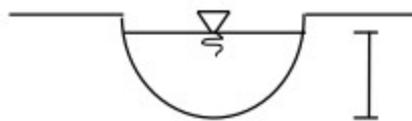
encanaan saluran dengan model segiempat banyak digunakan untuk ng jaringan irigasi di daerah perkotaan besar. Penggunaan tebing yang

tegak menjadikan model saluran ini lebih dihindari dari saluran model trapesium. Hal ini disebabkan untuk membuat dinding yang tegak memerlukan konstruksi yang kuat dan lebih mahal. Saluran segiempat ini dipilih karena ada dua kelebihan yaitu memiliki nilai estetika dan cocok untuk lahan yang terbatas.



Gambar 3. Saluran Segiempat

3. Model saluran setengah lingkaran merupakan perencanaan saluran terbaik ketiga setelah penampang segiempat dan trapesium. Model ini mampu menampung debit air yang banyak dan dindingnya kuat. Kapasitas penampung debit airnya hampir sama dengan penampang segiempat dan trapesium. Model ini dapat dipilih jika lahan yang tersedia sempit. Model setengah lingkaran ini lebih banyak menampung air dibandingkan dengan segiempat dan trapesium. Namun dalam kehidupan sehari-hari, model ini sangat sulit untuk dibuat. Oleh karena itu model trapesium yang menjadi pilihan banyak digunakan dalam pembuatan saluran.



Gambar 4. Saluran Setengah Lingkaran



2.6 Kemiringan Saluran

Kemiringan dasar saluran digunakan dalam menentukan nilai waktu konsentrasi dan mempengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran, kemiringan dasar saluran dapat ditentukan dengan menggunakan

persamaan sebagai berikut

$$S_o = \frac{\Delta t}{L} = \frac{(t_1 - t_2)}{L}$$

Dimana :

S_o = Kemiringan dasar saluran

Δt = Perbedaan ketinggian dasar saluran antara dihilir drainase

L = Panjang saluran

2.7 Dimensi Saluran

Dimensi saluran dan bangunan yang akan direncanakan harus mampu mengalirkan debit rencana. Debit rencana saluran menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-03, (1986) dihitung dengan rumus umum berikut:

$$Q = \frac{c \cdot NFR \cdot A}{e} = a \cdot A \quad (3)$$

Dimana:

Q = debit rencana (l/det atau m³/dt),

A = luas area yang akan disuplai air (ha),

NFR = kebutuhan bersih air per satuan luas (l/dt.ha),

C = koefisien rotasi pemberian air (tidak ada sistem golongan),

e = efisiensi,

a = kebutuhan air rencana (l/dt/ha).



air yang dialirkan pada saluran untuk keperluan selain irigasi, maka debit harus ditambah dengan jumlah yang dibutuhkan untuk keperluan tersebut, memperhitungkan efisiensi pengaliran. Mamok Soeprapto, 2000,

menentukan dimensi saluran irigasi berdasarkan kemiringan saluran.

Kemiringan dasar saluran pada dasarnya ditentukan oleh kondisi topografi dan kemiringan yang diperlukan aliran. Di dalam penentuan kemiringan dasar saluran harus dijaga agar kemungkinan kehilangan energinya kecil. Penentuan besarnya kemiringan merupakan tahap awal dalam penentuan dimensi saluran. Kemiringan dasar saluran yang diambil harus berbagai macam, sehingga dimensi saluran yang dihasilkan sesuai dengan keadaan di lapangan. Pedoman perencanaan dimensi saluran dapat mengacu pada Tabel 2. ((Nugroho, 2010)

