

**ANALISIS PERGERAKAN SEDIMEN DASAR SALURAN
DENGAN BERBAGAI VARIASI DEBIT**



TESIS

**ROMEO MEIDIANTONO
SUMBER DAYA AIR
222710028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2026**

**ANALISIS PERGERAKKAN SEDIMEN DASAR SALURAN
DENGAN BERBAGAI VARIASI DEBIT**



**Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar**

MAGISTER TEKNIK

ROMEO MEIDIANTONO

SUMBER DAYA AIR

222710028

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S2

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS BINA DARMA

PALEMBANG

2026

Halaman Pengesahan Pembimbing Tesis

Judul Tesis: ANALISIS PERGERAKAN SEDIMEN DASAR SALURAN DENGAN
BERBAGAI VARIASI DEBIT

Oleh ROMEO MEIDIANTONO , NIM 222710028, Tesis ini telah disetujui dan
disahkan oleh Pembimbing Program Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi SUMBER
DAYA AIR, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 6 Maret 2026 dan telah
dinyatakan LULUS.

Palembang, 6 Maret 2026
Mengetahui,
Program Studi Teknik Sipil – S2
Universitas Bina Darma
Ketua,


Universitas Bina Darma
Magister Teknik Sipil

.....
Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T.

Pembimbing,



.....
Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

Halaman Pengesahan Penguji Tesis

Judul Tesis: ANALISIS PERGERAKAN SEDIMEN DASAR SALURAN DENGAN
BERBAGAI VARIASI DEBIT

Oleh ROMEO MEIDIANTONO , NIM 222710028, Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi SUMBER DAYA AIR, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 6 Maret 2026 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 6 Maret 2026
Mengetahui,
Program Pascasarjana
Universitas Bina Darma
Direktur,


PROGRAM PASCASARJANA

.....
Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

Penguji I,



Penguji II,



.....
Prof. Ir. Nurly Gofar, MSCE., Ph.D.

Penguji III,



.....
Ir. Alfrendo Satyanaga, S.T., M.Sc., Ph.D.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Romeo Meidianono

NIM : 222710028

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya Tulis (Tesis) saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik (Magister) di Universitas Bina Darma;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian Saya sendiri dengan arahan tim pembimbing;
3. Dalam Karya Tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dikutip dengan mencantumkan nama pengarang dan memasukkan ke dalam daftar pustaka;
4. Karena yakin dengan keaslian karya tulis ini, Saya menyatakan bersedia Tesis/ Skripsi/ Tugas Akhir, yang saya hasilkan di unggah ke internet;
5. Surat Pernyataan ini Saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Mei 2026
Yang Membuat Pernyataan,



ROMEO MEIDIANTONO
NIM. 222710028

ABSTRAK

Kabupaten OKU Timur secara fisiografi merupakan Zona Pegunungan barisan dan Cekungan. Salah satu sungai yang terdapat di OKU Timur Sumatera Selatan adalah sungai komering. Sungai Komering memiliki luas yang sangat besar yakni 915.375,820 Hektar dan salah satu sungai prioritas karena salah satu sungai yang di manfaatkan oleh masyarakat di SUB DAS. Metodologi yang digunakan dalam Penelitian ini dengan Pengujian Model sungai/saluran dengan variasi debit ($Q_1; Q_2; Q_3$). Model Saluran berpenampang segi empat berukuran lebar 50 cm dan tinggi 30 cm dengan sudut belokan 90° . Berdasarkan hasil analisis dapat dikatakan bahwa pada debit (Q) relatif, pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi sebesar 12 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8203 atau R sebesar 0,67 atau sebesar 67% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air, dan pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan sebesar 6 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,9364 atau R sebesar 0,876 atau sebesar 87% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. Pada debit (Q) sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$, pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi sebesar 5 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8713 atau R sebesar 0,789 atau 79% pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dan adanya pintu air. Q sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$ sangat berpengaruh terhadap pergerakan sedimen dengan adanya pintu air di sungai/saluran. Pola pergerakan sedimen relatif pada masing-masing kapasitas aliran Q_1 sebesar $0,726 \text{ m}^3/\text{det}$; Q_2 sebesar $0,888 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_3 sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$, menghasilkan gerusan (d_e) berfluktuatif.

Kata kunci: OKU Timur, Sungai Komering, DAS.

ABSTRACT

Physiographically, East OKU Regency is a Mountainous Zone and Basin. One of the rivers in East OKU, South Sumatra is the Komering River. The Komering River has a very large area of 915,375.820 hectares and is one of the priority rivers because it is one of the rivers utilized by the community in the sub-watershed. The methodology used in this study is by testing the river/channel model with discharge variations (Q_1 ; Q_2 ; Q_3). The channel model has a rectangular cross-section measuring 50 cm wide and 30 cm high with a 90o bend angle. Based on the analysis results, it can be said that at a relative discharge (Q), the maximum sediment movement results in a scour of 12 cm with an R^2 determination value of 0.8203 or R of 0.67 or 67%, meaning that sediment movement is influenced by the presence of a sluice gate, and the maximum sediment movement results in a scour of 6 cm with an R^2 determination value of 0.9364 or R of 0.876 or 87%, meaning that sediment movement is influenced by the presence of a sluice gate. At a discharge (Q) of 0.750 m³/sec, the maximum sediment movement results in a scour of 5 cm with an R^2 determination value of 0.8713 or R of 0.789 or 79%, sediment movement is influenced by flow capacity (Q) and the presence of a sluice gate. Q of 0.750 m³/sec greatly influences sediment movement with the presence of a sluice gate in the river/channel. The relative sediment movement pattern at each flow capacity of Q_1 is 0.726 m³/sec; Q_2 is 0.888 m³/sec and Q_3 is 0.750 m³/sec, resulting in fluctuating scour (de).

Keywords: *OKU Timur, Komering River, DAS.*

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Selesaikan apa yang sudah dimulai, buktikan bahwa kemauan untuk belajar akan selalu lebih besar daripada deret angka usia”

PERSEMBAHAN:

“Untuk keluarga tercinta yang menjadi sumber kekuatan, dan dunia teknik sipil. Semoga setiap baris analisis dalam penelitian ini tidak hanya menjadi deretan angka, namun menjadi pijakan bagi inovasi pengelolaan sumber daya air dan infrastruktur saluran yang lebih tangguh di masa depan”

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "**Analisis Pergerakan Sedimen Dasar Saluran dengan Berbagai Variasi Debit**". Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa perjalanan penyusunan tesis ini tidak lepas dari tantangan dan hambatan. Namun, berkat dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak, tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. **Prof. Dr. Edi Surya Negara, M.Kom.** selaku Plt. Rektor Universitas Bina Darma.
2. **Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc., PU-SDA**, selaku Direktur Program Pascasarjana.
3. **Bapak Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T., IPM.**, selaku Ketua Program Studi, yang telah memberikan arahan, fasilitas, dan dukungan administratif yang sangat berarti selama masa studi penulis.
4. **Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc., PU-SDA**, selaku Dosen Pembimbing, yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, ilmu yang sangat berharga, serta motivasi agar penulis mampu menyelesaikan penelitian ini dengan standar kualitas yang baik.
5. **Para Dosen Penguji**, yang telah memberikan kritik konstruktif, saran, dan masukan yang mendalam demi kesempurnaan tesis ini.
6. **Rekan-rekan mahasiswa**, yang telah menjadi teman diskusi, pemberi semangat, dan saksi perjuangan dalam melewati masa-masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
7. **Keluarga serta seluruh pihak yang terlibat**, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang telah memberikan kontribusi, data, maupun bantuan teknis selama penelitian berlangsung di lapangan dan laboratorium.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan, khususnya dalam bidang hidrologi dan teknik sumber daya air.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, institusi, dan perkembangan ilmu teknik sipil secara luas.

Palembang, Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
COVER DEPAN	
COVER DALAM.....	
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	
SURAT PERNYATAAN	
ABSTRAK.....	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	5
2.1.1 Bentuk Daerah Aliran Sungai	5
2.1.2 Alur Sungai	7
2.2 Aliran Saluran Terbuka	8
2.3 Berdasarkan bilangan Froude	10
2.4 Debit Aliran	10
2.5 Pengukuran kecepatan aliran	11
2.6 Koefisien kekasaran dasar saluran.....	12
2.7 Angkutan Sedimen.....	14
2.7.1 Karakteristik Sedimen dan Alur Sungai	14
2.7.2 Potensi Angkutan Sedimen.....	17
2.7.3 Keseimbangan Alur Sungai	18

2.7.4 Pemodelan Angkutan Sedimen	19
2.7.5 Kapasitas Angkutan Sedimen	20
2.7.6 Gradasi Butiran Material Sedimen	21
2.8 Analisis Dimensi	14
2.8.1 Cara Basic Echolen Matrix	24
2.8.2 Cara Buckingham (phi theorem).....	24
2.8.3 Cara Rayleigh.....	24
2.8.4 Cara Stepwise (Stepwise Procedure).....	25
2.8.5 Cara Langhaar.....	25
2.9 Keseimbangan Alur Sungai	26
2.9.1 Pemodelan Angkutan Sedimen	28
2.9.2 Kapasitas Angkutan Sedimen	28
2.9.3 Gradasi Butiran Material Sedimen	29
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Penelitian	30
3.2 Pemodelan Laboratorium.....	30
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Dimensi Model Terskala.....	34
4.2 Pembahasan	36
4.2.1 Grafik hubungan relative antara (de/t) dengan (x/t) dengan $Q = 0,726 \text{ m}^3/\text{det}$	36
4.2.2 Grafik hubungan relative antara (de/t) dengan (Q/t) dengan $Q = 0,888 \text{ m}^3/\text{det}$	37
4.2.3 Grafik hubungan relative antara (de/t) dengan (Q/t)	37
 BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
 DAFTAR PUSTAKA	
 DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
 LAMPIRAN	
 LEMBAR PERBAIKAN TESIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kemiringan Dinding Saluran yang Berdasarkan Bahan	12
Tabel 2.2 Koefisien Kekerasan Bazin	13
Tabel 2.3 Harga Koefisien Manning	14
Tabel 2.4 Persentase Korelasi Bed load.....	21
Tabel 2.5 Dimensi dari berbagai Variabel di Teknik Hidraulik.....	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	7
Gambar 2. 2 Sketsa Profil Memanjang Alur Sungai	8
Gambar 2. 3 Aliran laminar.....	9
Gambar 2. 4 Aliran turbulen	9
Gambar 2. 5 Aliran transisi	9
Gambar 2. 6 Bagan Hubungan antara Mekanisme Angkutan dengan Asal Bahan dalam Angkutan Sedimen.....	16
Gambar 2. 7 Ilustrasi Transpor Sedimen melalui 2 (dua) penampang Melintang.....	16
Gambar 2. 8 Ilustrasi Hitungan Sedimen dalam Satu Tahun	17
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian kawasan desa Tanjung Kemala dusun Kampung Sawah kecamatan Martapura kabupaten OKU Timur.....	30
Gambar 3.2 Model terskala sungai di laboratorium	31
Gambar 4.1 Pola pergerakan sedimen dengan $Q = 0,726 \text{ m}^3/\text{det.}$	36
Gambar 4. 2 Pola pergerakan sedimen dengan $Q = 0,888 \text{ m}^3/\text{det.}$	37
Gambar 4. 3 Pola pergerakan sedimen dengan $Q_3 = 0,750 \text{ m}^3/\text{det.}$	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara geografis, Kabupaten OKU TIMUR terletak di bagian timur Provinsi Sumatera Selatan. Koordinat geografis tersebut terletak di antara $103^{\circ} 40'$ – $104^{\circ} 33'$ Bujur Timur dan $3^{\circ} 45'$ – $4^{\circ} 55'$ Lintang Selatan. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2003, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur (OKU TIMUR) memiliki luas wilayah seluas 3.370 kilometer persegi. Sebagian besar wilayah tersebut terdiri dari dataran rendah yang kebanyakan datar, kecuali di sekitar Kecamatan Martapura yang memiliki beberapa bukit. Menurut data yang dirilis oleh OKUT pada tahun 2017

Wilayah Kabupaten OKU TIMUR memiliki ciri khas dalam hal topografi. dapat dikategorikan ke dalam tiga wilayah topografi yang berbeda. Wilayah pertama adalah datar, yang disebut Peneplain Zone. Wilayah kedua adalah bergelombang, yang disebut Piedmont Zone. Wilayah ketiga adalah daerah berbukit dengan ketinggian elevasi yang bervariasi, mulai dari 42 meter hingga 87 meter di atas permukaan laut (dpl). Kemiringan lereng juga bervariasi, antara 0 hingga 2 derajat dan 2 hingga 15 persen. Daerah datar terdapat di wilayah Kecamatan Belitang dan Kecamatan Buay Madang, sementara daerah berbukit terletak di sebagian Kecamatan Martapura. Pada tahun 2017, OKUT mencatat peningkatan yang signifikan dalam hal angka.

Kabupaten OKU TIMUR secara fisiografi merupakan Zona Pegunungan barisan dan Cekungan. Ciri-ciri dari zona pegunungan barisan ialah bentang alam kerucut gunung api, pegunungan dan perbukitan yang bergelombang dibentuk oleh batuan terobosan berkomposisi endestik granitis piroklastik dan batuan sedimen Tersier; sedang Zona Cekungan dicirikan oleh bentang alam dataran berundulasi rendah dan landai yang sebagian besar dibentuk oleh endapan aluvial sungai; di beberapa tempat terdapat batuan sedimen Tersier dan setempat endapan rawa dan batu gamping terumbu. (Satria Jaya Priatna dkk, 2011)

Salah satu sungai yang terdapat di Oku Timur Sumatera Selatan adalah sungai komering. Sungai Komering ini adalah salah satu cabang yang menginduk ke Sungai Batang Hari Sembilan. Termasuk juga Sungai terpanjang kedua yang ada di Sumatera Selatan. Sungai Komering ini memiliki luas yang sangat besar yakni 915.375,820 Hektar dan salah satu sungai prioritas karena salah satu sungai yang di manfaatkan oleh masyarakat di SUB Das tersebut. Beriklim hutan dan hujan tropis adalah tempat bagi Sungai Komering ini mengalir sehingga memiliki suhu rata-rata dalam setahun sekitar 24°C.

