

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran laut, menjadi isu yang sangat relevan dan mendesak di dunia saat ini. Pencemaran laut disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah aktivitas yang terjadi di pelabuhan, yang menjadi sarana vital dalam mendukung transportasi laut. Pelabuhan, dengan berbagai kegiatan yang ada didalamnya, memiliki potensi besar dalam menyebabkan pencemaran perairan, terutama akibat aktivitas perkapalan yang melibatkan tumpahan minyak, kebocoran bahan bakar, serta pembuangan limbah dari kapal yang bersandar di pelabuhan (Rijulvita *et al.*, 2023). Aktivitas rutin seperti pembuangan sisa hasil pencucian tangki, pembuangan got, serta pembuangan air balas dari kapal, sering kali menyebabkan tumpahan bahan yang mencemari laut. Selain itu, kecelakaan kapal yang mengakibatkan kebocoran bahan bakar juga berkontribusi besar terhadap pencemaran perairan (Siregar, 2022). Pencemaran akibat logam berat juga disebabkan dengan pembuangan limbah rumah tangga maupun industri yang tidak dikelola dengan baik (Razi, 2023; Fahrudin *et al.*, 2020).

Salah satu jenis logam berat yang sering terdeteksi dalam perairan adalah kromium (Cr). Kromium adalah logam yang memiliki bentuk kristal dan tidak mudah terurai oleh mikroorganisme, yang menjadikannya salah satu unsur yang sulit dihilangkan dalam lingkungan perairan (Iksan, 2020). Kromium dapat masuk ke dalam perairan melalui dua cara, yaitu secara alamiah melalui proses erosi atau pelapukan batuan, dan secara non-alamiah melalui aktivitas manusia, seperti limbah industri, limbah rumah tangga, dan aktivitas lain yang melibatkan bahan kimia berbahaya (Amir, 2022). Logam berat kromium, yang berasal dari sumber-sumber tersebut, dapat meningkat secara signifikan di daerah-daerah yang memiliki aktivitas industri dan pelabuhan, seperti pelabuhan-pelabuhan besar dan kawasan industri di sekitar pesisir (Harmesa *et al.*, 2020).

Sumber pencemaran logam kromium (Cr) bisa terjadi karena aktivitas alami seperti pelapukan geologi maupun aktivitas manusia seperti buangan limbah domestik maupun aktivitas di suatu pelabuhan yang dapat menjadi sumber terbesar adanya logam kromium di suatu perairan dan kemudian mengendap disedimen seperti dari penggunaan cat dan pelapis anti korosi pada badan kapal: Cat anti-korosi yang digunakan pada kapal sering mengandung logam berat seperti kromium (Cr). Selama operasional, cat ini dapat terlepas ke perairan melalui pengelupasan atau abrasi, berkontribusi pada pencemaran logam berat di lingkungan perairan (Putri *et al.*, 2022). Air balas yang digunakan kapal untuk keseimbangan juga dapat menjadi sumber pencemaran jika mengandung logam berat dan dibuang ke laut tanpa pengolahan yang memadai. Buangan oli dan pelumas dari mesin kapal, serta limbah dari galangan kapal yang menggunakan paduan baja tahan karat dan *elektroplating*, turut menambah kandungan kromium dalam air (Yulianti, 2018). Selain itu, limbah dari kegiatan perawatan kapal, seperti pengelasan, pengecatan ulang, pengawet kayu pada badan kapal dan sandblasting, juga berkontribusi terhadap pencemaran dengan menghasilkan debu atau serpihan logam yang mengandung Cr (Dewi *et al.*, 2017).