Tabel 2. Dimensi Saluran

Debit (m ³ /dt)	Kemiringan Dinding 1 : m	Perbandingan b/h
0,15 - 0,30	1	1,0
0,30 - 0,50	1	1,0 - 1,2
0,50 - 0,75	1	1,3 - 1,5
1,00 - 1,50	1	1,5 - 1,8
1,5 - 3,00	1,5	1,8 - 2,3
3,00 - 4,5	1,5	2,3 - 2,7
4,5 - 5,00	1,5	2,7 - 2,9
5,00 - 6,00	1,5	2,9 - 3,1
6,00 - 7,50	1,5	3,1 - 3,5
7,50 - 9,00	1,5	3,5 - 3,7
9,00 - 10,00	1,5	3,7 - 3,9
10,00 - 11,00	2	3,9 - 4,2
11,00 - 15,00	2	4,2 - 4,9
15,00 - 25,00	2	4,9 - 6,5
25,00 - 40,00	2	6,5 - 9,0

(Sumber: KP-03 Standar Perencanaan Irigasi, 1986)

2.8 Debit

Debit saluran merupakan volume air yang mengalir per satuan waktu. Data adalah data yang sangat penting, karena merupakan variabel utama untuk ukuran sebuah saluran. Beberapa penentuan pemilihan debit dapat dilakukan mengetahui perbandingan luas penampang melintang saluran dengan



durasi waktu. Persamaan tersebut dapat dilihat dari rumus debit berikut ini. (Versi & Tantowi, 2018)

Persamaan dasar untuk menentukan debit sungai :

$$Q = V/T \quad (4)$$

Dimana :

Q = Debit sungai m^3/dt

V = Volume (m/dt)

T = Waktu (m^2)

Kecepatan aliran dalam satu penampang saluran tidak sama. Kecepatan aliran dapat ditentukan oleh bentuk aliran, geometri saluran dan faktor-faktor lainnya. Kecepatan aliran sungai diperoleh dari rata-rata kecepatan aliran pada tiap bagian penampang sungai tersebut. Umumnya, kecepatan aliran rata-rata diukur dengan menggunakan current meter. Alat ini dapat mengetahui kecepatan aliran pada berbagai kedalaman penampang. Pengukuran debit dilakukan dengan suatu alat pengukur kecepatan aliran yang disebut pengukur arus (current meter). (Afdhaliah et al., 2017)

2.9 Kecepatan Aliran

Rumus untuk menghitung kecepatan aliran dalam penelitian ini, yaitu (MANGAMBIT, 2018) :

$$V = \frac{Q}{A} \quad (5)$$

Dimana :

V = Kecepatan Aliran (m/detik)

Q = Debit Aliran (m^3 /detik)

A = Luas Penampang (m^2)



k mendapatkan hasil berupa debit aliran, maka diperlukan rumus-rumus ng dipakai pada pembahasan mengenai hidrolika saluran terbuka.

1. Luas Penampang Basah (A), adalah luas penampang melintang aliran yang tegak lurus arah aliran.

$$A = b \cdot y \quad (6)$$

Dimana :

A = Luas Penampang (m²)

b = Lebar Penampang (m)

y = Kedalaman Aliran (m)

2. Keliling Basah (P) adalah panjang garis perpotongan dari permukaan basah saluran dengan bidang penampang yang tegak lurus arah aliran.

$$P = b + 2y \quad (7)$$

Dimana :

P = Keliling Basah (m)

b = Lebar Penampang (m)

y = Kedalaman Aliran (m)

3. Jari-jari Hidrolik (R), adalah rasio luas basah dengan keliling basah.

$$R = \frac{A}{P} \quad (8)$$

Dimana:

R = Jari-jari Hidrolik (m)

A = Luas Penampang (m²)

P = Keliling Basah (m)

Rumus Manning untuk Menentukan Koefisien C menurut Robert Manning adalah sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \rightarrow \quad n = \frac{1}{V} R^{2/3} S^{1/2} \quad (9)$$

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Dimana :

n = Nilai kekasaran koefisien Manning (tanpa satuan)

R = Jari-jari hidraulik (m)

S = Kemiringan saluran arah memanjang (%)

V = Kecepatan Aliran (m/det)



