

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI SEBARAN PENCEMARAN LOGAM BERAT KADMIUM (Cd), DI
PERAIRAN PANTAI SADENG, GUNUNG KIDUL, D. I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD ANGGA PALAKKA AUGITAMA
17513078

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI SEBARAN PENCEMARAN LOGAM BERAT KADMIUM (Cd), DI
PERAIRAN PANTAI SADENG, GUNUNG KIDUL, D. I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD ANGGA PALAKKA AUGITAMA
17513078

Disetujui,
Dosen Pembimbing :

Eko Siswovo, S.T., M.Sc.E.S., M.Sc., Ph.D.

NIK : 025100406

Tanggal : 12 Mei 2023

Puji Lestari, S.Si, M.Si., Ph.D.

NIK : 155130112

Tanggal : 13 April 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

NIK : 045130401

Tanggal : 12 Mei 2023

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI SEBARAN PENCEMARAN LOGAM BERAT KADMIUM (Cd), DI PERAIRAN PANTAI SADENG, GUNUNG KIDUL, D. I. YOGYAKARTA


Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari :
Tanggal :

Disusun Oleh :
MUHAMMAD ANGGA PALAKKA AUGITAMA
17513078

Tim Penguji :

Eko Siswono, S.T., M.Sc.FS., M.Sc., Ph.D.
NIK : 025100406

()

Puji Lestari, S.Si, M.Si., Ph.D.
NIK : 155130112

()

Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Si.
NIK : 185130402

()

LEMBAR PERNYATAAN

Di bawah ini saya menyatakan bahwasanya:

1. Karya tulis laporan tugas akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk menyelesaikan studi akademik apapun, termasuk di Universitas Islam Indonesia dan di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis laporan tugas akhir merupakan penelitian saya sendiri, buah pikiran dari gagasan, rumusan saya sendiri, tanpa melibatkan pihak manapun kecuali masukan dan arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis laporan tugas akhir ini tidak tercantum karya dan/atau pendapat dan gagasan yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali tertulis dengan jelas sebagai acuan dalam pembuatan karya tulis laporan tugas akhir dengan menuliskan nama pengarang dan dituliskan ke dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini dibuat dengan sadar dengan sungguh-sungguh, apabila dihari kemudian didapatkan kesalahan dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya siap mendapatkan sanksi dari akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta hukuman sanksi lainnya sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, Februari 2023

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Angga Palakka Augitama
17513078

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul **“Identifikasi Sebaran Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd), Di Perairan Pantai Sadeng, Gunungkidul D.I, Yogyakarta.”** Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Pendidikan Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini banyak sekali hambatan dan rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan, bantuan, serta dukungan dari banyak pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang juga turut memberikan bimbingan, bantuan moril serta masukan metode kerja dalam proses pengambilan dan pengujian sampel.
3. Puji Lestari, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang selalu memberikan masukan metode pengujian serta memberikan pendampingan dalam penggunaan teknologi analisis sampel.
4. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang memberikan do'a, kasih sayang, dan kepercayaan kepada penulis selama penyusunan laporan ini.
5. Seluruh dosen, staff, dan keluarga besar Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia karena telah memberikan pengajaran dan pengalaman selama kuliah sehingga ilmu yang telah penulis peroleh dapat bermanfaat untuk penyusunan laporan ini.
6. Mas Bagus selaku staff Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang sudah membantu sejak awal *safety induction*, pengambilan sampel hingga tahap akhir dalam penggunaan Instrumen AAS.

7. Rekan seperjuangan 1 Topik dalam proses pengerjaan laporan tugas akhir, Anas Faridh Effendi, S.T (17513032) dan Andika Surya Saputra, S.T (17513088) yang sudah membantu dalam pengerjaan tugas akhir dari awal sampai dengan selesai.
8. Siti Nurul Fithiani Dwi Antika Gumilar, S.T. yang turut memberikan dukungan dan dorongan untuk segera menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
9. Pihak-pihak lainnya yang tidak disebut satu per satu yang telah membantu penulis menyelesaikan laporan tugas akhir ini, serta
10. Penulis berterimakasih kepada diri sendiri, yang sudah mau dan mampu melawan rasa malasnya, mengurangi waktu kerja *part-time* nya, mengurangi waktu tidurnya, mengesampingkan ego nya, menjaga fokusnya, dan selalu siap untuk berdiri di atas kaki sendiri.

Penulis menyadari kekurangan yang terdapat di dalam laporan tugas akhir ini serta tidak luput dari kesalahan dan keterbatasan ilmu pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kemajuan penulis dan kelengkapan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Billahi taufiq wal hidayah,

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, Februari 2023

Penulis,



Muhammad Angga Palakka Augitama

ABSTRACT

MUHAMMAD ANGGA PALAKKA AUGITAMA. *Identification of the Distribution of heavy metal Cadmium (Cd) Pollution in the waters of Sadeng Beach, Gunungkidul, S. R. Yogyakarta. Supervised by Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D and Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.*

