

SKRIPSI

ANALISIS LAJU SEDIMEN SUNGAI MATA ALLO KAB.ENREKANG DAS
SADDANG MENGGUNAKAN METODE MAYER PETER MULLER (M-P-M)
DAN MEYER-PETER (MP)



OLEH :

MUHAMMAD AMINUDDIN

105 8111 015 17

IKHSAN SIBA

105 8111235 17

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun proposal tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Proposal tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah **“ANALISIS LAJU SEDIMEN SUNGAI MATA ALLO KAB.ENREKANG DAS SADDANG MENGGUNAKAN METODE MAYER-PETER-MULLER (MPM) DAN MEYER-PETER (MP)”**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kukurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan – perhitungan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Proposal tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hari, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. .H.. Ambo Asse, M.Ag. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir .Hj. Nurnawaty,ST.,MT.,IPM sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. M. Agusalim,S.T., M.T sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Ir.Muhammad Syafaat S Kuba,S.T., M.T selaku Pembimbing I dan Ibu Dr.Ma'rufah, S.P., M.P. selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing,memberikan masukan,memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan proposal ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Kedua orang tua tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, perhatian, motivasi, nasihat, serta dukungan baik secara moral maupun finansial.
7. Teman-teman Fakultas Teknik Terkhusus AKURASI 2017 yang banyak membantu serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Terima kasih untuk semua kerabat yang tidak bisa saya tulis satu persatu yang telah memberikan semangat, kesabaran, motivasi, dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

Akhiranya, sungguh penulis sangat menyadari bahwa penulis proposal ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kepada semua pihak utamanya para pembaca yang Budiman, penulis senantiasa mengharapkan saran dan kritiknya demi kesempurnaan penulis ini. Mudah-mudahan proposal yang sederhana ini dapat bermamfaat bagi pihak utamanya kepada almamater Kampus Biru Universitas Muhammadiyah Makassar.

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

“Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar,.....2024

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan masalah.....	4
C. Tujuan penelitian.....	4
D. Mamfaat penelitian.....	4
E. Batasan masalah.....	5
F. Sistematika penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Das (daera aliran sungai).....	7
B. Sedimen.....	15
C. Rumus MPM.....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
A. Lokasi Penelitian.....	39
B. Tempat Dan Waktu Penelitian	39
C. Jenis Penelitian.....	40
D. Teknik Pengumpulan Data.....	40
E. Variable Yang Diteliti.....	40
F. Bagan Penelitian.....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Hasil	42
B. Pembahasan.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
A. Kesimpulan	74
B. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai dan daerah aliran sungai (DAS) memiliki peran penting dalam ekosistem dan kehidupan manusia. Dalam konteks ini, DAS Saddang merupakan salah satu wilayah yang memegang peran signifikan dalam menyediakan sumber daya air bagi kebutuhan pertanian, industri, dan keperluan domestik di wilayah tersebut. Namun, DAS ini juga mengalami berbagai tantangan, termasuk masalah sedimentasi yang berdampak pada kualitas air dan keberlanjutan ekosistem sungai. Asdak(2004) dalam (Febrianti et al., 2018) menyatakan DAS sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama.

Sungai mata allo di Kab.Enrekang,Sulawesi Selatan,merupakan salah satu sungai penting yang berpungsi sebagai sumber irigasi dan air bersih bagi masyarakat setempat.sungai mata allo memiliki panjang 40 km dan lebar bervariasi, tergantung pada musim dan kondisi aliran. Sungai mengalir ke arah timur dan menjadi salah satu anak sungai yang penting bagi sungai saddang. Hubungan antara keduanya sangat vital, karena sungai mata allo berkontribusi pada sistem hidrologis yang mendukung sungai saddang dengan mengalirkan air dan sedimen.sungai mata allo juga membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung pertanian disekitar, yang juga bergantung pada aliran dari sungai saddang.

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel-partikel padat, seperti tanah dan lumpur, di dasar sungai atau waduk. Proses ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti erosi tanah akibat aktivitas pertanian, pembangunan lahan, dan perubahan penggunaan lahan di DAS. Sedimentasi dapat menyebabkan penurunan kapasitas waduk, pencemaran air, dan kerusakan habitat alam, serta mengancam berbagai kegiatan manusia yang bergantung pada sumber daya air. Kerusakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) pada umumnya disebabkan karena perubahan lahan yang tidak terkontrol di bagian hulu DAS sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan siklus hidrologi di DAS tersebut (Dianasari et al., 2018).

Oleh karena itu, analisis laju sedimentasi di DAS Sadang sangat penting untuk mengelola sumber daya air, menjaga keberlanjutan ekosistem sungai, dan mengurangi dampak negatif dari sedimentasi. Indonesia memiliki sedikitnya 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai dengan panjang total mencapai 94.537 km dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km². Daerah aliran Sungai (DAS) Saddang merupakan salah satu sungai utama di Sulawesi Selatan dengan panjang sekitar ±181,5 km yang melintasi beberapa kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas DAS ± 5.453 km². Secara administratif wilayah DAS Saddang meliputi kabupaten Toraja Utara, Toraja, Enrekang, dan Pinrang di Provinsi Sulawesi Selatan. Di Kabupaten Enrekang, Sungai ini melewati tepat di pusat kota Enrekang dan mengalir menuju Selat Makassar, alirannya yang deras dan kuat menjadikan sungai saddang sering dimanfaatkan untuk berbagai aktifitas. Salah satu permasalahan yang ada di daerah ini adalah perubahan penggunaan

lahan di bagian hulu sungai yang berperan dalam meningkatnya erosivitas lahan, sehingga di beberapa daerah di sepanjang sungai Saddang terdapat area yang berpotensi mengalami pendangkalan.

Salah satu perhatian yang sering berdampak buruk bagi alam yaitu kegiatan pembukaan lahan pertanian secara intensif terutama di wilayah yang memiliki kerentanan tanah cukup tinggi terhadap erosi (Sujarwo et al., 2020). Pendangkalan akibat sedimentasi pada sungai akan berdampak besar pada kondisi aliran sungai sehingga juga akan berpengaruh pada kegiatan manusia yang bergantung pada aliran sungai tersebut juga dapat mempengaruhi aliran sungai sendiri. Proses Sedimentasi pada daerah sungai merupakan kejadian yang simultan yang dapat menyebabkan pendangkalan pada dasar sungai dan perubahan elevasi sehingga akan mempengaruhi morfologi sungai, Aliran sungai dapat membawa banyak partikel. Apalagi pada aliran sungai Saddang yang cukup kuat maka partikel apapun bisa terbawa.

DAS Sadang, juga menghadapi masalah sedimentasi yang perlu ditangani. Faktor-faktor seperti perubahan penggunaan lahan, pertanian intensif, pembangunan infrastruktur, dan aktivitas manusia lainnya dapat mempercepat proses sedimentasi di wilayah ini. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang laju sedimentasi dan faktor-faktor yang memengaruhinya di DAS Sadang sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air, pelestarian lingkungan, dan

kelangsungan berbagai sektor yang bergantung pada sumber daya air dari DAS tersebut.

Berdasarkan uraian diatas maka pada penelitian kali dilakukan studi tugas akhir dengan judul **”ANALISIS LAJU SEDIMEN DI SUNGAI MATA ALLO CABANG DAS SADDANG MENGGUNAKAN METODE MAYER PETER MULLER (M-P-M) DAN MEYER PETER (M-P)”**

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana Laju Sedimen Di Sungai Mata Allo Kab.Enrekang Das Saddang Khususnya Di Kec.Salubarani Dan Kec.Alla?
2. Bagaimana Cara Mengetahui Sedimen Melayang Dan Sedimen Dasar Dengan Menggunakan Metode MPM dan MP ?

C. Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui debit air yang ada di sungai mata allo kab.enrekang Das Saddang khususnya di kec.salubarani dan kec.alla
2. Untuk mengetahui sedimen melayang dan sedimen dasar menggunakan metode MPM dan MP di sungai mata allo cabang DAS Saddang.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Pemerintah

Sebagai tinjauan mengamati laju sedimentasi, untuk digunakan dalam menganalisis frekuensi pengendalian sedimentasi di Daerah Aliran Sungai mata allo cabang DAS Saddang.

2. Bagi Pendidikan

Studi ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi pembelajaran , serta sebagai bahan acuan atau pembanding untuk penelitian sejenis.

E. Batasan masalah

Agar penelitian ini dapat lebih fokus, maka penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data langsung.
2. Untuk pengolahan data menggunakan metode MPM dan MP.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan proposal ini dari hasil latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian yang akan dicapai dalam melakukan penelitian, jadi sistematika penulisan .

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

1. Mencakup teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, meliputi teori tentang Daerah Aliran Sungai (DAS), pengertian DAS, karakteristik Das, Pola Aliran Daerah AlianSungai, Siklus

hidrologi(sistem tata air), Sedimen, Angkuan Sedimen, mekanisme pergerakan sedimen, karakteristik Fisik Sedimen, Penyebab Dan Proses Terjadinya Sedimentasi Di Sungai , Rumus MPM dan MP.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang metode penelitian yang terdiri atas waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian, serta bagan alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil penelitian yang menguraikan tentang analisis mengenai Laju sedimen sungai mata air cabang DAS Saddang Menggunakan Metode MPM dan MP.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian ini serta saran yang oleh penulis untuk penelitian kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. DAS (Daerah Aliran Sungai)

1. Pengertian DAS

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan sungai dan anak-anak sungai. DAS berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami. Batas DAS di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (UU RI No 7 Tahun 2004). Sedangkan Menurut **(Miardini & Nugraha, 2020)** DAS adalah daerah tertentu yang bentuk dan sifat alaminya merupakan suatu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai yang melaluinya. Sungai dan anak-anak sungai tersebut berfungsi untuk menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan serta sumber air lainnya. Daerah Aliran Sungai (DAS) air diterima dari curah hujan yang kemudian memprosesnya sesuai dengan karakteristiknya menjadi aliran. Hujan yang jatuh dalam satu DAS sebagian akan jatuh pada permukaan vegetasi, permukaan tanah atau badan air (Triatmodjo. B. 2009).

Daerah Aliran Sungai (DAS) juga dapat didefinisikan sebagai suatu daerah/wilayah/kawasan pengelolaan air yang terbentuk secara alami (dari curah hujan) dimana air kumpulkan dan akan mengalir dari suatu daerah, wilayah, atau suatu kawasan tersebut ke sungai-sungai dan aliran-aliran yang

terkait. Juga dikenal sebagai daerah aliran sungai (DAS) atau catchment area (DTA)

Dapat disimpulkan bahwa Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah geografis yang merupakan sistem aliran air yang saling terhubung dalam suatu sungai atau sungai-sungai cabangnya. DAS mencakup daerah daratan di mana air hujan atau salju yang mencair mengalir ke sungai utama dan kemudian ke muara sungai atau laut. DAS sangat penting dalam ekologi dan manajemen sumber daya air, karena berfungsi sebagai unit penting untuk mengelola dan memahami siklus air, kualitas air, dan keberlanjutan sumber daya air. Dalam DAS, semua air hujan dan aliran permukaan yang masuk ke sungai utama serta aliran bawah tanah yang terhubung dengan sungai tersebut dikumpulkan dan dikendalikan oleh topografi alam. Hal ini menciptakan pola aliran air dari hulu (bagian atas) hingga hilir (bagian bawah) sungai. DAS juga memengaruhi lingkungan, flora, fauna, dan masyarakat di wilayah tersebut, karena air dan sedimen yang mengalir dalam DAS mempengaruhi lingkungan sungai, serta berperan dalam penyediaan air bersih dan sumber daya alam lainnya.

Menurut (Lihawa, 2017) Daerah aliran sungai dibagi dalam tiga zona yaitu:

a. Zona Hulu, dengan ciri-ciri

- Merupakan daerah konservasi
- Mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi
- Merupakan daerah dengan kemiringan lereng lebih besar dari 15%

- Bukan merupakan daerah genangan/banjir
- Jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan.

Daerah hulu DAS merupakan daerah yang mengendalikan aliran sungai dan menjadi satu kesatuan dengan daerah bagian hilir yang menerima aliran tersebut. Aliran sungai di bagian hulu memiliki kecepatan aliran yang lebih besar dari pada hilir.

b. Zona Tengah: merupakan transisi dari ciri zona hulu dan hilir.

- Sebagian wilayahnya masih merupakan wilayah konservasi dan sebagian lainnya adalah daerah budidaya.
- Kerapatan drainase beragam
- Jenis vegetasi lebih beragam, sebagian merupakan vegetasi tinggi dan sebagian lagi merupakan vegetasi budi daya.

c. Zona Hilir, dengan ciri-ciri:

- Merupakan daerah pemanfaatan
- Kerapatan drainase lebih kecil
- Daerah yang memiliki kemiringan lereng kecil (kurang dari 8%)
- Pada beberapa tempat merupakan daerah genangan/banjir
- Jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian.

2. Pola Aliran Daerah Aliran Sungai

Sungai-sungai dalam suatu DAS membentuk suatu jaringan yang memiliki pola tertentu, dimana anak-anak sungai akan mengalir ke dalam suatu sungai

utama yang lebih besar. Pola aliran sungai tersebut dipengaruhi oleh kondisi topografi, geologi, iklim dan vegetasi yang terdapat di DAS tersebut.