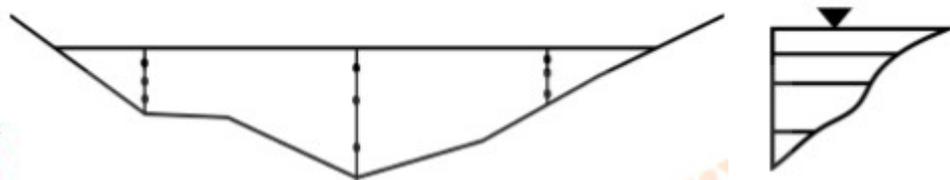
Tabel 3. Nilai n yang diusulkan Manning

No.	Bahan	Nilai N
	Besi tuang dilapis	
1.	Kaca	0,014
2.	Saluran beton	0,010
3.	Bata dilapis mortar	0,013
4.	Pasangan batu disemen	0,015
5.	Saluran tanah bersih	0,025
6.	Saluran tanah	0,022
7.	Saluran dengan dasar batu dan	0,033
8.	tebing rumput	0,040
9.	Saluran pada galian batu	0,040
	padas	

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 1996, Hidrolika II Edisi kedua)

Kecepatan aliran diukur menggunakan alat current meter. Alat current meter ini memiliki sensor untuk mengukur kecepatan arus pada lokasi yang tetap pada kurun waktu tertentu. Umumnya alat ini memberikan ketelitian yang cukup tinggi, namun alat current meter hanya dapat mengukur kecepatan aliran pada saluran dengan permukaan air rendah, apabila alat ini digunakan untuk mengukur saat keadaan air banjir, alat ini mungkin akan terbawa hanyut sehingga posisi dan kedalamannya dapat berubah akibatnya pengukuran pun menjadi tidak teliti.

Pengukuran kecepatan aliran menggunakan alat current meter dapat dilakukan dengan dua arah, yaitu transversal dan vertikal, dimana pengukuran dengan arah vertikal yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode Point Integrated Sampling Method. Point integrated sampling method merupakan salah satu metode untuk mengetahui kecepatan aliran pada suatu penampang sungai. Pengukuran dengan metode ini dilakukan pada beberapa arah vertikal di suatu penampang dengan jarak yang sudah ditentukan dengan tiga titik kedalaman yang berbeda yaitu $0,8h$, $0,6h$, dan $0,2h$. (Arifin, 2021)



Gambar 5. Pengukuran Point Integrated Method



$$V = \frac{V_{0,2} + V_{0,6} + V_{0,8}}{3} \quad (10)$$

Dimana :

- V = Kecepatan aliran rerata atau acuan (m/s),
 V 0,2 = Kecepatan aliran pada kedalaman 0,2 h (m/s),
 V 0,6 = Kecepatan aliran pada kedalaman 0,6 h (m/s),
 V 0,8 = Kecepatan aliran pada kedalaman 0,8 h (m/s).

2.10 Sedimen

Sedimen merupakan material yang mengendap ke dalam bendung akibat kerusakan lingkungan dan erosi yang terjadi di daerah aliran sungai (DAS), sehingga terjadinya pendangkalan di daerah bendung, hal ini dapat mempengaruhi kinerja dan fungsi bendung. (Satriawansyah, 2018)

Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk, Hasil sedimen (Sediment Yield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang di ukur pada periode waktu dan tempat tertentu. (Rosmiati et al., 2020)

Sedimen yang dinyatakan dalam satuan volume atau tebal sedimen per satuan luas DAS disebut dengan laju sedimentasi (sediment yield rate). Banyak faktor yang berpengaruh terhadap hasil sedimen, antara lain: (Ayuna, 2016)

1. jumlah dan intensitas curah hujan;
2. vegetasi penutup lahan;
3. penggunaan lahan;
4. tipe tanah dan formasi geologi;



gan pengaliran, seperti kemiringan, panjang, bentuk dan ukuran;
 karakteristik sedimen seperti ukuran dan mineralogi;
 karakteristik hidraulik alur

Aliran sungai mengendap di dasar sungai atau saluran dan apabila kecepatan aliran cukup tinggi material angkutan sedimen tersebut dapat terangkut kembali. Angkutan sedimen pada aliran sungai dapat bergerak melayang atau di sepanjang dasar sungai angkutan sedimen dapat bergeser, bergerak, tergantung daripada komposisi (berat jenis dan ukuran, dan lain-lain) serta kondisi aliran (kecepatan aliran, kedalaman aliran dan sebagainya).

