

Analisis parameter statistik butiran sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya

The statistical parameters analysis of bed load grains in Sungai Kakap Waters, Kubu Raya Regency

Received: 14 September 2022, Accepted: 04 November 2022
DOI: 10.29103/aa.v9i3.8686

Salawati^a, Yoga Satria Putra^a, Muhardi^{a*}, Nurhasanah^b, dan Riza Adriat^a

^a Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak

^b Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis parameter statistik butiran sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan di 7 stasiun dengan 5 titik sampling pada setiap stasiun. Pengujian hidrometer pada sampel dilakukan untuk mengetahui jenis dan ukuran butir sedimen dasar. Analisis parameter statistik dilakukan untuk mengetahui diameter rata-rata, sortasi, kemencengan, dan kurtosis. Hasil penelitian menunjukkan fraksi sedimen dasar berupa pasir, lanau, dan lempung, dengan persentase masing-masing sebesar 38,54 %, 42,11 %, dan 19,28 %. Sedimen dasar didominasi oleh 3 tipe sedimen, yaitu lempung berliat, lempung, dan lempung berdebu. Berdasarkan parameter ukuran butir sedimen dasar diperoleh diameter rata-rata (dalam ϕ) yaitu 0,94 – 2,24 dengan klasifikasi pasir kasar hingga pasir halus. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sortasi yang diperoleh adalah kurang tersortir, kemencengan sedimen sangat halus, dan kurtosis sedimen termasuk dalam kategori tumpul.

Kata kunci: sedimen dasar; sortasi; kemencengan; kurtosis

Abstract

This study aims to analyze the statistical parameters of bed load grains in Sungai Kakap Waters, Kubu Raya Regency, West Kalimantan Province. Bed load sampling was carried out at seven stations, with five sampling points each. The hydrometer test on the sample was carried out to determine the grain type and size of the bed load, and statistical parameter analysis to determine the mean size, sorting, skewness, and kurtosis. The results showed that the fraction of bed load in the form of sand was 38.54%, silt was 42.11%, and clay was 19.28%. The bed load was dominated by three types namely clay loam, loam, and silt loam. Based on the grain size parameters of the bed load, the mean size (in ϕ units) is 0.94 – 2.24, with the classification of coarse sand to fine sand. The results also showed that the sorting obtained is poorly sorted, the skewness of the sediment is very fine skewed, and the kurtosis is platykurtic.

Keywords: bed load; sorting; skewness; kurtosis

* Korespondensi: Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia.
Tel: 0853-4726-6277
e-mail: muhardi@physics.untan.ac.id

1. Introduction

1.1. Latar belakang

Secara geografis Perairan Sungai Kakap terletak di Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya. Sungai ini merupakan satu di antara perairan darat yang sangat penting untuk sarana transportasi. Masyarakat yang bermukim di sekitar perairan juga menjadikan sungai sebagai sumber air untuk aktivitas mandi dan mencuci. Hal ini menyebabkan pendangkalan sungai menjadi permasalahan yang umum terjadi di muara ataupun di hilir sungai, akibat tingginya konsentrasi sedimen dasar (Nursiani et al., 2020a). Proses sedimentasi dapat berupa transportasi dan pengendapan sedimen yang sangat dipengaruhi oleh ukuran butir (Blott and Pye, 2001).

Sedimentasi yang sangat tinggi pada saluran sungai dapat menyebabkan terhambatnya lalu lintas kapal nelayan yang bermukim di sekitar daerah tersebut, sehingga aktivitas masyarakat menjadi terganggu. Untuk mengetahui kondisi sedimentasi yang terdapat di suatu perairan maka perlu dilakukan penelitian tentang sedimen dasar (*bed load*) pada saluran sungai (Ansari et al., 2020; Rahayu et al., 2022). Adanya masalah sedimentasi dan pendangkalan sungai, mendorong dilakukannya kajian tentang parameter statistik butiran sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang distribusi sedimen dasar di daerah penelitian yang diduga sangat berpengaruh terhadap aktivitas dan lalu lintas kapal nelayan masyarakat sekitar.

Permasalahan sedimentasi dan pendangkalan sungai juga telah mendorong dilakukannya penelitian sebelumnya misalnya yang dilakukan oleh Handayani et al. (2017) tentang jenis sedimen dasar di Perairan Sungai Duri, Kecamatan Bengkayang. Penelitian ini menunjukkan bahwa daerah tersebut didominasi oleh sedimen lanau dengan persentase sebesar 50%. Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Anggraini et al. (2017) tentang sedimen perairan pesisir pantai Sungai Duri, Kabupaten Bengkayang. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis sedimen yaitu lempung, lanau, dan pasir.

1.2. Rumusan masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana parameter statistik butiran sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya.

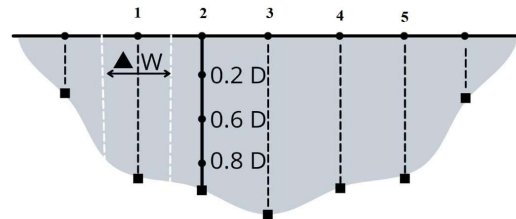
1.3. Tujuan dan manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan ukuran butir, diameter rata-rata, sortasi, kemencengan, dan kurtosis sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan menjadi informasi tentang karakteristik sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap. Informasi tentang sedimen dasar diperoleh dari setiap stasiun sehingga dapat menjadi acuan bagi pemerintah, peneliti, dan masyarakat dalam mempelajari pengendapan sedimen yang dapat mengukur debit aliran air sungai.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni 2021 di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya. Tahap penelitian ini meliputi pengambilan data lapangan, analisis laboratorium, pengolahan data, dan interpretasi hasil. Lokasi pengambilan data dibagi menjadi 7 stasiun pengamatan yang kemudian masing-masing stasiun dibagi menjadi 5 titik pengukuran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

