

# ANALISIS GRANULOMETRI DAN PENGARUH PADA LOGAM BERAT CD, CU, DAN ZN DALAM ENDAPAN SEDIMEN SUNGAI PAMPANG, SAMARINDA.

Septianus Cristian Guntur<sup>1)</sup>, Teofelus Andri Kurniawan<sup>1)</sup>, Indra Dewi Sanjaya<sup>1)\*</sup>, Diftania Avanda<sup>1)</sup>, Muhammad Dahlan Balfas<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Teknik/ Teknik Geologi, Universitas Mulawarman  
E-mail: indradewisanjaya@gmail.com

## ABSTRAK

Sungai Pampang di Desa Budaya Pampang, Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu sungai tangkapan Bendungan Benanga, Lempake. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran tekstur sedimen dan pengaruhnya terhadap konsentrasi Zn, Cu dan Cd pada sampel dari hulu sungai ke hilir sungai. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode granulometri pendekatan matematis dan metode AAS untuk mengetahui konsentrasi logam Zn, Cu, dan Cd. Berdasarkan hasil analisa granulometri pada bagian hulu dan hilir sungai memiliki ukuran dan sortasi butir dengan rata-rata berukuran *sand* dengan butiran yang *poorly sorted*. Nilai *skewness* dan *kurtosis* pada sungaidi bagian hulu lebih aktif dibandingkan bagian hilir sungai. Distribusi kadar Zn, Cu, dan Cd pada bagian hulu lebih rendah dibandingkan pada bagian hilir sungai. Hal ini menunjukkan bahwa semakin ke hilir sungai, proses sedimentasi, deposisi, dan kondisi arus sebagai media transportasi lebih tenang dibandingkan pada bagian hulu sungai.

**Kata kunci :** Sungai, Analisis Granulometri, Metode AAS, *Skewness*, *Kurtosis*

## ABSTRACT

*Pampang River in Budaya Pampang Village, North Samarinda, Samarinda City, East Kalimantan Province is one of the catchment rivers of Benanga Dam, Lempake. This study aims to determine the distribution of sediment texture and its effect on the concentration of Zn, Cu and Cd in samples from the upstream to the downstream of the river. The research method used is the mathematical approach granulometry method and the AAS method to determine the concentration of Zn, Cu, and Cd metals. Based on the results of granulometry analysis in the upstream and downstream parts of the river, the size and sorting of grains with an average size of sand with poorly sorted grains. The skewness and kurtosis values in the upstream river are more active than in the downstream part of the river. The distribution of Zn, Cu, and Cd levels in the upstream part is lower than in the downstream part of the river. This shows that the further downstream the river, the sedimentation process, deposition, and current conditions as a transportation medium are calmer than in the upstream part of the river.*

**Keyword:** River, Granulometric Analysis, AAS Method, *Skewness*, *Kurtosis*

## 1. Pendahuluan

Batuan sedimen adalah jenis batuan yang terjadi karena proses pengendapan materi hasil erosi atau pelarutan. Dengan kata lain, batuan sedimen merupakan batuan yang berasal dari batuan yang sudah pernah ada sebelumnya. Batuan sedimen merupakan salah satu batuan penyusun kerak bumi dan hampir mendominasi permukaan bumi. Ukuran butir penyusun batuan sedimen biasanya tidak dapat diamati oleh mata telanjang. Meskipun demikian, mungkin masih bisa diketahui melalui perabaan yang seksama. Umumnya penilaian ukuran butir batuan sedimen mengikuti Skala Wentworth. Ukuran butir sedimen diukur berdasarkan 2 skala logaritma, yang dikenal dengan skala “*Phi*”, dimana ukuran partikel dibagi mulai dari koloid (*colloid*) sampai dengan bolder (*boulder*).

Sungai Pampang di Desa Budaya Pampang, Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu sungai tangkapan Bendungan Benanga, Lempake. Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui sebaran tekstur sedimen dan pengaruhnya terhadap konsentrasi Zn, Cu dan Cd pada sampel dari hulu sungai ke hilir sungai.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran butir batuan sedimen, yaitu variasi ukuran butir sedimen asal, proses transportasi, dan energi pengendapan. Material-material sedimen yang terdapat di permukaan bumi memiliki ukuran yang sangat bervariasi.

Granulometri adalah metode analisis batuan sedimen menggunakan analisis pada ukuran batuan sedimen. Analisis besar butir dapat dipakai untuk mengetahui proses-proses selama sedimentasi dan dapat digunakan untuk menginterpretasikan lingkungan pengendapan bahkan analisis besar butir sama pentingnya dengan metode-metode lainnya. Analisis ini bertujuan untuk menentukan harga rata-rata, pemilahan, kemiringan, dan keruncingan pada endapan tsunami dengan menggunakan cara grafik.

Nilai mean merupakan nilai besaran ukuran butir rata – rata. *Mean* memiliki satuan berupa  $\phi$  ( $\phi$ ) (persamaan 2). *Median* merupakan nilai tengah dari suatu kurva. *Median* adalah bilangan sentral dari suatu kumpulan dalam ukuran pemusatan data (persamaan 1). Standar deviasi adalah angka yang mengukur penyebaran kelompok data terhadap nilai rata-rata data (*mean*) tersebut (persamaan 3). *Skewness* mencirikan ke arah mana dominan ukuran butir dari suatu populasi tersebut, mungkin simetri, condong ke arah sedimen berbutir kasar atau condong ke arah berbutir halus (persamaan 4). *Kurtosis* adalah nilai statistik yang menunjukkan derajat kelancipan dari suatu grafik yang merupakan penyebaran distribusi sampel, semua sifat tersebut digunakan untuk mendeskripsi distribusi frekuensi (persamaan 5) (Nugroho, 2014).