Akibat dari pencemaran logam cr akan mengganggu kualitas air dan ekosistem

perairan, toksisitas terhadap organisme perairan, pencemaran sedimen yang memiliki efek jangka panjang (Kumiawati *et al.*, 2017). Pencemaran logam berat kromium berpotensi membahayakan ekosistem perairan dan kesehatan manusia (Munandar & Eurika, 2016). Kromium dalam kadar tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada sistem organ tubuh organisme yang terpapar, yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan kematian. Oleh karena itu, pencemaran kromium dalam perairan harus dihindari, dan pemantauan terhadap konsentrasi logam berat di lingkungan perairan sangat diperlukan. Menurut *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 1999), kadar aman kromium dalam lingkungan perairan seharusnya tidak melebihi 80-120 mg/kg. Kadar yang melebihi ambang batas ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang serius bagi organisme laut dan manusia yang mengonsumsi biota laut yang tercemar (Mustafa *et al.*, 2019).

Logam berat kromium memiliki hubungan erat dengan sedimen perairan. Ketika kromium memasuki sistem perairan, baik melalui aktivitas alami maupun antropogenik, ia sering terikat pada partikel sedimen. Sedimen halus seperti lempung atau lumpur memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar, sehingga lebih mudah menyerap logam berat. Hal ini menyebabkan kromium lebih mudah terakumulasi dalam sedimen halus daripada dalam sedimen kasar seperti pasir. Ketika sedimen yang mengandung kromium terganggu, baik oleh aktivitas biotik maupun anorganik, logam berat ini bisa terlepas kembali ke dalam kolom air, yang kemudian dapat berdampak pada kualitas air dan organisme yang ada di perairan tersebut (Putri *et al.*, 2014).

Akumulasi logam berat dalam sedimen dapat memiliki dampak yang sangat besar pada ekosistem perairan karena logam berat sulit terurai dan bersifat toksik bagi organisme akuatik (Najamuddin *et al.*, 2020). Organisme benthik yang hidup di dasar perairan, seperti kerang dan udang, dapat menyerap logam berat melalui kontak langsung dengan sedimen. Organisme ini, yang merupakan bagian dari rantai makanan laut, dapat mengakumulasi logam berat dalam tubuh mereka. Ketika organisme ini dikonsumsi oleh predator yang lebih tinggi dalam rantai makanan, atau oleh manusia, logam berat tersebut dapat masuk ke dalam tubuh manusia dan menyebabkan gangguan kesehatan yang serius (Romadhon *et al.*, 2017).

Pelabuhan Garongkong di Kabupaten Barru, yang menjadi lokasi penelitian ini, merupakan area yang telah lama beroperasi dan memiliki berbagai aktivitas bongkar muat kapal serta industri di sekitarnya. Aktivitas pelabuhan yang melibatkan perkapalan, transportasi, dan industri ini berpotensi meningkatkan pencemaran logam berat, khususnya kromium, di perairan sekitar. Mengingat pentingnya pelabuhan ini dalam mendukung kegiatan ekonomi daerah, serta dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan perairan, penelitian mengenai distribusi kandungan logam berat kromium (Cr) pada sedimen di sekitar pelabuhan ini sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pencemaran logam berat kromium di perairan sekitar Pelabuhan Garongkong dapat memengaruhi kualitas lingkungan perairan dan ekosistem yang ada, serta memberikan rekomendasi untuk pengelolaan yang lebih baik dalam rangka mencegah pencemaran lebih lanjut.

Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memahami dampak aktivitas pelabuhan terhadap kualitas lingkungan maritim, terutama terkait dengan akumulasi logam berat di sedimen. Data yang diperoleh

dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi upaya-upaya mitigasi dan pengelolaan lingkungan yang lebih efektif, untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan keberlanjutan sumber daya laut di kawasan tersebut.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