Angkutan sedimen dapat dibedakan menjadi 2 (dua) menurut sumber asalnya yaitu (Putra et al., 2019):

1. Muatan material dasar (bed material load)
2. Muatan bilas (wash load)

Angkutan sedimen dapat dibedakan menjadi 2 (dua) menurut mekanisme pengangkutnya:

1. Muatan sedimen melayang (suspended load)
2. Muatan sedimen dasar (bed load)
 - a. Perhitungan Debit Sedimen Melayang Metode Sesaat

Debit muatan sedimen melayang pada periode waktu tertentu dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian konsentrasi dan debitnya yang dapat dirumuskan sebagai berikut : (Soewarno, 1991) dalam (Putra et al., 2019)

$$Q_s = k \times c \times Q_i \quad (11)$$

Dimana :

- Q_s = debit sedimen melayang
 k = faktor konversi
 C = konsentrasi sedimen melayang
 Q_i = debit air

Umumnya untuk perhitungan debit sedimen melayang persamaan ditulis sebagai berikut :



$$364 \times C_s \times Q \quad (12)$$

debit sedimen melayang rata-rata harian (ton/hari)

C = konsentrasi muatan sedimen (mg/l)

Q_w = debit air sungai (m³/s)

Kadar konsentrasi C_s dapat diperoleh dengan persamaan :

$$C_s = \frac{W_s}{V_w} \quad (13)$$

Dimana :

C_s = konsentrasi sedimen beban melayang (mg/ltr)

W_s = berat kadar lumpur (mg)

V_w = volume air (ltr)

b. Perhitungan Debit Sedimen Dasar

- Metode secara langsung

Dapat dilakukan dengan cara mengambil sampel disungai secara langsung (dilokasi pos duga air) dengan menggunakan alat ukur muatan sedimen dasar yang terbagi atas (Basri & Purwanto, 2018):

a. Tipe basket

b. Tipe perbedaan tekanan

c. Tipe PAN

d. Tipe pit atau slot

- Metode Rumus Empiris (Meyer-Petter dan Muller)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung angkutan sedimen dasar adalah persamaan Meyer-Petter dan Muller, persamaan dapat ditulis sebagai berikut (Sood,2018) :

$$qb = \phi \times \sqrt{\left[\frac{p_s - p_w}{p_w}\right]} \times g \times Dm^3 \times p_s \quad (14)$$

Dimana :

qb = total sedimen dasar permete lebar (kg/m.det)

ϕ = rapat massa air (kg/m³)

p_w = Rapat massa air (kg/m³)

Rapat massa sedimen (kg/m³)

Percepatan gravitasi (m/s²)

Diameter butiran pada D50 (m)



Berdasarkan persamaan (12) langkah-langkah menghitung angkutan sedimen dasar persamaan Meyer-Petter dan Muller adalah sebagai berikut :

a. Menentukan *friction factor* angkutan (C) :

$$C' = 18 \log \left[\frac{12h}{D90} \right] \quad (15)$$

Dimana :

C' = Koefisien Chezy berhubungan dengan butir (m^{1/2}/s)

h = Kedalaman rata-rata (m)

D90 = Diameter butiran pada D90 (m)

b. Menentukan Ripple Factor (μ):

$$\mu = \left[\frac{C}{C'} \right]^{1,5} \quad (16)$$

Dimana :

μ = Ripple factor

C = Friction factor angkutan (m^{1/2}/s)

C' = Koefisien Chezy berhubungan dengan butir (1/2/s)

c. Menentukan intensitas Pengaliran (Ψ')

$$\Psi = \frac{\mu \times h \times l}{\Delta \times Dm} \quad (17)$$

Dengan

$$\Delta = \frac{\rho s - \rho}{\rho w} \quad (18)$$

Dimana :