Pola-pola aliran sungai antara lain:

a. Radial

Pola aliran radial menggambarkan arah aliran sungai yang tersebar ke semua arah. Pola aliran sungai yang berbentuk radial dijumpai di daerah lereng gunung berapi, atau daerah dengan topografi berbentuk kubah. Pola aliran radial yang kompleks dalam suatu bidang vulkanik disebut multiradial.

b. Rektangular

Pola aliran rektanguler merupakan pola aliran sungai dimana sudut pertemuan dua anak sungai berbentuk siku. Pola ini berkembang pada batuan yang resistensi terhadap erosinya seragam. Pola rektangular terdapat di daerah batuan kapur.

c. Trellis

Pola aliran trellis biasanya dijumpai di daerah dengan lapisan sedimen di daerah pegunungan lipatan dengan kemiringan besar. Bentuknya panjang seperti pola trali pagar. Sungai trellis dicirikan oleh saluran-saluran air yang berpola sejajar, mengalir searah kemiringan lereng dan tegak lurus dengan sungai utamanya.

d. Paralel

Pola aliran paralel menunjukkan pola aliran sungai yang lurus, searah mengikuti arah lereng. Pola seperti ini terbentuk oleh lereng yang curam.

e. Dendritik

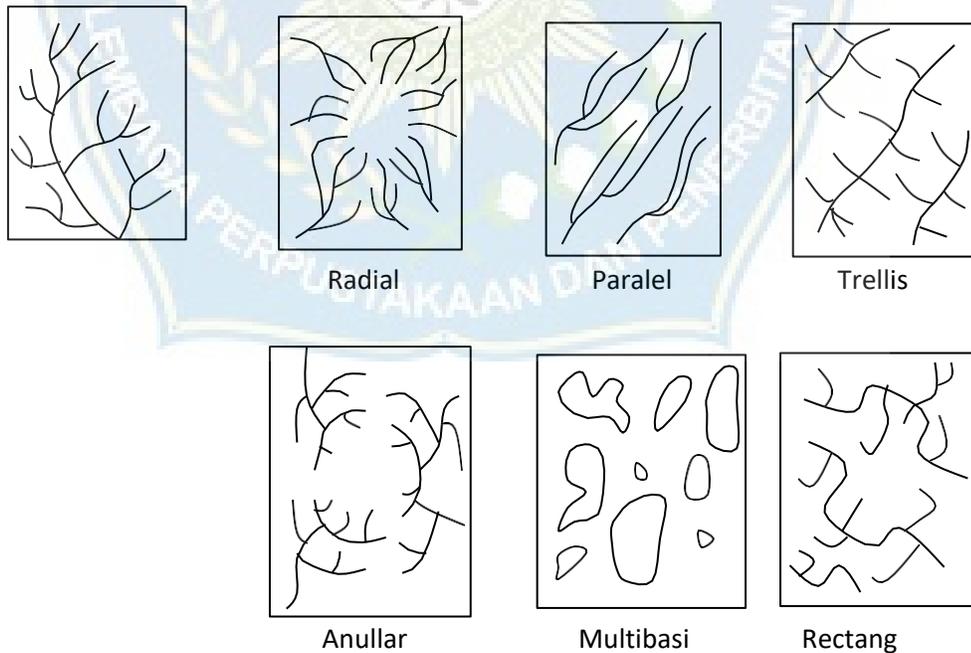
Pola dendritik berbentuk seperti cabang-cabang pohon. Pertemuan dua anak sungai membentuk sudut-sudut yang lancip cenderung siku. Pola ini umumnya terdapat di daerah dengan batuan sejenis dan penyebarannya luas.

f. Anular

Pola ini menunjukkan arah aliran sungai yang terpecar mulai dari suatu titik yang tinggi ke arah hilir dan menyatu di satu titik.

g. Multibasinal

Pola aliran multibasinal biasa disebut juga pola aliran sungai memusat. Pola aliran seperti ini biasanya ditemukan pada daerah cekungan. Pola aliran multibasinal dicirikan oleh bentuk yang memusat pada suatu lahan tertentu.



Gambar .1. Bentuk-bentuk pola aliran sungai

3. Karakteristik DAS

Karakteristik pada DAS dapat dicirikan oleh parameter yang terdiri atas (Dephutbun, 1998):

- a. morfometri DAS (relief DAS, bentuk sungai, lebar DAS dan lain-lain),
Morfometri pada DAS merupakan ukuran kuantitatif karakteristik DAS yang terkait dengan aspek geomorfologi suatu daerah.
- b. hidrologi DAS (curah hujan, debit dan sedimen), tanah, geologi dan geomorfologi, penggunaan lahan, sosial ekonomi masyarakat di dalam wilayah DAS. Karakteristik ini terkait dengan proses air hujan yang jatuh di dalam DAS (Pamuji et al., 2020).

Menurut (Sandy, 1985) Karakteristik sungai memberikan gambaran atas pola aliran sungai sebagai berikut :

- a. profil sungai dan genetis sungai. Pola sungai adalah kumpulan dari sungai yang mempunyai bentuk yang sama, yang dapat menggambarkan keadaan profil dan genetis sungainya
- b. Letak, bentuk dan arah aliran sungai, dipengaruhi antara lain oleh lereng dan ketinggian, perbedaan erosi,
- c. struktur jenis batuan, patahan dan lipatan, merupakan faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan bentuk genetik dan pola sungai.

4. Siklus Hidrologi (Sistem Tata Air)

Air yang jatuh di alam ini tidak semata-mata dalam bentuk cair, tetapi dapat berubah dalam bentuk, seperti; es, salju, dan uap yang terkumpul

atmosfir. Air yang ada di alam ini tidaklah statis tetapi selalu mengalami perputaran sehingga dalam jangka panjang air yang tersedia di alam selalu mengalami perpindahan. Air yang jatuh ke bumi akan mengalami beberapa kejadian antara lain;

- a. Air akan segera menguap kembali ke atmosfer (*evaporasi*).
- b. Air akan membentuk kolam; danau dan sungai kemudian melalui siklus hidup dari tumbuh-tumbuhan kembali ke atmosfer melalui penguapan dari daun (*transpirasi*).
- c. Air akan jatuh dalam bentuk salju di pegunungan dan tersimpan di permukaan sampai mencair kembali kemudian meresap ke dalam tanah.
- d. Air akan merembes melalui permukaan tanah kemudian masuk ke dalam tanah atau ke lapisan-lapisan yang membentuk persediaan air di bawah tanah (*aquifers*).
- e. Air akan mengalir langsung (*run-off*) di atas tanah kemudian masuk ke badan sungai.

Kalau dilihat kembali pada kejadian pertama dan kedua di atas, tampak bahwa air masuk kembali ke atmosfer sehingga tidak tersedia untuk pengambilan atau penggunaan (*withdrawal*), sedangkan kejadian ketiga sampai kelima, air memasuki tahapan-tahapan dari siklus hidrologi tersebut ia dipergunakan, kemudian dari penggunaan terjadi buangan, dengan proses hidrologi, air akan kembali tersedia. Air yang jatuh ke bumi ini sebagian besar akan tinggal di daratan dan sebagian mengalir ke laut. Air yang di daratan

sebagian akan tampak dipermukaan tanah berupa danau, mata air dan sungai dan sebagian akan meresap ke dalam tanah membentuk air anah (*equifer*).

Ekosistem adalah suatu tempat dimana terjadi hubungan timbal balik dan saling ketergantungan antara komponen-komponen biotik dan abiotik. Ekosistem dapat dibagi atas dua bagian, yaitu:

- a. Ekosistem tertutup
- b. Ekosistem terbuka

Suatu ekosistem tertutup apabila kedalam sistem tersebut tidak ada masukan (input) dan dari sistem tersebut tidak ada keluaran (output). Sebagai salah satu contoh dari ekosistem tertutup ini adalah buah sedang busuk yang digenggam.

Sebaliknya yang disebut ekosistem terbuka adalah sistem dimana masukan dari luar sistem kedalam sistem tersebut dan ada output keluar dari sistem tersebut, sebagai contoh ekosistem terbuka ini adalah sistem daerah aliran sungai. Didalam sistem DAS ini, ada input baik berupa curah hujan, energi matahari, penanaman pohon dan lain sebagainya. Disamping itu dari sistem DAS ini juga ada output berupa air, baik yang masuk kedalam areal pertanian, yang terbuang kelaut maupun yang diluapkan kembali ke atmosfer melalui tanaman dan evaporasi dari tempat terbuka lainnya.

Ekosistem DAS terdiri dari tiga unsur utama yaitu lahan, air/sungai dan manajemen. Unsur lahan disini meliputi semua komponen dari suatu unit geografi dan atmosfer tertentu termasuk air, tanah, batuan, vegetasi dan kehidupan binatang, manusia dan perkembangannya. Oleh karena itu komponen

manajemen DAS meliputi semua daya upaya dan campur tangan manusia dalam mengatur dan mengelola lahan untuk tujuan produksi air dengan kualitas yang optimum, pengaturan hasil air dan stabilitas tanah yang maksimal dan produk-produk lainnya (Irwan, 2011).

B. Sedimen

1. Pengertian Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau erosi jenis lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk. (Asdak 2001) dalam (Febrianti et al., 2018). Sedangkan menurut (Fuad & Pane, 2023) Sedimen adalah pecahan-pecahan material yang umumnya terdiri atas uraian batu-batuan secara fisis dan secara kimia. Partikel seperti ini mempunyai ukuran dari yang besar (boulder) sampai yang sangat halus (koloid), dan beragam bentuk dari bulat, lonjong sampai persegi.

Menuru (Amri, 2022) Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel padat yang terkandung dalam cairan oleh gaya gravitasi. Umumnya proses sedimentasi dilakukan setelah proses koagulasi dan flokulasi yang berfungsi untuk menggoyahkan dan memperbesar bekuan atau ukuran partikel sehingga mudah mengendap. Sedangkan menurut **(Bates dan Jackson 1987)** Sedimen merupakan material bahan padat, berasal dari batuan yang mengalami proses pelapukan; peluluhan; diangkut oleh air, angin dan gaya gravitasi; serta

pengendapannya di proses oleh alam sehingga membentuk lapisan-lapisan di permukaan bumi (Piranto et al., 2019).

Dapat disimpulkan bahwa Sedimen adalah fragmen atau partikel dari material yang terendapkan di permukaan bumi oleh berbagai proses geologis. Partikel sedimen ini dapat berasal dari batuan yang telah tererosi atau hancur, endapan organik, hasil aktivitas biologis, maupun bahan-bahan lain yang terdepositkan oleh air, angin, es, atau proses geologis lainnya. Sedimen dapat berupa pasir, lumpur, kerikil, endapan mineral, sisa-sisa organik, atau bahkan bahan kimia terlarut yang mengendap di lingkungan tertentu. Sedimen memiliki peran penting dalam ilmu geologi, karena mereka dapat mengandung informasi tentang sejarah geologis, lingkungan, dan evolusi bumi.

2. Angkutan Sidimen

Berdasarkan pada jenis Sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi Mineral dan bahan induk yang menyusunnya di kenal bermacam sedimen;

a. Muatan Sedimen Dasar (Bed Load)

Muatan sedimen dasar merupakan partikel-partikel kasar yang bergerak pada dasar sungai secara keseluruhan. Gerakannya bisa bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang meliputi lapisan dasar ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bersama-sama bergerak ke arah hilir. Pada umumnya alur sungai di bagian hulu angkutan *bed load*

merupakan bagian yang terbesar dari seluruh jumlah sedimen (Henratta & Halim, 2018).

b. Angkutan sedimen melayan (Suspended load)

Sedimen melayang (*suspended load*) adalah sedimen yang berada melayang-layang di dalam air, karena turbulensi aliran, jumlah sedimen yang melayang sangat erat berhubungan dengan konsentrasi sedimen di dalam air, yang dikenal dengan “ C ”, dengan satuan m^3/m^3 , l/l. *Suspended load* dapat dipandang sebagai material dasar sungai (*bed material*) yang melayang di dalam aliran, dan terdiri terutama dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu mendorong ke atas oleh turbulensi aliran (Rizalihadi et al., 2014).

c. Angkutan sedimen total (Total load)

Angkutan Sedimen Total (Total Load) ditentukan dengan menjumlahkan debit angkutan sedimen alas dengan debit angkutan sedimen melayang.

Menurut (Bahrul, 2019) Adapun Faktor terpenting yang biasanya sangat mempengaruhi proses sedimentasi di daerah pengaliran sungai, ialah:

1. Cakupan areal daerah pengaliran, Kapasitas sedimen yang yang dihanyutkan oleh suatu sungai biasanya berbanding lurus dengan luas daerah pengalirannya, karena itu untuk satuan intensitas sedimentasi digunakan volume sedimen yang dihanyutkan dari setiap km^2 per tahun ($m^3/km^2/tahun$).