Logam berat merupakan salah satu komponen yang ada pada daerah perairan. Logam berat seperti Zn, dan lain-lain merupakan logam berat yang sering ditemukan dalam perairan. Adanya kandungan logam berat dalam perairan sangat mengkhawatirkan karena sifatnya yang sudah terdegradasi dan dapat terabsorpsi oleh biota perairan serta akan menimbulkan zat toksik atau racun (Nata, 2024).

## 2. Metode Penelitian

*Core* merupakan conto atau sampel dari suatu material (tanah/batuan) yang diambil menggunakan alat berupa bor dengan tujuan untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan pada kedalaman tertentu. Granulometri adalah metode analisis yang digunakan untuk menentukan ukuran butir sedimen. Dalam granulometri lebih mengutamakan bagaimana sebaran butiran dari batuan sedimen jenis klastik. Pada penelitian yang dilakukan, penentuan ukuran butir dilakukan dengan menggunakan alat berupa ayakan yang dilengkapi dengan *mesh* berukuran 50, 80, 100, 200 dan *pan*.

$$Mm = (\text{batas atas} + \text{batas bawah}) / 2 \dots \dots \dots (1)$$

$$\bar{X}_a = \frac{\sum f \cdot m_m}{100} \dots \dots \dots (2)$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f (m_m - \bar{X}_a)^2}{100}} \dots \dots \dots (3)$$

$$SK_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{X}_a)^3}{100 \cdot \sigma_a^3} \dots \dots \dots (4)$$

$$K_a = \frac{\sum f (m_m - \bar{X}_a)^4}{100 \cdot \sigma_a^4} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

$\bar{X}_a$  = Nilai *mean*

$\sigma_a$  = Standar deviasi

$SK_a$  = *Skewness*

$K_a$  = *Kurtosis*

$f$  = Frekuensi berat pada setiap fraksi (gr)

$m_m$  = Nilai tengah pada setiap fraksi (*median*)

Pengklasifikasian dari granulometri menggunakan klasifikasi menurut Folk dan Ward, 1957 yang terdiri dari klasifikasi sortasi, klasifikasi *skewness*, dan klasifikasi *kurtosis*. Klasifikasi standar deviasi dapat dikelompokkan ke dalam kategori seperti pada Tabel 1

Tabel 1. Klasifikasi Sortasi (Folk and Ward, 1957)

| Sorting Coefficient | Characterization      |
|---------------------|-----------------------|
| >4                  | Extremely poor sorted |

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| 2 – 4       | <i>Very poor sorted</i>       |
| 1 – 2       | <i>Poorly sorted</i>          |
| 0.71 – 1    | <i>Moderately sorted</i>      |
| 0.50 – 0.71 | <i>Moderately well sorted</i> |
| 0.35 – 0.50 | <i>Well sorted</i>            |
| <0.35       | <i>Very well sorted</i>       |

Klasifikasi *skewness* dapat dikelompokkan ke dalam kategori seperti pada Tabel 2

Tabel 2. Klasifikasi *skewness* (Folk and Ward, 1957)

| <i>Value</i> | <i>Description in terms of</i> |                                            |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------------------|
|              | <i>φ-units</i>                 | <i>Relative particle size</i>              |
| -0.3 to -1   | <i>Very negatively skewed</i>  | <i>Very skewed towards the fine side</i>   |
| -0.1 to -0.3 | <i>Negatively skewed</i>       | <i>Skewed towards the fine side</i>        |
| -0.3 to 0.1  | <i>Nearly symmetrical</i>      | <i>Nearly symmetrical</i>                  |
| 0.1 to 0.3   | <i>Positively skewed</i>       | <i>Skewed towards the coarse side</i>      |
| 0.3 to 1     | <i>Very positively skewed</i>  | <i>Very skewed towards the coarse side</i> |

Klasifikasi *kurtosis* dapat dikelompokkan dalam lima ketegori seperti pada Tabel 3

Tabel 3. Klasifikasi *kurtosis* (Folk and Ward, 1957)

| <i>Value</i> | <i>Classification</i>        | <i>Explanation</i>                                |
|--------------|------------------------------|---------------------------------------------------|
| <0.67        | <i>Very platykurtic</i>      | <i>Very flat frequency distribution</i>           |
| 0.67 – 0.90  | <i>Platykurtic</i>           | <i>Flat distribution</i>                          |
| 0.90 – 1.11  | <i>Mesokurtic</i>            | <i>Non expecially peaked, normal distribution</i> |
| 1.11 – 1.50  | <i>Leptokurtic</i>           | <i>Highly peaked distribution</i>                 |
| 1.50 – 3     | <i>Very leptokurtic</i>      | <i>Very highly peaked distribution</i>            |
| >3           | <i>Extremely Leptokurtic</i> | <i>Extremely highly peaked distribution</i>       |

Studi Lapangan adalah tahapan pekerjaan lapangan untuk mengenali medan dan mengetahui keadaan lapangan, mengetahui letak atau titik yang akan diambil data primer, serta mengetahui jarak tempuh yang akan dilalui dan memakan waktu berapa lama tiba ke lokasi pengamatan, sehingga diperoleh gambaran geologi secara umum daerah penelitian. Tahap studi lapangan meliputi observasi lapangan.