Sifat untuk selalu berubah secara terus menerus merupakan kecendrungan dari sungai atau saluran alami seperti halnya akibat meander. Meander itu sendiri berbentuk kelokan-kelokan sungai akibat dari pengikisan dan pengendapan sedimentasi. Meander sebuah sungai akan selalu berpindah tempat karena proses pengendapan dan penggerusan yang selalu terjadi oleh selalu bekerjanya arus spiral di situ (Mulyanto, 2007).

Salah satu yang mempengaruhi aliran sungai itu sendiri adalah perubahan dari morfologi suatu sungai yang terdapat pada daerah bermeander. Angkutan sedimen

berhubungan erat dengan meander tersebut sehingga sungai yang alirannya melengkung akan terdampak erosi. Sedangkan endapan dan gerusan akan berdampak pada arus dasar saluran yang mengakibatkan terjadinya perubahan aliran (v), tinggi aliran (h) serta waktu konsentrasi pengaliran (t).

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi akibat penggunaan Material dasar dan dinding saluran maka dilakukannya permodelan fisik untuk mengetahui perubahan yang terjadi menggunakan bahan tanah lempung dan tikunganan 90° mengetahui perubahan yang terjadi dilakukan dengan variable debit (Q) dan lamanya pengaliran (durasi).

Tujuan dari “Modelling” ini adalah suatu prototype tiruan masalah yang ada di lapangan dengan skala yang lebih kecil dari aslinya. Pada saat melakukan penelitian ini, diharapkan untuk dilakukan dengan baik dan benar untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan sesuai dengan permasalahan yang sedang diteliti sehingga dapat diinterpretasikan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola pergerakan sedimen relatif pada masing-masing kapasitas aliran Q_1 ; Q_2 ; dan Q_3 pada sungai/saluran desa Tanjung Kemala kampung Sawah dengan pintu air?
2. Berapa besar pergerakan sedimen relatif maksimum (de/t) dengan kapasitas aliran Q_1 , Q_2 dan Q_3 pada sungai/saluran desa Tanjung Kemala kampung Sawah dengan pintu air ?

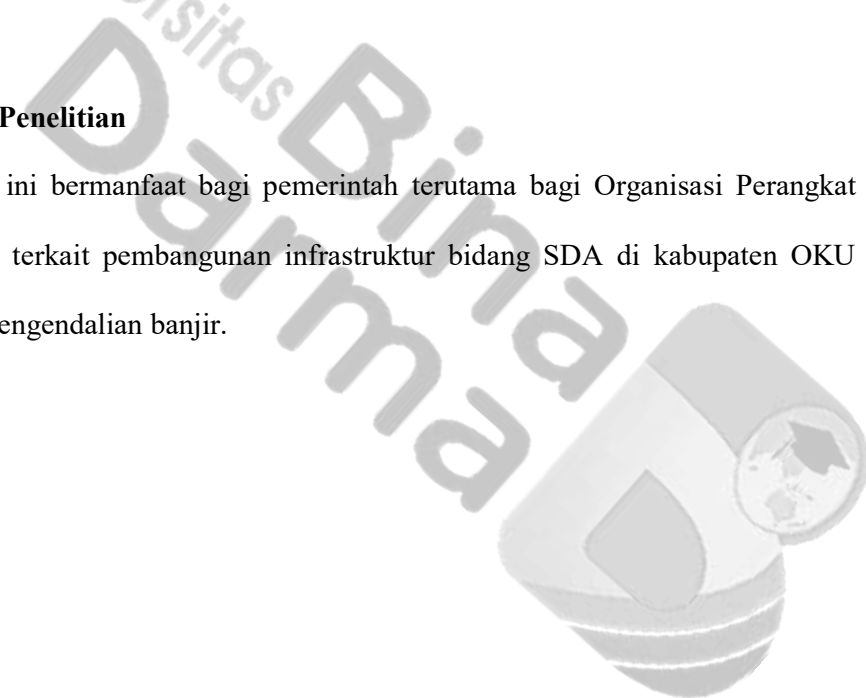
1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Pola pergerakan sedimen dipengaruhi oleh masing-masing kapasitas aliran Q1; Q2; dan Q3 pada sungai/saluran desa Tanjung Kemala kampung Sawah dengan pintu air.
2. Besaran pergerakan sedimentasi relatif maksimum (de/t) dipengaruhi oleh kapasitas aliran Q1, Q2 dan Q3 pada sungai/saluran desa Tanjung Kemala kampung Sawah dengan pintu air.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat bagi pemerintah terutama bagi Organisasi Perangkat Daerah (OPD) terkait pembangunan infrastruktur bidang SDA di kabupaten OKU Timur dalam pengendalian banjir.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air didalamnya disebut sungai (Sosrodarsono, 1984:1). Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan daerah tangkapan air hujan yang biasanya disebut daerah aliran sungai. Dengan demikian, DAS dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan mengumpul ke sungai menjadi aliran sungai. Garis batas antara DAS (Daerah Aliran Sungai) adalah punggung permukaan bumi yang dapat memisahkan dan membagi air hujan menjadi aliran permukaan di masing-masing DAS.

Menurut Asdak (2002:4) Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (*catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam.

2.1.1 Bentuk Daerah Aliran Sungai

Sifat-sifat sungai sangat dipengaruhi oleh luas dan bentuk daerah alirannya. Bentuk suatu daerah aliran sungai sangat berpengaruh terhadap kecepatan terpusatnya

air. Secara umum bentuk daerah aliran sungai dibedakan menjadi 4 macam (Sosrodarsono, 1976:169) :

a. Daerah aliran bulu burung (memanjang)

Jalur daerah di kiri kanan sungai utama dimana anak-anak sungai mengalir ke sungai utama dengan jarak tertentu disebut daerah aliran bulu burung. Daerah aliran yang demikian mempunyai debit banjir yang kecil, oleh karena waktu tiba banjir dari anak-anak sungai itu berbeda-beda. Sebaliknya banjir berlangsung agak lama.

b. Daerah aliran radial

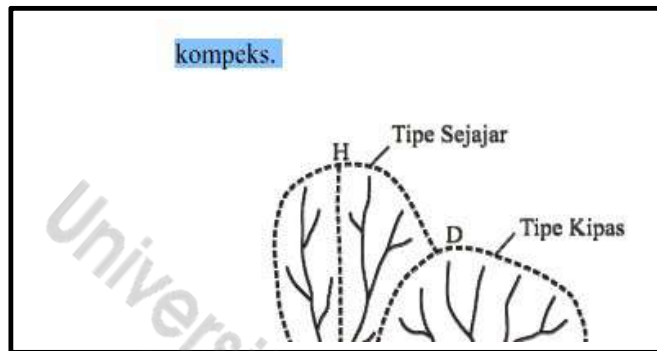
Daerah aliran radial adalah daerah aliran sungai yang berbentuk seperti kipas atau lingkaran dimana anak-anak sungainya mengkonsentrasi di suatu titik secara radial. Daerah aliran sungai yang demikian mempunyai banjir yang besar di dekat titik pada pertemuan anak-anak sungai.

c. Daerah aliran sejajar

Bentuk ini mempunyai corak dimana dua jalur daerah aliran bersatu di bagian hilir. Banjir itu terjadi di sebelah hilir titik pertemuan sungai-sungai.

d. Daerah aliran kompleks

Dalam keadaan yang sesungguhnya kebanyakan sungai-sungai tidaklah sesederhana sebagaimana uraian diatas, akan tetapi merupakan perpaduan dari ketiga tipe tersebut. Daerah aliran yang demikian dinamakan daerah aliran kompleks.



Sumber: Sosrodarsono, 1985 : 3

Gambar 2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

2.1.2 Alur Sungai

Suatu alur sungai dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

a. Bagian Hulu

Bagian hulu sungai merupakan daerah sumber erosi karena pada umumnya alur sungai melalui daerah pegunungan, bukit, atau lereng gunung yang kadang-kadang mempunyai ketinggian yang cukup besar dari muka air laut. Alur sungai dibagian hulu ini biasanya mempunyai kecepatan yang lebih besar dari pada bagian hilir.

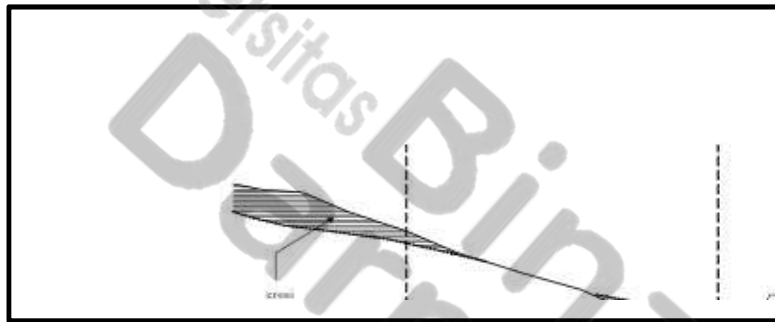
b. Bagian Tengah

Bagian ini merupakan daerah peralihan dari bagian hulu dan hilir. Kemiringan dasar sungai lebih landai sehingga kecepatan aliran relatif lebih kecil dari pada bagian hulu. Bagian ini merupakan daerah keseimbangan antara proses erosi dan sedimentasi yang sangat bervariasi dari musim ke musim.

c. Bagian Hilir

Alur sungai dibagian hilir biasanya melalui dataran yang mempunyai kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat. Keadaan ini sangat memudahkan terbentuknya pengendapan atau sedimen.

Endapan yang terbentuk biasanya berupa endapan pasir halus, lumpur, endapan organik, dan jenis endapan lain yang sangat labil.



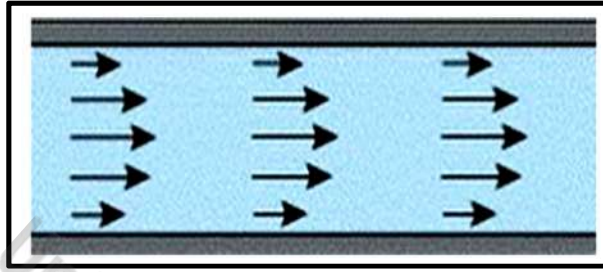
Gambar 2.2. Sketsa Profil Memanjang Alur Sungai

2.2 Aliran Saluran Terbuka

Bilangan *Reynold* adalah bilangan yang menyatakan perbandingan antara kecepatan rerata dengan kekentalan kinematik. aliran dibagi menjadi beberapa macam yaitu:

a. Aliran laminar

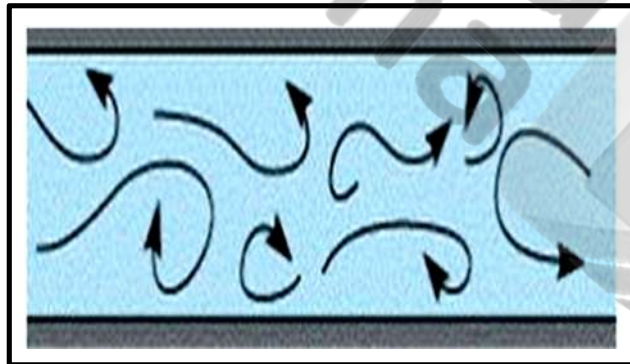
adalah apabila bilangan *Reynold* < 500 , secara fisik suatu aliran dikatakan laminar bila setiap partikel yang melalui titik tertentu selalu mempunyai lintasan (garis arus) yang tertentu pula, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3. Aliran laminar

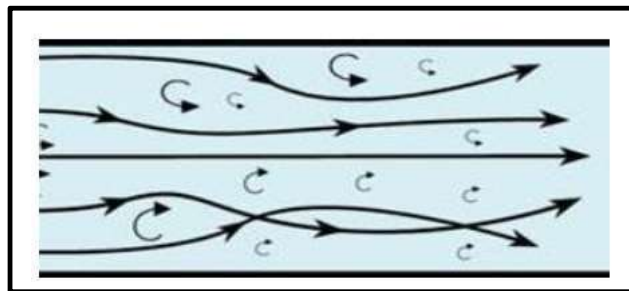
b. Aliran turbulen

yaitu apabila bilangan *Reynold* > 25000 , suatu aliran dikatakan turbulen apabila setiap partikel yang melalui titik tertentu selalu mempunyai lintasan (garis arus) yang tidak berupa garis lurus, tetapi berupa garis berkelak-kelok (acak), terlihat pada gambar terkait.



Gambar 2.4. Aliran turbulen

c. Aliran transisi, yaitu apabila bilangan *Reynold* antara 500 dan 2500



Gambar 2.5. Aliran transisi

2.3 Berdasarkan bilangan *Froude*

Bilangan *Froude* adalah bilangan yang menyatakan perbandingan antara kecepatan aliran dengan kecepatan gelombang pada air dangkal berdasar bilangan *Froude* maka aliran dapat dibagi menjadi:

- a. **Aliran subkritik**, apabila $Fr < 1$, pada aliran ini kecepatan rerata dibanding dengan kecepatan gelombang adalah lebih kecil, sehingga gelombang masih terjadi ke segala arah.
- b. **Aliran kritis**, apabila $Fr = 1$, pada aliran ini kecepatan rerata dibanding dengan kecepatan gelombang adalah sama, sehingga gelombang hanya terjadi ke arah aliran hilir dan kiri-kanan.
- c. **Aliran super kritis**, apabila $Fr > 1$, pada aliran ini kecepatan rerata dibanding dengan kecepatan gelombang adalah lebih besar, sehingga gelombang hanya terjadi ke arah aliran hilir dan kiri-kanan, sedangkan gerakan gelombang disertai dengan pergeseran pusat terjadinya gelombang ke arah aliran.