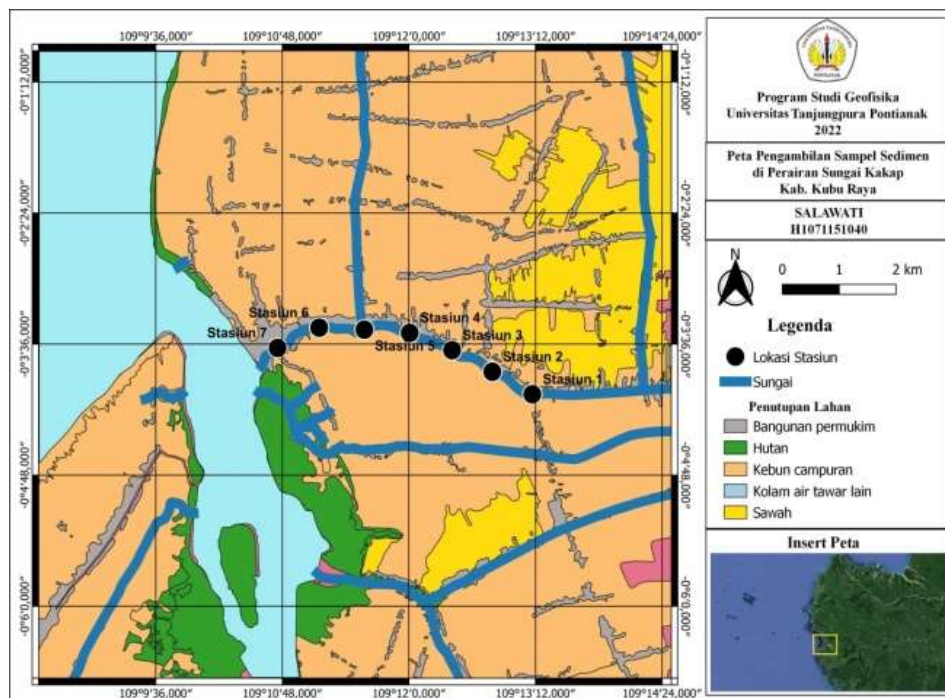


Gambar 1. Sketsa lokasi pengambilan data arus sungai dan sampel sedimen

Sketsa lokasi pengambilan data arus dan sampel sedimen dasar dapat dilihat pada Gambar 2. Angka 1 sampai dengan 5 menunjukkan titik pengukuran, kotak berwarna hitam menunjukkan titik pengambilan sampel sedimen dasar, ilustrasi kedalaman 0,2D, 0,6D, dan 0,8D merupakan titik pengambilan data arus di tiap stasiun, dan ΔW merupakan ilustrasi lebar penampang yang digunakan untuk menghitung debit aliran.

2.2. Bahan dan alat penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sedimen dasar, air suling, dan reagent berupa *Calgon* (NaPO_3). Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Positioning System* (GPS), *flowmeter*, *sediment grab*, *digital sonar*, wadah, neraca dengan ketelitian 0,01 gr, oven dengan suhu 105°C - 110°C , Tabung gelas ukur kapasitas 1000 ml, cawan porselen, Hidrometer ASTM 152 H, *Thermometer*, piknometer, *mixer*, *stopwatch*, kompor, alat pengaduk, dan ayakan *mesh* dengan nomor 20, 40, 60, 80, 120 dan 200.



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan sampel sedimen di Perairan Sungai Kakap

2.3. Prosedur penelitian

Tahap ini meliputi studi literatur dengan mempelajari bahan pustaka melalui referensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, dan pengumpulan informasi mengenai kondisi umum lokasi di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya.

2.4. Prosedur pengukuran dan pengambilan data

2.4.1. Pengambilan sampel sedimen dasar

Pada penelitian ini pengambilan sampel sedimen dasar menggunakan alat *sediment grab*. Alat ini berfungsi untuk mengambil sampel sedimen di dasar sungai. Pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan pada setiap titik masing-masing stasiun.

2.4.2. Pengukuran arus sungai

Pengukuran arus sungai dilakukan pada setiap stasiun menggunakan alat ukur *flowmeter*. Alat ini sering digunakan sebagai pengukuran debit melalui metode *velocity area* pada aliran sungai. *Flowmeter* merupakan alat yang berbentuk *propeller* dan terkoneksi dengan monitor, sehingga akan menghitung jumlah putaran baling-baling selama berada di dalam air. Prosedur penggunaan alat tersebut yaitu dengan mencelupkan *flowmeter* ke dalam air sungai pada kedalaman tertentu. Bagian alat yang berbentuk sirip akan berputar karena adanya arus air sungai, kemudian baling-baling diarahkan melawan arus aliran, serta mencatat hasil yang diperoleh. Setiap pengukuran kecepatan arus sungai dilakukan pada 3 kedalaman yaitu 0,2D, 0,6D, dan 0,8D.

2.4.3. Pengukuran lebar penampang dan kedalaman sungai

Pengukuran lebar sungai dilakukan dengan pengukuran secara tidak langsung, yaitu mengukur panjang titik koordinat awal ke titik akhir menggunakan GPS. Data yang diperoleh berupa lebar penampang melintang sungai. Data kedalaman sungai diperoleh dengan menggunakan alat *digital sonar*. Alat ini dicelupkan pada permukaan air sungai sampai batas yang ditentukan, data kedalaman akan langsung tercatat pada layar secara otomatis.

2.5. Pengujian sampel sedimen dasar

Pengujian sampel sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura.

2.5.1. Persiapan benda uji

Sebanyak 35 sampel yang diperoleh dikeringkan dengan oven listrik pada suhu konstan 110°C selama 24 jam. Setelah kering sampel tersebut dihaluskan dengan cara menumbuk, kemudian disaring menggunakan ayakan nomor 10 (ukuran 2 mm) sebanyak 50 gr untuk melakukan analisis jenis dan ukuran butirannya. Sampel yang disaring menggunakan ayakan nomor 20 (ukuran 0,841 mm) sebanyak 20 gr digunakan untuk pengujian berat jenis sedimen.

2.5.2. Pengujian Hidrometer

Analisis jenis dan ukuran butir sampel sedimen yang telah dikeringkan menggunakan oven listrik dengan suhu 110°C. Sampel tersebut diambil sebanyak 50 gr dari tiap stasiun. Kemudian sampel ditumbuk halus dan disaring menggunakan ayakan *mesh* ukuran 2 mm. Sampel tersebut kemudian ditimbang, diambil sebanyak 50 gr dan dicampur dengan *reagent* sebanyak 5 gr. Sampel dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air sebanyak 250 ml dan *reagent*, kemudian diaduk dan didiamkan selama kurang lebih 24 jam, agar butir-butir sedimen menjadi terurai.