The content of Cadmium (Cd) dissolved in the waters of Sadeng Beach requires more attention due to the activities of the coastal fishermen which pollute the sea waters. This study aims to determine and analyze dissolved Cadmium levels in Sadeng Beach Waters, Girisubo, Gunungkidul, D. I. Yogyakarta. Sampling of sea water was carried out at 3 monitoring points with reference to SNI 6989.57:2008 and SNI 6964.8:2015. Sampling was carried out 3 times from June to August 2022 with an interval of 1 time/month. Testing of physical and chemical parameters refers to SNI 6989.11:2019, SNI 06-6989.23-2005, SNI 06-6989.14:2004, SNI 6964.8:2015, SNI 6989.57:2008, and SNI 6989-84:2019. Cadmium in water samples was tested using the AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) instrument with reference to SNI 6989-84:2019. The highest dissolved cadmium concentration was obtained at the 1st monitoring point with an average dissolved cadmium concentration of 0.210 mg/L in June 2022. This was due to the focus on the location where the fishing boats anchored at Sadeng Beach, especially on sunny weather pick-up days, and the average pH level in June 2022 reached a concentration of 8.59 which indicates the pH at the monitoring point 1 June 2022 was in an alkaline state. Meanwhile, the lowest dissolved cadmium concentration was obtained at the 4th monitoring point with an average dissolved cadmium concentration of 0.162 mg/L in the same month. This is because the 4th monitoring point is the farthest point from the source of dissolved cadmium entering the sea water of Sadeng Beach. Analysis of the distribution of dissolved cadmium in Sadeng Beach was mapped from June to August 2022 using the ArcGIS application using the Inverse Distance Weighted (IDW) method. In accordance with the monitoring results obtained, the highest dissolved cadmium distribution map falls in June 2022, followed by August 2022, and July 2022 as the lowest dissolved cadmium content in this study.

Keywords : *AAS Instrument, ArcGIS, Cadmium, Mapping, Sadeng Beach, Sea Water.*

ABSTRAK

MUHAMMAD ANGGA PALAKKA AUGITAMA. Identifikasi Sebaran Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) di Perairan Pantai Sadeng, Gunungkidul, D.I Yogyakarta. Dibimbing oleh Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D dan Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Kandungan Kadmium (Cd) terlarut di perairan Pantai Sadeng memerlukan perhatian lebih akibat dari adanya aktivitas nelayan pantai tersebut yang mencemari perairan laut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan menganalisis kadar Kadmium terlarut di Perairan Pantai Sadeng, Girisubo, Gunungkidul, D. I. Yogyakarta. Pengambilan sampel air laut dilakukan pada 3 titik pemantauan dengan mengacu pada SNI 6989.57:2008 dan SNI 6964.8:2015. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dari bulan Juni hingga bulan Agustus 2022 dengan interval pengambilan 1 kali/bulan. Pengujian parameter fisika dan kimia mengacu pada SNI 6989.11:2019, SNI 06-6989.23-2005, SNI 06-6989.14:2004, SNI 6964.8:2015, SNI 6989.57:2008, dan SNI 6989-84:2019. Kadmium dalam sampel air diuji menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dengan mengacu pada SNI 6989-84:2019. Konsentrasi kadmium terlarut tertinggi diperoleh pada titik pemantauan ke- 1 dengan rata-rata konsentrasi kadmium terlarut sebesar 0,210 mg/L pada pengambilan bulan Juni 2022. Hal ini disebabkan pengambilan berfokus pada lokasi berlabuhnya kapal nelayan Pantai Sadeng, terlebih juga pada hari pengambilan cuaca cerah, dan juga kadar rata-rata pH pada bulan Juni 2022 mencapai konsentrasi 8,59 yang menunjukkan pH pada titik pemantauan 1 Bulan Juni 2022 pada keadaan basa. Sedangkan konsentrasi kadmium terlarut terendah diperoleh pada titik pemantauan ke- 4 dengan konsentrasi rata-rata kadmium terlarut sebesar 0,162 mg/L pada bulan yang sama. Hal ini disebabkan titik pemantauan ke-4 sebagai titik terjauh dari sumber masuknya kadmium terlarut pada air laut pantai sadeng. Analisis sebaran kadmium terlarut di Pantai Sadeng dipetakan masing-masing dari Bulan Juni hingga Agustus 2022 menggunakan aplikasi ArcGIS dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Sesuai dengan hasil pemantauan yang didapatkan, maka peta persebaran kadmium terlarut tertinggi jatuh pada Bulan Juni 2022, disusul Bulan Agustus 2022, dan Bulan Juli 2022 sebagai kadar kadmium terlarut terkecil pada studi ini.

Kata Kunci : Air Laut, ArcGIS, Instrumen AAS, Kadmium, Pantai Sadeng, Pemetaan.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pencemaran Laut	4
2.2 Sumber Pencemaran Pelabuhan	4
2.2.1 Limbah Buangan Kapal	4
2.2.2 Limbah Domestik	6
2.3 Logam berat	6
2.3.1 Keberadaan Logam Berat Kadmium di Lingkungan	6
2.4 Pantai Sadeng	8
2.5 Sistem Informasi Geografis	9
2.5.1 Komponen Sistem Informasi Geografis	9
2.5.2 Metode Data Sistem Informasi Geografis	10
2.5.3 Metode Interpolasi <i>Inverse Distance Weighted</i> (IDW)	11
2.6 Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)	11
2.7 Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu Penelitian	16
3.2 Lokasi Penelitian	16
3.3 Jenis dan Variabel Penelitian	18
3.3.1 Jenis Penelitian	18