- a. Kondisi geologi daerah pengaliran, Seperti struktur geologi yang membentuk daerah pengaliran, jenis-jenis batuan serta daerah penyebarannya, tingkat pelapukannya serat daya tahan batuan terhadap pengaruh-pengaruh cuaca dan karateristik geologi lainnya, akan sangat mempengaruhi intensitas proses-proses degradasi serta erosi pada batuan tersebut dan selanjutnya akan mempengaruhi intensitas sedimentasi pada sungai yang bersangkutan.
- b. Kondisi Topografi Elevasi suatu daerah pengaliran, kondisi perbukitan maupun pegunungannya, tingkat kemiringannya akan sangat mempengaruhi intensitas degradasi dari batuan yang terdapat di daerah pengaliran.
- c. Karakteristik dari hujan jatuh di daerah pengaliran antara lain mengenai intensitas, frekwensi serta durasinya sangat mempengaruhi intensitas degradasi dan erosi dari pada batuan yang membentuk daerah pengaliran lebih-lebih pada daerah yang bergunung-gunung, dimana air hujan yang mengalir diatas permukaan tanah dengan mudah mengikis lapisan atasnya serta menghanyutkannya masuk ke dalam alur sungai.
- d. Karakteristik hidrolika sungai Intensitas penggerusan tebing sungai dan kapasitas transportasi sedimen sangat dipengaruhi oleh karateristik hidrolika dari sungai yang bersangkutan yaitu debit sungai, kecepatan aliran air sungai, konfigurasi alur sungai, bentuk penampang lintang sungai, kemiringan dan kekerasan dari batuan pembentuk alur sungai.

Kekasaran tersebut biasanya tergantung dari tekstur batuan, konfigurasi alur sungai dan vegetasi yang terdapat pada alur sungai tersebut.

- e. Vegetasi pada daerah pengaliran, Biasanya vegetasi yang menutupi daerah pengaliran sungai akan sangat membantu pada penurunan proses-proses degradasi maupun erosi pada batuan di daerah ini.
- f. Kegiatan manusia, Kegiatan-kegiatan manusia baik yang langsung pada sungai, maupun kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada areal-areal tanah di daerah pengaliran, sangat mempengaruhi kapasitas sedimentasi pada sungai yang bersangkutan.

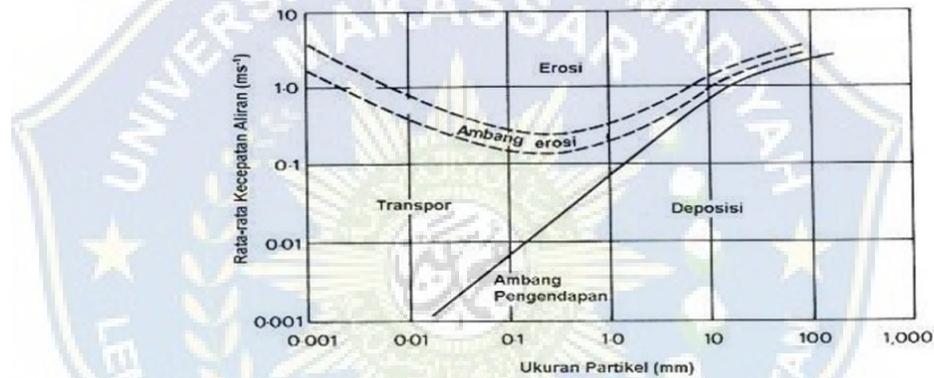
Besarnya sedimen yang terangkut aliran air ditentukan oleh interaksi faktor-faktor sebagai berikut.

- a. Besarnya sedimen yang masuk ke badan sungai. Besarnya sedimen yang masuk ke badan sungai dipengaruhi oleh faktor iklim, topografi daerah aliran sungai, kondisi geologi, kondisi aliran permukaan, bentuk DAS, kerapatan aliran, vegetasi dan cara bercocok tanam di daerah tangkapan air yang merupakan asal sedimen (Arsyad, 1989; Cook & Dornkamp, 1990; Summerfield, 1991; Ritter, et al., 1995; Asdak, 2002; Suripin, 2004).
- b. Karakteristik saluran dan kondisi aliran permukaan Aliran permukaan yaitu air yang mengalir di atas permukaan tanah. Bentuk aliran permukaan merupakan faktor yang penting sebagai penyebab erosi dan sebagai alat transpor sedimen. Sifat-sifat aliran permukaan yang menentukan

kemampuannya dalam menimbulkan erosi dan daya angkut sedimen adalah jumlah, laju, kecepatan, dan gejolak aliran permukaan.

3. Karakteristik Fisik Sedimen

Menurut (Lihawa, 2017) Karakteristik fisik sedimen yang menentukan besarnya sedimen yang terangkut adalah jumlah dan ukuran butir sedimen. mengembangkan hubungan antara ukuran partikel sedimen dan kecepatan aliran sungai seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2.2 Ambang batas kecepatan aliran yang dapat menyebabkan terjadinya erosi, pengangkutan dan pengendapan sedimen berdasarkan ukuran partikelnya.

Gambar . Ambang batas kecepatan aliran yang dapat menyebabkan terjadinya erosi, pengangkutan dan pengendapan sedimen berdasarkan ukuran partikelnya. (Hjulström dalam Summerfield, 1991; Ritter, et al., 1995)

Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa untuk partikel-partikel yang berukuran lebih besar dari 0,5 mm nilai kecepatan ambangnya meningkat

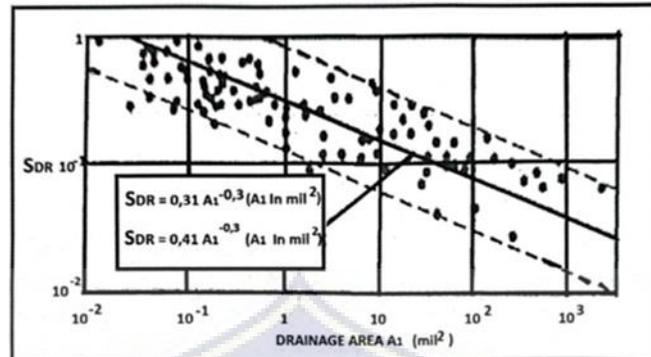
sejalan dengan meningkatnya diameter partikel. Tetapi untuk partikel dengan diameter lebih kecil dari 0,5 mm kecepatan ambangnya meningkat sejalan dengan menurunnya ukuran diameter.

4. Mekanisme Pergerakan Sedimen

Graf (1984) (Putri et al., 2021) menyatakan bahwa awal gerak butiran, atau yang sering juga disebut kondisi kritis, dapat dijelaskan dengan beberapa metode:

- a. Dengan persamaan kecepatan kritis (critical velocity); memperhitungkan pengaruh air terhadap sedimen
- b. Dengan persamaan tegangan geser kritis (critical shear stress); memperhitungkan gesekan gaya tarik aliran terhadap butiran
- c. Gaya angkat; memperhitungkan perbedaan tekanan akibat perbedaan kecepatan.

(Arsyad, 2010) dalam (Banuwa, 2013) Tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu DAS dan masuk ke dalam suatu badan air secara umum disebut sedimen. Rasio antara jumlah sedimen yang terangkut ke dalam sungai terhadap jumlah erosi yang terjadi di dalam DAS disebut rasio pelepasan sedimen (*Sediment Delivery Ratio: SDR*). Salah satu metode penetapan SDR berdasarkan penelitian empiris adalah oleh Boyce (1975, dalam Kodoatie dan Sugiyanto, 2002) dalam (Banuwa, 2013) dengan persamaan berikut dan Gambar 1.2.



Sumber: Boyce (1975, dalam Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Gambar 2. Kurva Rasio Pelepasan Sedimen

Pengaruh Luas DAS Terhadap SDR

Luas Daerah Aliran Sungai (km ²)	Sediment Delivery Ratio (%)
0,1	53,0
0,5	39,0
1,0	35,0
5,0	27,0
10,0	24,0
50,0	15,0
100,0	13,0
200,0	11,0
500,0	8,5
26.000,0	4,9

Sumber: Robinson (1979, dalam Arsyad, 2010).

Tabel 1. Pengaruh Luas DAS Terhadap SDR.

$$\text{SDR} = 0,41 A^3$$

di mana SDR adalah rasio pelepasan sedimen dan A adalah luas DAS (km).

Selanjutnya berdasarkan penelitiannya Auerswald (1992 dalam Arsyad, 2010) dalam (Banuwa, 2013) mengemukakan persamaan SDR sebagai berikut:

$$\text{SDR} = -0,02 + 0,385 A^{0,93}$$

Nilai SDR mendekati satu berarti bahwa semua tanah yang ter-angkut erosi masuk ke dalam sungai. Hal ini dapat terjadi karena DAS kecil, tidak

memiliki daerah datar, banyak mengandung liat, dan kerapatan drainase tinggi (Arsyad, 2010) dalam (Banuwa, 2013). Pengaruh luas DAS terhadap rasio pelepasan sedimen disajikan pada Tabel 4.1.

Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu (Asdak, 2002) dalam (Banuwa, 2013). Hasil sedimen tergantung dari erosi total dari suatu DAS dan tergantung pada transpor partikel-partikel tanah yang tererosi tersebut keluar dari DAS. Produksi sedimen umumnya mengacu kepada besarnya laju sedimen yang mengalir melewati satu titik pengamatan tertentu dalam suatu sistem DAS. Di atas telah dikemukakan bahwa tidak semua tanah yang tererosi akan sampai ke titik pengamatan.

Sebagian tanah yang tererosi akan terdeposisi pada cekungan permukaan tanah, di kaki lereng, dan bentuk-bentuk penampung sedimen lainnya. Oleh karena itu, besarnya hasil sedimen biasanya bervariasi mengikuti karakteristik fisik DAS. Besarnya hasil sedimen biasanya dinyatakan sebagai berat sedimen persatuan luas DAS per satuan waktu ($\text{ton/km}^2/\text{tahun}$). Variabilitas SOR dari suatu DAS ditentukan oleh pengaruh salah satu atau kombinasi dari faktor-faktor berikut (Asdak, 2002) dalam (Banuwa, 2013):

a. Sumber sedimen. Tebing sungai, sebagai sumber sedimen, akan memberikan hasil sedimen (volume dan kecepatan) berbeda dari sedimen

yang berasal dari hasil erosi yang terjadi di daerah tangkapan air. Sedimen yang berasal dari tempat yang terakhir ini bahkan sering kali tidak akan pernah mencapai sungai karena terdeposisi pada tempat-tempat antara berlangsungnya erosi dan sungai/anak sungai sebagai alat transpor sedimen.

- b. Jumlah sedimen yang tersedia untuk proses transpor sedimen dan jarak antara sumber sedimen dan sungai/anak sungai. Sebagai contoh, sejumlah besar sedimen yang dihasilkan dari proses erosi yang terjadi di tempat yang jauh dari alat transpor sedimen akan memberikan nisbah pelepasan sedimen yang lebih kecil daripada jumlah sedimen yang lebih sedikit tetapi dihasilkan dari tempat yang lebih dekat dari alat transpor sedimen. Ketika jumlah sedimen yang tersedia lebih besar daripada kapasitas sistem transpor sedimen yang ada, maka akan meningkatkan laju deposisi sedimen dan menurunkan nisbah pelepasan sedimen.
- c. Sistem transpor, umumnya dalam bentuk air larian (di daerah tangkapan air) dan kerapatan drainase (sungai/anak sungai). Semakin cepat dan besar volume air larian, semakin besar pula jumlah hasil sedimen. Demikian pula dengan kerapatan drainase, semakin banyak jumlah sungai dalam suatu DAS, semakin besar jumlah sedimen yang dihasilkan. Dengan demikian, DAS dengan kerapatan drainase tinggi dan dengan bentuk sungai yang relatif lurus dan mempunyai gradien permukaan sungai besar umumnya mempunyai angka SDR besar pula.

- d. Tekstur partikel-partikel tanah yang tererosi. Tekstur sedimen akan menentukan di mana sedimen dengan tekstur tertentu tersebut akan terdeposisi di dalam dan/atau di luar sistem transpor sedimen. Sering kali, material sedimen yang agak besar/kasar merupakan hasil sedimen yang berasal dari erosi tebing sungai, sedang material yang lebih halus berasal dari erosi permukaan.
- e. Lokasi deposisi sedimen. Sering kali sedimen terdeposisi di kaki-kaki bukit, di cekungan-cekungan permukaan daerah tangkapan air, di sepanjang sungai atau di dalam waduk/danau bagian atas. Terjadinya deposisi sedimen di tempat-tempat tersebut akan menurunkan angka SDR dari DAS/sub-DAS yang bersangkutan.
- f. Karakteristik DAS. Karakteristik fisik DAS yang paling menentukan besarnya SDR adalah luas daerah tangkapan air termasuk topografi dari daerah tangkapan air tersebut. Kemiringan dan panjang lereng dalam hal ini akan menentukan besarnya erosi yang terjadi di tempat tersebut, dan dengan demikian, juga menentukan besarnya angka SDR.

Cara memperkirakan besarnya hasil sedimen menurut SCS National Engineering Handbook (DPMA, 1984 dalam Asdak, 2002) dalam (Banuwa, 2013) sebagai berikut:

$$Y = E (SDR) A$$

Di mana Y adalah hasil sedimen persatuan luas, E adalah erosi total, SDR adalah rasio pelepasan sedimen, dan A adalah luas DAS. sedimen yang dihasilkan oleh erosi yang berlebihan akibat lahan yang salah kelola lebih banyak menimbulkan malapetaka ekosistem atau permukiman yang menjadi tempat sedimen terendapkan (Gambar 4.2) (Arsyad, 2010) dalam (Banuwa, 2013).