Sampel yang telah didiamkan kemudian diaduk menggunakan *mixer* selama kurang lebih 15 menit. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur dengan menambahkan air hingga volumenya menjadi 1000 ml. Tabung ditutup dengan plastik, kemudian dikocok dengan membolak-balik tabung sebanyak kurang lebih 60 kali. Kemudian sampel diletakkan

dalam kondisi tutup tabung terbuka, kemudian dilakukan pembacaan hidrometer menggunakan *stopwatch* pada menit ke 2, 5, 30, 60, 250, dan 1.440. Setelah pengukuran hidrometer, sampel yang terdapat di dalam tabung dituangkan kembali ke dalam ayakan nomor 200 (ukuran 0,074 mm), kemudian disaring menggunakan air yang mengalir hingga sampel di dalamnya tersaring habis.

Sedimen hasil ayakan dipindahkan ke dalam cawan untuk dikeringkan kembali menggunakan oven selama kurang lebih 24 jam. Sampel yang sudah kering kemudian didinginkan pada suhu ruangan, dan disaring menggunakan alat *sieve shaker* selama kurang lebih 15 menit. Sedimen yang tertinggal pada ayakan ditimbang untuk mengetahui beratnya.

2.5.3. Pengujian berat jenis

Sampel sedimen yang lolos ayakan nomor 20 (ukuran 0,841 mm) ditimbang. Kemudian 2 buah piknometer 100 ml masing-masing ditimbang bersama tutupnya untuk mendapatkan berat awal (W_1). Sampel sebanyak 20 gr dimasukkan ke dalam piknometer untuk mendapatkan berat piknometer dan sampel (W_2). Piknometer dan sampel tersebut kemudian diisi dengan air suling hingga sampel terendam di dalamnya dan timbang kembali beratnya (W_3). Kemudian piknometer tersebut diisi air suling hingga memenuhi 2/3 dari piknometer dan didiamkan kembali selama 24 jam agar sampel mengendap secara sempurna. Piknometer dimasukkan ke dalam bejana yang berisi air dan direbus selama kurang lebih 15 menit sambil digerak-gerakkan setiap 5 menit agar gelembung udara di dalam piknometer keluar. Piknometer yang sudah direbus kemudian didiamkan hingga mencapai suhu ruangan. Setelah itu, piknometer dikosongkan dan diisi dengan air hingga penuh, dan menimbang kembali berat piknometer dan air (W_4).

2.6. Analisis data

2.6.1. Analisis metode *velocity area*

Data titik koordinat yang diperoleh digunakan untuk menghitung lebar sungai. Data lebar dan kedalaman sungai kemudian digunakan untuk menghitung luas penampang sungai. Data kecepatan arus, kedalaman, dan luas penampang digunakan untuk menghitung nilai debit aliran (*discharge*) dengan menggunakan metode *velocity area* berdasarkan Persamaan (1) (Nursiani et al., 2020b).

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

Keterangan :

Q : debit aliran sungai (m^3/s)

v : kecepatan arus (m/s)

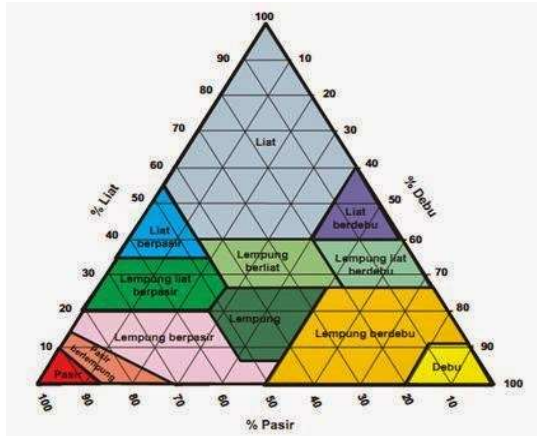
A : luas penampang (m^2)

2.6.2. Analisis sedimen dasar

Jenis sedimen dasar dapat diidentifikasi berdasarkan hasil uji hidrometer. Dari pengujian hidrometer tersebut dapat diketahui bahwa di Perairan Sungai Kakap banyak terdapat material pasir, lempung, atau lanau. Setelah melakukan uji hidrometer, persentase jenis material sedimen dasar dapat diidentifikasi menggunakan *sieve analysis chart*. Sebaran sedimen dapat diperoleh dari melakukan klasifikasi jenis butir sedimen.

2.6.3. Penentuan tekstur sedimen dasar

Tekstur tanah menggambarkan perbandingan relatif antara fraksi pasir, debu, dan liat. Metode klasifikasi tekstur yang umum digunakan terutama dalam bidang pertanian adalah metode klasifikasi menurut USDA (*United States Departement of Agriculture*). Tekstur tanah menurut USDA dapat dibagi menjadi 12 kelas yaitu pasir, lempung, liat, debu, lempung berpasir, pasir berlempung, lempung berdebu, lempung berliat, liat berpasir, liat berdebu, lempung liat berpasir, dan lempung liat berdebu (Foth, 1990). Penentuan tekstur sedimen dasar menggunakan segitiga tekstur tanah seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram segitiga tekstur tanah (Foth, 1990)

2.7. Menentukan parameter statistik sedimen dasar

Parameter statistik butiran sedimen dasar dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan secara matematis, untuk menentukan *mean size*, *sortasi*, *skewness*, dan *kurtosis* (Boggs, 2009). Penentuan parameter statistik sedimen dasar masing-masing menggunakan Persamaan (2) hingga (5) (Nichols, 2009).

$$M_z = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{50} + \varphi_{84}}{3} \quad (2)$$

$$\sigma_i = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6,6} \quad (3)$$

$$SK_t = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{16} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_{95} + \varphi_5 + 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)} \quad (4)$$

$$K_G = \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{2,44(\varphi_{75} - \varphi_{25})} \quad (5)$$

Keterangan:

M_z : *mean size* (diameter rata-rata)

σ_i : *sortasi* (standar deviasi)

SK_t : *skewness* (kemencengan)