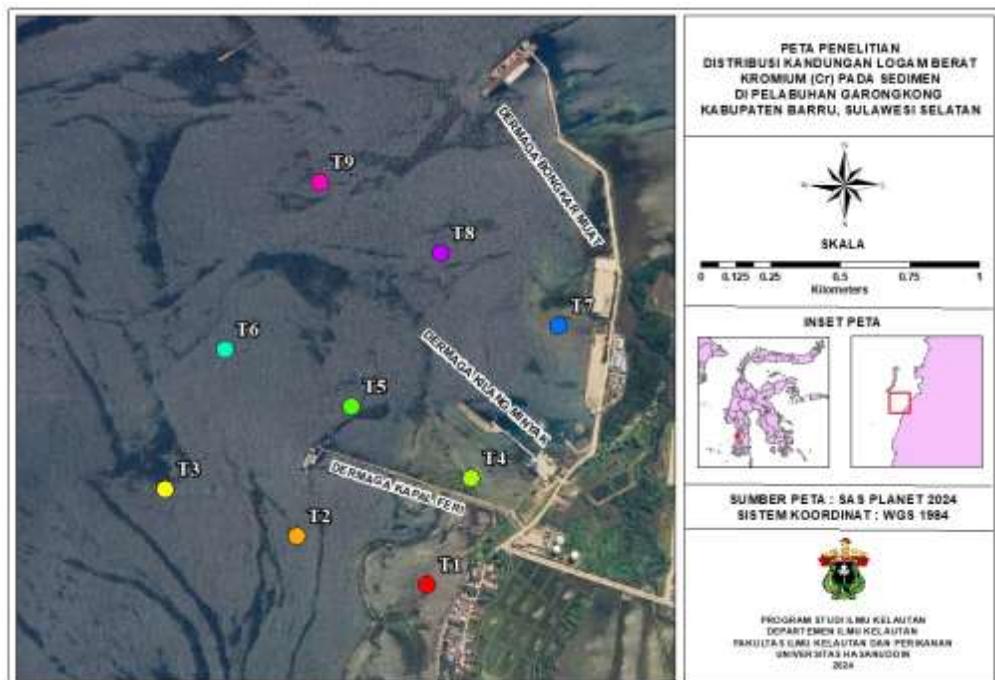
1. Mengetahui status logam berat kromium (Cr) di sedimen perairan Pelabuhan Garongkong Kabupaten Barru.
2. Mengetahui karakteristik sedimen di perairan Pelabuhan Garongkong Kabupaten Barru.
3. Menganalisis hubungan logam berat kromium (Cr) pada sedimen dengan karakteristik sedimen dan parameter lingkungan di perairan laut Pelabuhan Garongkong Kabupaten Barru.

Manfaat penelitian ini adalah dapat dimanfaatkan sebagai informasi serta memberikan wawasan terhadap pemerintah sekitar mengenai kondisi status logam berat kromium (Cr) pada sedimen perairan yang terdampak aktivitas Pelabuhan Garongkong Kabupaten Barru.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2024. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada wilayah perairan sekitar Pelabuhan Garongkong Kelurahan Mangempang, Kabupaten Barru. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin serta di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Kota Makassar.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel

2.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan, adapun alat dan bahan yang digunakan pada saat di lokasi pengambilan sampel dan juga saat analisis di laboratorium antara lain sebagai berikut:

Tabel 1. Alat yang digunakan pada penelitian

| No. | Alat | Kegunaan |
|-----|----------------|---------------------------------|
| 1 | Perahu | Transportasi pengambilan sampel |
| 2 | GPS | Penentu titik koordinat |
| 3 | Plastik sampel | Penyimpanan sampel sedimen |

| | | |
|----|---|--|
| 4 | <i>Van Veen Grab Sampler</i> | Alat untuk mengambil sampel sedimen |
| 5 | Kamera | Alat dokumentasi |
| 6 | <i>Coolbox</i> | Alat untuk menyimpan sampel |
| 7 | <i>Water Quality Tester</i> | Pengukur salinitas, pH, Suhu, Potensial Redoks |
| 8 | <i>Stopwatch</i> | Pengukur satuan waktu |
| 9 | Oven | Pengering sampel sedimen |
| 10 | Timbangan Analitik | Penimbang bahan-bahan |
| 11 | <i>Whatman sieve net</i> | Pengayak sedimen |
| 12 | Tanur | Pemanas sedimen |
| 13 | Cawan porselin | Wadah untuk sampel saat dipanaskan |
| 14 | <i>Inductively Coupled Plasma Spectrometry (ICPS)</i> | Alat menganalisis kandungan logam berat pada sedimen |
| 15 | Gelas Beaker | Wadah sampel sedimen saat di oven |
| 16 | Layang-Layang Arus | Penentu dan pengukur kecepatan arus |
| 17 | Kompas | Penentu arah mata angin |
| 18 | <i>Roll meter</i> | Pengukur kedalaman perairan |