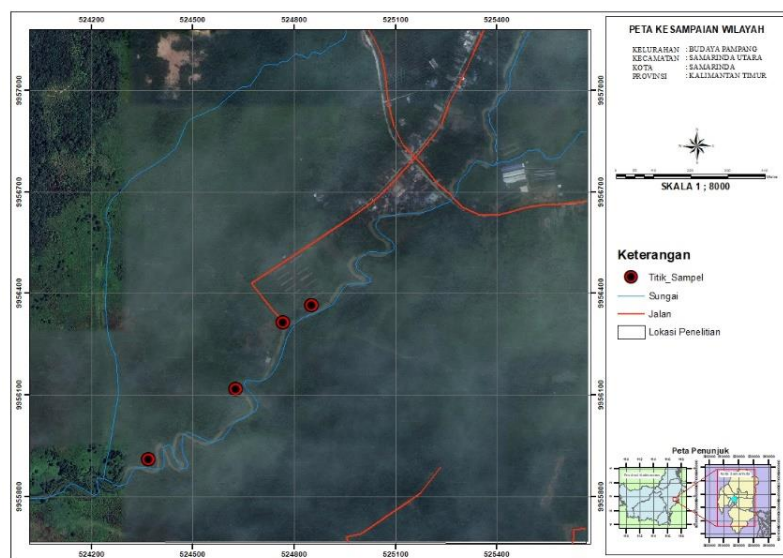
Daerah penelitian terletak di Sungai Desa Budaya Pampang, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penelitian terletak sekitar 22 km dari Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, sehingga untuk dapat menjangkau lokasi tersebut dibutuhkan waktu tempuh sekitar 30 menit. Terdapat 4 titik lokasi pengambilan sampel dengan jarak titik pengambilan sampel A sejauh  $\pm 500$  meter interval titik pengambilan sampel.

Pada tahap pengumpulan data ini didapatkan data primer berupa data lapangan, data hasil uji ayakan, data uji logam berat dan dokumentasi. Selain data primer, didapatkan juga data sekunder berupa peta geologi regional serta peta kesampaian daerah.

Pengambilan sampel core menggunakan pipa silinder yang telah dilubangi sebelumnya. *Core* merupakan sampel atau conto material (batuan/endapan) yang diambil dengan menggunakan metode *core drill* yang bertujuan menggambarkan kondisi bawah permukaan dengan kedalaman tertentu yang prospektif untuk keperluan tertentu. Berdasarkan pengambilan sampling lapangan, didapatkan 4 titik lokasi sampling.



Gambar 1. Pengambilan Sampel dengan Pipa Coring



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel

Logam berat adalah unsur kimia yang mempunyai berat minimal  $5,0 \text{ gr/cm}^3$  dan memiliki ikatan logam. Analisis dilakukan terhadap kandungan logam berat Cd, Cu, dan Zn daerah Sungai Desa Budaya Pampang. Analisis logam berat tersebut menggunakan metode pengabuan pada 1 gr sampel yang kemudian diidentifikasi dengan sebuah alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*), alat ini membantu untuk mengukur kadar logam, metalloid dan unsur mikro dalam sampel.



Gambar 3. Pengujian Sampel dengan Alat AAS (*Atomic absorption spectroscopy*)

Tabel 4. Hasil Uji Granulometri

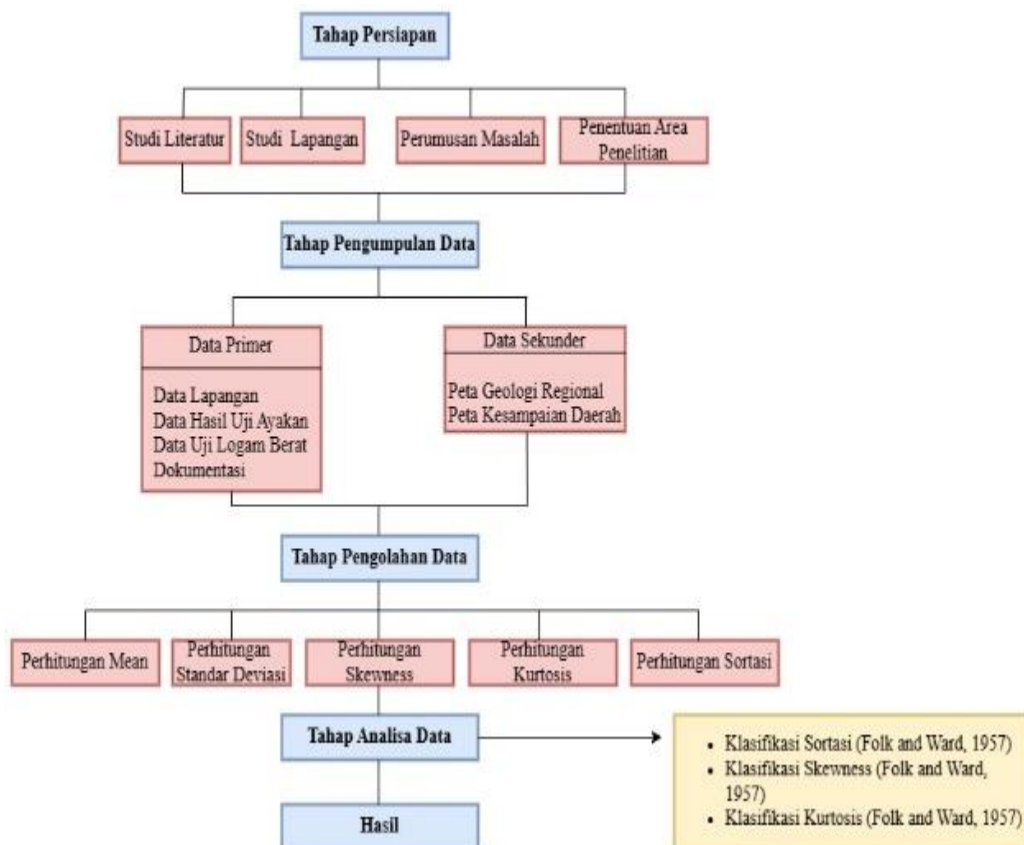
| Kode Sampel | Mean | Standard Deviation | Skewness | Kurtosis | Sortasi | Ukuran Butir | Mean | Klasifikasi |          |          |
|-------------|------|--------------------|----------|----------|---------|--------------|------|-------------|----------|----------|
|             |      |                    |          |          |         |              |      | Sortasi     | Skewness | Kurtosis |