K_G : *kurtosis*

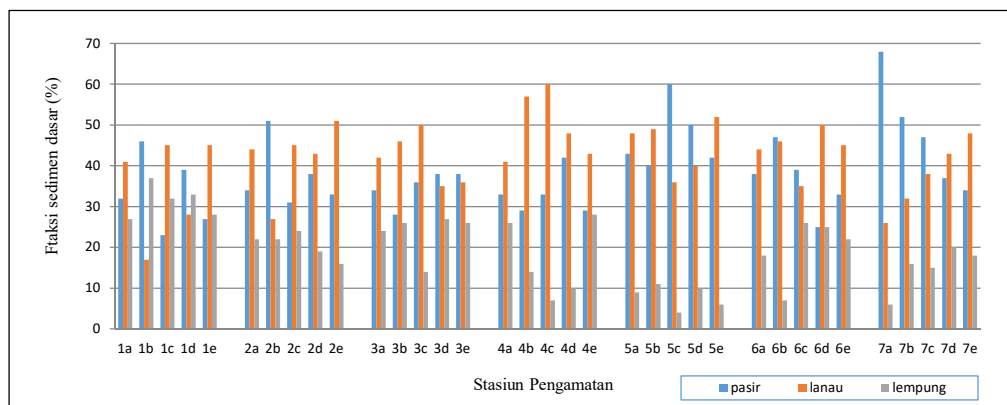
φ : ukuran butir berdasarkan persentase kumulatif sedimen

3. Result and Discussion

3.1. Analisis persentase butir dan sebaran sedimen dasar

Sedimen dasar merupakan bagian material atau pecahan yang berasal dari perombakan batuan dan terendapkan di dasar sungai ataupun laut (Rifardi, 2008). Gambar 4 menunjukkan persentase material sedimen jenis pasir sebesar 23 % - 68 %. Persentase jenis sedimen pasir ini hampir ditemukan pada semua stasiun pengamatan, namun dengan persentase yang bervariasi. Hal ini dikarenakan beberapa stasiun ada yang didominasi oleh lanau dan lempung. Persentase pasir pada stasiun 1 titik c sangat kecil, yaitu sebesar 23 %, karena arus pada stasiun 1 tidak begitu besar, sehingga sedimen tidak terangkut pada kecepatan arus yang lebih kecil. Persentase pasir tertinggi sebesar 68 % terdapat pada stasiun 7 titik a. Pengendapan pasir yang besar disebabkan karena stasiun ini memiliki lebar penampang yang besar dan berhadapan dengan laut lepas, sehingga sumber sedimen yang berasal dari laut akan mengalami proses transportasi. Pertemuan arus laut dan debit sungai yang terjadi pada saat menuju pasang menyebabkan penumpukan sedimen dasar di lokasi ini.

Sedimen jenis lanau memiliki persentase sebesar 17 % - 60 %, dan lebih banyak dibanding pasir dan lempung. Persentase lanau relatif lebih kecil pada stasiun 1 titik b, yaitu 17 %, stasiun 2 titik b sebesar 27 % dan stasiun 7 titik a sebesar 26 %. Persentase lanau relatif lebih besar terdapat pada stasiun 4 titik c, yaitu 60 %. Persentase jenis lanau pada setiap stasiun kurang lebih sama, hal ini dikarenakan kecepatan arus yang tidak jauh berbeda pada setiap stasiun. Kecepatan arus pada stasiun ini juga tergolong dalam arus yang lemah yaitu sebesar 0,1 m/s.



Gambar 4. Persentase sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap

Arus dikategorikan lemah jika kecepatannya kurang dari 0,4 m/s (Sukuryadi, 2018). Kecepatan arus yang lemah hanya dapat mengangkut sedimen dengan jenis lanau yang memiliki ukuran butir halus (Dwianti et al., 2017). Selain itu, sedimen jenis lanau merupakan sedimen yang bersifat kohesif yaitu sedimen akan sulit terdistribusi oleh arus sehingga sebagian besar lanau yang berada di dasar sungai tidak terbawa oleh arus. Sedimen jenis lempung memiliki nilai persentase sebesar 6 % - 37 %. Pada stasiun 5 titik c dan e, serta stasiun 7 titik a, terlihat jenis lempung memiliki persentase paling sedikit. Persentase lempung banyak mengendap pada stasiun 1 titik b sebesar 37 %. Secara

keseluruhan, persentase lempung ini lebih sedikit dibanding pasir dan lanau karena kecepatan arus aliran pada stasiun pengamatan yang tergolong lemah.

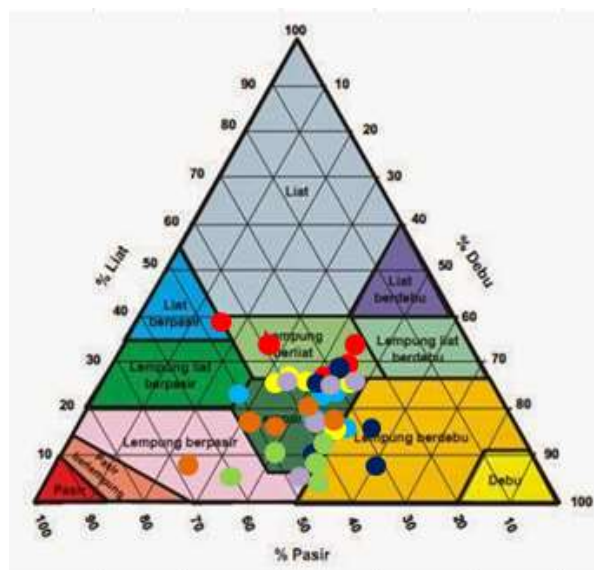
3.2. Analisis sedimen dasar berdasarkan kelas tekstur tanah

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan diagram segi tiga tekstur tanah (*pyramid soil classification* USDA), fraksi sedimen di Perairan Sungai Kakap terdapat lima kelompok, yaitu lempung, liat berpasir, lempung berliat, lempung liat berpasir, dan lempung berdebu. Tipe sedimen di daerah ini yang lebih mendominasi adalah tipe sedimen jenis lempung, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Persentase fraksi

sedimen dasar yang telah diperoleh pada masing-masing stasiun tersebut kemudian diplot pada segitiga tekstur tanah. Hasil plot jenis sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap pada segitiga tekstur tanah dapat dilihat pada Gambar 5. Tekstur sedimen dasar yang terdapat di Perairan Sungai Kakap umumnya bertekstur lempung. Berbeda dengan stasiun lainnya, stasiun 1 bertekstur lempung berliat dan stasiun 4 bertekstur lempung berdebu. Secara keseluruhan, dari 7 titik pengambilan sampel, diperoleh jenis tekstur sedimen dasar, sebagian besar bertekstur lempung.