Sumber: Kalsim (2005).

Gambar 3. Sedimentasi Di Muara Way Sekampung.

Sedimen yang terbawa sampai masuk ke dalam waduk atau danau sebagian akan terendap dalam waduk atau danau tersebut dan sebagian lagi akan terbawa oleh air yang mengalir ke luar. Bagian dari sedimen yang mengendap menunjukkan keefisienan waduk untuk menangkap sedimen (*sediment trap*).

Burgh (1972) dalam (Banuwa, 2013), membedakan sedimen berdasarkan gerakannya yaitu muatan dasar (*bed load*) dan muatan

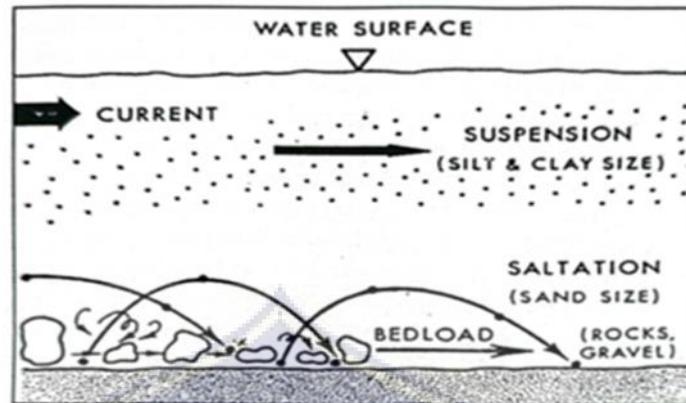
melayang/tersuspensi (*suspended load*). Muatan dasar adalah partikel-partikel sedimen yang bergerak menggelinding meluncur atau meloncat pada lapisan dasar sungai. Muatan dasar bergerak sepanjang dasar saluran atau sungai dan selalu bersinggungan atau bersentuhan dengan dasar saluran atau sungai.

Sedangkan muatan tersuspensi adalah partikel-partikel yang bergerak di atas muatan dasar dan bercampur dengan aliran atau melayang (Shen, 1971) dalam (Banuwa, 2013). Untuk beberapa kasus dapat terjadi bahwa sedimen juga terangkut dengan cara salto atau meloncat-loncat (*saltation*), di mana kadang-kadang bergerak di dasar kemudian terlempar ke atas melambung dan melayang mengikuti aliran air, kemudian turun ke dasar saluran atau sungai dan seterusnya. Muatan sedimen dari suatu aliran juga dapat dibagi dua berdasarkan besarnya ukuran butir. Fraksi halus yang kebanyakan tersuspensi disebut muatan terhanyut (*wash load*), sedangkan fraksi kasar biasanya dikenal dengan muatan bahan dasar (*bed material load*) (Asdak, 2002; Kodoatie dan Sugiyanto, 2002) dalam (Banuwa, 2013). Di samping muatan di atas terdapat muatan terlarut yaitu merupakan komposisi kimia dari air, yang dihasilkan dari berbagai gas dari atmosfer, dan dihasilkan dari bahan yang dilarutkan selama perjalanannya melalui batuan, maupun larutan

yang berasal dari reaksi kimia di bawah permukaan tanah dan hasil-hasil yang disebabkan oleh aktivitas manusia.

Stream capacity atau kapasitas aliran sungai merupakan kemampuan suatu sungai untuk melakukan fungsinya, seperti kemampuan mengalirkan air, kemampuan menampung air, mengendapkan sedimen, kemampuan untuk menyediakan kehidupan bagi organisme sungai dan sebagainya.

Kemampuan suatu sungai sangat ditentukan oleh karakteristik internal sungai itu sendiri seperti tipe, bentuk, kemiringan, kedalaman, jenis bahan atau material dasar sungai, panjang aliran sungai, vegetasi sungai, dan sebagainya. Dalam hubungannya dengan aspek sedimentasi, maka kapasitas sungai yang berkaitan secara langsung dan merupakan karakteristik internal adalah semua faktor yang memengaruhi debit aliran sungai. Faktor-faktor tersebut adalah kecepatan aliran dan luas penampang sungai. Selanjutnya kecepatan aliran air sungai ditentukan oleh jenis bahan atau material dasar sungai di mana semakin kasar dasar sungai maka kecepatan aliran sungai akan berkurang (sesuai dengan koefisien kekasaran Manning).



Sumber: Burgh (1972).

Gambar 4. Peroses Pergerakan Sedimen.

Menurut persamaan Manning (Arsyad, 2010) dalam (Banuwa, 2013).kecepatan aliran baik sungai (saluran alami) maupun saluran buatan berbanding terbalik dengan nilai. Artinya semakin kasar dasar sungai maka semakin besar dan kecepatan aliran akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Kecepatan aliran juga dipengaruhi oleh radius hidraulik (R) yang dipengaruhi oleh lebar penampang basah dan kedalaman sungai. Kecepatan aliran sungai berbanding lurus dengan radius hidraulik di mana semakin besar nilai R maka semakin besar aliran air sungai. Di samping itu kecepatan aliran sungai juga dipengaruhi oleh kemiringan sungai, di mana semakin besar nilai S maka semakin besar kecepatan aliran sungai (Asdak, 2002) dalam (Banuwa, 2013).

Proses pengendapan partikel-partikel tanah yang terangkut (sedi• mentasi) di samping dipengaruhi oleh karakteristik internal sungai, juga dipengaruhi oleh karakteristik eksternal yaitu karakteristik sedimen yang terangkut apakah berupa fraksi halus (*wash load*) atau fraksi kasar (*bed material load*). Sedimentasi sangat tergantung kecepatan aliran sungai dan sifat alirannya. Aliran yang bersifat laminar lebih cepat mengendapkan material yang terangkut dibandingkan dengan aliran yang bersifat turbulen. Aliran laminar mempunyai kemampuan untuk menggerus (*scour*) lebih rendah dibandingkan dengan aliran turbulen. Sebaliknya aliran turbulen lebih besar kemampuannya melakukan penggerusan dasar sungai, sehingga akan menambah jumlah material yang terangkut oleh aliran. Proses pengendapan material lebih lambat pada tipe turbulen. Kecepatan aliran sungai berbanding terbalik dengan jumlah material yang terdeposisi. Dengan kata lain kecepatan aliran berbanding terbalik dengan sedimentasi. Air sungai yang mengalir dengan kecepatan tinggi akan mengakibatkan material mempunyai peluang untuk terangkut terutama material melayang (*suspended load*), sehingga jumlah material yang mengendap akan cenderung lebih sedikit. Demikian pula sebaliknya kecepatan aliran air yang rendah akan menyebabkan jumlah material terangkut yang mengendap lebih banyak. Dalam kaitannya dengan transpor sedimen ini, Asdak (2002) dalam (Banuwa, 2013) mengilustrasikan sebagai berikut:

Laju Kerja = Kekuatan yang tersedia x efisiensi

Apabila sungai diasumsikan sebagai penangkap sedimen (*sediment trap*) seperti halnya waduk, maka kemampuan sungai untuk menangkap sedimen ditentukan oleh sifat sedimen (distribusi ukuran butir) dan kecepatan aliran yang melalui sungai tersebut. Laju aliran yang melalui sungai menentukan kemampuan sungai untuk mengendapkan sedimen.

Kecepatan aliran sungai lebih besar di badan aliran sungai dibandingkan dengan di tempat-tempat dekat dengan permukaan tebing atau dasar sungai (Asdak, 2002) dalam (Banuwa, 2013). Dalam pola aliran sungai yang tidak menentu atau berputar-putar (*turbulence flow*) tenaga momentum yang diakibatkan oleh kecepatan aliran yang tidak menentu akan dipindahkan ke arah aliran air yang lebih lambat. Aliran turbulen ini akan mengakibatkan terjadinya bentuk perubahan dari tenaga kinetis yang dihasilkan oleh adanya gerakan aliran sungai menjadi energi panas. Sebagian energi kinetis yang bergerak ke dasar sungai, yang memungkinkan terjadinya gerakan partikel-partikel kasar yang ada di dasar sungai (disebut juga sedimen meraya

Akibat perbedaan kemiringan sungai, maka penurunan ketinggian air permukaan sungai terutama yang terjadi secara tiba-tiba dapat mengakibatkan perubahan energi potensial menjadi energi kinetik,

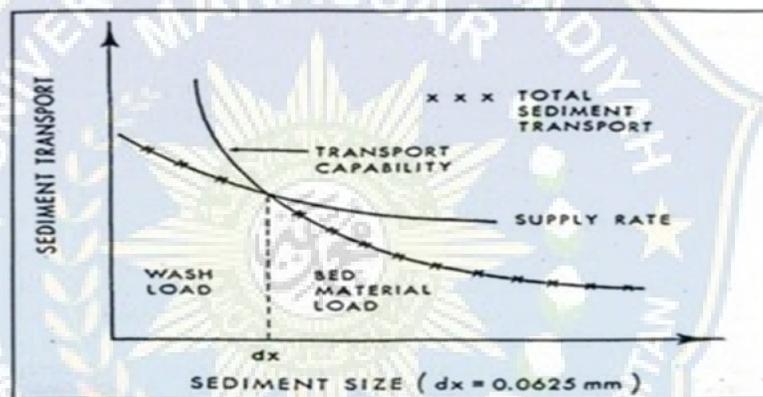
sehingga terjadi pula peningkatan kecepatan aliran air sungai tersebut. Kekuatan aliran sungai secara teoretis mampu menjadi alat transpor sedimen dan secara sederhana dapat ditunjukkan sebagai hasil perkalian antara debit sungai dan kemiringan permukaan air sungai.

Besarnya transpor sedimen dalam aliran sungai merupakan fungsi dari suplai sedimen dan energi aliran sungai (*stream energy*). Jika besarnya energi aliran sungai lebih besar dari suplai sedimen, maka terjadilah degradasi sungai. Sebaliknya jika suplai sedimen lebih besar dari energi aliran sungai maka terjadilah aggradasi sungai. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aliran sungai merupakan sistem yang dinamik, sehingga aliran sungai selalu bervariasi. Selama periode aliran besar (*stormflow events*), maka meningkatnya kurva hidrograf (*the rising limb of hydrograph*) berasosiasi dengan meningkatnya laju transpor sedimen. Jika debit aliran puncak telah terlampaui dan debit aliran berkurang dengan cepat, maka laju sedimen juga berkurang secara cepat yang berakibat terjadinya aggradasi sungai.

Begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsung transpor sedimen. Kecepatan transpor sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dengan ukuran partikel sedimen. Karakteristik sungai yang penting memengaruhi sedimen yang masuk ke sungai adalah morfologi sungai, tingkat kekasaran dasar sungai dan kemiringan sungai. Interaksi

dari masing-masing faktor tersebut akan menentukan jumlah dan tipe sedimen serta kecepatan transpor sedimen yang bersangkutan

Sebelum masuk ke badan air, contoh sedimen yang dibawa oleh aliran permukaan perlu diambil untuk mengetahui jumlah dan kandungan sedimen awal pada sisi *on site*, agar diperoleh data dan informasi yang akurat. Pengambilan contoh sedimen dapat dilakukan pada bidang lahan maupun DAS.

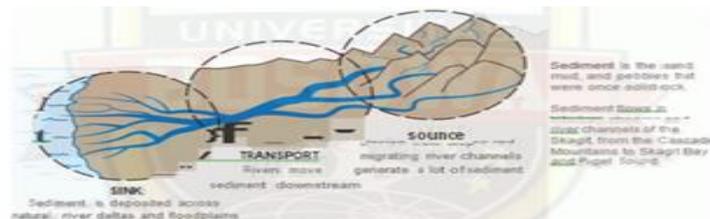


Sumber: Asdak (2002).

Gambar 5. Total Sedimen Terangkut.

5. Penyebab Dan Proses Terjadinya Sedimentasi Di Sungai

a. Faktor Alam



Gambar 6. Proses terjadinya sedimentasi di sungai.

Proses sedimentasi diawali dengan pelapukan batuan di pegunungan atau dataran tinggi, atau yang biasa dikenal dengan istilah *weathering*.

Batuan yang telah lapuk atau tergerus berkat aliran air akan terbawa oleh aliran air yang cukup deras di sungai-sungai yang terletak di pegunungan. Pecahan batuan tersebut, yang disebut sebagai sedimen, akan terbawa ke daratan yang lebih rendah dan juga landai. Proses transportasi sedimen ini disebut sebagai erosi.

Pada mulanya, sedimen yang merupakan bebatuan berukuran besar yang telah lapuk atau tergerus air akan mengalir ke daratan yang lebih rendah. Dalam proses ini, sedimen yang masih berukuran cukup besar akan saling bertabrakan dan ukurannya menjadi lebih kecil. Kemudian, di daratan yang lebih landai, contohnya pesisir, air mengalir lebih lambat dan perlahan akan kehilangan kapasitasnya untuk membawa sedimen. Alhasil, sedimen pun jatuh dan terjadilah proses sedimentasi.

b. Faktor Buatan / Manusia



Gambar 7. sedimentasi akibat kegiatan agrikultur

Meski proses perpindahan sedimen adalah kejadian yang terjadi secara alami, kegiatan manusia di sekitar sungai dapat mempengaruhi intensitas sedimentasi yang ada. Riset mengenai pengaruh perubahan iklim dan berbagai kegiatan manusia terhadap sedimentasi di sungai telah dilakukan oleh banyak ahli di berbagai belahan dunia (contohnya: *Schumm, 1977; Goudie, 2000; Knighton, 1998; Mo/man, 1967; Mead, 1982*).