|         |      |      |      |      |      |                |      |                     |                     |                  |
|---------|------|------|------|------|------|----------------|------|---------------------|---------------------|------------------|
| STA1/TG | 1,69 | 2,37 | 0,30 | 0,36 | 1,24 | Very Fine Sand | 1,69 | Poorly Sorted       | Very Coarsed Skewed | Very Platycurtic |
| STA2/TG | 1,51 | 5,56 | 0,08 | 0,04 | 2,33 | Very Fine Sand | 1,51 | Very Poorly Soorted | Very Simetrical     | Very Platycurtic |

Tabel 5. Hasil Uji dengan AAS

| No | Kode Sampel | Hasil Analisis Logam Berat |       |       |
|----|-------------|----------------------------|-------|-------|
|    |             | Cd                         | Cu    | Zn    |
|    |             | ppm                        |       |       |
| 1  | STA1/TG     | 0,10                       | 8,59  | 46,03 |
| 2  | STA2/TG     | 0,37                       | 5,57  | 37,43 |
| 3  | STA3/TG     | 1,45                       | 35,99 | 94,84 |
| 4  | STA4/4      | 22,93                      | 9,29  | 93,15 |

Adapun diagram alir penelitian dimulai dari tahap persiapan yang meliputi studi literatur, studi lapangan, perumusan masalah dan penentuan area penelitian. Setelah tahap persiapan akan dilanjutkan ke tahap pengumpulan data, meliputi data primer seperti data lapangan, data hasil uji ayakan, data uji logam berat dan dokumentasi, adapun data selain data primer yaitu data sekunder, meliputi peta geologi regional dan peta kesampain daerah. Kemudian dilanjutkan tahap pengolahan data yaitu, pehitungan mean, perhitungan standar deviasi, perhitungan *skewness*, perhitungan kurtosis, dan perhitungan sortosis. Pada tahap analisi data, menggunakan klasifikasi sortasi (Folk and Ward, 1957), klasifikasi *skewness* (Folk and Ward, 1957) dan klasifikasi kurtosis (Folk and Ward, 1957). Setelah melewati tahap – tahap tersebut di dapatkannya hasil akhir.



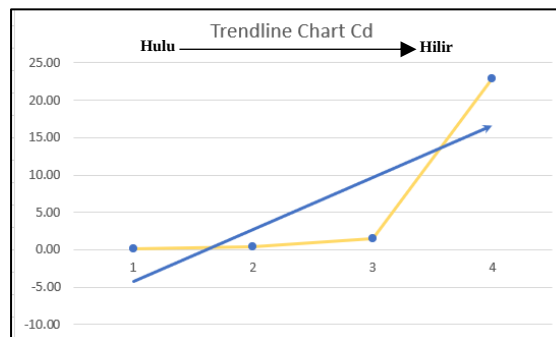
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menunjukkan tingkat konsentrasi kandungan unsur Cd dari Hulu ke Hilir, ditunjukkan dengan arah Trendline pada Gambar 5. Kandungan unsur Cd lebih terakumulasi pada sungai desa budaya pampang daerah hilir, ditunjukkan dengan arah trendline yang mengarah naik ke hilir. Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor transportasi sedimen yang membawa material dari hulu ke hilir, dimana berdasarkan analisis granulometri menunjukkan bahwa semakin hilir ukuran butir sedimen akan semakin kecil (halus) akibat adanya transportasi material sedimen. Partikel-partikel sedimen dengan ukuran yang lebih kecil cenderung memiliki permukaan yang lebih luas, hal ini meningkatkan kemampuan material sedimen dalam mengakumulasi logam berat, termasuk Cd. Oleh karena itu, konsentrasi kandungan unsur Cd pada sungai Desa Budaya Pampang akan terus meningkat seiring ke arah hilir sungai. Selain daripada itu juga dapat dipengaruhi karena adanya aktivitas warga masyarakat yang tinggal di sekitar perairan sungai yang dapat memicu tercemarnya air sungai. Yakni aktivitas warga yang terbiasa membuang limbah rumah tangga melalui sampah-sampah metabolik dan korosi pipa-pipa air yang mengandung logam-logam berat juga dapat memberikan dampak yang cukup besar terhadap masuknya logam-logam berat ke perairan sungai desa budaya pampang. Semakin banyaknya aktivitas masyarakat tersebut di perairan maka tidak menutup kemungkinan juga akan bertambahnya kadar logam berat dalam air sungai. Dengan adanya aktivitas-aktivitas tersebut dapat diperkirakan bahwa perairan sungai desa budaya pampang telah mengalami perubahan kondisi alamiahnya.