Tabel 2. Bahan yang digunakan pada penelitian

| No | Bahan | Kegunaan |
|----|----------|----------------------------|
| 1 | Sedimen | Sampel penelitian |
| 2 | Air Laut | Sampel penelitian |
| 3 | Aquades | Sterilisasi alat dan bahan |

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Persiapan Penelitian

Pada tahap persiapan, dilakukan pencarian berbagai sumber informasi terkait Pelabuhan Garongkong untuk menentukan lokasi titik pengambilan sampel dan mengamati kondisi perairan disekitar pelabuhan. Selain itu, juga dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian.

2.3.2 Tahap Penentuan Titik

Pada tahap ini, menentukan sebanyak 9 titik pengambilan sampel sedimen dengan karakteristik lokasi masing-masing berbeda. Jarak antar titik diukur dengan jarak terdekat dari daratan sejauh 500 meter mengarah ke laut lepas.

Tabel 3. Titik Pengambilan Sampel

| Titik | Koorinat | Keterangan |
|-------|--------------------------------------|--|
| T1 | -4.383163796 Lat 119.608225 Long | Terletak pada area pesisir (daratan) |
| T2 | -4.381571228 Lat 119.6040116 Long | Terletak pada area dermaga kapal feri |
| T3 | -4.380050897 Lat 119.5997742 Long | Mengarah pada area laut lepas |
| T4 | -4.379694871 Lat 119.6096655 Long | Terletak pada area pesisir (daratan) |
| T5 | -4.377392462 Lat 119.6057824 Long | Terletak pada area dermaga kilang minyak |
| T6 | -4.375521364 Lat 119.6016895 Long | Mengarah pada area laut lepas |
| T7 | -4.374762559 Lat 119.6124922 Long | Terletak pada area pesisir (daratan) |
| T8 | -4.372402957 Lat 119.6086554 Long | Terletak pada area dermaga bongkar muat |
| T9 | -4.370128679 Lat 119.604761 Long | Mengarah pada area laut lepas |

2.3.3 Tahap Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada setiap titik sesuai peta lokasi tempat adanya masukan dari logam Kromium (Cr). Sampel sedimen diambil pada setiap titik menggunakan *van veen grab sampler*, sampel yang diambil yaitu sampel yang berada pada bagian tengah *van veen grab sampler* agar menghindari adanya kontaminasi dari alat terhadap sampel sedimen. Selanjutnya memasukkan sampel sedimen dari setiap titik ke dalam kantong sampel, lalu disimpan ke dalam *cool box* untuk dianalisis di laboratorium

2.3.4 Karakteristik Sedimen

2.3.4.1 Analisis Ukuran Butir Sedimen

Karakteristik ukuran butir sedimen dianalisis melalui prosedur pengayakan kering (*dry sieving*). Sampel dikeringkan menggunakan oven selama 2x24 jam pada suhu 105°C, kemudian didinginkan terlebih dahulu. Setelah sampel dingin, ditimbang sebanyak ± 100 g sebagai berat awal. Selanjutnya, sampel sedimen dimasukkan ke dalam *sieve net* dan diayak selama 5 menit. Masing-masing ukuran butir sedimen yang terpisah dari tiap ayakan kemudian dipindahkan ke kertas licin dan ditimbang menggunakan timbangan

analitik. Rumus untuk menghitung ukuran butir sedimen dengan metode ayakan adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Berat} = \frac{\text{Berat hasil ayakan}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Metode yang digunakan untuk menentukan karakteristik ukuran butir sedimen adalah metode *statistik Gradistat*. Metode ini merupakan alternatif dalam menganalisis karakteristik sedimen, dan merupakan sebuah program yang diusulkan oleh Blott pada tahun 2010. Metode ini dijalankan menggunakan *Microsoft Excel* (Rachman *et al.*, 2023).