3.3.2	Variabel Penelitian	18
3.4	Pengumpulan Data.....	19
3.4.1	Metode Pengambilan Sampel	19
3.4.2	Metode Pengujian Sampel	22
3.4.3	Metode Pemetaan Menggunakan <i>Google Earth</i> dan ArcGIS.....	26
3.5	Analisis Data.....	27
BAB IV	PEMBAHASAN.....	28
4.1	Deskripsi Kondisi Wilayah	28
4.2	Penelitian Pendahuluan	36
4.2.1	Pertimbangan Penelitian Sebelumnya	36
4.3	Hasil Penelitian Identifikasi Sebaran Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) di Perairan Pantai Sadeng, Gunung Kidul, D. I. Yogyakarta	37
4.4	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya	43
4.5	Hasil Pemetaan ArcGIS dengan Metode IDW.....	45
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	<i>xiii</i>

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu</i>	<i>13</i>
<i>Tabel 3.1 Titik Pengambilan Sampel Kadmium.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabel 4.1 Lokasi dan Penjelasan Titik Sampling</i>	<i>29</i>
<i>Tabel 4.2 Hasil Pembacaan AAS.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabel 4.3 Parameter Lapangan dan Konsentrasi Kadmium Terlarut sesuai Baku Mutu Perairan Pelabuhan dan Biota Laut mengacu pada KepMenLH No.51 Tahun 2004</i>	<i>39</i>
<i>Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Pengukuran Parameter Fisika.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Pengukuran Parameter Kimia.....</i>	<i>43</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Instrumen AAS yang Digunakan Pada Penelitian.....	13
Gambar 3. 1 Peta Titik Pemantauan beserta Konsentrasi Wilayah Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Pengambilan Sampel Menggunakan Gayung/Timba	19
Gambar 3. 3 Penuangan Sampel ke Dalam Ember serta Dilakukan Pengujian Parameter Lapangan Menggunakan Multiparameter	20
Gambar 3. 4 Instrumen Multiparameter yang Digunakan Saat Pengujian Parameter Lapangan	21
Gambar 3. 5 Pengujian Parameter Lapangan Pada Sampel Menggunakan Instrumen Multiparameter	22
Gambar 3. 6 Flowchart Pengujian Sampel	23
Gambar 3. 7 Proses Filtrasi Sampel.....	24
Gambar 3. 8 Proses Filtrasi Sampel.....	25
Gambar 4.1 Peta Persebaran Kadmium (Cd) Terlarut pada Bulan Juni 2022.....	45
Gambar 4.2 Peta Persebaran Kadmium (Cd) Terlarut pada Bulan Juli 2022.....	45
Gambar 4.3 Peta Persebaran Kadmium (Cd) Terlarut pada Bulan Agustus 2022.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring pemanfaatan sumber dayanya, laut terancam oleh banyaknya tekanan dari aktivitas manusia. Aktivitas manusia dapat memasukkan zat, materi, energi, ataupun organisme ke dalam lingkungan laut yang dalam bentuk, jumlah, dan waktu tertentu menyebabkan penurunan kualitas lingkungan laut dalam menjalankan fungsi, peran, serta potensi pemanfaatan sesuai peruntukannya. Dapat berupa kelestarian sumber daya hayati, penggunaan teknik, peralatan penangkapan ikan yang merusak lingkungan, dan kontaminasi agen pencemaran. Ancaman ini harus ditangani secara serius. Akibat pembuangan sisa aktivitas manusia di daratan yang ditampung oleh lautan secara berlebihan merupakan tindakan tidak tepat, mengingat bahwa laut merupakan sebuah harga yang harus dijaga demi keberlangsungan yang berkelanjutan.

Kuantitas zat pencemar yang masuk ke laut telah melampaui daya dukungnya sehingga laut menjadi kotor dan tercemar. Zat pencemar yang masuk ke laut salah satunya adalah logam berat. Zat ini bersifat toksik, jika berada di perairan akan terendap dalam sedimen, terakumulasi dalam tubuh biota laut, baik melalui insang maupun melalui rantai makanan dan akhirnya akan sampai pada manusia (Siagian, 2005). Fenomena ini dikenal sebagai bioakumulasi atau biomagnifikasi, yakni proses biologi yang terjadi pada organisme dengan mengendapkan logam berat pada tubuh organisme melalui rantai makanan. Logam berat masuk ke lingkungan dengan dua cara. Secara alami terlepasnya logam berat di lingkungan akibat adanya pelapukan sedimen akibat cuaca, erosi, serta aktivitas vulkanik. Lalu secara antropogenik yaitu akibat aktivitas manusia di antaranya pelapisan logam, pertambangan, dan penggunaan pestisida. Terlihat dari aktivitas pelabuhan seperti: bersandarnya kapal, proses bongkar muat, dan penangkapan ikan (Amriani, 2011).

Logam Berat Kadmium dipilih sebagai parameter utama dalam penelitian ini dikarenakan data hasil pemantauan lingkungan perairan Pantai Sadeng yang bersumber dari Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (IKPLHD) Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Gunungkidul Tahun 2020 menyatakan

bahwasanya kadar Logam Berat Kadmium terlarut didapatkan hasil sebesar 0,01 mg/L dengan baku mutu sebesar 0,01 mg/L. Hal ini menyatakan bahwasanya kadar kadmium terlarut mencapai batas tertinggi pada tahun 2020 tersebut, sehingga peneliti memilih kadmium sebagai parameter utama dalam penelitian ini.