2.4. Debit Aliran

Menurut Triatmodjo (2016) debit *fluida* adalah volume *fluida* yang mengalir persatuan waktu.

$$Q = V \cdot A \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

Q = Debit aliran, $m^3/detik$

V = Kecepatan rata-rata, $m/detik$

A = Luas penampang melintang tegak lurus terhadap arah aliran, m^2 .

2.5. Pengukuran kecepatan aliran

Menurut *Chow* (1989) dalam Hayyi, (2015), kecepatan aliran rata-rata merupakan perbandingan antara debit aliran yang melewati saluran (Q) dengan luas tampang basah saluran (A) seperti persamaan berikut:

$$V = \frac{Q}{A} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

V = Kecepatan Aliran rata-rata, (m/detik)

B = Lebar Saluran (m)

Q = Debit Aliran ($m^3/detik$)

A = Luas Penampang (m^2)

Berikut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi aliran pada saluran terbuka, yaitu:

1. Kedalaman aliran (y) yaitu jarak dari dasar dari saluran yang tegak lurus dengan saluran sampai ke permukaan sebuah saluran.
2. Lebar puncak (T atau b) yaitu lebar atas dari penampang saluran.
3. Luas basah (A) yaitu dari luas penampang aliran dengan arah melintang aliran yang tegak lurus dengan arah aliran.
4. Keliling basah (P) yaitu dari garis perpotongan permukaan basah saluran dengan bidang penampang yang melintang secara tegak lurus sebuah saluran.
5. Jari-jari hidraulik (R) yaitu dari rasio luas saluran basah dengan keliling saluran basah $R = A/T$.
6. Kedalaman hidraulik (D) yaitu dari rasio luas saluran basah dengan lebar puncak saluran $D = A/T$.

7. Kemiringan saluran pada dasar saluran yang diatur dengan keadaan topografi yang diperlukan untuk aliran air. Untuk kemiringan dinding saluran tergantung dari jenis bahan yang digunakan.

Table 2.1. Kemiringan Dinding Saluran yang Berdasarkan Bahan

No	Bahan	Kemiringan Dinding Saluran
1	Batu	Hampir Tegak Lurus / Vertikal
2	Tanah Gambut	$1/4 : 4$
3	Lempung Teguh	$1/2 : 4$ atau $1 : 1$
4	Tanah Berpasir Batu	$1 : 1$
5	Lempung Kaku	$1 : 5 : 1$
6	Tanah Berpasir Lepas	$2 : 1$
7	Lempung Berpasir	$3 : 1$

Sumber: Wardani, 2018

2.6. Koefisien kekasaran dasar saluran

Menurut Triatmodjo, (2008:112) beberapa ahli telah mengusulkan beberapa bentuk koefisien *Chezy* (C) dari rumus umum:

$$V = C \sqrt{R \cdot I} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran

R = Jari-jari hidrolis saluran

I = Kemiringan saluran

C = Koefisien *Chezy*

Rumus *Bazin*:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{Y_B}{\sqrt{R}}} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana γ_B adalah koefisien yang tergantung pada faktor kekerasan pada dinding. Nilai γ_B untuk beberapa jenis dinding saluran seperti pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 Koefisien Kekerasan *Bazin*

Jenis Dinding	γ_B
Dinding Sangat Halus (Semen)	0,06
Dinding Halus (Papan, Batu, Bata)	0,16
Dinding Batu Pecah	0,46
Dinding Tanah Sangat Teratur	0,85
Dinding Tanah Dengan Kondisi Biasa	1,30
Saluran Tanah Dengan Batu Pecah Dan Tebing Rumput	1,75

(Sumber: Triatmodjo, 2008:113)

Rumus *Manning*:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan menggunakan koefisien tersebut maka didapat rumus kecepatan aliran sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran

R = Jari-jari hidrolis saluran

I = Kemiringan saluran

n = Koefisien *Manning*

Tabel 2.3 Harga Koefisien Manning

Bahan	<i>N</i>
Besi Tulang Dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran Beton	0,013
Bata Dilapisi Mortar	0,015
Pasangan Batu Disemen	0,025
Saluran Tanah Bersih	0,022
Saluran Tanah	0,020
Saluran pada Galian Batu Padas	0,040

(Sumber: Triatmodjo, 2008:113)

2.7. Angkutan Sedimen

2.7.1. Karakteristik Sedimen dan Alur Sungai

Karakteristik sedimen dan alur sungai adalah sifat alam bahwa air pada dataran terbuka tidak mengalir di atas tanah sebagai lapisan, melainkan akan mengumpul sebagai suatu sistem saluran alam, sehingga dapat didefinisikan bahwa sungai adalah suatu sistem saluran yang dibentuk oleh alam yang disamping mengalirkan air juga mengangkut sedimen yang terkandung di dalam air sungai tersebut.

Aliran air akan membawa hanyut bahan-bahan sedimen, yang menurut mekanisme pengangkutannya dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu:

a. Muatan dasar (*bed load*)

Pergerakan partikel di dalam aliran air sungai dengan cara menggelinding, meluncur dan meloncat-loncat di atas permukaan dasar sungai.

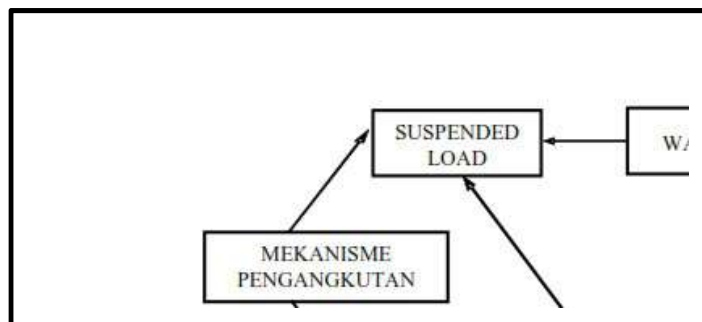
b. Muatan melayang (*suspended load*):

Terdiri dari butiran halus yang senantiasa melayang di dalam aliran sungai.

Kecenderungan partikel untuk mengendap selalu terkompensasi oleh aksi difusif dari aliran turbulen air sungai. Perbedaan yang tajam antara keduanya cukup sulit. Kriteria umum untuk menentukan muatan layang ialah perbandingan antara kecepatan gesek (U^*) dan kecepatan jatuh (W), yaitu apabila $U^*/W > 1,5$ maka termasuk sebagai muatan melayang. Sedangkan untuk muatan dasar dibatasi bahwa elevasi partikel pada saat pergerakannya di dalam air maksimum 2 sampai 3 kali dari ukuran diameter butirnya, jika lebih dari itu maka termasuk muatan melayang.

Menurut asalnya, bahan-bahan dalam angkutan sedimen dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu :

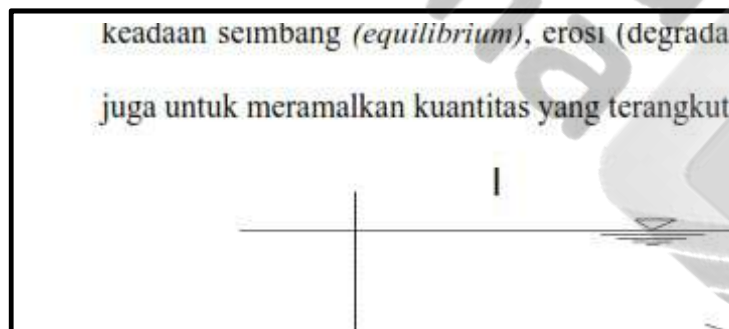
- a. ***Bed material transport***, merupakan bahan angkutan yang berasal dari dalam tubuh sungai itu sendiri dan ini dapat diangkut dalam bentuk muatan dasar ataupun muatan melayang.
- b. ***Wash load***, merupakan bahan angkutan yang berasal dari sumber-sumber diluar tubuh sungai yang tidak ada hubungannya dengan kondisi lokal. Bahan angkutan ini berasal dari hasil erosi di daerah aliran sungainya (DAS). Bahan ini hanya bisa diangkut sebagai muatan melayang dan umumnya terdiri dari bahan-bahan yang sangat halus $< 50 \mu\text{m}$. *Wash load* ini akan berpengaruh pada pengendapan muara sungai atau pada bangunan banjir kanal pada Sungai.



Gambar 2.6. Bagan Hubungan antara Mekanisme Angkutan dengan Asal Bahan dalam Angkutan Sedimen

Besarnya angkutan sedimen (T) yang dinyatakan dengan berat massa atau volume per satuan waktu dapat ditentukan dari perpindahan tempat netto bahan yang melalui suatu penampang melintang selama periode waktu yang cukup. T dinyatakan dalam (berat, massa, volume) tiap satuan waktu atau dinyatakan dalam satuan m.k.s (*Georgi*) yaitu Newton/detik atau dalam satuan S.I.U (*Standard International Unit*) yaitu Kg/detik (massa) dan m^3 /detik (volume).

Prinsip dasar angkutan sedimen adalah untuk mengetahui apakah terjadi jkeadaan seimbang (*equilibrium*), erosi (degradasi), atau pengendapan (agradasi) dan juga untuk meramalkan kuantitas yang terangkut dalam proses tersebut.



Gambar 2.7. Ilustrasi Transpor Sedimen melalui 2 (dua) penampang Melintang

Proses perubahan dasar sungai diantara 2 (dua) penampang melintang akibat adanya angkutan sedimen adalah sebagai berikut :

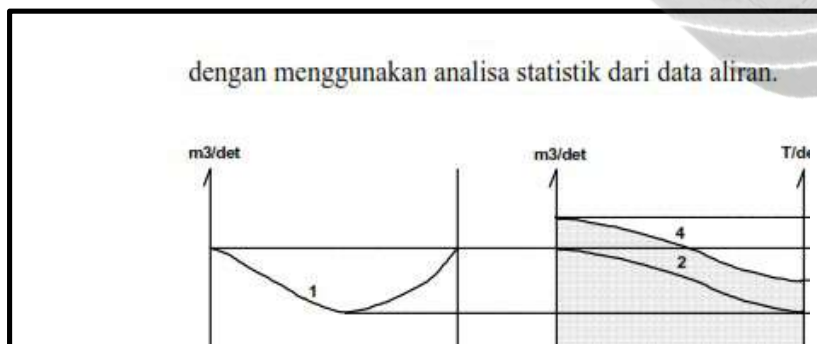
proses perubahan dasar sungai diantara 2
adanya angkutan sedimen adalah sebagai berikut

Perbandingan T	Kondisi pe
------------------	------------

2.7.2. Potensi Angkutan Sedimen

Dalam pengelolaan sungai akan terkait dengan aspek angkutan sedimen, yang akan mempertimbangkan besarnya debit dominan. Definisi debit dominan adalah debit yang mengalirkan sebagian besar sedimen suspensi dalam suatu penampang sungai untuk menuju kondisi keseimbangannya. Debit sedimen akan terkait dengan debit sungai dalam bentuk kurva durasi debit (*discharge – duration curve*), yaitu antara debit air dan debit sedimen suspensi, sementara sedimen yang mengendap berbanding lurus dengan debit suspensi tersebut.

Dalam praktik debit air yang mengalir di sungai tidak tetap, melainkan selalu berubah sesuai fungsi waktu. Jadi aliran sungai adalah tidak permanen (*non steady flow*), intensitas sedimen juga akan berubah-ubah sesuai berubahnya debit, sehingga besarnya angkutan sedimen total adalah integrasi dari angkutan sedimen sepanjang waktu tertentu. Pendekatan yang terbaik guna meramalkan intensitas angkutan adalah dengan menggunakan analisa statistik dari data aliran.



Gambar 2.8. Ilustrasi Hitungan Sedimen dalam Satu Tahun

Untuk itu dipakai garis massa debit (*flow duration curve*) yang jika dikombinasikan dengan *sediment rating curve* akan diperoleh jumlah sedimen yang diangkut seluruhnya dalam periode tertentu misalnya selama satu tahun. Jumlah

sedimen tahunan pada tiap-tiap penampang melintang dihitung dengan cara mensubstitusikan nilai debit wakil bulanan selama 1 (satu) tahun ke dalam persamaan *sediment rating curve*. Jumlah sedimen satu tahun pada setiap penampang melintang ini dipakai untuk menentukan lokasi yang mengalami sedimentasi atau erosi.

2.7.3. Keseimbangan Alur Sungai

Untuk mengetahui keseimbangan alur sungai adalah berdasarkan hasil perhitungan potensi angkutan sedimen pada tiap-tiap penampang melintang yang ditinjau. Besaran kapasitas angkutan sedimen merupakan besaran sesaat. Antara kapasitas angkutan sedimen dan geometri sungai saling mempengaruhi. Kapasitas angkutan sedimen memungkinkan terjadinya degradasi atau aggradasi dan akan merubah morfologi sungai. Perubahan morfologi mengakibatkan perubahan hidrolika aliran yang menimbulkan perubahan kapasitas angkutan sedimen.