Tabel 6. Unsur Cd

| Cd | 1    | 2    | 3    | 4     |
|----|------|------|------|-------|
|    | 0.10 | 0.37 | 1.45 | 22.93 |



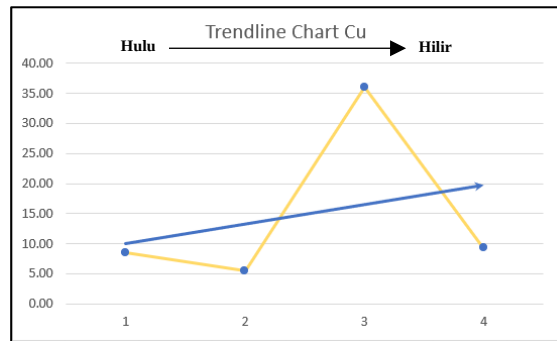
Gambar 5. Diagram *Trendline* Cd

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menunjukkan tingkat konsentrasi kandungan unsur Cu dari Hulu ke Hilir, ditunjukkan dengan arah Trendline pada Gambar 6. Kandungan unsur Cu lebih terakumulasi pada sungai desa budaya pampang daerah hilir, ditunjukkan dengan arah trendline yang mengarah naik ke hilir. Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor transportasi sedimen yang membawa material sedimen dengan ukuran butir yang akan semakin kecil dari hulu ke hilir. Pengaruh granulometri terhadap unsur Cu pada daerah sungai dapat dilihat dari seberapa ukuran butir sedimen yang terakumulasi pada daerah tersebut. Ukuran sedimen berperan penting dalam kemampuan adsorpsi logam berat seperti Cu. Ukuran sedimen yang lebih kecil seperti material lumpur dan lanau, memiliki luas permukaan yang lebih besar, sehingga mampu mengikat lebih banyak Cu dibandingkan dengan partikel yang lebih besar seperti kerikil. Hal ini menyebabkan konsentrasi Cu cenderung lebih tinggi pada fraksi sedimen yang lebih halus. Maka dapat dikatakan bahwa pada daerah sungai Desa Budaya Pampang akumulasi unsur Cu seiring ke arah hilir akan semakin bertambah. Selain itu, konsentrasu kandungan unsur Cu juga dapat dipengaruhi oleh adanya aktivitas warga masyarakat yang tinggal di sekitar perairan sungai yang dapat memicu tercemarnya air sungai. Yakni aktivitas warga yang terbiasa membuang limbah rumah tangga melalui sampah-sampah metabolik, aktivitas pertanian dan korosi pipa-pipa air yang mengandung logam-logam berat juga dapat memberikan dampak yang cukup besar terhadap masuknya logam-logam berat ke perairan sungai desa budaya pampang. Semakin banyaknya aktivitas masyarakat tersebut di perairan maka tidak menutup kemungkinan juga akan bertambahnya kadar logam berat dalam air sungai. Dengan adanya

aktivitas-aktivitas tersebut dapat diperkirakan bahwa perairan sungai desa budaya pampang telah mengalami perubahan kondisi alamiahnya

Tabel 7. Unsur Cu

| Cu | 1    | 2    | 3     | 4    |
|----|------|------|-------|------|
|    | 8.59 | 5.57 | 35.99 | 9.29 |

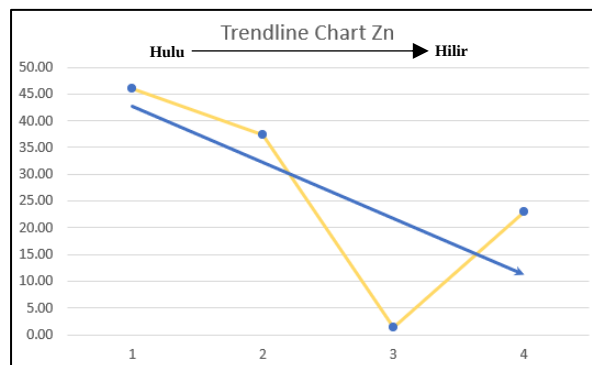


Gambar 6. Diagram Trendline Cu

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menunjukkan tingkat konsentrasi kandungan unsur Zn dari Hulu ke Hilir, ditunjukkan dengan arah *Trendline* pada Gambar 7. Kandungan unsur Zn lebih terakumulasi pada sungai desa budaya pampang daerah hulu, ditunjukkan dengan arah trendline yang mengarah turun ke hilir. Hal ini diduga karena sumber logam berat Zn di sekitar stasiun tersebut. Karena tinggi rendahnya kandungan logam berat disebabkan oleh sumbernya. Sumber dari unsur Zn semakin ke arah hilir semakin berkurang sehingga konsentrasi akumulasi dari unsur Zn tersebut pada trendline mengalami penurunan. Sehingga dalam hal ini, hasil analisis granulometri tidak berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi unsur Zn pada daerah sungai Desa Budaya Pampang.