Adapun proses masuknya kadmium (Cd) ke lautan terjadi karena aktivitas nelayan. Indikasi tersebut disebabkan oleh aktivitas kapal yang terus menerus melakukan upaya penangkapan ikan serta dinilai dari jumlah kapal yang beroperasi. Hal ini menjadi penyumbang utama logam berat masuk ke dalam badan air melalui buangan gas bahan bakar kendaraan bermotor yang berasal dari kapal nelayan yang beroperasi tersebut (Murtini *et al*, 2005). Selain itu, melalui aktivitas perbaikan dan pengecatan kapal di perairan yang kemudian terbawa oleh air dan angin menjadi sumber tersebarnya logam berat ke lingkungan perairan (Rumahlatu, 2011). Sumber pencemar lainnya akibat aliran limbah domestik yang bermuara ke laut. Limbah domestik dihasilkan dari aktivitas permukiman, perniagaan, dan perkantoran. Air limbah domestik diperkirakan mengandung 99,9% air dan 0,1% zat padat. Zat padat terbagi atas kurang lebih 70% zat organik dan 30% zat anorganik terutama pasir, garam, dan logam. Jika keracunan kronis dapat menimbulkan kerusakan pada bagian tubuh seperti ginjal, paru-paru, jantung, darah, dan kerapuhan tulang.

Pantai Sadeng berlokasi di Kecamatan Girisubo Kabupaten Gunungkidul yang terletak di 110°46'00" BT dan 08°11'45" BS. Pelabuhan Sadeng tergolong sebagai Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP). Potensi yang dimiliki antara lain: Pelabuhan pendaratan ikan yang telah ditingkatkan, obyek wisata pantai, infrastruktur yang mendukung, sebagai kajian praktis dan riset ilmiah (Putrohari, 2006). Berdasarkan permasalahan yang diuraikan, maka perlu adanya penelitian mengenai analisis sebaran logam berat kadmium (Cd). Penelitian ini berguna untuk memberikan informasi berupa peta sebaran logam berat kadmium (Cd) di Pantai Sadeng yang nantinya dapat memudahkan pihak pemerhati lingkungan dan lain sebagainya dalam upaya remediasi logam berat tersebut.

1.2 Perumusan masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Berapa jumlah kadar logam berat kadmium (Cd) sebagai parameter kualitas pencemaran air laut di wilayah perairan Pantai Sadeng? Apakah masih sesuai dengan baku mutu kualitas air laut?
2. Bagaimana sebaran logam berat kadmium (Cd) di wilayah perairan Pantai Sadeng?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penyusun dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Penentuan kadar logam berat kadmium (Cd) di perairan Pantai Sadeng.
2. Melakukan analisis sebaran kandungan logam berat kadmium (Cd) di perairan Pelabuhan Perikanan Sadeng.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan dapat dimanfaatkan sebagai bahan studi literatur dalam menganalisis logam berat kadmium (Cd) di perairan Pantai Sadeng dan dapat dijadikan inovasi dalam penyajian data sehingga memudahkan dalam membaca hasil analisis penelitian serta memberikan bahan pertimbangan untuk pengelola atau pengembang dalam mengelola perairan Pantai Sadeng.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penulisan proposal Tugas Akhir ini adalah:

1. Penelitian dilaksanakan pada perairan Pantai Sadeng yang berlokasi di Desa Songbanyu, Kecamatan Girisubo, Gunungkidul, D. I. Yogyakarta serta dibandingkan dengan baku mutu kualitas air laut yang tercantum pada KepMen LH No.51 Tahun 2004.
2. Penelitian sebaran kandungan logam berat kadmium (Cd) pada perairan Pantai Sadeng.
3. Data logam berat kadmium (Cd) yang digunakan diperoleh dari data primer dan sekunder pemantauan lingkungan Pantai Sadeng.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Laut

Pencemaran menurut SK Menteri Kementerian Lingkungan Hidup No 02/MENKLH/1988 adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam air atau udara. Menurut Lestiani (2013), pencemaran laut didefinisikan sebagai peristiwa masuknya partikel kimia, limbah industri, pertanian dan perumahan, kebisingan, atau penyebaran organisme invasif (asing) ke dalam laut yang berpotensi memberi efek berbahaya. Pencemaran laut terjadi karena laut menerima zat-zat pencemaran baik yang merupakan zat padat maupun cair terutama yang dibawa oleh sungai sebagai tempat yang paling mudah membuang limbah yang akhirnya bermuara di laut (Siagian, 2005).

2.2 Sumber Pencemaran Pelabuhan

Pencemaran yang terjadi di Pelabuhan berasal dari zat pencemar yang berbentuk limbah. Limbah sendiri memiliki banyak bentuknya, penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

2.2.1 Limbah Buangan Kapal

Sumber pencemaran karena kegiatan kapal terutama berasal dari buangan kapal-kapal baik karena kegiatan operasional rutin (sengaja) maupun karena kecelakaan (tidak sengaja). Pencemaran laut akibat kecelakaan mengakibatkan masuknya polutan dalam jumlah besar, seperti semburan liar dari sumur lepas pantai (*blow out*), tumpah minyak (*oil spill*) akibat tabrakan kapal tanker (*collision*), tanker kandas (*grounded*), ataupun kebocoran kapal tanker karena lambung kapal tanker tergores atau robek (Suwardi, 2008).

Pencemaran laut akibat kegiatan operasional rutin kapal adalah yang lebih penting dan selalu menjadi topik hangat penelitian. Hal ini selain karena kegiatan tersebut secara reguler membuang bahan pencemaran ke lingkungan laut sebagai

cara mudah membuang limbah, juga karena secara teknologi dapat dikendalikan dan dikelola. Contohnya selain pembuangan limbah yang telah diolah sebagian atau belum diolah sama sekali dari buangan operasional rutin kapal adalah limbah cair dan air pendingin dari industri, tumpahan dari penambangan dan akibat pengerukan mesiu yang tidak terpakai lagi, dan buangan radioaktif (Suwardi, 2008).