Dengan demikian proses sedimentasi dan erosi yang terjadi secara lokal, akan berubah untuk mencari keseimbangan dinamis, dimana degradasi dan aggradasi tetap berjalan secara seimbang sehingga penampang sungai cenderung stabil. Selain keseimbangan angkutan sedimen, pada dasar alur sungai terdapat fenomena *sortasi* sedimen yang terangkut yang berakibat terjadinya proses *armoring* pada permukaan dasar sungai, yaitu tertutupnya dasar sungai oleh sedimen yang berukuran besar (batu) yang mendukung stabilitas dasar sungai terhadap erosi. Fenomena ini sangat besar pengaruhnya pada sungai dengan sedimen yang bervariasi. Akibat *armoring* pada alur sungai, pada keadaan suplai pasir dari hulu dan anak sungai kecil tidak terjadi erosi dasar sungai meskipun mengalami defisit transpor pasir. Keseimbangan dasar sungai ini dapat terganggu apabila terjadi pengambilan batu-

batu pada dasar sungai tersebut, sehingga sedimen halus yang terlindung di bawahnya akan terbuka dan mudah tererosi apabila mengalami terjadi defisit angkutan sedimen.

Keseimbangan kritis merupakan kondisi kemiringan dasar sungai dengan syarat bahan dasar sungai tidak bergerak. Pada saat aliran sungai mulai mencapai suatu kecepatan yang mulai menggerakkan butiran dasar sungai, maka gaya tarik yang timbul pada aliran tersebut adalah gaya tarik kritis dan dinyatakan U^*c . (Suyono, Masateru: 330). Pada kondisi seragam dapat dinyatakan dengan :

$$U^*c^2 = 80,9 d \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$$d \geq 0,303 \text{ cm}$$

d = ukuran butiran pasir – kerikil bahan dasar sungai

$$\text{untuk } \tau/\rho = 2,65, \gamma = 0,01 \text{ cm}^3/\text{dt dan } g = 980 \text{ cm}/\text{dt}^2$$

τ/ρ = berat jenis pasir – kerikil

γ = viskositas kenitis

Menurut Suyono dan Masateru (1985), pasir dan kerikil di atas permukaan dasar sungai akan bergerak dihanyutkan aliran dan berarti dasar sungai mulai bergerak turun, apabila dicapai kondisi $\frac{U^*2}{U^*c^2} \geq 1$. Sedangkan jika memenuhi kondisi berikut:

$\frac{U^*2}{U^*c^2} < 1$, maka butiran dengan ukuran yang lebih halus akan hanyut dan permukaan dasar sungai akan tertutup oleh kerikil dengan ukuran yang lebih besar.

2.7.4. Pemodelan Angkutan Sedimen

Pemodelan angkutan sedimen dalam studi ini dihitung dengan menggunakan persamaan empiris yang dipilih dari beberapa persamaan empiris dan profil

aliran/hidrolika menggunakan persamaan dasar aliran satu dimensi, dimana salah satu datanya adalah data geometri. Angkutan sedimen ditentukan dari ukuran butiran material *bed load*.

Model juga dipersiapkan untuk melakukan simulasi kecenderungan perilaku erosi dan pengendapan dalam jangka panjang, dengan melakukan perubahan frekuensi dan durasi data debit atau perubahan geometri saluran yang diteliti.

2.7.5. Kapasitas Angkutan Sedimen

Secara umum persamaan angkutan sedimen untuk ukuran butiran yang bervariasi adalah sebagai fungsi berikut ini.

$$g_{si} = f(D, V, S, B, d, \rho, \rho_s, sf, d_i, p_i, T) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

g_{si} = Laju angkutan sedimen pada kelompok butiran i

D = Kedalaman aliran

V = Kecepatan aliran rata-rata

S = Kemiringan energi

B = Lebar efektif sungai

d = Ukuran diameter butiran yang mewakili

ρ = Kerapatan air

ρ_s = Kerapatan partikel sedimen

sf = Faktor bentuk partikel sedimen

d_i = Diameter rerata geometri partikel dalam ukuran kelas ke-i

p_i = Fraksi ukuran partikel kelas ke- i di dasar sungai

T = Suhu air

Disamping itu juga terdapat faktor-faktor yang tidak tertera pada fungsi persamaan di atas yang digunakan sebagai persamaan dasar besaran angkutan sedimen. Debit sedimen dasar (*bed load*) dapat ditentukan berdasarkan pengukuran sedimen suspensi (*suspended load*) sebagai berikut (*Design of Small Dam* 1974, 777):

Tabel 2.4. Persentase Korelasi Bed load

Tabel 2.1 Persentase Korelasi Bed load

Konsentrasi sedimen suspensi (ppm)	Jenis material dasar sungai	Texture sedimen suspensi
< 1000 ppm	Sand	Sama dengan material dasar
< 1000 ppm	Gravel, rock atau consolidated clay	Terdapat sedikit sand
1000 – 7500	Sand	Sama dengan material dasar
1000 – 7500	Gravel, rock atau consolidated clay	25% sand atau kurang
		Sama dengan

2.7.6. Gradasi Butiran Material Sedimen

Perhitungan besarnya angkutan sedimen rata-rata dilakukan untuk setiap kondisi hidrolis dan parameter sedimen dengan gradasi butiran tertentu. Kapasitas pengangkutan ditentukan untuk setiap ukuran butir mewakili ukuran butiran tertentu yang membentuk 100% dari material dasar.

Kapasitas pengangkutan untuk kelompok ukuran tertentu tersebut kemudian dikalikan dengan pecahan dari total sedimen yang mewakili ukuran tertentu tersebut. Kapasitas pengangkutan untuk ukuran butir tertentu tersebut kemudian dijumlahkan dengan ukuran butiran lain untuk menjadi kapasitas pengangkutan sedimen total.

2.8. Analisis Dimensi

Untuk menuliskan dimensi dari variabel yang terdapat pada bidang teknik hidraulik biasanya dipergunakan sistem MLT yaitu penulisan dimensi dengan menggunakan 3 elemen pokok dimensi Massa (M), panjang (L) dan Waktu (T) Tabel 2.4 menunjukkan tabel dimensi dari berbagai variabel yang biasa digunakan dalam analisis dimensi.

Tabel. 2.4. Dimensi dari berbagai Variabel di Teknik Hidraulik

No	Variabel/Parameter	Simbol	Dimensi
1	Panjang Waktu Massa Luas	L	$L T M L^2 L^3$
2	Volume	T, t M A	$L^3/T \ 1/T \ L/T^2 \ 1/T$
3	Kecepatan linear Kecepatan	U, V, u, v	$L^3/T \ L^2/T \ L^2/T$
4	sudut, frekuensi Percepatan	w, fa	$ML/T^2 \ M/L^3$
5	linear Percepatan sudut Debi	- Q	$M/(L^2T^2)$
6	Debit persatuan le	q v F	$M/(L/T^2) \ ML^2/T$
7	Viskositas kinematic Gaya	$\rho w, \gamma$	L^2/T^2
8	Rapat massa Berat unit	p, T	$L \ ML/T$
9	Tekanan, Tegangan	E	$ML^2/T^3 \ M/LT$
10	Gesek	E'	$M/T^2 \ M/LT^2$
11	Energi	H	
12	Energi per satuan massa	m p	
13	Energi per satuan berat	μ	
14	Momentum	σ	
15	Tenaga	k	
16	Viskositas dinamik		
17	Tegangan permukaan		
18	Modulus Bulk		
19			
20			
21			
22			
23			
24			

Sumber: Holdan Kurdi, 2019

Jika P_i mempunyai dimensi M , maka dimensi dapat ditulis sebagai berikut :

$$\pi = (M^{\alpha_1} L^{\beta_1} T^{\tau_1})^{k_1} * (M^{\alpha_2} L^{\beta_2} T^{\tau_2})^{k_2} * \dots (M^{\alpha_n} L^{\beta_n} T^{\tau_n})^{k_n}$$

$$\pi = [M^{(\alpha_1 k_1 + \alpha_2 k_2 + \dots + \alpha_n k_n)}] * [L^{\beta_1 k_1 + \beta_2 k_2 + \dots + \beta_n k_n}] * [T^{\tau_1 k_1 + \tau_2 k_2 + \dots + \tau_n k_n}]$$

π merupakan bilangan tak berdimensi jika:

$$\alpha_1 k_1 + \alpha_2 k_2 + \dots + \alpha_n k_n = 0$$

$$\beta_1 k_1 + \beta_2 k_2 + \dots + \beta_n k_n = 0$$

$$\tau_1 k_1 + \tau_2 k_2 + \dots + \tau_n k_n = 0$$

koefisien α_i , β_i dan τ_i dapat diketahui dari parameter P_i yang terkait.

Dalam pembuatan model biasanya dilakukan pengecilan dari berbagai variabel tersebut, yaitu dengan memberikan skala (n) pada masing-masing variabel tersebut.

Sedangkan skala dari berbagai variabel atau parameter tersebut dapat ditentukan berdasarkan hubungan antara parameter yang di ekspresikan dalam bilangan tak berdimensi, misalnya bilangan Reynold, bilangan Froude dan sebagainya. Selain untuk menentukan hubungan antara skala, bilangan tak berdimensi ini dapat pula dipergunakan untuk menggambarkan hasil-hasil penelitian, dengan demikian hasil dari penelitian tersebut dapat digeneralisir.

Untuk menentukan bilangan tak berdimensi tersebut dapat dilakukan dengan analisis dimensi. Analisis dimensi untuk menentukan bilangan tak berdimensi tersebut ada beberapa cara diantaranya adalah dengan cara :

- a. Basic echelon matrix
- b. Buckingham (phi.theorem)

- c. Rayleigh
- d. Stepwise, dan
- e. Langhaar

2.8.1. Cara Basic Echolen Matrix

Prinsip penentuan bilangan tak berdimensi dengan cara “basic echelon matrix” adalah dengan memilih “repeating variable” dengan jumlah sesuai elemen pokok (dimensi) yang dipergunakan (misalnya tiga buah untuk dimensi yang dipakai pada persoalan tersebut yaitu L, T, dan M) dan variable sisanya disusun dengan menggunakan “repeating variable” tersebut. Cara penyusunannya menggunakan urutan tingkatan (echelon) dan matrix “repeating variable”.

2.8.2. Cara Buckingham (phi theorem)

Jika suatu kejadian atau fenomena dapat dijelaskan dengan n parameter, dan parameter tersebut tersusun oleh m elemen pokok (dimensi), maka jumlah produk bilangan tak berdimensi yang dapat dihasilkan atau diturunkan adalah $(n-m)$.

Dengan menentukan “repeating variable” sejumlah dengan elemen pokok (dimensi) maka masing masing produk bilangan tak berdimensi tersebut dapat disusun dan dianalisis untuk mendapatkan besarnya.

2.8.3. Cara Rayleigh

Cara ini biasanya digunakan untuk permasalahan yang relatif sederhana. Bilangan tak berdimensi langsung diturunkan dari hubungan parameter yang ada. Apabila cara ini diterapkan pada permasalahan yang kompleks dan dengan jumlah parameter yang banyak maka akan mengalami kesulitan.

2.8.4. Cara Stepwise (Stepwise Procedure)

Metode stepwise adalah cara untuk mendapatkan bilangan tak berdimensi dengan peniadaan (eliminasi) dimensi tahap demi tahap. Tahap pertama adalah peniadaan dimensi massa (M) dengan menggunakan variabel yang mengandung dimensi massa misalnya rapat massa ρ (M/L^3).

Tahap berikutnya adalah peniadaan dimensi waktu (T) dengan menggunakan variabel yang mengandung dimensi waktu misalnya kecepatan V (L/T).

Tahap terakhir adalah peniadaan dimensi panjang L dengan menggunakan variabel yang “hanya” mengandung dimensi panjang misalnya dengan kedalaman d (L). Ada dua cara stepwise yaitu :

- a. “Basic stepwise procedure” dan
- b. “ Dimensional matrix stepwise”.

Kedua cara ini mempunyai prinsip yang sama, hanya bedanya pada penyusunan urutan variabel yang akan dianalisis. Pada cara pertama urutan variabel adalah bebas, sedangkan pada cara kedua urutan variabel disusun sedemikian rupa sehingga “repeating variabel membentuk matrik” pada awal dari susunan variabel.

2.8.5. Cara Langhaar

Jika fenomena/kejadian hidraulik dapat dijelaskan dengan n parameter P_i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan jika parameter tersebut tersusun oleh m elemen pokok, maka produk bilangan tak berdimensi yang dapat diturunkan sejumlah $(n-m)$. Untuk keperluan teknik hidraulik biasanya ada 3 elemen pokok yaitu : massa (M), panjang (L), dan waktu (T).

$$\pi_j = P_1^{k_1} \cdot P_2^{k_2} \cdot P_3^{k_3} \cdot \dots \cdot P_n^{k_n}, \text{ dimana}$$

$$\pi_{jkn} = \text{produk bilangan tak berdimensi dengan } j = 1, 2, 3$$

Jika P_i mempunyai dimensi M , maka dimensi dapat ditulis sebagai berikut :

$$\pi = (M^{\alpha_1} L^{\beta_1} T^{\tau_1})^{k_1} * (M^{\alpha_2} L^{\beta_2} T^{\tau_2})^{k_2} * \dots \dots \dots (M^{\alpha_n} L^{\beta_n} T^{\tau_n})^{k_n}$$

$$\pi = [M^{(\alpha_1 k_1 + \alpha_2 k_2 + \dots + \alpha_n k_n)}] * [L^{\beta_1 k_1 + \beta_2 k_2 + \dots + \beta_n k_n}] * [T^{\tau_1 k_1 + \tau_2 k_2 + \dots + \tau_n k_n}]$$

π merupakan bilangan tak berdimensi jika:

$$\alpha_1 k_1 + \alpha_2 k_2 + \dots + \alpha_n k_n = 0$$

$$\beta_1 k_1 + \beta_2 k_2 + \dots + \beta_n k_n = 0$$

$$\tau_1 k_1 + \tau_2 k_2 + \dots + \tau_n k_n = 0$$

koefisien α_i , β_i dan τ_i dapat diketahui dari parameter P_i yang terkait.