Klasifikasi untuk menentukan ukuran butir sedimen dilakukan dengan mengacu pada *skala Wentworth*.

Tabel 4. Ukuran Butir Sedimen Berdasarkan Skala Wenworth

| Ukuran Butir (mm) | Nama Butir |
|-------------------|--|
| >256 | Bongkah (<i>Boulder</i>) |
| 64 – 256 | Berangkal (<i>Couple</i>) |
| 4 – 64 | Kerakal (<i>Pebble</i>) |
| 2 – 4 | Kerikil (<i>Gravel</i>) |
| 1 – 2 | Pasir Sangat Kasar (<i>Very Coarse Sand</i>) |
| ½ - 1 | Pasir Kasar (<i>Coarse Sand</i>) |
| ¼ - ½ | Pasir Sedang (<i>Fine Sand</i>) |
| 1/8 – ¼ | Pasir halus (<i>Medium Sand</i>) |
| 1/16 – 1/8 | Pasir Sangat Halus (<i>Very Fine Sand</i>) |
| 1/256 – 1/16 | Lanau (<i>Silt</i>) |
| <1/256 | Lempung (<i>Clay</i>) |

2.3.4.2 Bahan Organik Total (BOT) Sedimen

Pengukuran bahan organik total dilakukan di laboratorium, pertama-tama sampel dikeringkan menggunakan oven. Selanjutnya menimbang berat awal cawan porselin, kemudian menimbang sampel sedimen sekitar ± 5 g menggunakan timbangan analitik dan memasukkannya ke dalam cawan porselin. Sampel kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 600°C selama 3,5 jam, lalu didinginkan. Berat akhir sampel (cawan + sampel akhir) ditimbang menggunakan timbangan analitik (Marpaung *et al.*, 2014). Rumus untuk menghitung bahan organik total (BOT) adalah:

Berat bahan organik:

$$\text{Berat BO awal} = \text{Berat cawan} + \text{Berat sampel}$$

Kandungan bahan organik:

$$\text{Kandungan BO} = \pm (\text{Baw} - \text{Bc}) - (\text{Bak} - \text{Bc})$$

Persentase kandungan bahan organik:

$$\% \text{ Bahan organik} = \frac{\text{Berat BO}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

Baw = Berat awal (g)

Bak = Berat akhir (g)

Bc = Berat Cawan

2.3.5 Parameter Lingkungan

2.3.5.1. pH Sedimen

Parameter pH diukur menggunakan *water quality tester*. Proses ini melibatkan pengambilan sampel di setiap titik menggunakan botol sampel. Alat *water quality tester* dikalibrasi terlebih dahulu, kemudian dicelupkan ke dalam botol sampel yang berisi sampel sedimen. Nilai pH dapat langsung dibaca, kemudian catat hasilnya (Hamuna *et al.*, 2018).

2.3.5.2. Potensial Redoks (Eh)

Pengukuran parameter potensial redoks dilakukan langsung di lokasi menggunakan *water quality tester*. Sedimen diambil disetiap titik pengambilan sampel menggunakan *grab sampler*. Setelah *grab sampler* diangkat, potensial redoks diukur segera tanpa mengaduk sampel. Pengukuran ini harus dilakukan dengan cepat untuk mencegah perubahan signifikan pada nilai potensial redoks dalam sedimen, kemudian mencatat hasilnya (Najamuddin *et al.*, 2020).

2.3.5.3. Salinitas

Parameter salinitas diukur langsung dilokasi dengan menggunakan alat *water quality tester*. Pada setiap titik diambil sampel air menggunakan botol sampel lalu mengkalibrasi alat *water quality tester* terlebih dahulu, kemudian *Water quality tester* dimasukkan ke dalam air laut selama beberapa detik. Kemudian mencatat skala.