Limbah yang bersumber dari kegiatan operasional rutin kapal yaitu :

- a. Limbah dari kapal itu sendiri, yang dapat berasal bahan-bahan dari ruang mesin kapal seperti minyak bahan bakar dari mesin, dari pipa ataupun tangki, dari rembesan air laut dari sistem propulsi atau dari sistem pendingin yang semua bahan tersebut tercampur dengan air bilgedi ruang mesin.
- b. Berasal dari muatan kapal, yang dapat terjadi karena adanya kebocoran atau tumpukan muatan, pembuangan muatan yang mengandung limbah, atau muatan tersebut jatuh dari kapal, serta dapat juga karena pencucian tangka muatan dan sistem *air ballast*.
- c. Berasal dari kegiatan manusia, yang dapat terjadi karena pembuangan sampah dan limbah serta kotoran dari penumpang dan awak kapal.

Pada aktivitas sehari-hari Pantai Sadeng diindikasikan terdapat sumber pencemar logam berat kadmium (Cd) di antara lainnya yaitu :

- a. Tumpahan oli (*oil spill*) yang berasal dari kapal kapal penangkap ikan.
- b. Limbah domestik kapal yang berasal dari kegiatan sehari-hari awak kapal.
- c. Emisi Kapal yang berasal dari aktivitas operasional Kapal tersebut.
- d. Limbah kapal itu sendiri yang berasal dari bahan-bahan yang terdapat pada ruang mesin kapal.
- e. Bahan Pengawet Kayu (komponen utama kapal), cat anti karat pada lambung kapal.
- f. Indikasi diatas berdasarkan data sekunder hasil dari kegiatan inspeksi kapal.

2.2.2 Limbah Domestik

Limbah domestik merupakan limbah dari semua buangan yang berasal dari kamar mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian, cuci peralatan rumah tangga, apotek, rumah sakit, rumah makan dan sebagainya yang secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik baik padat atau cair. Meningkatnya kegiatan manusia dalam rumah tangga mengakibatkan bertambahnya jumlah limbah cair. Sumber limbah cair rumah tangga bersifat organik yaitu dari sisa-sisa makanan dan deterjen yang mengandung fosfor. Limbah cair dapat meningkatkan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan pH air. Keadaan tersebut menyebabkan terjadinya pencemaran yang banyak menimbulkan kerugian bagi manusia dan lingkungan (Permana, 2006).

2.3 Logam berat

Zat yang lebih berbahaya daripada minyak dan sampah adalah berbagai macam bahan kimia beracun yang tidak tampak yang dihasilkan oleh negara-negara industri yang akhirnya memasuki ekosistem bahari. Bahan-bahan kimia tersebut sering kali memasuki rantai makanan di laut dan berpengaruh pada hewan-hewan, serta dari waktu ke waktu dipindah-pindahkan dari sumbernya. Menurut Ashraf (2006), logam berat merupakan logam toksik yang berbahaya bila masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batasnya. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan oleh proses bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan. Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, semakin tinggi tingkatan rantai makanan yang ditempati oleh suatu organisme, akumulasi logam berat di dalam tubuhnya juga semakin bertambah.

2.3.1 Keberadaan Logam Berat Kadmium di Lingkungan

Logam Kadmium (Cd) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, kadmium (Cd) merupakan logam yang lunak dan dapat

dibentuk, berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya bila berada dalam udara yang basah atau lembap serta cepat akan mengalami kerusakan bila dikenai uap amoniak (NH_3) dan sulfur hidroksida (SO_2). Pada kegiatan pertambangan biasanya kadmium ditemukan dalam bijih mineral diantaranya adalah sulfida green ockite (=xanthochroite), karbonat otative, dan oksida kadmium. Mineral-mineral ini terbentuk berasosiasi dengan bijih sfalerit dan oksidannya, atau diperoleh dari debu sisa pengolahan lumpur elektrolit (Herman, 2006).

Kadmium memiliki efek yang sangat unik terhadap anak-anak yakni dapat membantu perkembangan otak pada anak. Namun di sisi lain, kadmium memiliki efek yang tidak baik untuk manusia dewasa, diantaranya menaikkan resiko terjadinya kanker payudara, penyakit kardiovaskular atau paru-paru, dan penyakit jantung. Efek lain yang menunjukkan toksisitas kadmium adalah kegagalan fungsi ginjal, encok, pembentukan artritis, juga kerusakan tulang (Chen, 2009).

Itai-itai Disease yang terjadi di jepang pertama kali ditemui pada area yang sangat tercemar di lembah sungai Jinzu, terletak di Prefektur Toyama, Jepang. Penyakit ini sendiri menunjukkan gejala *nephropathy* dan *osteomalacia*. Kedua penyakit ini merupakan penyakit yang timbul akibat adanya kandungan kadmium dalam tubuh. Dinas kesehatan setempat atau *Public Welfare Office of Toyama* (Dinas Kesejahteraan Masyarakat Toyama) mengidentifikasi area yang terpolusi Cd bahwa sejak tahun 1967, 97% dari 132 penduduk yang meninggal dunia adalah korban *Itai-itai Disease*.