Tabel 1
Persentase fraksi dan tipe sedimen

Stasiun	Pasir	Lanau	Lempung	Kelas tekstur tanah
1a	32%	41%	27%	Lempung
1b	46%	17%	37%	Liat berpasir
1c	23%	45%	32%	Lempung berliat
1d	39%	28%	33%	Lempung berliat
1e	27%	45%	28%	Lempung berliat
2a	34%	44%	22%	Lempung
2b	51%	27%	22%	Lempung liat berpasir
2c	31%	45%	24%	Lempung
2d	38%	43%	19%	Lempung
2e	33%	51%	16%	Lempung berdebu
3a	34%	42%	24%	Lempung
3b	28%	46%	26%	Lempung
3c	36%	50%	14%	Lempung
3d	38%	35%	27%	Lempung berdebu
3e	38%	36%	26%	Lempung
4a	33%	41%	26%	Lempung
4b	29%	57%	14%	Lempung berdebu
4c	33%	60%	7%	Lempung berdebu
4d	42%	48%	10%	Lempung
4e	29%	43%	28%	Lempung berliat
5a	43%	48%	9%	Lempung
5b	40%	49%	11%	Lempung
5c	60%	36%	4%	Lempung berpasir
5d	50%	40%	10%	Lempung
5e	42%	52%	6%	Lempung berdebu
6a	38%	44%	18%	Lempung
6b	47%	46%	7%	Lempung berpasir
6c	39%	35%	26%	Lempung
6d	25%	50%	25%	Lempung
6e	33%	45%	22%	Lempung
7a	68%	26%	6%	Lempung berpasir
7b	52%	32%	16%	Lempung
7c	47%	38%	15%	Lempung
7d	37%	43%	20%	Lempung
7e	34%	48%	18%	Lempung



Gambar 5. Jenis sedimen berdasarkan segitiga tekstur

3.3. Analisis sedimen dasar berdasarkan parameter statistik

3.3.1. Diameter rata-rata (mean size)

Tabel 2 menunjukkan diameter rata-rata butir (dalam ϕ) sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap yaitu 0,94 - 2,24. Hasil ini menunjukkan di lokasi tersebut terdapat sebaran sedimen dasar pada klasifikasi pasir kasar hingga pasir halus. Stasiun 4 titik d memiliki butiran dengan nilai ukuran diameter rata-rata yang paling besar dengan klasifikasi pasir halus. Sedangkan stasiun lainnya secara keseluruhan terdapat klasifikasi pasir sedang. Perairan yang didominasi oleh sedimen dasar berupa pasir yang berukuran halus hingga kasar menunjukkan sedimen telah mengalami proses deposisi (Nugroho and Basit, 2014). Proses deposisi ditunjukkan dengan pengendapan sedimen di dasar sungai yang berukuran halus hingga kasar. Selain itu, adanya pengaruh arus sungai pada area tersebut, sehingga mengakibatkan ukuran butir sedimen yang mengendap di dasar sungai menjadi tidak seragam.

3.3.2. Sortasi (standar deviasi)

Sortasi merupakan sebaran ukuran butir terhadap ukuran butir rata-rata. Sortasi juga dapat disebut sebagai pemilahan, yaitu keseragaman ukuran besar butir dari penyusun batuan yang digunakan untuk mengetahui tingkat keseragaman ukuran butir (Boggs, 2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilahan sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap memiliki nilai σ_i berkisar 0,7 hingga 1,47 dengan klasifikasi terpilah cukup baik hingga kurang tersortir (buruk). Tabel 3 menunjukkan hasil klasifikasi pemilahan sedimen dasar. Stasiun 2 titik a memiliki nilai yang paling kecil, menunjukkan sedimen pada titik ini tersortir cukup baik. Jenis sedimen dasar di lokasi penelitian secara keseluruhan didominasi oleh sedimen dengan kategori kurang tersortir (*poorly sorted*). Disebut kurang tersortir karena tidak seragamnya ukuran butir sedimen dasar. Hal ini disebabkan karena pengaruh kecepatan arus sungai yang tergolong lemah, sehingga butiran sedimen yang mengendap mempunyai ukuran yang tidak seragam.

Tabel 2
Klasifikasi sedimen berdasarkan mean size

Stasiun	Mean size (dalam ϕ)	Klasifikasi
1a	1,87	Pasir sedang (medium sand)
1b	0,94	Pasir kasar (coarsed sand)
1c	1,83	Pasir sedang (medium sand)
1d	1,48	Pasir sedang (medium sand)
1e	1,48	pasir sedang (medium sand)
2a	1,56	Pasir sedang (medium sand)
2b	1,00	Pasir sedang (medium sand)
2c	1,51	Pasir sdaang (medium sand)
2d	2,07	Pasir halus (fine sand)
2e	2,06	Pasir halus (fine sand)
3a	1,73	Pasir sedang (medium sand)
3b	1,83	Pasir sedang (medium sand)
3c	1,33	Pasir sedang (medium sand)
3d	1,88	Pasir sedang (medium sand)
3e	1,33	Pasir sedang (medium sand)
4a	1,70	Pasir sedang (medium sand)
4b	1,56	Pasir sedang (medium sand)
4c	1,99	Pasir sedang (medium sand)
4d	2,24	Pasir halus (fine sand)
4e	1,53	Pasir sedang (medium sand)
5a	1,90	Pasir sedang (medium sand)
5b	1,88	Pasir sedang (medium sand)
5c	1,80	Pasir sedang (medium sand)
5d	1,83	Pasir sedang (medium sand)
5e	1,85	Pasir sedang (medium sand)
6a	1,49	Pasir sedang (medium sand)
6b	1,60	Pasir sedang (medium sand)
6c	1,10	Pasir sedang (medium sand)
6d	1,12	Pasir sedang (medium sand)
6e	1,69	Pasir sedang (medium sand)
7a	1,50	Pasir sedang (medium sand)
7b	1,81	Pasir sedang (medium sand)
7c	1,74	Pasir sedang (medium sand)
7d	1,87	Pasir sedang (medium sand)
7e	1,86	Pasir sedang (medium sand)