Penelitian dari *D.E. Walling* pada tahun 2006 berkesimpulan bahwa peningkatan jumlah sedimen di muara disebabkan oleh pembukaan lahan untuk agrikultur serta kegiatan yang merusak tanah seperti pertambangan atau penebangan hutan. Tanah yang digunakan untuk agrikultur cenderung lebih rentan mengalami erosi karena lahannya bersifat terbuka dan sering dilewati air. Tingginya laju urbanisasi juga turut meningkatkan intensitas erosi yang terjadi di sungai. Penggunaan dan pencemaran air yang masif dalam produksi di bidang pertanian dan industri (berkaitan dengan konsep virtual water) juga dapat menambah sedimen yang beracun.

Selain berdampak pada penambahan jumlah sedimen, kegiatan manusia juga dapat berpengaruh pada berkurangnya sedimentasi. Pengurangan sedimentasi di hilir terlihat baik karena seolah merefleksikan adanya konservasi lahan ataupun kontrol sedimen yang baik di hulu. Namun, pada kenyataannya, berkurangnya sedimentasi di hilir ini biasanya

disebabkan oleh adanya sedimentasi di waduk buatan. Adanya sedimentasi membuat waduk tidak dapat dimanfaatkan secara optimal (Fauzan, 2023).

C. MPM

1. Metode *Meyer Peter Muller* (MPM) Rumus *Meyer-Peter dan Muller* (MPM) diperoleh secara empirik untuk memprediksi angkutan sedimen di sungai, karena range data yang digunakan sangat besar. Dikembangkan untuk sedimen seragam dan tidak seragam. Besarnya sedimen dasar dihitung dengan menggunakan rumus *Meyer-Petter Muller* sebagai berikut. (Khodijah, 2019)

$$G = 1,606B \left\{ 3,306 \left(\frac{Q}{Q} \right) \left(\frac{D_{90}^{1/6}}{N} \right)^3, d \cdot S - 0,627 D \right\}^{3/2}$$

Dimana :

G = beban alas (ton/hari)

B = lebar sungai (m)

Qb = debit yang mengalir di atas beban layang (m³/det)

$$= \frac{Q}{1 + \frac{2d}{b} \left(\frac{n}{n} \right)^{3/2}} \dots$$

Q = debit sungai (m³/det)

D₉₀ = presentase diameter butiran lolos 90% (mm)

N_s = koefisien manning pada dasar sungai $\pi r^{2/3}$

$$= n \left\{ 1 + \frac{2d}{B} \left\{ 1 - \left(\frac{n}{n} \right) = \frac{3}{2} \right\} \right\}^{2/3}$$

N_m = koefisien manning untuk seluru bagian sungai

N_w = koefisien manning untuk talud sungai

D_m = diameter efektif (diameter rata – rata)

D = rata – rata kedalaman air (m)

S = kemiringan sungai

2. Produksi debit sedimen melayang untuk menghitung debit sedimen melayang di gunakan metode pengukuran , yaitu pada periode waktu tertentu debit muatan sedimen melayang dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian konsentrasi dan debitnya yang dapat dirumuskan sebagai berikut. (Didah, 2019)

$$Q_{sm} = K \times C_s \times Q_w$$

Dimana ;

Q_{sm} : debitsedimen melayang (ton/tahun)

Q_w = debit air (m³/detik)

C_s = konsentrasi sedimen beban melayang (gr/liter)

K = factor koreksi

Persamaan di atas dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_{sm} = 60 \times 60 \times 24 \times C \times Q$$

$$Q_{sm} = 86400 \times C \times Q$$

Dengan asumsi bahwa konsentrasi sedimen merata pada seluruh bagian penampang sungai , maka debit sedimen dapat di hitung sebagai hasil perkalian antara konsentrasi dan debit air yang di rumuskan sebagai berikut:

$$Q_{sm} = 0.0864 \times C_s \times Q_w$$

Dimana ;

Q_{sm} = debit sedimen melayang (ton/tahun)

C_s = konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

Q_w = debit air (m³/detik)

$K = 0.0864$

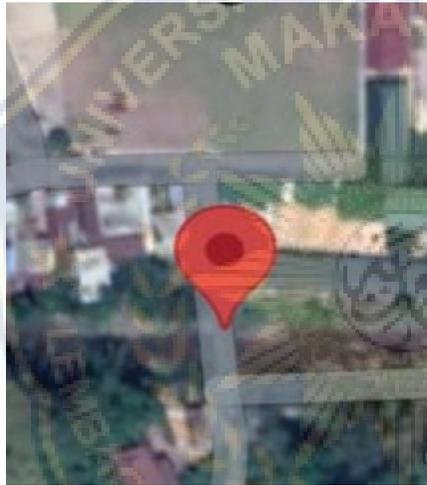


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi yang kami gunakan untuk melakukan penelitian yaitu sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS) saddang di kabupaten tana toraja kec.salubarani, lokasi 3.280726°S $119.852519^{\circ}\text{E}$ dan kabupaten enrekang kec.alla ,lokasi 3.332198°S $119.834905^{\circ}\text{E}$



Gambar 8. lokasi 1 kec.salubarani Gambar 9. lokasi 2 kec.alla

B. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Tana Toraja khususnya aliran Sungai Saddang Sulawesi Selatan, dengan masa waktu penelitian selama tiga bulan.

C. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif karena hasil yang di peroleh berupa angka.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini akan menggunakan dua data yaitu

1. Data primer merupakan data penelitian yang di peroleh langsung dari hasil observasi.
2. Data sekunder data yang di peroleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah di lakukan menggunakan metode MPM maupun yang dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

E. Variabel Yang Diteliti

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka variabel yang diteliti adalah laju sedimen yang ada di hulu.

F. Bagan Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, maka langkah selanjutnya data tersebut akan diolah, pada tahap ini akan diketahui jawaban dari rumusan masalah dan akan diketahui besar debit sedimentasi di sungai saddang.

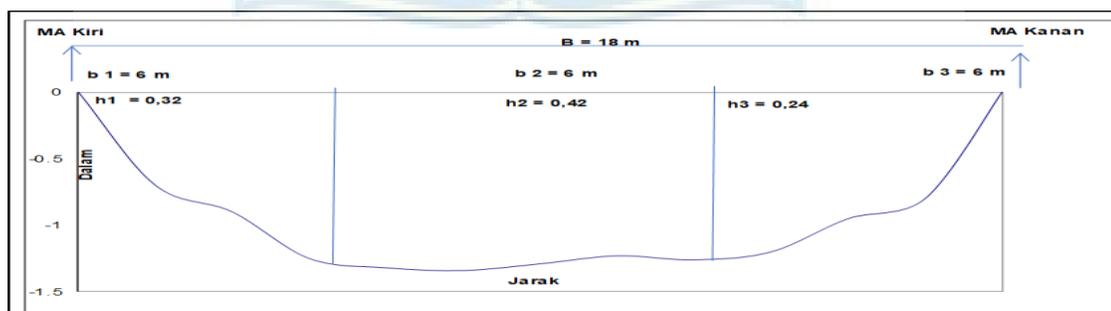
B. Pengolahan data hasil penelitian pada patok 1

1. Analisa Perhitungan Luas Penampang Sungai

Dari hasil pengambilan data di lapangan berupa pengukuran kecepatan aliran dan luas penampang sungai, selanjutnya dilakukan pengolahan data.

Tabel 2..Hasil Pengukuran Pada Patok 1

Patok 1	Jarak (m)	Kecepatan (detik)	Kedalaman (cm)
R1	6	18.44	32
R2	6	13.63	42
R3	6	20.20	24



Gambar 10..Penampang Sungai Patok 1

Titik Po – P1

$$P1 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 0.32$$

$$= 0.96$$

$$R1 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$= \sqrt{6^2 + 0.32^2}$$

$$= 6.008$$

Titik P1 – P2

$$P2 = P \times L$$

$$= 6 \times 0.42 = 2.52$$

$$R2 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$= \sqrt{6^2 + 0.42^2}$$

$$= 6.014$$

Titik P2 – P3

$$P3 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 0.24$$

$$= 0.72$$

$$R3 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$= \sqrt{6^2 + 0.24^2}$$

$$= 6.004$$

2. Perhitungan Jari Jari Hidrolis

Rumus; $R : A / P$

Dimana :

R : jari – jari hidrolis (R)

A :luas penampang basah (m^3)

P : keliling basah saluran (m)

Titik P0 – P1

$$R1 = A1 / P1$$

$$= 0.96 : 6.968$$

$$= 0.138 \text{ m}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jari-Jari Hidrolis

PA TOK 1	A	P	R
R1	0.96	6.968	0.138
R2	2.52	8.534	0.295
R3	0.72	6.724	0.104

Jadi total keseluruhan : 0.537

3. perhitungan kecepatan pelampung

Rumus :

$$V = \frac{\text{Jarak (m)}}{\text{Waktu (detik)}}$$

Titk P0

$$V = \frac{0}{0} = 0 \text{ m/detik}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kecepatan Pelampung

pato 1	jarak (m)	waktu (detik)	kecepatan pelampung (m/detik)
R1	6	18.44	0.325
R2	6	13.63	0.440
R3	6	20.20	0.297

4. perhitungan kecepatan aliran

Rumus : $V = \text{Kecepatan} \times \text{Faktor Koreksi}$

Factor koreksi yang digunakan 0.65 – 0.85. pada sungai dengan dasar factor koreksinya adala 0.85.namun, secara umum factor koreksi yang digunakan adalah sebesar 0.65. maka, pada perhitungan ini di pakai factor koreksi 0.65

Titik P0

$$V \text{ akhir} = 0 \times 0.65$$

$$= 0 \text{ m/detik}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran

Titik	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan (m/detik)	Factor koreksi	Kecepatan aliran (m/detik)
P0	0	0	0	0.65	0

P1	6	18.44	0.325	0.65	0.211
P2	6	13.63	0.440	0.65	0.286
P3	6	20.20	0.297	0.65	0.193

5. Perhitungan Kecepatan Pelampung Per Ruas

Rumus :

$$V = \frac{v_{patok\ 0} + v_{patok\ 1}}{6}$$

Titik P0 –P1

$$V = \frac{v_0 + v_1}{6}$$

$$= \frac{0 + 0.211}{6} = 0.035 \text{ m/detik}$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kecepatan Per Ruas

Patok 1	Jarak	Waktu	Kecepatan	Faktor Koreksi	Kecepatan aliran	Kecepatan pelampung per ruas
R1	6	18.44	0.325	0.65	0.211	0.035
R2	6	13.63	0.440	0.65	0.286	0.259
R3	6	20.20	0.297	0.65	0.193	0.318

6. Perhitungan Debit Dengan Kecepatan Pelampung

Rumus :

$$Q = A \times V$$

Dimana :

A : luas (m^2)

V : Kecepatan (m/detik)

Q : Debit (m^3 /detik)

Titik P0 – P1

$$Q = A1 \times V1$$

$$= 0.96 \times 0.035$$

$$= 0.034 \text{ m/detik}$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan Debit Dengan Kecepatan Pelampung

Patok 1	Luas penampang basa A	Kecepatan pelampung per ruaas V	debit Q
R1	0.96	0.035	0.034
R2	2.52	0.259	0.653
R3	0.72	0.318	0.229

Jadi total debit = 1.218 m^3 /detik

7. Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran Dengan Pelampung

Rumus :

$$I = \left(\frac{V}{K \times R^{2/3}} \right)^2$$

Dimana :

I : Kemiringan dasar saluran

V : Kecepatan Pelampung (m/detik)

R : Jari jari hidrolis (m)

K : 35. (Table Harga Kekasaran Koefisien Strickler)

Titik P0-P1

$$I = \left(\frac{V}{K \times R^{2/3}} \right)^2$$

$$= \frac{0.035}{35 \times 0.267} = 0.003745$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran Dengan Pelampung

Patok 1	Jari Jari Hidrolis	Kecepatan Pelampung Per Ruas	Harga Kekasaran Koefisien Strickler	Kemiringan Dasar Saluran
R1	0.138	0.035	35	0.003745
R2	0.295	0.259	35	0.016704
R3	0.104	0.318	35	0.041111