2.3.5.4. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan secara langsung di lokasi penelitian dengan menggunakan alat berupa *water quality tester*. *Water quality tester* sebelumnya dikalibrasi terlebih dahulu dengan akuades. Setelah itu, *water quality tester* dicelupkan ke dalam air pada setiap titik pengambilan sampel hingga batas skala, kemudian baca dan biarkan selama ± 2 sampai 3 menit hingga skala menunjukkan nilai yang stabil. pada saat alat telah menunjukkan nilai yang stabil, tetap dibiarkan didalam air sambil dicatat nilai skalanya.

2.3.5.5. Kecepatan dan Arah Arus

Kecepatan arus diukur langsung di lapangan pada setiap titik dengan menggunakan alat layang-layang arus yang dilepaskan ke perairan dan pelampung dibiarkan terbawa arus hingga tali terulur memanjang secara lurus. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung rentang waktu yang dibutuhkan oleh layang-layang arus mulai dari awal pelepasan hingga tali terbentang lurus. Kompas digunakan untuk mengetahui arah layang-layang arus. Kecepatan arus dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Bibin *et al.*, 2017):

$$V = \frac{s}{t}$$

Keterangan

V = Kecepatan arus (m/detik)

s = Panjang lintasan parasut arus (m)

t = waktu tempuh layang-layang arus (detik)

2.3.5.6. Kedalaman

Pengukuran kedalaman perairan dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan tali ukur yang ada pada alat *grab sampler*, dengan melihat tanda batas pada tali lalu mengukur tali tersebut menggunakan meteran dan mencatat hasil pengukuran. Pengukuran dilakukan pada setiap titik lokasi

2.3.6 Analisis Konsentrasu Logam berat Cr pada Sedimen

Analisis kadar logam berat Cr pada sedimen menggunakan metode ICPS (*Inductively Coupled Plasma Spectrometry*) metode ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam berat dalam berbagai bahan, yang sebelumnya dilakukan tahap pendestruksi terlebih dahulu. Panjang gelombang yang digunakan untuk menguji kadar kromium (Cr) adalah 357,9 nanometer (nm). (Wulandari *et al.*, 2018). Sampel sedimen dikeringkan pada suhu ruang terlebih dahulu dan digerus, kemudian ditimbang sebanyak 0,5 g yang dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan nitrat sebanyak 10 mL. Selanjutnya sampel dipreparasi selama 3 hari, setelah dingin sampel disaring hingga jernih dan ditambahkan 50 mL aquades, dan konsentrasi logam berat Cr dihitung menggunakan alat ICPS. Analisis data dilakukan dengan deskriptif melakukan pendekatan secara kuantitatif yakni melakukan pengamatan di laboratorium untuk mendapatkan hasil konsentrasi logam berat kromium (Cr) pada sedimen. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Konsentrasi Logam} = \frac{(K \text{ ICP} - \text{blk}) \times \text{Vol. akhir}}{\frac{1000}{\text{Berat Sampel}}}$$

Keterangan :

K ICP = Hasil ICP pada sampel

V = Volume yang digunakan untuk melarutkan sampel

B = Blanko

1000 = Ketentuan (ppm)

Berat sampel = Berat sampel yang digunakan.

Tabel 5. Standar Baku Mutu Logam Berat Kromium (Cr) Pada Sedimen yang ditetapkan oleh NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) pada tahun 1999 (Lippah, 2022).

| Standar Baku Mutu Logam | Sedimen |
|-------------------------|--------------|
| Kromium (Cr) | 80-120 mg/kg |

2.4 Analisis Data

Analisis data didapatkan dari hasil pengukuran konsentrasi logam Cr, karakteristik sedimen dan parameter lingkungan yang dianalisis secara deskriptif menggunakan tabel, grafik, peta. Kemudian hubungan konsentrasi logam berat Cr dengan karakteristik sedimen dan parameter lingkungan dianalisis menggunakan uji analisis PCA.