Tabel 3
Klasifikasi sedimen berdasarkan tingkat sortasi

Stasiun	Sortasi	Kelas pemilahan
1a	1,39	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
1b	1,20	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
1c	0,84	Tersortir sedang (<i>moderately sorted</i>)
1d	1,40	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
1e	1,40	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
2a	0,70	Tersortir cukup baik (<i>moderately well sorted</i>)
2b	1,33	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
2c	0,75	Tersortir sedang (<i>moderately sorted</i>)
2d	0,91	Tersortir sedang (<i>moderately sorted</i>)
2e	0,93	Tersortir sedang (<i>moderately sorted</i>)
3a	1,36	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
3b	1,29	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
3c	1,47	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
3d	1,18	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
3e	1,28	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
4a	1,45	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
4b	1,44	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
4c	1,50	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
4d	1,24	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
4e	1,46	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
5a	1,22	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
5b	1,39	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
5c	1,38	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
5d	1,26	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
5e	1,39	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
6a	1,35	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
6b	1,30	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
6c	1,53	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
6d	1,41	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
6e	1,44	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
7a	1,16	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
7b	1,36	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
7c	1,23	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
7d	1,38	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)
7e	1,39	Kurang tersortir (<i>poorly sorted</i>)

3.3.3 Skewness (kemencengan)

Skewness merupakan suatu nilai yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat asimetris dari distribusi data terhadap distribusi normal (Muhardi et al., 2021a). Dari hasil pengolahan data statistik sedimen diperoleh nilai kemencengan yang dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai kemencengan pada semua stasiun di Perairan Sungai Kakap berada pada kisaran 2,26 - 4,54, dengan rentang nilai secara keseluruhan masuk ke dalam klasifikasi sangat halus (*very fine skewed*). Hal ini menunjukkan bahwa sedimen telah mengalami proses transportasi dan pengendapan pada kawasan perairan tersebut (Warsidah et al., 2021). Nilai kemencengan sedimen dasar di daerah penelitian ini didominasi oleh nilai positif, yang menyatakan bahwa kondisi sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap memiliki kelebihan partikel halus. Apabila nilai kemencengan sedimen dasar bernilai positif, maka distribusi ukuran butir mempunyai kelebihan partikel halus, begitu juga sebaliknya, apabila kemencengan sedimen bernilai negatif, maka distribusi ukuran butir mempunyai kelebihan partikel kasar (Nichols, 2009).

Tabel 4
Klasifikasi sedimen berdasarkan nilai *Skewness*

Stasiun	<i>Skewness</i>	Kelas pemilahan
1a	3,36	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
1b	2,26	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
1c	4,43	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
1d	3,10	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
1e	3,12	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
2a	3,39	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
2b	2,59	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
2c	3,29	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
2d	4,48	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
2e	4,54	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
3a	3,27	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
3b	3,25	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)

3c	3,03	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
3d	3,52	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
3e	2,94	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
4a	3,01	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
4b	2,96	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
4c	3,24	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
4d	4,01	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
4e	3,32	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
5a	3,58	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
5b	3,37	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
5c	3,35	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
5d	3,24	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
5e	3,37	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
6a	3,12	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
6b	3,15	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
6c	2,92	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
6d	2,80	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
6e	3,30	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
7a	3,07	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
7b	3,34	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
7c	3,14	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
7d	3,35	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
7e	3,38	Sangat halus (<i>very fine skewed</i>)

3.3.3 Kurtosis

Kurtosis merupakan bilangan yang menunjukkan bentuk kurva distribusi frekuensi yang diukur relatif terhadap distribusi normal (Nielsen, 2009). Hasil analisis menunjukkan sedimen dasar di Perairan Sungai kakap dicirikan oleh nilai kurtosis yang bervariasi yaitu 0,62 - 1,08, sehingga digolongkan dalam kategori normal (*mesokurtic*) hingga sangat tumpul (*very platykurtic*), seperti yang pada Tabel 5. Hal ini menunjukkan sortasi yang kurang baik pada sebaran sedimen dasar. Ukuran butir yang tidak seragam ini disebabkan karena pengaruh kecepatan arus sungai yang tergolong lemah, mengakibatkan sedimen yang mengendap di dasar sungai mempunyai butiran yang tidak seragam yaitu ukuran lempung, lanau, dan pasir.

Tabel 5
Klasifikasi sedimen berdasarkan nilai kurtosis

Stasiun	Kurtosis	Klasifikasi
1a	0,77	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
1b	0,75	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
1c	0,88	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
1d	0,79	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
1e	0,78	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
2a	1,08	Normal (<i>mesokurtic</i>)
2b	0,7	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
2c	0,67	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
2d	1,03	Normal (<i>mesokurtic</i>)
2e	1,03	Normal (<i>mesokurtic</i>)
3a	0,77	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
3b	0,97	Normal (<i>mesokurtic</i>)
3c	0,72	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
3d	0,96	Normal (<i>mesokurtic</i>)
3e	0,82	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
4a	0,74	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
4b	0,69	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
4c	0,91	Normal (<i>mesokurtic</i>)
4d	0,71	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
4e	0,72	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
5a	0,97	Normal (<i>mesokurtic</i>)
5b	0,76	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
5c	0,78	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
5d	0,88	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
5e	0,77	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
6a	0,81	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
6b	0,81	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
6c	0,62	Sangat tumpul (<i>very platykurtic</i>)
6d	0,65	Sangat tumpul (<i>very platykurtic</i>)
6e	0,73	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
7a	0,81	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
7b	0,78	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
7c	0,95	Normal (<i>mesokurtic</i>)
7d	0,76	Tumpul (<i>platykurtic</i>)
7e	0,76	Tumpul (<i>platykurtic</i>)