Jadi total keseluruhan ialah : 0.06156

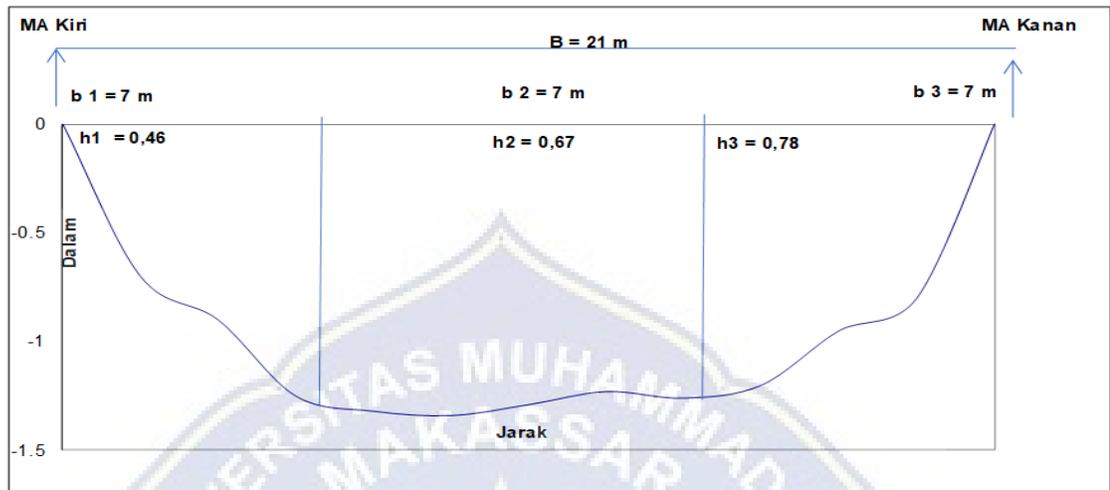
C. Pengolahan Data Hasil Penelitian Pada Patok 2

1. Analisa Perhitungan Luas Penampang Sungai

Dari hasil pengambilan data di lapangan berupa pengukuran kecepatan aliran dan luas penampang sungai, selanjutnya dilakukan pengolahan data.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Pada Patok 2

Patok 1	Jarak (m)	Kecepatan (detik)	Kedalaman (cm)
R1	7	17.30	46
R2	7	18.85	67
R3	7	15.47	78



Gambar 11. Penampang Sungai Patok 2

Titik Po – P1

$$P1 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t$$

$$= \frac{1}{2} \times 7 \times 0.46$$

$$= 1.61 \text{ m}$$

$$R1 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$= \sqrt{7^2 + 0.46^2}$$

$$= 7.015 \text{ M}$$

Titik P1 – P2

$$P2 = P \times L$$

$$= 7 \times 0.67 = 4.69 \text{ m}$$

$$R2 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$= \sqrt{7^2 + 0.67^2}$$

$$= 7.031 \text{ m}$$

Titik P2 – P3

$$P3 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t$$

$$= \frac{1}{2} \times 67 \times 0.78$$

$$= 2.73 \text{ m}$$

$$R3 = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$= \sqrt{7^2 + 0.78^2}$$

$$= 7.043 \text{ m}$$

2. Perhitungan Jari Jari Hidrolis (R)

Rumus; $R : A / P$

Dimana :

R : Jari – Jari Hidrolis (R)

A : Luas Penampang Basah (m^3)

P : Keliling Basah Saluran (m)

Titik P0 – P1

$$R1 = A1 / P1$$

$$= 1.61 : 8.625$$

$$= 0.187 \text{ m}$$

Table.10. Hasil Perhitungan Jari Jari Hidrolis

PATOK 2	A	P	R
R1	1.61	8.625	0.187

R2	4.69	11.721	0.400
R3	2.73	9.773	0.297

Jadi Total Keseluruhan : 0.866

3. Perhitungan Kecepatan Pelampung

Rumus :

$$V = \frac{\text{Jarak (m)}}{\text{Waktu (detik)}}$$

Titik P1

$$V = \frac{7}{17.30}$$

$$= 0.405 \text{ m/detik}$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Kecepatan Pelampung

pato 1	jarak (m)	waktu (detik)	kecepatan pelampung (m/detik)
R1	7	17.30	0.405
R2	7	18.85	0.371
R3	7	15.47	0.452

4. Perhitungan Kecepatan Aliran

Rumus : $V = \text{Kecepatan} \times \text{Faktor Koreksi}$

Factor koreksi yang digunakan 0.65 – 0.85. pada sungai dengan dasar factor koreksinya adalah 0.85.namun, secara umum factor koreksi yang digunakan adalah sebesar 0.65. maka, pada perhitungan ini di pakai factor koreksi 0.65

Titik P0

$$V \text{ Akhir} = 0 \times 0.65$$

$$= 0 \text{ m/detik}$$

Tabel 12. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran

Titik	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan (m/detik)	Factor koreksi	Kecepatan aliran (m/detik)
P0	0	0	0	0.65	0
P1	7	17.30	0.405	0.65	0.263
P2	7	18.85	0.371	0.65	0.241
P3	7	15.47	0.452	0.65	0.294

5. Perhitungan Kecepatan Pelampung Per Ruas

Rumus :

$$V = \frac{v \text{ patok } 0 + v \text{ patok } 1}{7}$$

Titik P0 –P1

$$V = \frac{v_0 + v_1}{7}$$

$$= \frac{0 + 0.263}{7} = 0.038 \text{ m/detik}$$

Table.13. Hasil Kecepatan Pelampung Per Ruas

patok 2	jarak (m)	waktu (detik)	kecepatan (m/detik)	faktor koreksi	kecepatan aliran (m/detik)	kecepatan pelampung per ruas
---------	-----------	---------------	---------------------	----------------	----------------------------	------------------------------

R1	7	17.30	0.405	0.65	0.263	0.038
R2	7	18.85	0.371	0.65	0.241	0.072
R3	7	15.47	0.452	0.65	0.294	0.076

6. Perhitungan Debit Dengan Kecepatan Pelampung

Rumus :

$$Q = A \times V$$

Dimana :

A : luas (m^2)

V : Kecepatan (m/detik)

Q : Debit (m^3 /Detik)

Titik P0 – P1

$$Q = A1 \times V1$$

$$= 1.61 \times 0.038$$

$$= 0.061 \text{ m/detik}$$

Tabel 14. Hasil Perhitungan Debit Dengan Kecepatan Pelampung

patok 2	A (m^2)	V (m/detik)	Q (m^3 /detik)
R1	1.61	0.038	0.061
R2	4.69	0.072	0.338
R3	2.72	0.076	0.207

Jadi Total Debit = 0.606 m^3 /detik

7. Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran Dengan Pelampung

Rumus :

$$I = \left(\frac{V}{K \times R^{2/3}} \right)^2$$

Dimana :

I : Kemiringan dasar saluran

V : Kecepatan Pelampung (m/detik)

R : Jari jari hidrolis (m)

K : 35. (Table Harga Kekasaran Koefisien Strickler)

Titik P0-P1

$$I = \left(\frac{V}{K \times R^{2/3}} \right)^2$$

$$= \frac{0.038}{35 \times 0.327} = 0.003 \ 320$$

Tabel 15. Hasil Perhitungan Kemiringan Dasar Saluran Dengan Pelampung

patok 1	Jari Jari Hidrolis	Kecepatan Pelampung Per Ruas	Harga Kekasaran Koefisien Strickler	Kemiringan Dasar Saluran
R1	0.187	0.038	35	0.003 320
R2	0.440	0.072	35	0.003 788
R3	0.279	0.076	35	0.005 085

Jadi Total Keseluhan Ialah : 0.012 19

D. Analisa sedimen

Analisis sedimen dilakukan dengan mengambil sampel sedimen di dalam botol minuman air mineral besar, hal ini bertujuan untuk mengetahui gradasi butiran dan klasifikasi sampel sedimen berdasarkan uji berat jenis dan analisis saringan dan konsentrasi sedimen yang nantinya data tersebut digunakan sebagai parameter untuk perhitungan sedimen. dan adapun hasil uji lab sebagai berikut.

Tabel 17. Hasil Laboratorium Berat Jenis Pada Patok 1

nama sampel		RUAS 1		RUAS 2		RUAS 3	
		A	B	A	B	A	B
kedalaman sampel	m	0.32		0.42		0.24	
nomor piknometer		A	B	A	B	A	B
berat piknometer + tanah	g	41.93	41.33	35.35	39.39	41.82	41.22
berat piknometer	g	31.8	31.18	25.17	29.25	31.8	31.18
berat tanah sampel	g	10.13	10.15	10.18	10.14	10.02	10.04
suhu T	C	28	28	28	28	28	28
berat piknometer + air pada suhu T	g	79.79	80.63	75.02	79.13	79.75	80.62
berat piknometer + tanah + air	g	86.13	86.94	81.38	85.46	86.01	86.88
berat jenis air pada suhu T, ρ_w	g/cm	0.99624	0.99624	0.99624	0.99624	0.99624	0.99624
koefisien koreksi berat jenis, $\rho_w/g20$		0.99803	0.99803	0.99803	0.99803	0.99803	0.99803
berat tanah kering, W_s	g	10.13	10.15	10.18	10.14	10.02	10.04
berat jenis tanah, $(G_s = a \cdot W_s / W_w)$		2.67	2.64	2.66	2.66	2.66	2.65
berat jenis tana rata-rata		2.653		2.658		2.655	
				berat jenis air		gw,20 C=0.99821	

Pada perhitungan berat jenis sedimen dasar pada patok 1 didapatkan hasil perhitungan rata-rata sedimen dasar sebesar 2.655.

Tabel 18. Hasil Laboratorium Analisa Saringan Pada Ruas 1

no saringan	diameter mm	berat tertahan gram	berat kumulatif gram	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.750	0	0	0.0	100.0
10	2.000	12	12	5.5	94.5
20	0.840	12	24	10.9	89.1
40	0.425	33	57	25.9	74.1
60	0.250	46	103	46.8	53.2
100	0.150	36	139	63.2	36.8
200	0.075	24	163	74.1	25.9
pan	-	57	220	100.0	0.0

Rekaptulasi Hasil Analisis Saringan Pada Ruas 1

krikil	5.45 %
pasir	68.64 %
finer	25.91 %

Pada tabel 18. hasil perhitungan analisis saringan pada patok 1 ruas 1 di dapatkan nilai persentase tertahan pada saringan nomor 10 sebesar 5.45 % dengan jenis sedimen kerikil , dan nilai presentasi tertahan sebesar 68.64 % dengan jenis

sedimen pasir , sedangkan presentasi tertahan pada PAN di dapatkan nilai sebesar 25.91 % dengan jenis sedimen finer / halus.

Tabel 19. Hasil Laboratorium Analisis Saringan Pada Ruas 2

no saringan	diameter mm	berat tertahan gram	berat kumulatif gram	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.750	0	0	0.0	100.0
10	2.000	84	84	38.2	61.8
20	0.840	76	160	72.2	27.3
40	0.425	40	200	90.9	9.1
60	0.250	14	214	97.3	2.7
100	0.150	4	218	99.1	0.9
200	0.075	2	220	100.0	0.0
pan	-	0	220	100.0	0.0

Rekapitulasi Hasil Analisis Saringan Pada Ruas 2

kerikil	38.18 %
pasir	61.82 %
finer	0.00 %

Pada Tabel 19. Hasil perhitungan analisis saringan pada patok 1 ruas 2 di dapatkan nilai peresentase tertahan pada saringan nomor 10 sebesar 38.18 % dengan jenis sedimen kerikil , dan nilai presentasi tertahan sebesar 61.82 % dengan jenis sedimen pasir , sedangkan presentasi tertahan pada PAN di dapatkan nilai sebesar 0.00 % dengan jenis sedimen finer / halus.

Tabel 20. Hasil Laboratorium Analisis Saringan Pada Ruas 3

no saringan	diameter mm	berat tertahan gram	berat kumulatif gram	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.750	0	0	0.0	100.0
10	2.000	2	2	0.9	99.1
20	0.840	5	7	3.2	96.8
40	0.425	41	48	21.8	78.1
60	0.250	67	115	52.3	47.7
100	0.150	39	154	70.0	30.0
200	0.075	22	176	80.0	20.0
pan	-	44	220	100.0	0.0

Rekapulasi Hasil Analisis Saringan

kerikil	0.91 %
pasir	79.09 %

finer	20.00 %
-------	---------

Pada Tabel 20. Hasil perhitungan analisis saringan pada patok 1 ruas 3 di dapatkan nilai peresentase tertahan pada saringan nomor 10 sebesar 0.91 % dengan jenis sedimen kerikil , dan nilai presentasi tertahan sebesar 79.09 % dengan jenis sedimen pasir , sedangkan presentasi tertahan pada PAN di dapatkan nilai sebesar 20.00 % dengan jenis sedimen finer / halus.

Tabel 21. Hasil Laboratorium Konsentrasi Sedimen Pada Patok 1

nama sampel	m	R1	R2	R3
volume contoh sedimen	liter	1450	1450	1450
berat sedimen + berat tinbox	g	81.752	89.692	128.488
berat tinbox	g	81.503	89.461	128.286
berat sedimen	mg	249	231	202
konsentrasi sedimen	mg/liter	0.1717	0.1593	0.1393

Tabel 22. Hasil Laboratorium Berat Jenis Pada Patok 2

nama sampel		RUAS 1		RUAS 2		RUAS 3	
kedalaman sampel	m	0.46		0.67		0.78	
nomor piknometer		A	B	A	B	A	B
berat piknometer + tanah	g	35.21	39.29	41.80	41.22	35.22	39.29
berat piknometer	g	25.17	29.25	31.80	31.19	25.18	29.26
berat tanah sampel	g	10.04	10.04	10.00	10.03	10.03	10.03
suhu T	C	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
berat piknometer + air pada suhu T	g	75.01	79.09	79.78	80.62	75.00	79.09
berat piknometer + tanah + air	g		85.33	85.99	86.90	81.28	85.34
berat jenis air pada suhu T,gt	g/cm	0.99624	0.99624	0.99624	0.99624	0.99624	0.99624
koefisn koreksi berat jenis, a=gr/g20		0.99803	0.99803	0.99803	0.99803	0.99803	0.99803
berat tanah kering,Ws	g	10.04	10.04	10.00	10.03	10.03	10.03
berat jenis tanah, (Gs=a*Ws/Ww)		2.67	2.64	2.63	2.67	2.67	2.65
berat jenis tana rata-rata		2.654		2.651		2.659	
				berat jenis air		gw,20 C=0.99821	

Pada perhitungan berat jenis sedimen dasar pada pato 2 di dapatkan hasil perhitungan rata-rata sedimen dasar sebesar 2.654.