Tabel 8. Unsur Zn

| Zn | 1     | 2     | 3    | 4     |
|----|-------|-------|------|-------|
|    | 46.03 | 37.43 | 1.45 | 22.93 |



Gambar 7. Diagram Trendline Zn

*Trendline* merupakan garis yang berfungsi untuk merepresentasikan arah dari persebaran kadar unsur pada daerah penelitian, berdasarkan diagram yang telah dibuat dapat diketahui perbandingan jumlah kadar Cd, Cu dan Zn pada area hulu dan hilir Sungai Desa Budaya Pampang. Pada pembuatan grafik ini menggunakan *trendline* fungsi linear untuk mengetahui arah persebaran secara konstan dari unsur-unsur tersebut.

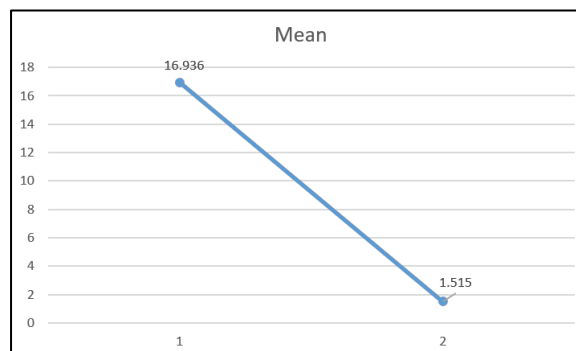
Variasi dari nilai mean pada masing masing sampel dipengaruhi perbedaan kekuatan arus dan *supply* sedimen pada tingkat yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi material sedimen yang terendapkan. Selain pengaruh arus dan proses pengendapan, variasi nilai ukuran butir disebabkan perbedaan lapisan yang tidak saling berkorelasi.

Berdasarkan grafik yang telah dibuat, dapat dilihat korelasi dari nilai rata-rata (mean) dengan kadar Cd pada setiap sampel. Dari keempat sampel yang dimiliki, dapat diketahui bahwa pada sampel 1 memiliki kadar Cd yang paling tinggi dengan nilai mean paling besar. Kemudian pada sampel 3 hingga

sampel 4 terus mengalami kenaikan kadar. Selanjutnya, pada grafik yang menyajikan hubungan dari nilai rata-rata (mean) dengan kadar Cu dapat diketahui bahwa pada sampel 1 juga memiliki nilai mean paling besar dengan kadar Cu paling rendah dimiliki oleh sampel 2, adapun kadar Cu tertinggi terdapat pada sampel 3 yang kemudian mengalami penurunan kadar pada sampel 4. Adapun pada grafik yang menyajikan hubungan dari nilai rata-rata (mean) dengan kadar Zn dapat diketahui bahwa pada sampel 1 memiliki nilai mean yang paling besar dibandingkan dengan sampel yang lain, sehingga dapat diketahui bahwa nilai me an pada sampel 2, sampel seterusnya terus mengalami penurunan. Adapun kadar Zn terendah terdapat pada sampel 2 dengan kadar Zn tertinggi terdapat pada sampel 3 yang kemudian mengalami penurunan kadar pada sampel 4.

Tabel 9. Trend

| No | Mean   |
|----|--------|
| 1  | 16.936 |
| 2  | 1.515  |

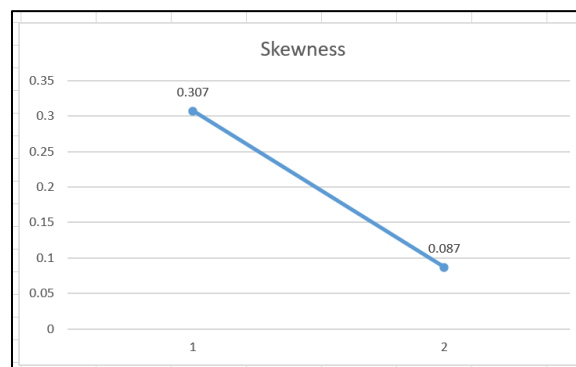


Gambar 8. Diagram Mean

Berdasarkan grafik yang telah dibuat dapat dilihat hubungan skewness dengan kadar Cd pada setiap sampel. Pada sampel 1 memiliki kadar Cd paling rendah dengan nilai skewness yang paling tinggi. Kadar Cd terus mengalami kenaikan pada sampel 2, sampel 3, dan yang paling tinggi pada sampel 4. Akan tetapi, nilai skewnes terus mengalami penurunan. Selanjutnya, pada grafik yang menyajikan hubungan skewness dengan kadar Cu dapat diketahui bahwa pada sampel 1 dan sampel 2 memiliki nilai skewness yang sama dengan kadar Cu terkecil terdapat pada sampel 2. Adapun kadar Cu tertinggi terdapat pada sampel 3 dan mengalami penurunan pada sampel 4. Adapun pada grafik yang menyajikan hubungan dari skewness dengan kadar Zn dapat diketahui bahwa pada sampel 1 memiliki nilai skewness yang paling besar dibandingkan dengan sampel yang lain, sehingga dapat diketahui bahwa nilai skewness pada sampel 2, sampel seterusnya terus mengalami penurunan. Adapun kadar Zn terendah terdapat pada sampel 2 dengan kadar Zn tertinggi terdapat pada sampel 3 yang kemudian mengalami penurunan kadar pada sampel 4.