3.4. Analisis Kecepatan Arus

Pengukuran kecepatan arus di Perairan Sungai Kakap dilakukan menggunakan *flowmeter* pada 7 stasiun pengukuran, dengan masing-masing stasiun dibagi menjadi 5 titik. Setiap titik

diukur kecepatan arus dengan 3 kedalaman, yaitu di permukaan (0,2 D), pertengahan (0,6 D), dan di dekat dasar sungai (0,8 D). Pengukuran tersebut bertujuan sebagai pembandingan nilai kecepatan arus yang terdapat di Perairan Sungai Kakap. Proses pengambilan data kecepatan arus dilakukan 1 kali pada setiap titik, sehingga diperoleh nilai kecepatan arus secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Nilai kecepatan aliran sungai pada stasiun 5 terlihat lebih kecil dibanding stasiun 4. Secara rata-rata stasiun 5 memiliki nilai kecepatan arus sebesar 0,10 m/s, sedangkan stasiun 4 memiliki kecepatan arus 0,17 m/s. Kecepatan arus pada stasiun 5 titik 2 dan stasiun 6 titik 4 terlihat lebih kecil dibanding stasiun lainnya, hal ini dikarenakan pada stasiun ini memiliki nilai persentase lempung yang sedikit dan memiliki persentase pasir dan lanau yang besar. Sedangkan kecepatan arus yang paling besar terlihat pada stasiun 4 titik 2 dan stasiun 7 titik 3, stasiun ini memiliki nilai persentase pasir yang kecil. Karakteristik sungai juga dapat mempengaruhi kecepatan aliran, apabila di dasar sungai lebih banyak mengandung partikel kasar, maka kecepatan aliran juga besar, begitu juga sebaliknya jika di dasar sungai memiliki partikel halus maka kecepatan aliran juga kecil.

Secara keseluruhan nilai kecepatan arus rata-rata di Perairan Sungai Kakap sebesar 0,13 m/s yang tergolong kategori arus lemah (Sukuryadi, 2018). Kecepatan arus bervariasi pada setiap tempat yang berbeda tergantung faktor penyebabnya. Adapun faktor utama yang mempengaruhi kecepatan arus yaitu angin dan pasang surut (Muhardi et al., 2021b).

Tabel 6
Kecepatan Arus di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya

Stasiun	Kedalaman (m)	Lebar penampang (m)	Kecepatan (m/s)			Kecepatan rata-rata (m/s)
			0,2D	0,6D	0,8D	
1a	1,9	20	0,093	0,098	0,117	0,1015
1b	2,1	20	0,087	0,112	0,112	0,1057
1c	2,8	20	0,093	0,133	0,175	0,1335
1d	1,7	20	0,082	0,126	0,132	0,1165
1e	0,9	20	0,078	0,097	0,102	0,0935
2a	1,6	11	0,192	0,178	0,211	0,1897
2b	2,2	11	0,054	0,133	0,189	0,1272
2c	2,4	11	0,112	0,142	0,182	0,1445
2d	1,3	11	0,087	0,125	0,187	0,1310
2e	1,0	11	0,113	0,128	0,141	0,1275
3a	1,8	15	0,167	0,181	0,178	0,1767
3b	2,1	15	0,123	0,133	0,113	0,1255
3c	2,1	15	0,123	0,156	0,133	0,1420
3d	1,7	15	0,113	0,121	0,154	0,1272
3e	1,1	15	0,097	0,103	0,138	0,1102
4a	2,9	22	0,113	0,178	0,156	0,1562
4b	3,2	22	0,074	0,388	0,321	0,2927
4c	3,8	22	0,288	0,178	0,156	0,2000
4d	2,7	22	0,091	0,124	0,156	0,1237
4e	2,0	22	0,108	0,117	0,114	0,1140
5a	1,3	37	0,103	0,123	0,113	0,1155
5b	2,3	37	0,064	0,053	0,044	0,0535
5c	3,7	37	0,092	0,089	0,074	0,0860
5d	1,6	37	0,343	0,113	0,103	0,1680
5e	1,4	37	0,093	0,093	0,084	0,0907
6a	1,0	36	0,044	0,189	0,123	0,1362
6b	1,8	36	0,133	0,178	0,112	0,1502
6c	3,6	36	0,113	0,103	0,343	0,1655
6d	1,5	36	0,093	0,054	0,044	0,0612
6e	1,2	36	0,104	0,112	0,143	0,1177
7a	4,0	56	0,120	0,135	0,113	0,1257
7b	4,4	56	0,123	0,189	0,167	0,1670
7c	5,2	56	0,156	0,281	0,244	0,2405
7d	4,1	56	0,093	0,200	0,103	0,1490
7e	5,0	56	0,123	0,103	0,084	0,1032

3.5. Debit Aliran

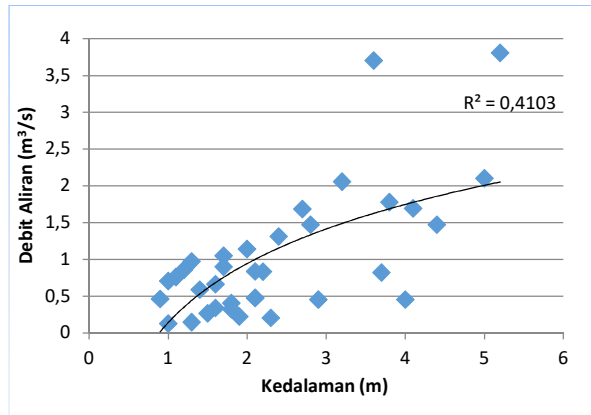
Perhitungan debit aliran sungai menggunakan metode *velocity area*, dengan menghitung kecepatan arus, kedalaman, dan lebar penampang sungai (Nursiani et al., 2020b). Berdasarkan

hasil perhitungan, diperoleh nilai debit dan kedalaman yang bervariasi, seperti pada Tabel 7. Debit aliran terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 0,182 m³/s, sedangkan debit aliran terendah terdapat pada stasiun 5 yaitu sebesar 0,08 m³/s. Hasil pengukuran ini menunjukkan perubahan kedalaman yang berbeda-beda dapat mempengaruhi debit aliran. Kedalaman sungai yang lebih besar akan menyebabkan debit aliran semakin besar, begitu juga sebaliknya jika kedalaman sungai lebih rendah akan menyebabkan nilai debit aliran semakin kecil.

Pengamatan terhadap kedalaman dan debit aliran sungai menunjukkan adanya hubungan yang erat antara kedua parameter tersebut. Kedua parameter akan dihubungkan menggunakan grafik hubungan kedalaman dengan debit aliran (Q) seperti pada Gambar 6. Hal ini ditunjukkan oleh koefisien korelasi (R) sebesar 0,6405, yang diperoleh dengan analisis regresi linier. Nilai R yang diperoleh lebih besar dari nilai 0,5 pada grafik *logarithmic rating curve*. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang erat antara kedalaman dan debit aliran sungai. Hasil ini dapat diartikan bahwa persamaan logaritma pada grafik tersebut dapat dijadikan dasar pengukuran debit di Perairan Sungai Kakap.