2.9. Keseimbangan Alur Sungai

Untuk mengetahui keseimbangan alur sungai adalah berdasarkan hasil perhitungan potensi angkutan sedimen pada tiap-tiap penampang melintang yang ditinjau. Besaran kapasitas angkutan sedimen merupakan besaran sesaat. Antara kapasitas angkutan sedimen dan geometri sungai saling mempengaruhi. Kapasitas angkutan sedimen memungkinkan terjadinya degradasi atau aggradasi dan akan merubah morfologi sungai. Perubahan morfologi mengakibatkan perubahan hidrolika aliran yang menimbulkan perubahan kapasitas angkutan sedimen.

Dengan demikian proses sedimentasi dan erosi yang terjadi secara lokal, akan berubah untuk mencari keseimbangan dinamis, dimana degradasi dan aggradasi tetap berjalan secara seimbang sehingga penampang sungai cenderung stabil. Selain keseimbangan angkutan sedimen, pada dasar alur sungai terdapat fenomena *sortasi* sedimen yang terangkut yang berakibat terjadinya proses *armoring* pada permukaan dasar sungai, yaitu tertutupnya dasar sungai oleh sedimen yang berukuran besar (batu) yang mendukung stabilitas dasar sungai terhadap erosi. Fenomena ini

sangat besar pengaruhnya pada sungai dengan sedimen yang bervariasi. Akibat *armoring* pada alur sungai, pada keadaan suplai pasir dari hulu dan anak sungai kecil tidak terjadi erosi dasar sungai meskipun mengalami defisit transpor pasir.

Keseimbangan dasar sungai ini dapat terganggu apabila terjadi pengambilan batu-batu pada dasar sungai tersebut, sehingga sedimen halus yang terlindung di bawahnya akan terbuka dan mudah tererosi apabila mengalami terjadi defisit angkutan sedimen.

Keseimbangan kritis merupakan kondisi kemiringan dasar sungai dengan syarat bahan dasar sungai tidak bergerak. Pada saat aliran sungai mulai mencapai suatu kecepatan yang mulai menggerakkan butiran dasar sungai, maka gaya tarik yang timbul pada aliran tersebut adalah gaya tarik kritis dan dinyatakan U^*c . (Suyono, Masateru: 330). Pada kondisi seragam dapat dinyatakan dengan :

$$U^*c^2 = 80,9 d \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$$d \geq 0,303 \text{ cm}$$

d = ukuran butiran pasir – kerikil bahan dasar sungai

$$\text{untuk } \tau/\rho = 2,65, \gamma = 0,01 \text{ cm}^3/\text{dt dan } g = 980 \text{ cm}/\text{dt}^2$$

τ/ρ = berat jenis pasir – kerikil

γ = viskositas kinetis

Menurut Suyono dan Masateru (1985), pasir dan kerikil di atas permukaan dasar sungai akan bergerak dihanyutkan aliran dan berarti dasar sungai mulai bergerak turun, apabila dicapai kondisi $\frac{U^*2}{U^*c^2} \geq 1$. Sedangkan jika memenuhi kondisi berikut:

$\frac{U_*^2}{U_* c^2} < 1$, maka butiran dengan ukuran yang lebih halus akan hanyut dan permukaan dasar sungai akan tertutup oleh kerikil dengan ukuran yang lebih besar.

2.9.1. Pemodelan Angkutan Sedimen

Pemodelan angkutan sedimen dalam studi ini dihitung dengan menggunakan persamaan empiris yang dipilih dari beberapa persamaan empiris dan profil aliran/hidrolika menggunakan persamaan dasar aliran satu dimensi, dimana salah satu datanya adalah data geometri. Angkutan sedimen ditentukan dari ukuran butiran material *bed load*.

Model juga dipersiapkan untuk melakukan simulasi kecenderungan perilaku erosi dan pengendapan dalam jangka panjang, dengan melakukan perubahan frekuensi dan durasi data debit atau perubahan geometri saluran yang diteliti.

2.9.2. Kapasitas Angkutan Sedimen

Secara umum persamaan angkutan sedimen untuk ukuran butiran yang bervariasi adalah sebagai fungsi berikut ini.

$$g_{si} = f(D, V, S, B, d, \rho, \rho_s, sf, d_i, pi, T) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

g_{si} = Laju angkutan sedimen pada kelompok butiran i

D = Kedalaman aliran

V = Kecepatan aliran rata-rata

S = Kemiringan energi

B = Lebar efektif sungai

d = Ukuran diameter butiran yang mewakili

ρ = Kerapatan air

ρ_s = Kerapatan partikel sedimen

sf = Faktor bentuk partikel sedimen

d_i = Diameter rerata geometri partikel dalam ukuran kelas ke-i

p_i = Fraksi ukuran partikel kelas ke-i di dasar sungai

T = Suhu air

Disamping itu juga terdapat faktor-faktor yang tidak tertera pada fungsi persamaan di atas yang digunakan sebagai persamaan dasar besaran angkutan sedimen. Debit sedimen dasar (*bed load*) dapat ditentukan berdasarkan pengukuran sedimen suspensi (*suspended load*) sebagai berikut (*Design of Small Dam* 1974, 777):

Tabel 2.4. Persentase Korelasi Bed load

Tabel 2.1 Persentase Korelasi Bed load

Konsentrasi sedimen suspensi (ppm)	Jenis material dasar sungai	Texture sedimen suspensi
< 1000 ppm	Sand	Sama dengan material dasar
< 1000 ppm	Gravel, rock atau consolidated clay	Terdapat sedikit sand
1000 – 7500	Sand	Sama dengan material dasar
1000 – 7500	Gravel, rock atau consolidated clay	25% sand atau kurang
		Sama dengan

2.9.3. Gradasi Butiran Material Sedimen

Perhitungan besarnya angkutan sedimen rata-rata dilakukan untuk setiap kondisi hidrolis dan parameter sedimen dengan gradasi butiran tertentu. Kapasitas pengangkutan ditentukan untuk setiap ukuran butir mewakili ukuran butiran tertentu yang membentuk 100% dari material dasar.

Kapasitas pengangkutan untuk kelompok ukuran tertentu tersebut kemudian dikalikan dengan pecahan dari total sedimen yang mewakili ukuran tertentu tersebut. Kapasitas pengangkutan untuk ukuran butir tertentu tersebut kemudian dijumlahkan dengan ukuran butir lain untuk menjadi kapasitas pengangkutan sedimen total.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan desa Tanjung Kemala dusun Kampung Sawah kecamatan Martapura kabupaten OKU Timur (gambar 2.1) dan pelaksanaan simulasi model di laboratorium Hidrolika Universitas Bina Darma (gambar 2.2).



Gambar 3.1. Peta lokasi penelitian kawasan desa Tanjung Kemala dusun Kampung Sawah kecamatan Martapura kabupaten OKU Timur

3.2. Pemodelan Laboratorium

Pemodelan di laboratorium di buat sedemikian rupa seperti pada gambar 3.2. dimaksudkan untuk mengkalibrasi/membandingkan hasil hitungan numerik dengan dasar tetap (fix bed).



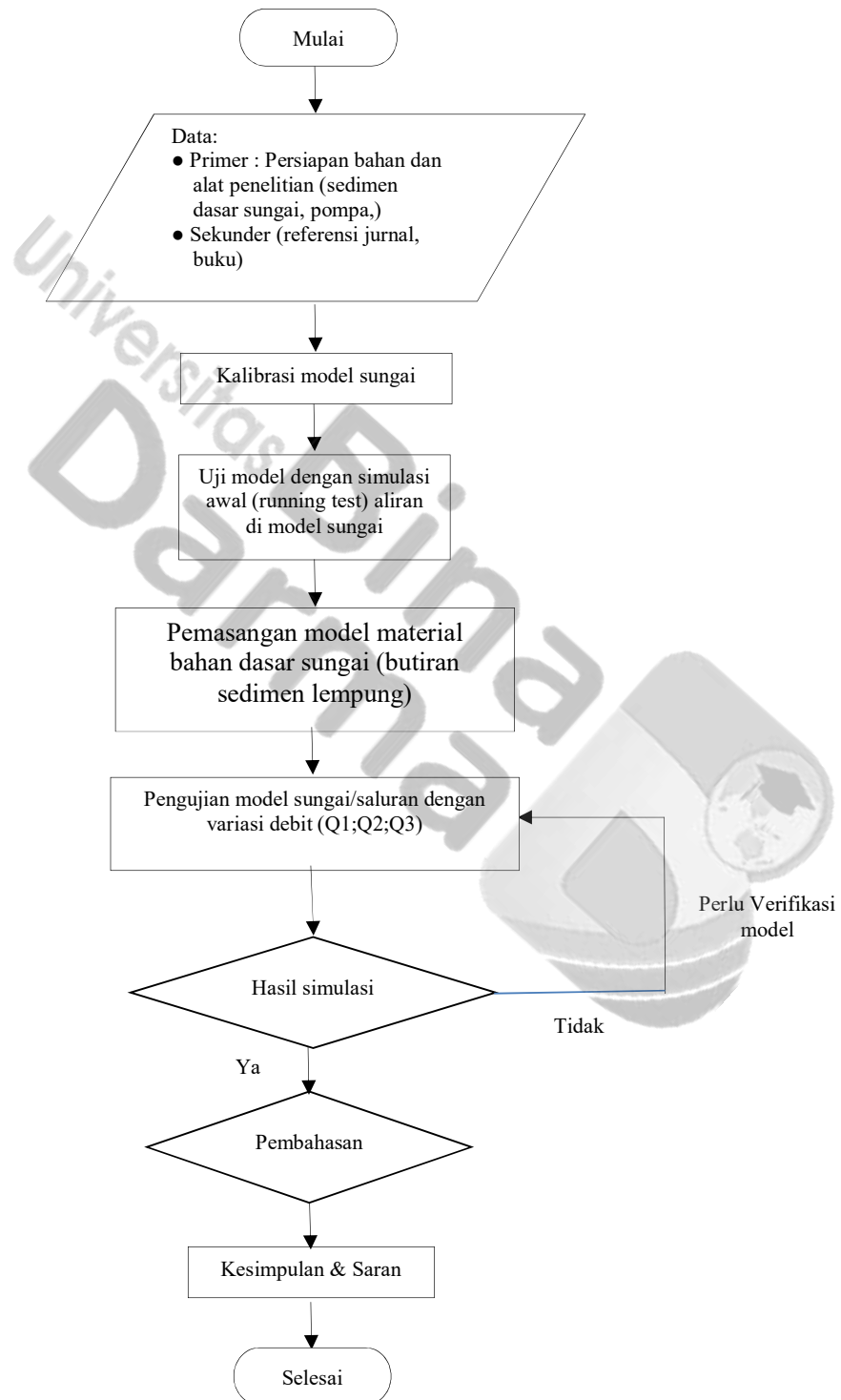
Gambar 3.2. Model terskala sungai di laboratorium

Adapun peralatan dan prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

1. Model Saluran berpenampang segi empat berukuran lebar 50 cm dan tinggi 30 cm dengan sudut belokan 90° terbuat dari bahan dinding bata sepanjang 600 cm.
2. Meteran taraf (point gauge) untuk mengukur ketinggian muka air. Muka air diukur selama masa running (simulasi) pada arah melintang saluran dibelokan.
3. *Stop watch*, untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung debit aliran pada akhir saluran. Untuk maksud ini, debit air ditampung dan diukur waktu penampungannya dan juga diukur volumenya. Berdasarkan informasi waktu dan volume, maka dapat diketahui kecepatan rerata aliran di saluran.

4. *Laser dopler*, (alat pengukur kecepatan aliran dengan laser) dan *current meter*, untuk mengukur distribusi kecepatan aliran (vertikal dan horizontal) baik pada saluran yang lurus maupun di belokan saluran. Alat ini dapat digerakkan dan dilakukan pengukuran distribusi kecepatan vertikal terutama di belokan saluran.
5. Sumber air (Pompa). Debit air disalurkan dari pompa yang telah di kalibrasi sebelumnya. Running (simulasi) dilakukan dengan berbagai variasi besaran debit.