Kasus keracunan kadmium ini terjadi disaat Jepang sedang gencar memproduksi senjata untuk kebutuhan militer. Penambangan yang dilakukan *Mitsui Mining and Smelting Co., Ltd* secara tidak langsung membuat penderitaan penduduk di sungai Jinzu menjadi efek yang berkepanjangan. Karena efek yang akut, para pasien *Itai-itai Disease* merasakan rasa sakit luar biasa akibat keracunan kadmium selama akhir sisa hidupnya. Banyak pula kasus meninggalnya pasien yang terkena penyakit ini setelah mengkonsumsi air sungai Jinzu serta memakan beras yang diirigasi oleh sungai tersebut.

Di tahun 1967, teridentifikasi kandungan kadmium, seng, dan tembaga dari 34 area irigasi yang menggunakan sistem pengairan sungai Jinzu dan 16 area irigasi yang menggunakan sistem pengairan lainnya. Area pengairan sungai Jinzu dengan kandungan logam berat yang paling parah. 34 area persawahan padi di sekitar sungai ditemukan 4,04 ppm kandungan logam berat dalam air yang memasuki area tersebut,

2,42 ppm kandungan logam berat di tengah area persawahan, dan 2,24 ppm di area *outlet* irigasi. Sedangkan logam kadmium sendiri berkisar kurang dari 1,0 ppm di seluruh wilayah persawahan. Hasil hipotesis adalah masuknya kadmium dalam tubuh manusia diduga karena padi yang dihasilkan kawasan tersebut tercemar kadmium. Keseluruhan padi yang diteliti konsentrasi Cd beragam mulai dari 1,0 ppm hingga yang tertinggi mencapai 6,88 ppm (Nogawa dan Suwazono, 2011).

2.4 Pantai Sadeng

Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Sadeng terletak di Teluk Sadeng, Desa Songbanyu Sadeng, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul. Sisi lain yang menarik adalah koridor utama akses ke PPP Sadeng dikatakan sebagai alur purba Bengawan Solo (Basith *et al*, 2015). Pantai Sadeng terletak di daerah pesisir selatan Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Berbatasan dengan zona ekonomi eksklusif Negara Republik Indonesia, sehingga dalam pengembangannya harus memperhatikan ekologi dan tidak merusak ekosistem yang ada. Pengembangan Pelabuhan Pantai Sadeng diperlukan agar dapat menjadi pelabuhan dengan skala yang lebih tinggi. Mengingat sebagian besar masyarakat yang bekerja sebagai nelayan dan berlabuh di Pelabuhan Pantai Sadeng adalah masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan penuh. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2015, memberikan informasi bahwa hasil tangkapan ikan di Pelabuhan Pantai Sadeng mencapai 2.196 ton, atau menyokong 70% dari hasil laut di Gunung Kidul. Ini membuktikan bahwa Pantai Sadeng menyimpan potensi yang cukup baik dan menjanjikan apabila dikelola dan dikembangkan dengan baik (Raymond Dharma, 2018).

Pantai Sadeng merupakan salah satu pantai yang memiliki pelabuhan terbesar di Yogyakarta. Pantai ini dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai wilayah atau kawasan untuk berlabuh mencari ikan di laut. Pantai Sadeng terletak di Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul. Sebagian besar masyarakat pesisir di pantai ini bermata pencaharian sebagai nelayan. Jumlah nelayan lokal yang tercatat sebagai nelayan Pantai Sadeng sebesar 323 orang. Jumlah nelayan lokal pantai ini lebih banyak dibandingkan jumlah nelayan lokal di pantai lain di kawasan Kabupaten Gunung Kidul. Sehingga dapat dikatakan bahwa Pantai Sadeng merupakan pantai yang memiliki nelayan lokal terbanyak di Kabupaten Gunungkidul (Rini, 2017).

2.5 Sistem Informasi Geografis

Secara umum pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis, dan sumber daya manusia yang bekerja sama secara efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbarui, mengelola, mengintegrasikan, menganalisis dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis. Menurut Prahasta (2001), SIG merupakan sistem informasi yang berguna untuk menginput, mengolah, menganalisis, dan menghasilkan data geospasial demi mendukung dalam pengambilan keputusan. SIG dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan cara pengelolaannya, yaitu sistem manual (analog) dan sistem otomatis (yang berbasis digital komputer). Menurut Nirwansyah (2016), sistem informasi manual menggabungkan beberapa data *overlay* peta dan menganalisis data yang terkait dengan peta tersebut dalam format tabel. Sedangkan untuk otomatis, diasumsikan bahwa SIG bisa dilakukan di komputer. Manfaat dari SIG adalah memberikan kemudahan kepada pengguna atau pengambil keputusan demi menentukan kebijakan yang akan diambil, terkhusus yang berkaitan dengan aspek keruangan (spasial). Dengan adanya teknologi ini, maka akan memudahkan dalam hal pemetaan lahan, salah satu contohnya lahan pertambangan.

SIG memiliki kemampuan untuk menghubungkan berbagai macam data berupa titik di bumi, kemudian digabungkan dan dianalisis demi memetakan hasilnya. Bentuk data yang diolah berupa data spasial yakni sebuah data yang memiliki titik koordinat tertentu dan bentuk penyesuaian geografis. Hal tersebut menjadikan aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti: lokasi, kondisi eksisting, *trend*, pola dan pemodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya (Hartoyo *et al*, 2010).