Tabel 7
Debit Aliran di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya.

Stasiun	Kedalaman Di (m)	Lebar penampang (m)	Debit Qi (m ³ /s)	Debit rata-rata (m ³ /s)
1a	1,9	20	0,22	
1b	2,1	20	0,47	
1c	2,8	20	1,47	0,127
1d	1,7	20	0,89	
1e	0,9	20	0,45	
2a	1,6	11	0,33	
2b	2,2	11	0,83	
2c	2,4	11	1,31	0,182
2d	1,3	11	0,97	
2e	1,0	11	0,70	
3a	1,8	15	0,32	
3b	2,1	15	0,47	
3c	2,1	15	0,83	0,143
3d	1,7	15	1,04	
3e	1,1	15	0,75	
4a	2,9	22	0,45	
4b	3,2	22	2,05	
4c	3,8	22	1,77	0,180
4d	2,7	22	1,68	
4e	2,0	22	1,14	
5a	1,3	37	0,14	
5b	2,3	37	0,20	
5c	3,7	37	0,82	0,083
5d	1,6	37	0,65	
5e	1,4	37	0,58	
6a	1,0	36	0,12	
6b	1,8	36	0,40	
6c	3,6	36	3,70	0,153
6d	1,5	36	0,26	
6e	1,2	36	0,85	
7a	4,0	56	0,45	
7b	4,4	56	1,46	
7c	5,2	56	3,80	0,142
7d	4,1	56	1,68	
7e	5,0	56	2,10	



Gambar 6. Grafik hubungan kedalaman dan debit aliran

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fraksi sedimen dasar di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya berupa pasir, lanau, dan lempung, dengan persentase masing-masing sebesar 38,54 %, 42,11 %, dan 19,28 %. Sedimen dasar didominasi oleh 3 tipe sedimen, yaitu lempung berliat, lempung, dan lempung berdebu. Berdasarkan parameter ukuran butir sedimen dasar, diperoleh diameter rata-rata (dalam ϕ) yaitu 0,94 – 2,24 dengan klasifikasi pasir kasar hingga pasir halus. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sortasi yang diperoleh adalah kurang tersortir, kemencengan sedimen sangat halus, dan kurtosis sedimen termasuk dalam kategori tumpul.

Bibliografi

- Anggraini, T.Z.A., Jumarang, M.I., Apriansyah, 2017. Studi Material Sedimen Perairan Pesisir Pantai Sungai Duri Kabupaten Bengkayang. *Prism. Fis.* 5, 41–44.
- Ansari, A., Apriansyah, A., Risko, R., 2020. Distribusi Sedimen Dasar di Perairan Muara Mempawah Kalimantan Barat. *J. Laut Khatulistiwa* 3, 48–54.
- Blott, S.J., Pye, K., 2001. *Gradistat: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments.* *Earth Surf. Process. Landforms* 26, 1237–1248.
- Boggs, S., 2009. *Petrology of Sedimentary Rocks, Second. ed.* Cambridge University Press, New York.
- Dwianti, R.F., Widada, S., Hariadi, H., 2017. Distribusi sedimen dasar di Perairan Pelabuhan Cirebon. *J. Oseanografi* 6, 228–235.
- Foth, H.D., 1990. *Fundamentals of Soil Science, Eighth. ed.* News.Ge. John Wiley & Sons, United States.
- Handayani, S., Jumarang, M.I., Apriansyah, 2017. Identifikasi Jenis Material Sedimen Dasar Kelokan Sungai di Desa Sungai Duri Kecamatan Bengkayang Kabupaten Bengkayang. *Prism. Fis.* 5, 145–150.
- Muhardi, M., Nurrahman, Y.A., Risko, R., Muliadi, M., Rahayu, K., Susiati, H., 2021a. Statistical Parameters Analysis of Sediment Grain Size From Raya River Bengkayang Regency, West Borneo. *Bull. Mar. Geol.* 36, 100–107.
- Muhardi, M., Risko, R., Susiati, H., 2021b. Characteristics of Hydro-Oceanography in the Coastal Waters of Kura-Kura Beach, Bengkayang Regency. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidik.* *Fis.* 6, 45–52.

- Nichols, G., 2009. *Sedimentology and Stratigraphy, 2nd ed.* Syria Studies. A John Wiley & Sons, Ltd., Oxford.
- Nielsen, P., 2009. *Coastal and estuarine processes.* *Coast. Estuar. Process.*
- Nugroho, S.H., Basit, A., 2014. Sediment Distribution Based on Grain Size Analyses in Weda Bay, Northern Maluku. *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.* 6, 229–240.
- Nursiani, T., Putra, Y.S., Muhardi, 2020a. Sebaran Fraksi dan Jenis Sedimen Dasar (Bed-Load) di Sungai Pawan Kecamatan Delta Pawan Kabupaten Ketapang. *J. Mar. Aquat. Sci.* 6, 253–257.
- Nursiani, T., Putra, Y.S., Muhardi, 2020b. Studi Ukuran Diameter Butir Sedimen Dasar terhadap Kecepatan Arus di Sungai Pawan Kabupaten Ketapang. *Prism. Fis.* 8, 17–20.
- Rahayu, K., Muliadi, M., Muhardi, M., Putra, Y.S., Risko, R., Susiati, H., 2022. Distribusi Sedimen Dasar di Perairan Sungai Raya Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *J. Laut Khatulistiwa* 5, 19–24.
- Sukuryadi, 2018. Analisis Arus dan Gelombang Perairan Batu Belande Gili Asahan Desa Batu Putih Kecamatan Sekotong Lombok Barat. *Paedagogia* 12, 1–10.
- Warsidah, W., Risko, R., Saputra, D.W., Muliadi, M., Zibar, Z., Susiati, H., 2021. Sebaran Sedimen Berdasarkan Analisis Parameter Ukuran Butir di Perairan Muara Sungai Sambas Kalimantan Barat. *J. Geol. Kelaut.* 19, 61–71.