Gambar 3.3. Diagram alir penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Dimensi Model Terskala

Analisis dimensi di dalam penelitian ini menggunakan **Cara Rayleigh**, teorema ini dipandang lebih sesuai dengan kondisi saat ini dan bersesuaian dengan penelitian karena parameternya relatif sedikit. Cara ini biasanya digunakan untuk permasalahan yang relatif sederhana. Bilangan tak berdimensi langsung diturunkan dari hubungan parameter yang ada. Di dalam penerapan pada permasalahan yang kompleks dan dengan jumlah parameter yang banyak maka akan mengalami kesulitan.

$$Q = f(de, ds, g, v, x, t, \rho_w)$$

Langkah langkah analisis dimensi adalah sebagai berikut:

1. Di dalam rumusan masalah disebutkan bahwa parameter yang berpengaruh terhadap adanya sedimentasi di dasar sungai (bedload) sungai desa Tanjung Kemala antara lain Kapasitas aliran (Q), , kecepatan aliran (v), kedalaman air (h), kedalaman erosi (de), jarak (x), percepatan grafitasi (g), rapat massa air (ρ_w) dan waktu (t).
2. Parameter-parameter tersebut dikelompokkan menjadi:
 - a. Parameter terikat (dependent parameter): Q
 - b. Parameter yang berubah selama percobaan: de , x , v , dan t
 - c. Parameter lain: g dan ρ_w

3. Harga α_1 , β_1 dan γ_1 ditentukan dengan cara tabulasi

Grup	1	2	3	Ket			
Parameter	d_e	x	v	t	ρ	g	
M	0	0	0	0	1	0	α_1
L	1	1	1	0	-3	1	β_1
T	0	0	1	1	0	-2	γ_1
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	ki

Persamaan terkait dengan parameter

$$k5 = 0$$

$$k1 + k2 + 2k3 - 3k5 + k6 = 0$$

$$k3 + k4 - 2k6 = 0$$

eliminasi k6

$$2k5 + k6 = 0 \quad k6 = -2k5$$

$$k1 + k2 + k3 + 2k5 = 0$$

$$2k5 = -k1 - k2 - k3$$

penentuan bilangan tak berdimensi tersebut adalah:

ki	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Parameter	de	x	h	t	ρ	g
π_1	1	0	0	-1	0	0
π_2	0	1	0	-1	0	0
π_3	0	0	1	-1	0	0
π_4	0	0	0	1	0	0,5

$$\pi_1 = d_e/t$$

$$\pi_2 = x/t$$

$$\pi_3 = h/t$$

$$\pi_4 = 0,5 \text{ } g t = \sqrt{2g} \times t$$

$$(h/t) \times (\sqrt{2g} t)$$

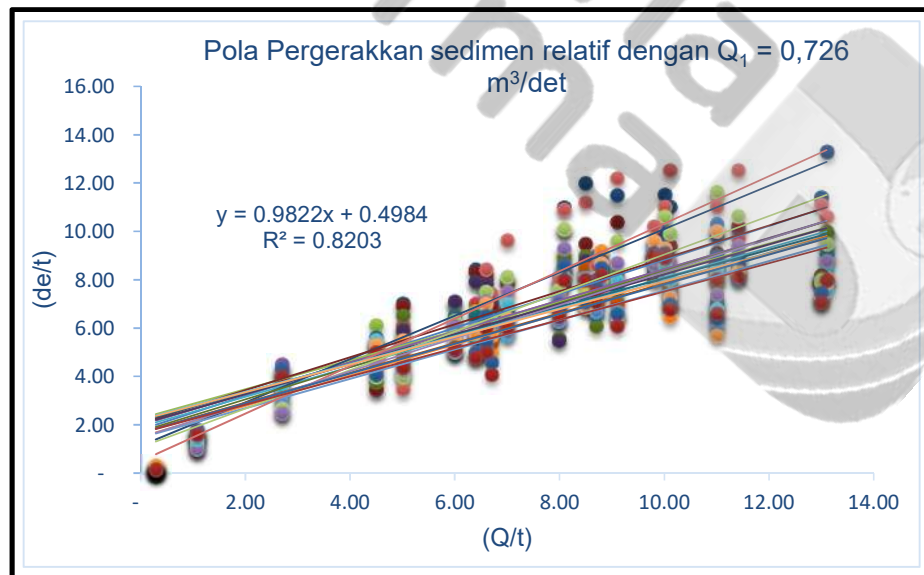
$$h/t \times (g^{1/2} t^{1/2}) \text{ sama dengan } v = \sqrt{2gh}$$

$$f(d_e/t; Q/t; v) = 0 \quad (v \approx 0)$$

$$(d_e/t) = f(Q/t)$$

4.2. Pembahasan

4.2.1. Grafik hubungan relative antara (d_e/t) dengan (x/t) dengan $Q = 0,726 \text{ m}^3/\text{det}$

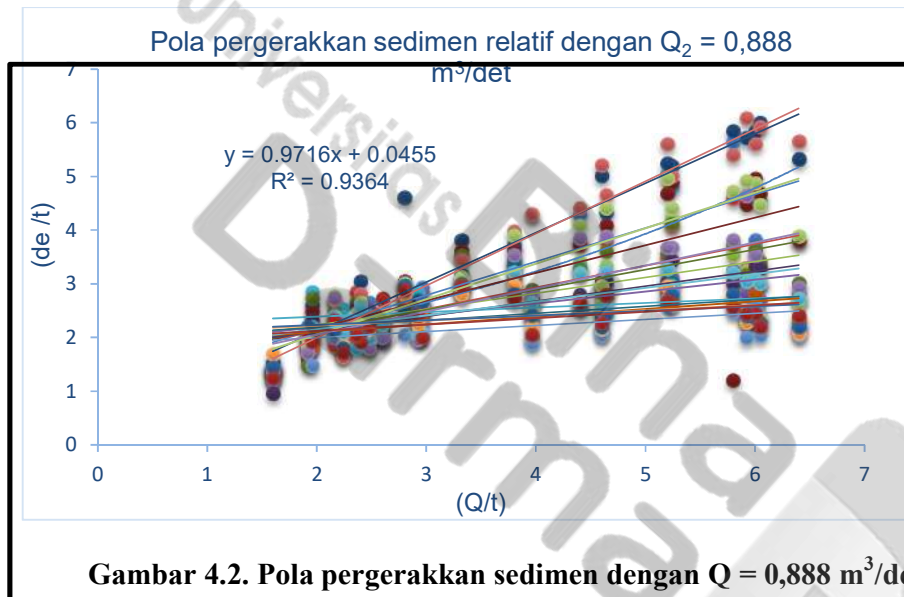


Gambar 4.1. Pola pergerakan sedimen dengan $Q = 0,726 \text{ m}^3/\text{det}$

Berdasarkan hasil analisis seperti pada gambar 4.1. dapat dikatakan bahwa pada debit (Q) relatif, pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi

sebesar 12 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8203 atau R sebesar 0,67 atau sebesar 67% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air.

4.2.2. Grafik hubungan relative antara (de/t) dengan (Q/t) dengan $Q = 0,888 \text{ m}^3/\text{det}$

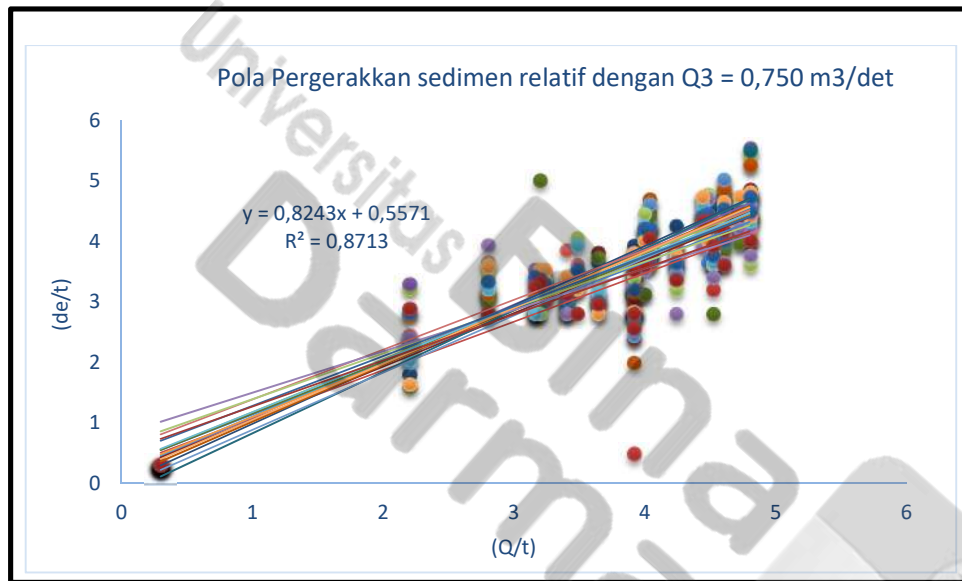


Berdasarkan hasil analisis seperti pada gambar 4.2. dapat dikatakan bahwa pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan sebesar 6 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,9364 atau R sebesar 0,876 atau sebesar 87% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. Terlihat pada Q sebesar $0,888 \text{ m}^3/\text{det}$ **sangat berpengaruh** terhadap pergerakan sedimen dengan adanya pintu air di sungai/saluran.

4.2.3. Grafik hubungan relative antara (de/t) dengan (Q/t)

Hasil analisis seperti pada gambar 4.3. dapat dikatakan bahwa pada debit (Q) sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$, pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi sebesar 5 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8713 atau R sebesar 0,789 atau

79% pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dan adanya pintu air. Q sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$ **sangat berpengaruh** terhadap pergerakan sedimen dengan adanya pintu air di sungai/saluran.



Gambar 4.3. Pola pergerakan sedimen dengan $Q_3 = 0,750 \text{ m}^3/\text{det}$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Pola pergerakan sedimen relatif pada masing-masing kapasitas aliran Q_1 sebesar $0,726 \text{ m}^3/\text{det}$; Q_2 sebesar $0,888 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_3 sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$, menghasilkan gerusan (d_e) berfluktuatif.
2. Pergerakan sedimen relatif maksimum (de/t) dengan kapasitas aliran (Q_1) = $0,726 \text{ m}^3/\text{det}$ menghasilkan gerusan (d_e) sebesar 12 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8203 atau R sebesar 0,67 atau sebesar 67% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. $Q_2 = 0,888 \text{ m}^3/\text{det}$, menghasilkan erosi relative (de/t) sebesar 6 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,9364 atau R sebesar 0,876 atau sebesar 87% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. Begitu pula dengan kapasitas aliran (Q_3) = $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$, menghasilkan erosi (de) sebesar 5 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8713 atau R sebesar 0,789 artinya 79% pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dan adanya pintu air.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dimana jarak terjadinya gerusan kemungkinan juga akan berpengaruh besarnya gerusan yang terjadi.
2. Bahan dasar sedimen perlu dimasukkan sebagai parameter berpengaruh juga terhadap pergerakan sedimen bed load dan suspended load.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Syarifudin., 2017, The influence of Musi River Sedimentation to The Aquatic Environment DOI: 10.1051/mateconf/201710104026, MATEC Web Conf, 101, 04026, , [published online 09 March 2017]
- Achmad Syarifudin A and Dewi Sartika, [A Scouring Patterns Around Pillars of Sekanak River Bridge](#), Journal of Physics: IOP Conference Series, volume 1167, 2019, IOP Publishing
- Achmad Syarifudin., 2018, Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan, Penerbit Andi, hal. 38-42
- Ahmed SMU, Hogue MM and Hossain S, 1992, "Floods in Bangladesh: A Hydrological Analysis," Final Report R01/92, Institute of Flood Control and Drainage Research (IFCDR), Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET), Dhaka, pp.1-5
- Aureli F and Mignosa P, 2001, "Comparison between experimental and numerical results of 2D flows due to levee-breaking," XXIX IAHR Congress Proceedings, Theme C, September 16-21, Beijing, China
- Arsyad, S., (2010), Konservasi Tanah & Air, IPB Press.
- Cahyono Ikhsan., 2017, Pengaruh variasi debit aliran pada dasar saluran terbuka dengan aliran seragam, Media Teknik Sipil.
- Chow V.T., D.R. Maidment and L.W. Mays., (1988), *Applied Hydrology*. Mc. Graw Hill co.Department of Public Works., Guidance for Landslide Management Planning, SKBI - 2.3.06., 1987, PU Publication Agency Foundation
- Holdani Kurdi, Ulfa Fitriati, Robertus Chandrawidjaya, 2019, Model Hidrolika, Lambung Mangkurat University Press.
- Istiarto, 2012, Teknik Sungai, Transpor Sedimen, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- Istiarto, 2012, Teknik Sungai, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- Okubo K, Muramoto Y, and Morikawa H, 1994, "Experimental Study on Sedimentation over the Floodplain due to River Embankment Failure," Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 44 (2), pp. 69-92
- Paimin et al, 2012, Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi (P3KR), Bogor, Indonesia

- Robert. J. Kodoatie, Sugiyanto., 2002, Flood causes and methods of control in an environmental perspective, Yogyakarta
- Robert. J. Kodoatie, Sugiyanto., Flood causes and methods of control in an environmental perspective, 2002, Yogyakarta
- Suripin., 2004, Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan, Penerbit Andi, hal. 176-179.
- Suripin., Sustainable of Urban Drainage System, 2004, Andi Publishing Company, pp 176-179
- Syarifudin A, HR Destania., IDF Curve Patterns for Flood Control of Air Lakitan river of Musi Rawas Regency, [IOP Conference Series: Earth and Environmental Science](#) Volume 448, 2020, [The 1st International Conference on Environment, Sustainability Issues and Community Development 23 - 24 October 2019, Central Java Province, Indonesia](#)
- Syarifudin A., 2014, The 2nd International Conference on Informatics, Environment, Energy, and Applications (*IEEA 2013*), Bali, Indonesia, March 16-17, 2013, JOCET (Journal of Clean Energy and Technology) Journal ISSN: 1793-821X Vol. 2, No. 1, January 2014
- Van Rijn, L.C., 2007, Unified View of Sediment Transport by Currents and Waves II: Suspended Transport. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 133, Issue 6, , pp. 668-689.
- Wanshun Zhang, Yanhong Xu, Yanru Wang, and Hong Peng, 2014. Modeling Sediment Transport and River Bed Evolution in River System, Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 2, No. 2, April 2014
- Yang, C.T., Sediment Transport: Theory and Practice. McGraw-Hill, Singapore, 1996.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama : Romeo Meidiantono, S.T.
NIM : 222710028
Tempat/Tanggal Lahir : Palembang/ 12 Mei 2026
Alamat : Jl. Abadi No.279 RT.01 RW.01 Kelurahan Sungai Tuha Jaya,
Kecamatan Martapura Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur
Agama : Islam
E-mail : meomio1205@gmail.com