2.5.1 Komponen Sistem Informasi Geografis

SIG merupakan sistem kompleks yang terintegrasi dengan lingkungan sistem komputer yang lain di tingkat fungsional dan jaringan. Komponen SIG terdiri dari pengguna, aplikasi, data, perangkat lunak, dan perangkat keras. Komponen SIG dijelaskan di bawah ini:

- a. Pengguna: Orang yang menjalankan sistem, meliputi orang yang mengoperasikan, mengembangkan, dan memperoleh manfaat dari sistem.

Kategori pengguna yang menjadi bagian dari SIG beragam meliputi: operator, analis, *programmer*, *database administrator*, bahkan *stakeholder*.

- b. Aplikasi: Prosedur yang digunakan untuk mengolah data menjadi informasi. Contoh: penjumlahan, klasifikasi, rotasi, koreksi geometri, *query*, *overlay*, *buffer*, *join table*, dll.
- c. Data: Data yang digunakan dalam SIG dapat berupa data grafis dan data atribut.
 - 1. Data posisi/koordinat/grafis/ruang/spasial: Merupakan data yang merupakan representasi fenomena permukaan bumi/keruangan yang memiliki referensi (koordinat) lazim berupa peta, foto udara, citra satelit, atau hasil dari interpretasi data-data tersebut.
 - 2. Data atribut/nonspasial: data yang merepresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkannya. Contoh: data sensus penduduk, catatan survei, data statistik lainnya.
- d. *Software*: Perangkat lunak SIG berupa program aplikasi yang memiliki kemampuan pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan, analisis dan penayangan data spasial (contoh: *ArcView*, Idrisi, ARC/INFO, ILWIS, Mapinfo, dll).
- e. *Hardware*: Perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem berupa perangkat komputer, CPU, *printer*, *scanner*, *digitizer*, *plotter*, dan perangkat pendukung lainnya.

2.5.2 Metode Data Sistem Informasi Geografis

Data digital geografis diorganisir menjadi dua bagian sebagai berikut:

- a. Data spasial/posisi/koordinat/grafis/ruang adalah data yang merupakan representasi fenomena permukaan bumi/keruangan yang memiliki referensi (koordinat) lazim berupa peta, foto udara, citra satelit, atau hasil dari interpretasi data-data tersebut. Tipe data spasial dibedakan menjadi dua yaitu dua dimensi dan tiga dimensi. Data dua dimensi meliputi geografis, koordinat cartesian, jaringan, dan arah. Sedangkan tiga

dimensi meliputi: cuaca, koordinat cartesian (tiga dimensi), topologi, dan citra satelit

- b. Data non Spasial/atribut adalah data yang merepresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkannya. Contoh data sensus penduduk, catatan survei, data statistik lainnya.

2.5.3 Metode Interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW)

Interpolasi adalah suatu metode yang digunakan untuk menduga suatu nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Dalam pemetaan, interpolasi merupakan cara untuk mendapatkan data dari beberapa data yang sudah didapatkan, sehingga muncul sebaran atau peta nilai pada seluruh wilayah. Setiap 12 metode interpolasi akan memberikan hasil yang berbeda (Pramono, 2008). Menurut Purnama D *et al* (2015), Metode interpolasi kriging dapat digolongkan dalam interpolasi *stochastic*. Interpolasi *stochastic* menawarkan penilaian kesalahan dengan nilai prediksi dengan mengasumsikan kesalahan acak. Metode ini merupakan metode yang memberikan suatu penaksir linear tak bias terbaik (*best linear unbiased estimator* (BLUE)).

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik sederhana yang mempertimbangkan titik di sekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat dibandingkan yang jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Pemilihan nilai pada *power* sangat mempengaruhi hasil interpolasi. Nilai *power* yang tinggi akan memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi *nearest neighbor* dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data point terdekat.

2.6 Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

AAS merupakan singkatan kata dari *Atomic Absorption Spectrophotometry*, atau istilah bahasa Indonesia-nya ialah Spektrofotometri Serapan Atom. AAS adalah alat yang digunakan untuk menentukan kandungan logam dengan kategori logam berat maupun logam ringan. Prinsip kerjanya didasarkan pada proses pemecahan molekul

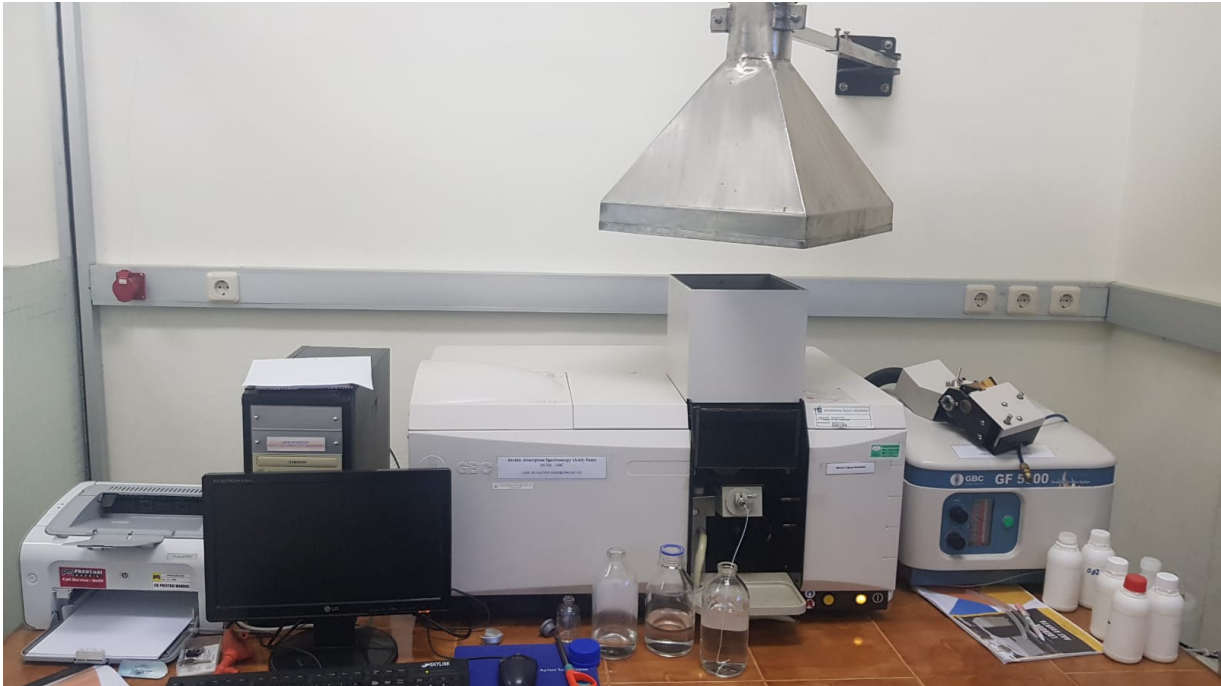
menjadi atom menggunakan api atau listrik. Atom-atom dalam keadaan dasar dapat menyerap cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Pada tahap tersebut atom-atom akan tereksitasi.