Tabel 23. Hasil Laboratorium Analisa Saringan Pada Ruas 1

no saringan	diameter mm	berat tertahan gram	berat kumulatif gram	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.750	0	0	0.0	100.0
10	2.000	25	25	11.4	88.6
20	0.840	46	71	32.3	67.7
40	0.425	66	137	62.3	37.7
60	0.250	45	182	82.7	17.3
100	0.150	18	200	90.9	9.1
200	0.075	9	209	95.0	5.0
pan	-	11	220	100.0	0.0

Rekapitulasi Hasil Analisis Saringan Pada Ruas 1

krikil	11.36 %
pasir	83.64 %
finer	5.00 %

Pada Tabel 23. hasil perhitungan analisis saringan pada patok 1 ruas 3 di dapatkan nilai peresentase tertahan pada saringan nomor 10 sebesar 11.36 % dengan jenis sedimen kerikil , dan nilai presentasi tertahan sebesar 83.64 % dengan jenis sedimen pasir , sedangkan presentasi tertahan pada PAN di dapatkan nilai sebesar 5.00 % dengan jenis sedimen finer / halus.

Tabel 24. Hasil Laboratorium Analisa Saringan Pada Ruas 2

no saringan	diameter mm	berat tertahan gram	berat kumulatif gram	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.750	0	0	0.0	100.0
10	2.000	87	87	39.5	60.5
20	0.840	88	175	79.5	20.5
40	0.425	40	215	97.7	2.3
60	0.250	4	219	99.5	0.5
100	0.150	0	219	99.5	0.5
200	0.075	0	219	99.5	0.5
pan	-	1	220	100.0	0.0

Rekapitulasi Hasil Analisis Saringan Pada Ruas 2

kerikil	39.55 %
pasir	60.00 %

finer	0.45 %
-------	--------

Pada Tabel 24. Hasil perhitungan analisis saringan pada patok 1 ruas 3 di dapatkan nilai peresentase tertahan pada saringan nomor 10 sebesar 39.55 % dengan jenis sedimen kerikil , dan nilai presentasi tertahan sebesar 60.00 % dengan jenis sedimen pasir , sedangkan presentasi tertahan pada PAN di dapatkan nilai sebesar 0.45 % dengan jenis sedimen finer / halus.

Tabel 25. Hasil Laboratorium Analisa Saringan Pada Ruas 3

no saringan	diameter mm	berat tertahan gram	berat kumulatif gram	persen (%)	
				tertahan	lolos
4	4.750	0	0	0.0	100.0
10	2.000	38	38	17.3	82.7
20	0.840	30	68	30.9	69.1
40	0.425	24	92	41.8	58.2
60	0.250	47	139	63.2	36.8
100	0.150	24	163	74.1	25.9
200	0.075	11	174	79.1	20.0
pan	-	46	220	100.0	0.0

Rekapitulasi Hasil Analisis Saringan Pada Ruas 3

kerikil	17.27 %
pasir	61.82 %
finer	20.91 %

Pada Tabel 25. Hasil perhitungan analisis saringan pada patok 1 ruas 3 di dapatkan nilai peresentase tertahan pada saringan nomor 10 sebesar 17.27 % dengan jenis sedimen kerikil , dan nilai presentasi tertahan sebesar 61.82 % dengan jenis sedimen pasir , sedangkan presentasi tertahan pada PAN di dapatkan nilai sebesar 20.91 % dengan jenis sedimen finer / halus.

Tabel 26. Hasil Laboratorium Konsentrasi Sedimen Patok 2

nama sampel	m	R1	R2	R3
volume contoh sedimen	liter	1450	1450	1450
berat sedimen + berat tinbox	g	99.008	99.027	103.548
berat tinbox	g	98.826	98.854	103.343
berat sedimen	mg	182	173	205
konsentrasi sedimen	mg/liter	0.1255	0.1193	0.1414

E. Pembahasan

a. Sedimen Melayang (Suspended Load)

1. Angkutan Sedimen Melayang (Suspended Load) untuk patok 1

Muatan layang (suspended load) adalah pertikel yang bergerak dalam pusaran aliran yang cenderung terus menerus melayang bersama aliran air. maka Dengan pengambiln data-data sampel di Sungai DAS SADDANG yang di uji di laboratorium maka di perole data lab seperti,berat sedimen dan konsentrasi sedimen. Berdasarkan pada perhitungan debit sedimen melayang maka di peroleh sedimen melayang di Patok 1 seperti yang ada pada tabel 4.29.

Rumus :

$$Q_{s1} = 0.0864 \times C \times Q_w$$

Dimana :

Q_{s1} : Debit Sedimen Suspensi (Ton / Hari)

C : Konsetrasi Sedimen Suspensi (mg/liter)

Q_w : Debit Aliran (m^3/s)

0.0864 : Merupakan Factor Perubahan Unit

Diketahui :

Patok 1

$$Q_{s1} = 0.0864 \times 0.029 \times 0.336$$

$$= 0.000841 \text{ Ton/Hari}$$

Patok 2

$$Q_{s2} = 0.0864 \times 0.198 \times 0.653$$

$$= 0.011\ 171\ \text{Ton/Hari}$$

Patok 3

$$Q_{s3} = 0.0864 \times 0.183 \times 0.229$$

$$= 0.003\ 620\ \text{ton/hari}$$

Jadi Total Keseluruhan : 0.015 632 Ton/Hari

2. Angkutan Sedimen Melayang (Suspend Load) untuk patok 2

Muatan layang (suspended load) adalah pertikel yang bergerak dalam pusaran aliran yang cenderung terus menerus melayang bersama aliran air.

Rumus :

$$Q_{sl} = 0.0864 \times C \times Q_w$$

Dimana :

Q_{sl} : Debit Sedimen Suspensi (ton / hari)

C : Konsetrasi Sedimen Suspensi (mg/liter)

Q_w : Debit Aliran (m^3/s)

0.0864 : Merupakan Factor Perubahan Unit

Diketahui :

Patok 1

$$Q_{s1} = 0.0864 \times 0.018 \times 0.061$$

$$= 0.000\ 094\ \text{Ton/Hari}$$

Patok 2

$$Q_{s2} = 0.0864 \times 0.143 \times 0.338$$

$$= 0.004176 \text{ Ton/Hari}$$

Patok 3

$$Q_{s3} = 0.0864 \times 0.140 \times 0.207$$

$$= 0.002503 \text{ ton/hari}$$

Jadi Total Keseluruhan : 0.006773 Ton/Hari

Tabel 27. Hasil Perhitungan Sedimen Melayang

PATOK	SEDIMEN MELAYANG
patok 1	0.015632 ton/hari
patok 2	0.006773 ton/hari

Maka dari tabel di atas kita bisa lihat hasil dari perhitungan sedimen melayang yang ada di patok 1 dan di patok 2.

A. Sedimen Dasar (Bed Load) Dengan Rumus Meyer-Peter

1. Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) untuk patok 1

Angkutan dasar (bed load) adalah pertikel yang bergerak pada dasar saluran dengan cara berguling meluncur dan meloncat . muatan dasar saluran keadaanya selalu bergerak ,ole sebab itu pada sepanjang aliran dasar saluran selalu terjadi proses degradasi dan agradasi yang di sebut sebagai ‘alterasi saluran ‘perhitungan sedimen dasar (bed load) pada penelitian ini di gunakan persamaan Meyer Peter sebagai berikut.

Rumus :

$$0.25 p^{1/3} \left(\frac{g'sb}{ps-p} \right)^{2/3} = \frac{p.rh.n.s}{(ps-p)} - 0.0047$$

$$Qsb = \frac{g'sb}{(ps-p).g}$$

Data Di Ketahui :

Total Radius Hidraolik Penampang Sungai (ER) : 0.537

Total Kemiringan Dasar Sungai : 0.06156

Rapat Massa Air : 0.99821

Rapat Massa Sedimen : 2655

E D35 : 0.855

Geravitasi : 9.81

a. Perhitungan Kecepatan Geser Aliran

$$N = \sqrt{G.R.S}$$

$$= 9.81 \times 0.537 \times 0.0019831 = 0.010 \text{ m/detik}$$

$$\text{➤ } 0.25 \times 0.99821^{1/3} \times \frac{(g'sb)^{2/3}}{(2655-0.99821)} = \frac{2655 \times 0.537 \times 0.010 \times 0.06156}{(2655-0.99821) \times 0.855} -$$

0.0047

$$\text{➤ } 0.083 \times \frac{(g'sb)^{2/3}}{2654.00} = \frac{0.877 \ 682 \ 466}{2.654 \ 146} - 0.0047$$

$$\text{➤ } 0.03127 \times (g'sb)^{2/3} = 0.325 \ 983 \ 566$$

$$\text{➤ } g'sb^{2/3} = \frac{0.325 \ 983 \ 566}{0.031 \ 27}$$

$$\text{➤ } g'sb^{2/3} = 10.424$$

$$\text{➤ } g'sb = \sqrt[3]{10.424^2}$$

$$\text{g'sb} = 31.272$$

b. Perhitungan Total Sedimen Dasar Per Ruas Sungai (g'sb)

$$(g'sb) = \frac{g'sb}{(ps-p).g}$$

$$= \frac{31.272}{(2655-0.99821) \times 9.81}$$

$$= 0.011 \text{ m}^3/\text{detik/meter}$$

c. Perhitungan Total Sedimen Dasar Persungai

$$Q_b = qsb \times (\text{lebar sungai})$$

$$= 0.011 \times 18$$

$$= 0.198 \text{ Ton/Hari}$$

2. Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) untuk patok 2

Angkutan dasar (bed load) adalah pertikel yang bergerak pada dasar saluran dengan cara berguling meluncur dan meloncat . muatan dasar saluran keadaanya selalu bergerak ,ole sebab itu pada sepanjang aliran dasar saluran selalu terjadi proses degradasi dan agradasi yang di sebut sebagai ‘alterasi saluran ‘perhitungan sedimen dasar (bed load) pada penelitian ini di gunakan persamaan Mayer Peter sebagai berikut.

Rumus :

$$0.25 p^{1/3} \left(\frac{g'sb}{ps-p} \right)^{2/3} = \frac{p.rh.n.s}{(ps-p)} - 0.0047$$

$$Qsb = \frac{g'sb}{(ps-p).g}$$

Data Di Ketahui :

Total Radius Hidraolik Penampang Sungai (ER)	: 0.866
Total Kemiringan Dasar Sungai	: 0.012 193
Rapat Massa Air	: 0.99821
Rapat Massa Sedimen	: 2655
E D35	: 0.482
Geravitasi	: 9.81

a. Perhitungan Kecepatan Geser Aliran

$$N = \sqrt{G \cdot R \cdot S}$$

$$= 9.81 \times 0.886 \times 0.000\ 0143$$

$$= 0.012 \text{ m/detik}$$

$$\triangleright 0.25 \times 0.99821^{1/3} \times \frac{(g'sb)^{2/3}}{(2655-0.99821)} = \frac{2655 \times 0.866 \times 0.012 \times 0.012\ 193}{(2655-0.99821) \times 0.482} -$$

$$0.0047$$

$$\triangleright 0.083 \times \frac{(g'sb)^{2/3}}{2654.00} = \frac{0.336\ 414\ 13}{2.654\ 518\ 862} - 0.0047$$

$$\triangleright 0.03127 \times (g'sb)^{2/3} = 0.122\ 032\ 622$$

$$\triangleright g'sb^{2/3} = \frac{0.122\ 032\ 622}{0.031\ 27}$$

$$\triangleright g'sb^{2/3} = 3.903$$

$$\triangleright g'sb = \sqrt[3]{3.903^2}$$

$$\triangleright g'sb = 11.709$$

b. Perhitungan Total Sedimen Dasar Per Meter Lebar Sungai (g'sb)

$$(g'sb) = \frac{g'sb}{(ps-p).g}$$

$$= \frac{11.709}{(2655 - 0.99821) \times 9.81}$$

$$= 0.004 \text{ m}^3/\text{meter}$$

c. Perhitungan Total Sedimen Dasar Persungai

$$Q_b = q_{sb} \times (\text{lebar sungai})$$

$$= 0.004 \times 21$$

$$= 0.084 \text{ Ton/Hari}$$

Tabel 28. Hasil Perhitungan Sedimen Dasar

PATOK	SEDIMEN DASAR
Patok 1	0.198 Ton/Hari
patok 2	0.084 Ton/Hari

Berdasarkan dari hasil perhitungan sedimen dasar mulai dari Patok 1 dan Patok 2 yang dilakukan dengan menggunakan rumus pendekatan yang disederhanakan oleh M-P-M kita bisa lihat pada tabel di atas 4.30.