2. Pendidikan Formal

Strata 1 : Prodi Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya

3. Pengalaman Pekerjaan

- Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten OKU Timur (2010 – 2016)
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten OKU Timur (2016 – 2018)
- Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten OKU Timur (2018 – sekarang)

Hormat Saya,

(Romeo Meidiantono)

ANALISIS PERGERAKKAN SEDIMEN DASAR SALURAN DENGAN BERBAGAI VARIASI DEBIT

ROMEO MEDIANANTONO¹, ACHMAD SYARIFUDIN²

Magister Teknik Sipil, Universitas Bina Darma Palembang

Email: neomio@gmail.com¹, achmad.syarifudin@binadarma.ac.id²

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.vXiX.XXXX>

Abstrak

Kabupaten OKU Timur secara fisiografi merupakan Zona Pegunungan barisan dan Cekungan. Salah satu sungai yang terdapat di OKU Timur Sumatera Selatan adalah sungai komering. Sungai Komering memiliki luas yang sangat besar yakni 915.375,820 Hektar dan salah satu sungai prioritas karena salah satu sungai yang di dimanfaatkan oleh masyarakat di SUB DAS. Metodologi yang digunakan dalam Penelitian ini dengan Pengujian Model sungai/saluran dengan variasi debit (Q_1 ; Q_2 ; Q_3). Model Saluran berpenampang segi empat berukuran lebar 50 cm dan tinggi 30 cm dengan sudut belokan 90° . Berdasarkan hasil analisis dapat dikatakan bahwa pada debit (Q) relatif, pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi sebesar 12 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8203 atau R sebesar 0,67 atau sebesar 67% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air, dan pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan sebesar 6 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,9364 atau R sebesar 0,876 atau sebesar 87% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. Pada debit (Q) sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$, pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi sebesar 5 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8713 atau R sebesar 0,789 atau 79% pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dan adanya pintu air. Q sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$ sangat berpengaruh terhadap pergerakan sedimen dengan adanya pintu air di sungai/saluran. Pola pergerakan sedimen relatif pada masing-masing kapasitas aliran Q_1 sebesar $0,726 \text{ m}^3/\text{det}$; Q_2 sebesar $0,888 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_3 sebesar $0,750 \text{ m}^3/\text{det}$, menghasilkan gerusan (d_c) berfluktuatif.

Kata Kunci: OKU Timur, Sungai Komering, DAS.

Abstract

Physiographically, East OKU Regency is a Mountainous Zone and Basin. One of the rivers in East OKU, South Sumatra is the Komering River. The Komering River has a very large area of 915,375.820 hectares and is one of the priority rivers because it is one of the rivers utilized by the community in the sub-watershed. The methodology used in this study is by testing the river/channel model with discharge variations (Q_1 ; Q_2 ; Q_3). The channel model has a rectangular cross-section measuring 50 cm wide and 30 cm high with a 90° bend angle. Based on the analysis results, it can be said that at a relative discharge (Q), the maximum sediment movement results in a scour of 12 cm with an R^2 determination value of 0.8203 or R of 0.67 or 67%, meaning that sediment movement is influenced by the presence of a sluice gate, and the maximum sediment movement results in a scour of 6 cm with an R^2 determination value of 0.9364 or R of 0.876 or 87%, meaning that sediment movement is influenced by the presence of a sluice gate. At a discharge (Q) of $0.750 \text{ m}^3/\text{sec}$, the maximum sediment movement results in a scour of 5 cm with an R^2 determination value of 0.8713 or R of 0.789 or 79%, sediment

movement is influenced by flow capacity (Q) and the presence of a sluice gate. Q of 0.750 m³/sec greatly influences sediment movement with the presence of a sluice gate in the river/channel. The relative sediment movement pattern at each flow capacity of Q_1 is 0.726 m³/sec; Q_2 is 0.888 m³/sec and Q_3 is 0.750 m³/sec, resulting in fluctuating scour (de).

Keywords: OKU Timur, Komering River, DAS.

A. PENDAHULUAN

Secara geografis, Kabupaten OKU TIMUR terletak di bagian timur Provinsi Sumatera Selatan. Koordinat geografis tersebut terletak di antara 103° 40'–104° 33' Bujur Timur dan 3° 45'–4° 55' Lintang Selatan. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2003, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur (OKU TIMUR) memiliki luas wilayah seluas 3.370 kilometer persegi. Sebagian besar wilayah tersebut terdiri dari dataran rendah yang kebanyakan datar, kecuali di sekitar Kecamatan Martapura yang memiliki beberapa bukit. Menurut data yang dirilis oleh OKUT pada tahun 2017.

Wilayah Kabupaten OKU TIMUR memiliki ciri khas dalam hal topografi. dapat dikategorikan ke dalam tiga wilayah topografi yang berbeda. Wilayah pertama adalah datar, yang disebut Peneplain Zone. Wilayah kedua adalah bergelombang, yang disebut Piedmont Zone. Wilayah ketiga adalah daerah berbukit dengan ketinggian elevasi yang bervariasi, mulai dari 42 meter hingga 87 meter di atas permukaan laut (dpl). Kemiringan lereng juga bervariasi, antara 0 hingga 2 derajat dan 2 hingga 15 persen. Daerah datar terdapat di wilayah Kecamatan Belitang dan Kecamatan Buay Madang, sementara daerah berbukit terletak di sebagian Kecamatan Martapura. Pada tahun 2017, OKUT mencatat peningkatan yang signifikan dalam hal angka.

Salah satu sungai yang terdapat di Oku Timur Sumatera Selatan adalah sungai komering. Sungai Komering ini adalah salah satu cabang yang menginduk ke Sungai Batang Hari Sembilan. Termasuk juga Sungai terpanjang kedua

yang ada di Sumatera Selatan. Sungai Komering ini memiliki luas yang sangat besar yakni 915.375,820 Hektar dan salah satu sungai prioritas karena salah satu sungai yang di dimanfaatkan oleh masyarakat di SUB Das tersebut. Beriklim hutan dan hujan tropis adalah tempat bagi Sungai Komering ini mengalir sehingga memiliki suhu rata-rata dalam setahun sekitar 24°C.

Salah satu yang mempengaruhi aliran sungai itu sendiri adalah perubahan dari morfologi suatu sungai yang terdapat pada daerah bermeander. Angkutan sedimen berhubungan erat dengan meander tersebut sehingga sungai yang alirannya melengkung akan terdampak erosi. Sedangkan endapan dan gerusan akan berdampak pada arus dasar saluran yang mengakibatkan terjadinya perubahan aliran (v), tinggi aliran (h) serta waktu konsentrasi pengaliran (t).

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi akibat penggunaan Material dasar dan dinding saluran maka dilakukannya permodelan fisik untuk mengetahui perubahan yang terjadi menggunakan bahan tanah lempung dan tikungan 90° mengetahui perubahan yang terjadi dilakukan dengan variable debit (Q) dan lamanya pengaliran (durasi).

Tujuan dari “Modelling” ini adalah suatu prototype tiruan masalah yang ada di lapangan dengan skala yang lebih kecil dari aslinya. Pada saat melakukan penelitian ini, diharapkan untuk dilakukan dengan baik dan benar untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan sesuai dengan permasalahan yang sedang diteliti sehingga dapat diinterpretasikan.

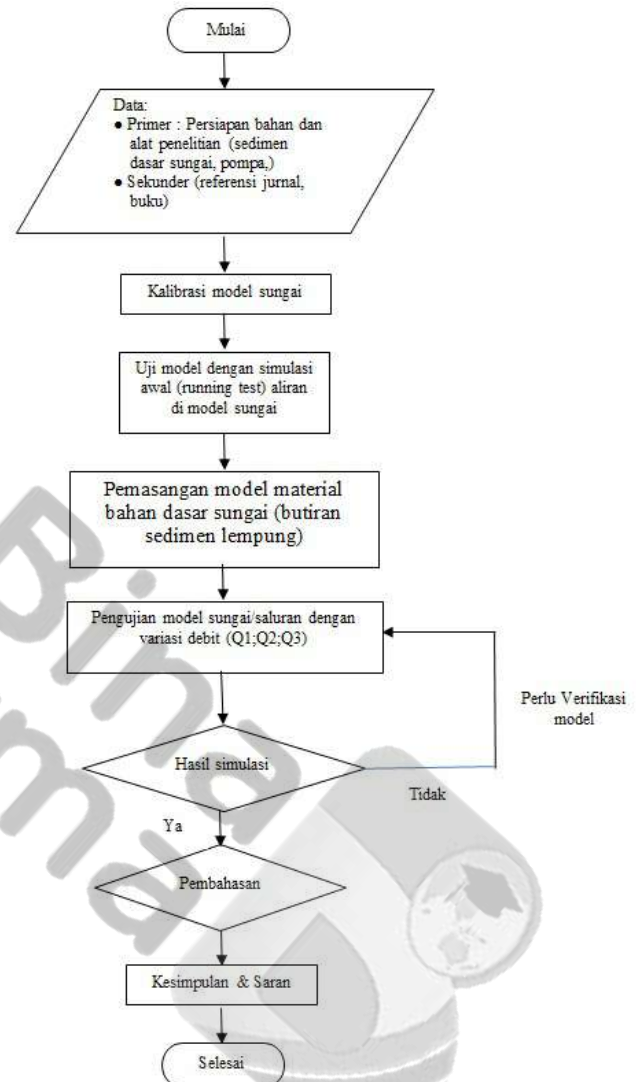
B. METEDOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di kawasan desa Tanjung Kemala dusun Kampung Sawah kecamatan Martapura kabupaten OKU Timur.

Simulasi Pemodelan Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium dengan sedemikian rupa untuk mengkalibrasi/membandingkan hasil hitungan numerik dengan dasar tetap (fix bed).

Adapun peralatan dan prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

1. Model Saluran berpenampang segi empat berukuran lebar 50 cm dan tinggi 30 cm dengan sudut belokan 90° terbuat dari bahan dinding bata sepanjang 600 cm.
2. Meteran taraf (point gauge) untuk mengukur ketinggian muka air. Muka air di ukur selama masa running (simulasi) pada arah melintang saluran dibelokan.
3. *Stop watch*, untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung debit aliran pada akhir saluran. Untuk maksud ini, debit air ditampung dan diukur waktu penampungannya dan juga diukur volumenya. Berdasarkan informasi waktu dan volume, maka dapat diketahui kecepatan rerata aliran di saluran.
4. *Laser dopler*, (alat pengukur kecepatan aliran dengan laser) dan *current meter*, untuk mengukur distribusi kecepatan aliran (vertikal dan horizontal) baik pada saluran yang lurus maupun di belokan saluran. Alat ini dapat digerakkan dan dilakukan pengukuran distribusi kecepatan vertikal terutama di belokan saluran.
5. Sumber air (Pompa). Debit air disalurkan dari pompa yang telah di kalibrasi sebelumnya. Running (simulasi) dilakukan dengan berbagai variasi besaran debit.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

C. PEMBAHASAN DAN ANALISA

1. Analisis Dimensi Model Terskala

Analisis dimensi di dalam penelitian ini menggunakan Cara Rayleigh, teorema ini dipandang lebih sesuai dengan kondisi saat ini dan bersesuaian dengan penelitian karena parameternya relatif sedikit. Cara ini biasanya digunakan untuk permasalahan yang relatif sederhana. Bilangan tak berdimensi langsung diturunkan dari hubungan parameter yang ada. Di dalam penerapan pada permasalahan yang kompleks dan dengan jumlah parameter yang banyak maka akan mengalami kesulitan.

$$Q = f(d_e, d_s, g, v, x, t, \rho_w)$$

Langkah langkah analisis dimensi adalah sebagai berikut:

1. Di dalam rumusan masalah disebutkan bahwa parameter yang berpengaruh terhadap adanya sedimentasi di dasar sungai (bedload) sungai desa Tanjung Kemala antara lain Kapasitas aliran (Q), , kecepatan aliran (v), kedalaman air (h), kedalaman erosi (d_e), jarak (x), percepatan gravitasi (g), rapat massa air (ρ_w) dan waktu (t).
2. Parameter-parameter tersebut dikelompokkan menjadi:
 - a. Parameter terikat (dependent parameter): Q
 - b. Parameter yang berubah selama percobaan: d_e , x , v , dan t
 - c. Parameter lain: g dan ρ_w
3. Harga α_1 , β_1 dan γ_1 ditentukan dengan cara tabulasi

Grup	1	2		3			Ket
Parameter	d_e	x	v	t	ρ	g	
M	0	0	0	0	1	0	α_1
L	1	1	1	0	-3	1	β_1
T	0	0	1	1	0	-2	γ_1
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	ki

Persamaan terkait dengan parameter

$$k_5 = 0$$

$$k_1 + k_2 + 2k_3 - 3k_5 + k_6 = 0$$

$$k_3 + k_4 - 2k_6 = 0$$

eliminasi k_6

$$2k_5 + k_6 = 0 \quad k_6 = -2k_5$$

$$k_1 + k_2 + k_3 + 2k_5 = 0$$

$$2k_5 = -k_1 - k_2 - k_3$$

penentuan bilangan tak berdimensi tersebut adalah:

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6
Parameter	d_e	x	h	t	ρ	g
π_1	1	0	0	-1	0	0
π_2	0	1	0	-1	0	0
π_3	0	0	1	-1	0	0
π_4	0	0	0	1	0	0,5

$$\pi_1 = d_e/t$$

$$\pi_2 = x/t$$

$$\pi_3 = h/t$$

$$\pi_4 = 0,5 \, g t = v \, 2g \, x \, t$$

$$(h/t) \times (v \, 2g t)$$

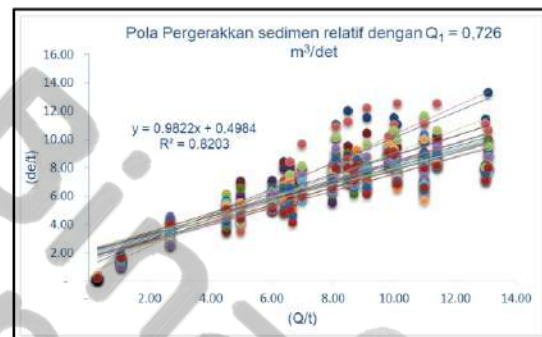
$$h/t \times (g^{1/2} t^{1/2}) \text{ sama dengan } v = \sqrt{2gh}$$

$$f(d_e/t; Q/t; v) = 0 \quad (v \approx 0)$$

$$(d_e/t) = f(Q/t)$$

2. Pembahasan

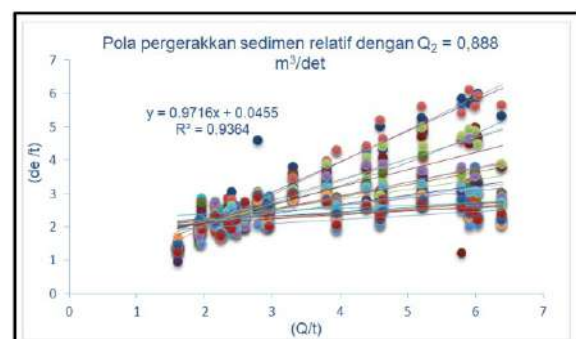
Grafik hubungan relative antara (d_e/t) dengan (x/t) dengan $Q = 0,726 \, \text{m}^3/\text{det}$



Gambar 2. Pola pergerakan sedimen dengan $Q = 0,726 \, \text{m}^3/\text{det}$

Berdasarkan hasil analisis seperti pada gambar 2 dapat dikatakan bahwa pada debit (Q) relatif, pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi sebesar 12 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8203 atau R sebesar 0,67 atau sebesar 67% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air.

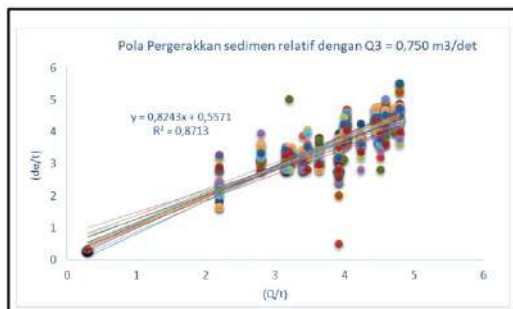
Grafik hubungan relative antara (d_e/t) dengan (Q/t) dengan $Q = 0,888 \, \text{m}^3/\text{det}$



Gambar 3. Pola pergerakan sedimen dengan $Q = 0,888 \, \text{m}^3/\text{det}$

Berdasarkan hasil analisis seperti pada gambar 3 dapat dikatakan bahwa pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan sebesar 6 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,9364 atau R sebesar 0,876 atau sebesar 87% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. Terlihat pada Q sebesar 0,888 m^3/det sangat berpengaruh terhadap pergerakan sedimen dengan adanya pintu air di sungai/saluran.

Grafik hubungan relative antara (de/t) dengan (Q/t) . Hasil analisis seperti pada gambar 4 dapat dikatakan bahwa pada debit (Q) sebesar 0,750 m^3/det , pergerakan sedimen maksimum menghasilkan gerusan yang terjadi sebesar 5 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8713 atau R sebesar 0,789 atau 79% pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dan adanya pintu air. Q sebesar 0,750 m^3/det **sangat berpengaruh** terhadap pergerakan sedimen dengan adanya pintu air di sungai/saluran.



Gambar 4. Pola pergerakan sedimen dengan $Q_3 = 0,750 m^3/det$

D. PENUTUP

1. Pola pergerakan sedimen relatif pada masing-masing kapasitas aliran Q_1 sebesar 0,726 m^3/det ; Q_2 sebesar 0,888 m^3/det dan Q_3 sebesar 0,750 m^3/det , menghasilkan gerusan (de) berfluktuatif.
2. Pergerakan sedimen relatif maksimum (de/t) dengan kapasitas aliran (Q_1) = 0,726 m^3/det menghasilkan gerusan

(de) sebesar 12 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8203 atau R sebesar 0,67 atau sebesar 67% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. $Q_2 = 0,888 m^3/det$, menghasilkan erosi relative (de/t) sebesar 6 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,9364 atau R sebesar 0,876 atau sebesar 87% artinya, pergerakan sedimen dipengaruhi oleh adanya pintu air. Begitu pula dengan kapasitas aliran (Q_3) = 0,750 m^3/det , menghasilkan erosi (de) sebesar 5 cm dengan nilai determinasi R^2 sebesar 0,8713 atau R sebesar 0,789 artinya 79% pergerakan sedimen dipengaruhi oleh kapasitas aliran (Q) dan adanya pintu air.

3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dimana jarak terjadinya gerusan kemungkinan juga akan berpengaruh besarnya gerusan yang terjadi.
4. Bahan dasar sedimen perlu dimasukkan sebagai parameter berpengaruh juga terhadap pergerakan sedimen bed load dan suspended load.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Syarifudin., 2017, The influence of Musi River Sedimentation to The Aquatic Environment DOI: 10.1051/mateconf/201710104026, MATEC Web Conf, 101, 04026, , [published online 09 March 2017]
- Achmad Syarifudin A and Dewi Sartika, [A Scouring Patterns Around Pillars of Sekanak River Bridge](#), Journal of Physics: IOP Conference Series, volume 1167, 2019, IOP Publishing
- Achmad Syarifudin., 2018, Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan, Penerbit Andi, hal. 38-42
- Ahmed SMU, Hogue MM and Hossain S, 1992, "Floods in Bangladesh: A Hydrological Analysis," Final Report R01/92, Institute of Flood Control and Drainage Research (IFCDR), Bangladesh University of

- Engineering and Technology (BUET), Dhaka, pp.1-5
- Aureli F and Mignosa P, 2001, "Comparison between experimental and numerical results of 2D flows due to levee-breaking," XXIX IAHR Congress Proceedings, Theme C, September 16-21, Beijing, China
- Arsyad, S., (2010), *Konservasi Tanah & Air*, IPB Press.
- Cahyono Ikhsan., 2017, Pengaruh variasi debit aliran pada dasar saluran terbuka dengan aliran seragam, Media Teknik Sipil.
- Chow V.T., D.R. Maidment and L.W. Mays., (1988), *Applied Hydrology*. Mc. Graw Hill co. Department of Public Works., Guidance for Landslide Management Planning, SKBI - 2.3.06., 1987, PU Publication Agency Foundation
- Holdani Kurdi, Ulfa Fitriati, Robertus Chandrawidjaya, 2019, *Model Hidrolika*, Lambung Mangkurat University Press.
- Istiarto, 2012, *Teknik Sungai, Transpor Sedimen*, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- Istiarto, 2012, *Teknik Sungai*, Universitas Gadjahmada, Yogyakarta
- Okubo K, Muramoto Y, and Morikawa H, 1994, "Experimental Study on Sedimentation over the Floodplain due to River Embankment Failure," Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 44 (2), pp. 69-92
- Paimin et al, 2012, *Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi (P3KR), Bogor, Indonesia
- Robert. J. Kodoatie, Sugiyanto., 2002, *Flood causes and methods of control in an environmental perspective*, Yogyakarta
- Robert. J. Kodoatie, Sugiyanto., *Flood causes and methods of control in an environmental perspective*, 2002, Yogyakarta
- Suripin., 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan*, Penerbit Andi, hal. 176-179.
- Suripin., *Sustainable of Urban Drainage System*, 2004, Andi Publishing Company, pp 176-179
- Syarifudin A, HR Destania., *IDF Curve Patterns for Flood Control of Air Lakitan river of Musi Rawas Regency*, [IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Volume 448](#), 2020, [The 1st International Conference on Environment, Sustainability Issues and Community Development 23 - 24 October 2019, Central Java Province, Indonesia](#)
- Syarifudin A., 2014, *The 2nd International Conference on Informatics, Environment, Energy, and Applications (IEEA 2013)*, Bali, Indonesia, March 16-17, 2013, JOCET (Journal of Clean Energy and Technology) Journal ISSN: 1793-821X Vol. 2, No. 1, January 2014
- Van Rijn, L.C., 2007, *Unified View of Sediment Transport by Currents and Waves II: Suspended Transport*. Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 133, Issue 6, , pp. 668-689.
- Wanshun Zhang, Yanhong Xu, Yanru Wang, and Hong Peng, 2014. *Modeling Sediment Transport and River Bed Evolution in River System*, Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 2, No. 2, April 2014
- Yang, C.T., *Sediment Transport: Theory and Practice*. McGraw-Hill, Singapore, 1996.

SURAT KEPUTUSAN
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA
NOMOR: 009/SK/PPs-UBD/MT/I /2026

TENTANG
PEMBIMBING MAHASISWA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL JENJANG STUDI STRATA DUA (S2)
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS BINA DARMA
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA

- Menimbang : a. Bahwa mahasiswa semester akhir diharuskan membuat Tesis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Pascasarjana Program Studi TEKNIK SIPIL – S2;
b. Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan dimaksud, dipandang perlu untuk menunjuk Pembimbing bagi setiap mahasiswa;
c. Bahwa untuk memenuhi butir-butir di atas, perlu diterbitkan Surat Keputusan sebagai landasan hukumnya.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003;
2. Undang-undang Nomor 12 tahun 2012;
3. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 15 tahun 2005;
4. Surat Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas;
5. Akte Pendirian Yayasan Nomor 95 tanggal 28 Desember 2003;
6. Statuta Universitas Bina Darma;
7. Surat Keputusan Rektor Universitas Bina Darma Nomor: 078/SK/Univ-BD/VI/2009 tanggal 1 Juni 2009.
8. Surat Keputusan Rektor Universitas Bina Darma Nomor: 0001/SK/Univ-BD/I/2019 tanggal 10 Januari 2019.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan saudara:

Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

sebagai Pembimbing dalam penyusunan Tesis bagi mahasiswa dibawah ini:

Nama : ROMEO MEIDIANTONO
NIM : 222710028
Konsentrasi : SUMBER DAYA AIR
Judul Tesis : ANALISIS PENGENDALIAN BANJIR DENGAN "SLUICE GATE" DI SALURAN KAWASAN KAMPUNG SAWAH KECAMATAN MARTAPURA KABUPATEN OKU TIMUR

- KEDUA : Surat Keputusan ini berlaku 6 (enam) bulan sejak tanggal ditetapkan dan apabila dalam waktu tersebut mahasiswa belum menyelesaikan, maka akan diterbitkan Surat Keputusan Pembimbing yang baru, dengan ketentuan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini, akan diperbaiki sebagaimana mestinya;
- KETIGA : Surat Keputusan asli ini diberikan kepada mahasiswa yang bersangkutan untuk dilaksanakan dan diindahkan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di: Palembang
Pada Tanggal: 15 Januari 2026
Direktur,

Universitas **Bina
Darma**
PROGRAM PASCASARJANA

Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

Tembusan:

1. Pembimbing
2. Arsip

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama : ROMEO MEIDIANTONO
NIM : 222710028
Konsentrasi : SUMBER DAYA AIR
Judul : ANALISIS PERUBAHAN ~~ENDAPAN~~ SEDIMEN PADA SALURAN KAWASAN KAMPUNG SAWAH KABUPATEN OKU TIMUR DENGAN VARIASI SIMULASI PINTU AIR

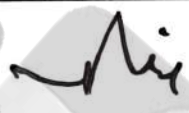
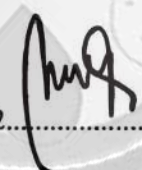
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Paraf
1.	12/2/2026	- judul direvisi: Analisis perubahan Sedimen pada saluran dusun kampung sawah kab. Oku dengan variasi simulasi pintu air.	f
2.	14/2/2026	lanjutan ke analisis untuk trokade dari kiri ke kanan.	f
3.	18/2/2026	lanjutan grafik hasil simulasi. antara variabel trokade dan lanjutan ke ke trokade kemudian ke trokade.	f
4.	21/2/2026	- grafik grafik dan kemungkinan.	f
5.	25/2/2026	ada uji torsi.	f

 ISO 9001 : 2000	Formulir Perbaikan Tesis	Nomor Dok : _____
		Nomor Revisi : _____
		Tgl. Berlaku : _____
		Klausa ISO : _____

Nama : ROMEO MEIDIANTONO
 NIM : 222710028
 Konsentrasi : SUMBER DAYA AIR
 Judul Tesis : ANALISIS PERGERAKAN SEDIMEN DASAR SALURAN DENGAN BERBAGAI VARIASI DEBIT
 Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.
 Tanggal Ujian : 6 Maret 2026

Telah diperbaiki dan dikonsultasikan dengan Pembimbing/Penguji Tesis.

No.	Nama Dosen Penguji	Tanggal	Tanda Persetujuan
1.	Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.	07/03/2026	1. 
2.	Prof. Ir. Nurly Gofar, MSCE., Ph.D.		2. 
3.	Ir. Alfrendo Satyanaga, S.T., M.Sc., Ph.D.	14/03/2026	2. 

*Nb.
 Pembimbing harap memeriksa kembali format dari tesis yang telah diperbaiki dan keabsahan tanda tangan penguji

Palembang, 6 Maret 2026
 Program Studi Teknik Sipil – S2
 Ketua,

 Universitas Bina Darma
 Magister Teknik Sipil
 Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T.