Tabel 10. Skewness

| No | Skewness |
|----|----------|
| 1  | 0.307    |
| 2  | 0.087    |

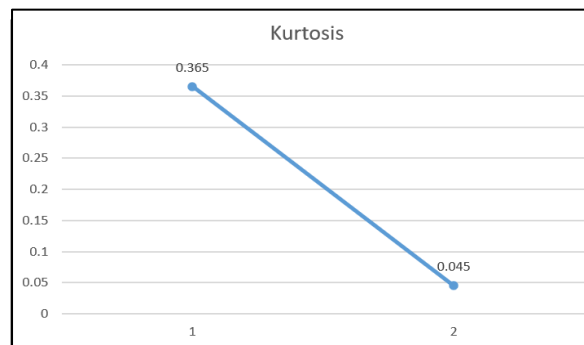


Gambar 9. Diagram Skewness

Berdasarkan grafik yang telah dibuat dapat dilihat hubungan kurtosis dengan kadar Cd pada setiap sampel. Pada sampel 1 memiliki kadar Cd paling rendah dengan nilai kurtosis yang paling tinggi. Kadar Cd terus mengalami kenaikan pada sampel 2, sampel 3, dan yang paling tinggi pada sampel 4. Akan tetapi, nilai kurtosis terus mengalami penurunan. Selanjutnya, pada grafik yang menyajikan hubungan kurtosis dengan kadar Cu dapat diketahui bahwa pada sampel 1 memiliki nilai kurtosis yang paling besar yang kemudian mengalami penurunan pada sampel 2. Adapun kadar Cu tertinggi terdapat pada sampel 3 dan mengalami penurunan pada sampel 4. Adapun pada grafik yang menyajikan hubungan dari kurtosis dengan kadar Zn dapat diketahui bahwa pada sampel 1 memiliki nilai kurtosis yang paling besar dibandingkan dengan sampel yang lain, sehingga dapat diketahui bahwa nilai kurtosis pada sampel 2 dan seterusnya terus mengalami penurunan.

Tabel 11. Kurtosis

| No | Kurtosis |
|----|----------|
| 1  | 0.365    |
| 2  | 0.045    |

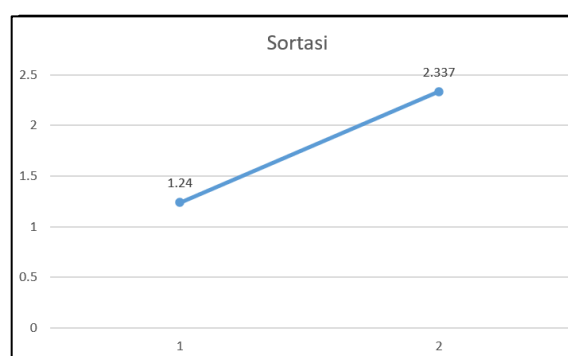


Gambar 10. Diagram Kurtosis

Berdasarkan grafik yang telah dibuat dapat dilihat hubungan sortasi dengan kadar Cd pada setiap sampel. Pada sampel 1 memiliki kadar Cd paling rendah dengan nilai sortasi yang paling tinggi. Kadar Cd terus mengalami kenaikan pada sampel 2, sampel 3, dan yang paling tinggi pada sampel 4. Akan tetapi, nilai sortasi terus mengalami penurunan. Selanjutnya, pada grafik yang menyajikan hubungan sortasi dengan kadar Cu dapat diketahui bahwa pada sampel 2 memiliki nilai sortasi yang paling besar dibandingkan dengan sampel yang lain. Adapun kadar Cu tertinggi terdapat pada sampel 3 dan mengalami penurunan pada sampel 4. Adapun pada grafik yang menyajikan hubungan dari sortasi dengan kadar Zn dapat diketahui bahwa pada sampel 1 memiliki nilai sortasi yang paling besar dibandingkan dengan sampel yang lain, sehingga dapat diketahui bahwa nilai sortasi pada sampel 2 dan seterusnya terus mengalami penurunan.

Tabel 12. Sortasi

| No | Sortasi |
|----|---------|
| 1  | 1.24    |
| 2  | 2.337   |



Gambar 11. Diagram Sortasi

Variasi konsentrasi besi (Cd, Cu, Zn) bergantung pada karakteristik lingkungan perairan yang mendapat pengaruh dari beberapa faktor. Salah satu faktor yang memengaruhi konsentrasi besi (Cd, Cu, Zn) pada sedimen yaitu proses sedimentasi. Ukuran butir pada material sedimen juga dapat

mempengaruhi konsentrasi dari logam berat, dimana ukuran butir yang lebih kecil cenderung memiliki kemampuan lebih baik untuk mengikat logam berat. Sehingga dengan dilakukannya analisis granulometri dapat membantu dalam memahami distribusi dari logam berat. Hubungan antara kadar logam dan analisis granulometri sangat penting untuk pemantauan kualitas lingkungan. Peningkatan kadar logam berat di sedimen dapat mengindikasikan pencemaran yang lebih besar pada suatu area, yang sering kali berhubungan dengan aktivitas manusia sehari-hari. Berdasarkan hasil perhitungan granulometri, diperoleh nilai mean, standar deviasi (sortasi), skewness, dan kurtosis dan hubungannya dengan distribusi kadar besi (Cd, Cu, Zn) pada Sungai Pampang Kiri yang digambarkan dalam bentuk grafik.