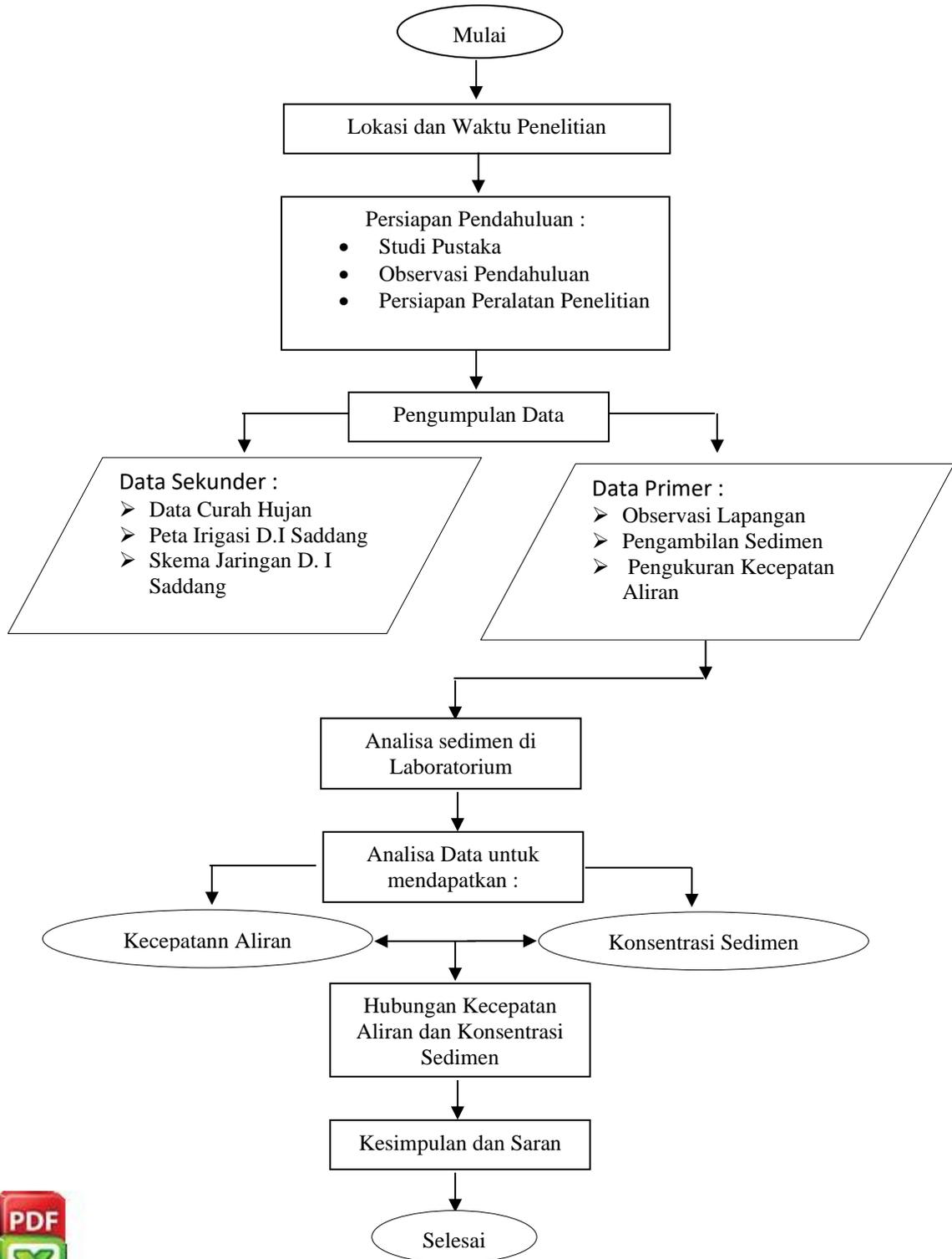
Ψ' = Intensitas pengaliran

μ = Ripple factor

h = Kedalaman rata-rata (m)



2.11 Kerangka Pikir



Gambar 6. Kerangka Pikir Penelitian