B. Sedimen Dasar (Bed Load) Dengan Rumus M-P-M

1. Titik 1

Tabel 29. Data – Data Penelitian Titik 1

No	Data	ketentuan
1	Lebar Sungai (B)	18 lapangan
2	Kedalaman Air (d)	0,33 lapangan
3	kemiringan sungai (s)	0,06156 perhitungan
4	diameter efektif (DM)	1,21 laboratorium
5	peresentasi diameter sedimen lolos 90% (D90)	0,85 laboratorium
6	koefisien manning untuk seluru bagian sungai (nm)	0,070 ketentuan
7	koefisien manning untuk pinggir sungai (nw)	0,027 ketentuan
8	debit sungai	1,218 perhitungan

a. Menghitung Koefisien Manning Pada Dasar Sungai

$$\begin{aligned}
 N_s &= n \left(1 + \frac{2 \cdot d}{b} \left(1 - \left(\frac{n}{n} \right)^{3/2} \right)^{2/3} \right) \\
 &= 0,070 \left(1 + \frac{2 \cdot 0,33}{18} \left(1 - \left(\frac{0,027}{0,070} \right)^{3/2} \right)^{2/3} \right) \\
 &= 0,070 (1 + 0,036 (0,76)^{2/3}) \\
 &= 0,055
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Debit Yang Mengalir Diatas Beban Layang

$$\begin{aligned}
 Q_b &= \frac{1,218}{1 + \frac{2 \cdot 0,33}{1} \left(\frac{0,027}{0,070} \right)^{3/2}} \\
 Q_b &= \frac{1,218}{1,008} \\
 Q_b &= 1,208 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung Sedimen Dasar

$$\begin{aligned}
 G &= 1,606 \cdot B \left(3,306 \cdot \left(\frac{Q}{q} \right) \cdot \left(\frac{D^{90} 1/6}{n} \right)^{3/2} d \cdot s - 0,627 \cdot D \right)^{3/2} \\
 G &= 1,606 \times 18 \left(3,306 \left(\frac{1,208}{1,218} \right) \left(\frac{0,85 1/6}{0,055} \right)^{3/2} \times 0,33 \times 0,06156 - 0,627 \times \right. \\
 &\quad \left. 1,21 \right)^{3/2} \\
 G &= 29,908 \left(3,306 \times 0,992 \times 74,440 \times 0,33 \times 0,06156 - 0,758 \right)^{3/2} \\
 G &= 0,007 \text{ ton/hari} \\
 G &= 0,007 \times 365 = 2,555 \text{ Ton/Tahun}
 \end{aligned}$$

2. Titik 2

Tabel 30.Data – Data Penelitian Titik 2

No	Data		ketentuan
1	Lebar Sungai (B)	21	lapangan
2	Kedalaman Air (d)	0,64	lapangan
3	kemiringan sungai (s)	0,012193	perhitungan
4	diameter efektif (DM)	1,21	laboratorium
5	peresentasi diameter sedimen lolos 90% (D90)	1,07	laboratorium
6	koefisien manning untuk seluru bagian sungai (nm)	0,070	ketentuan
7	koefisien manning untuk pinggir sungai (nw)	0,027	ketentuan
8	debit sungai	0,606	perhitungan

a. Menghitung Koefisien Manning Pada Dasar Sungai

$$\begin{aligned}
 N_s &= n \left(1 + \frac{2 \cdot d}{b} \left(1 - \left(\frac{n}{n} \right)^{3/2} \right)^{2/3} \right) \\
 &= 0,070 \left(1 + \frac{2 \cdot 0,64}{21} \left(1 - \left(\frac{0,027}{0,070} \right)^{3/2} \right)^{2/3} \right) \\
 &= 0,070 (1 + 0,060 (0,76)^{2/3}) \\
 &= 0,056
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Debit Yang Mengalir Diatas Beban Layang

$$\begin{aligned}
 Q_b &= \frac{0,606}{1 + \frac{2 \cdot 0,64}{21} \left(\frac{0,027}{0,070} \right)^{3/2}} \\
 Q_b &= \frac{0,606}{1,014} \\
 Q_b &= 0,598 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung Sedimen Dasar

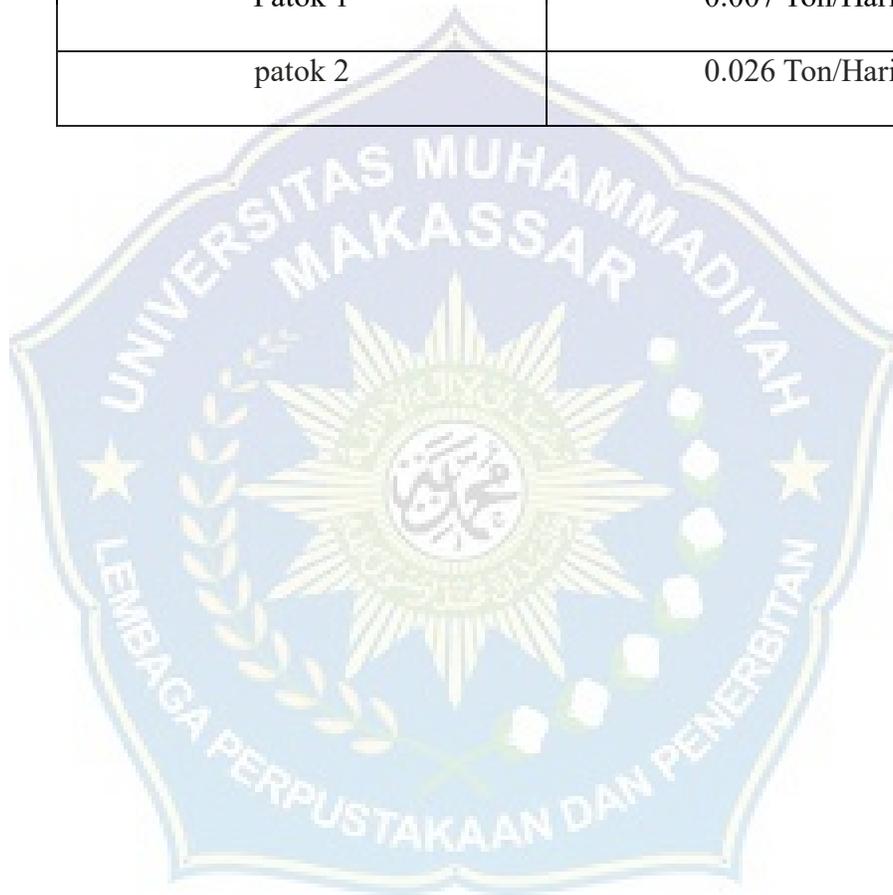
$$\begin{aligned}
 G &= 1,606 \cdot B \left(3,306 \cdot \left(\frac{Q}{Q} \right) \cdot \left(\frac{D_{90}^{1/6}}{n} \right)^{3/2} d \cdot s - 0,627 \cdot D \right)^{3/2} \\
 G &= 1,606 \times 21 \left(3,306 \left(\frac{0,598}{0,606} \right) \left(\frac{1,07^{1/6}}{0,056} \right)^{3/2} \times 0,64 \times 0,012193 - 0,627 \times \right. \\
 &\quad \left. 1,21 \right)^{3/2} \\
 G &= 33,726 (3,306 \times 0,986 \times 76,747 \times 0,64 \times 0,012193 - 0,758)^{3/2}
 \end{aligned}$$

$$G = 0,026 \text{ ton/hari}$$

$$G = 0,026 \times 365 = 9,49 \text{ ton/Tahun}$$

Tabel 31. Hasil Perhitungan Sedimen Dasar

PATOK	SEDIMEN DASAR
Patok 1	0.007 Ton/Hari
patok 2	0.026 Ton/Hari



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

- a. Debit Air Pada Patok 1 Ialah 1.218 M³/Detik Sedangkan Pada Patok 2 Debit Air Ialah 0.606 M³/Detik
- b. Sedimen Melayang Pada Patok 1 Ialah 0.015 632 Ton/Hari Sedangkan Pada Patok 2 Ialah 0.006 773 Ton/Hari.
- c. Sedimen Dasar Dengan Persamaan Meyer Peter Di Dapatkan Untuk Patok 1 Ialah 0.198 Ton/Hari Dan Patok 2 Ialah 0.084 Sedangkan Untuk Persamaan Meyer Peter Muller Didapatkan Untuk Patok 1 Ialah 0.007 Ton/Hari Dan Patok 2 Ialah 0.026 Ton/Hari

B. SARAN

- a. Untuk Mendapatkan Hasil Penelitian Yang Lebi Baik Maka Sebaiknya Ketika Ingin Melakukan Pengambilan Data/Sampel Di Lakukan Pada Dua Musim Yaitu Musim Kemarau Dengan Musim Hujan Sehingga Dapat Dibandingkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. (2022). Analisis Laju Angkutan Sedimen Di Sungai Luas Bengkulu Dengan Menggunakan Metode Shen Hungs Dan Engelund Hansen Khairul. *jurnal peradaban sains, rekayasa dan teknologi*, 10(1), 1–10.
- Bahrul, E. (2019). Analisis Angkutan Sedimen Pada Danau Tempe Dari Sungai Bila (Inlet) Kabupaten Sidrap -. *fakultas teknik*, 1–29.
- Banuwa, irwan sukri. (2013). *erosi* (1 ed.). kencana devisi dari prenadamedia group.
- Sedimen Dengan Arah Konservasi Lahan Di Das Genting Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Teknik Pengairan*, 9(2), 95–104. Dianasari, Q., Andawayanti, U., & Cahya, E.N. (2018). Pengendalian Erosi Dan <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2018.009.02.3>
- Didah, K. (2019). metode meyer peter muller (mpm) dengan metode she and hung pada laju sedimentasi di sungai. *pengembangan teknik sipil*, 16(1).
- Fauzan, ikhsa muh. (2023). pengendalian erosi dan sedimentasi pada hulu sungai kasiping kabupaten bantaeng. *fakultas teknik*, 1, 1–23.
- Febrianti, I., Ridwan, I., & Nurlina, N. (2018). Model SWAT (Soil and Water Assesment Tool) untuk Analisis Erosi dan Sedimentasi di Catchment Area Sungai Besar Kabupaten Banjar. *Jurnal Fisika FLUX*, 15(1), 20–25. <https://doi.org/10.20527/flux.v15i1.4506>
- Fuad, mhd andre, & Pane, Y. (2023). Analisis Logam Berat Dalam Sedimen Pada Hilir Berdasarkan Geoaccumulation Index (IGE) Daerah Aliran Sungai Deli. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 11(2), 113–121.
- Henratta, mirza arrazy sumardi liana a, & Halim, F. (2018). Analisis Angkutan Sedimen Di Sungai Air Kolongan. *jurnalsipil statik*, 6(12), 1043–1054.
- Irwan. (2011). studi pemanfaatan ruang daerah aliran sungai (das) karajae kota parepare. *perencanaan wilayah dan kota universitas bosowa*, 1–101.
- Khodijah, D. (2019). *Metode Meyer Peter Muller dengan Metode Shen and Hung Pada Laju Sedimentasi di Sungai” untuk mengetahui perkiraan besarnya laju sedimentasi pada Sungai.*
- Lihawa, F. (2017). *daerah aliran sungai alo erosi, sedimentasi dan longsor.* grup penerbitan CV BUDI UTAMA.
- Pamuji, kheristian enggar, Lestari, oktaviyanti a, & Mirino, rosalina r. (2020).

- Analisis Morfometri Daerah Aliran Sungai (Das) Muari Di Kabupaten Manokwari Selatan. *Jurnal Natural*, 16(1), 39–48.
- Piranto, D., Riyanti, I., a kurnia, untung m, & Prihadi, donny juliandri. (2019). Karakteristik Sedimen Dan Pengaruhnya Terhadap Kelimpahan Gastropoda Pada Ekosistem Mangrove Di Pulau Pramuka. *perikanan dan kelautan*, X(1), 20–28.
- Putri, yearni yudika, Sutikno, S., & Yusa, M. (2021). Analisis Awal Gerak Butiran Pada Transport. *Jom Fekon*, 8(2), 1–8.
- Rizalihadi, M., Iqbal, K., & Indra, J. (2014). Pengaruh Erosi Lahan Terhadap Angkutan Sedimen Melayang (Suspended Load) Di Das Krueng Montara. *jurnal teknik sipil universitas syiah kuala*, 3(2), 133–144.
- Sujarwo, M. W., Indarto, I., & Mandala, M. (2020). Pemodelan Erosi dan Sedimentasi di DAS Bajulmati : Aplikasi Soil dan Water Assesment Tool (SWAT). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 220–230. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.220-230>
- Syamsuddin, A. P., Musa, R., & Ashad, H. (2022). Kajian Pengaruh Parameter Hidrograf Satuan Sintetik Berdasarkan Karakteristik Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(1), 50–56. <https://doi.org/10.33096/jtسم.v7i1.541>