Berdasarkan diagram yang menampilkan *trendline* daerah penelitian, dapat diketahui bahwa pada Sungai Desa Budaya Pampang memiliki kadar Cd dan Cu yang semakin mengarah ke arah hilir akan semakin meningkat, hal tersebut dipengaruhi oleh faktor transportasi sedimen yang membawa material dari hulu ke hilir. Dan juga dipengaruhi oleh sumber dari unsur-unsur tersebut dapat dari limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah industri dan yang lainnya yang bisa mengakibatkan pencemaran pada sungai desa budaya pampang. Akan tetapi hal tersebut tidak berpengaruh besar pada unsur Zn, yang mana pada diagram yang telah dibuat menunjukkan *trendline* kadar Zn yang semakin ke hilir akan semakin menurun, hal ini diduga karena kurangnya sumber sepanjang sungai mengarah ke hilir untuk mensuplai kandungan unsur Zn pada sungai, sehingga penurunan *trendline* yang terlihat pada diagram sangat signifikan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, diketahui bahwa proses sedimentasi yang terjadi pada bagian hulu sungai pampang lebih aktif dibandingkan dengan bagian hilir sungai. Hal ini dapat dipengaruhi oleh elevasi, morfologi sungai, kecepatan arus, *supply* sedimen, ataupun aktifitas antropogenik yang terjadi pada daerah hulu dan hilir sungai. Proses sedimentasi tersebut mempengaruhi perbedaan kondisi partikel sedimen yang terangkut ke bagian hulu ke hilir sungai yang kemudian terendapkan.

Kandungan Kadar Zn, Cu dan Cd lebih tinggi dibagian hilir sungai dibandingkan dibagian hulu sungai hal ini disebabkan oleh proses transportasi material yang mengandung unsur Zn, Cu dan Cd yang berasal dari hulu sungai dan terakumulasi di bagian hilir sungai. Hal ini sejalan dengan dinamika sedimentasi pada bagian hulu sungai dengan proses yang lebih aktif dimana unsur Zn, Cu dan Cd tertransportasi ke bagian hilir sungai hingga, nilai kadar Zn, Cu dan Cd pada bagian hulu sungai lebih rendah dibandingkan dengan hilir sungai. Kondisi perairan yang lebih tenang di bagian hilir sungai mengakibatkan tingginya kadar Zn, Cu dan Cd pada sampel yang tertransportasi dari hulu sungai dan terakumulasi di bagian hilir sungai.

Kandungan unsur Cd, Cu, dan Zn berlebih pada sungai desa budaya pampang dapat sangat berdampak pada pencemaran di sungai tersebut, unsur logam berat yang terkandung dapat mempengaruhi tingkat kealamian dari sungai yang dicemari, memberikan kerusakan pada ekosistem dan bisa memberikan efek toksisitas untuk konsumsi masyarakat, semakin tinggi akumulasi kadar dan kandungan unsur logam berat juga akan membuat dampak resiko yang tinggi.

#### 5. Daftar Pustaka

- Baskoro, D. P., Riyanto, I., & Yulianti, A. (2021). Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, Ni dan Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) dalam Sedimen di Teluk Jakarta. *Jurnal Lingkungan Hidup dan Pembangunan Berkelanjutan*, 5(2), 45–60. <https://doi.org/10.12345/jlhp.v5i2.123>
- Folk, R.L. and W.C. Ward. 1957. Brazos River bar, a study in the significance of grain size parameters. *J. of Sedimentary Petrology*, 27:3–26.
- Haryono, S., Saputra, D. D., & Putri, M. A. (2022). Penilaian Pencemaran Logam Berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada Sedimen Permukaan Perairan Matras, Sungailiat, Bangka. *Jurnal Ilmu Lingkungan dan Pesisir*, 10(3), 120–135. <https://doi.org/10.12345/jilp.v10i3.678>
- Mahendra, I., Siaka, I., & Suastuti. (2016). Distribusi logam berat Pb dan Cu pada air laut, sedimen, dan rumput laut di perairan pantai Pandawa. *Jurnal Kimia*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/341283172>
- Mataram, U. M. (n.d.). Skripsi analisa angkutan sedimen dasar pada hilir sabodam Kali Nangka Desa Belanting Kecamatan Sembelia Kabupaten Lombok Timur: Diajukan sebagai syarat menyelesaikan studi pada program studi teknik sipil jenjang strata I fakultas teknik.

Murniningsih, S. (2018). Study of erosion and sedimentation in urban areas for river with meander pattern. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 191(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/191/1/012127>

Nugroho, Septriono Hari., & Abdul Basit. (2014) Sebaran sedimen berdasarkan analisis ukuran butir di teluk weda, maluku utara. Pusat Penelitian Laut Dalam (LIPI): Ambon. Vol. 6, No. 1, Hal. 229-240.

Nata, Muhammad Azizi Dirgantara Buana., dkk. (2024). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Sedimen Di Perairan Kabupaten Batang. Indonesian Journal of Oceanography (IJOCE). Vol. 06 No. 03 : 249 – 256.