Cahaya yang tidak ikut terserap oleh atom ditransmisikan dan dipancarkan oleh detektor dan kemudian berubah menjadi sinyal yang terukur. Panjang gelombang cahaya tergantung pada susunan elektron atom. Intensitas tergantung pada jumlah atom dalam keadaan dasar (*Ground State*). Oleh karena itu, analisis kuantitatif dan kualitatif dapat menggunakan instrumentasi AAS.

Spektrofotometri Serapan Atom adalah metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi dari suatu molekul pada tingkat energi yang paling dasar. Penyerapan ini merangsang elektron dalam kulit untuk tereksitasi ke tingkat radiasi kulit yang lebih tinggi. Ketika sebuah elektron memancarkan energi dalam bentuk radiasi, energi tersebut kembali ke tingkat energi dasarnya. Atom-atom bebas dalam AAS berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia, dan energi listrik. Interaksi yang terjadi akan menciptakan molekul bebas yang menyebabkan penyerapan dan pelepasan radiasi dan panas.

Radiasi yang dipancarkan bersifat unik karena setiap atom bebas memiliki panjang gelombang tertentu. Penyerapan atau emisi radiasi terjadi karena pergerakan elektron dari satu tingkat energi atom ke yang lain. Penyerapan radiasi terjadi ketika elektron menyerap energi radiasi dan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Emisi terjadi ketika elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih rendah melepaskan energi dalam bentuk radiasi energi.

Panjang gelombang radiasi yang menyebabkan eksitasi pada tingkat eksitasi pertama disebut panjang gelombang radiasi resonansi. Radiasi ini berasal dari unsur-unsur seperti logam. Pancaran radiasi atom X hanya dapat menyerap atom X, dan atom X tidak dapat menyerap radiasi resonansi unsur Y. Oleh karena itu, Metode AAS sangat spesifik dan hampir tidak memiliki interferensi karena frekuensi penyerapan radiasi merupakan karakteristik dari setiap elemen (Meidi, 2021). Terlampir Gambar 2.1 di bawah, perihal Instrumen AAS yang digunakan pada penelitian ini. Instrumen ber-merk GBC Avanta Ver 2.02 merupakan Instrumen yang tergolong lengkap dan presisi pada hasil analisa, serta tergolong mudah dalam hal penggunaan. GBC Avanta Ver 2.02 ini dapat membaca hampir seluruh elemen logam, baik terlarut maupun total.



Gambar 2. 1 Instrumen AAS yang Digunakan Pada Penelitian

2.7 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian identifikasi logam berat Kadmium terlarut yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya terlampir pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Hasil	Judul Penelitian	Peneliti
1.	Pelabuhan Lembar merupakan pelabuhan yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang dan penumpang. Pelabuhan yang terletak di Kecamatan Lembar ini merupakan salah satu pelabuhan penyeberangan yang ada di Pulau Lombok dan menjadi satu-satunya pelabuhan yang menghubungkan antara Pulau Lombok dengan Pulau Bali dan pulau-pulau lainnya.	Identifikasi Pencemaran Logam Berat di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa	Nurhidayati (2020)

No	Hasil	Judul Penelitian	Peneliti
	<p>Pelabuhan Lembar terletak di Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat. Keberadaan Pelabuhan Lembar tentunya sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat khususnya dampak air yang ditimbulkan oleh aktivitas bongkar muat barang, sisa bahan bakar dari kapal barang, maupun limbah sampar dari warga masyarakat yang ada di sekitar perairan pelabuhan. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengidentifikasi pencemaran logam berat yang ada di sekitar Pelabuhan Lembar menggunakan analisa parameter fisika-kimia. Metode Storet adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kualitas air yang parameter ujinya terdiri dari parameter fisika meliputi TDS, Konduktivitas Listrik, pH, serta suhu dan parameter kimia yang meliputi konsentrasi besi (Fe), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd). Hasil uji tersebut kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 dan No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan rata-rata hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas air di Pelabuhan Lembar masih tergolong bagus (tidak tercemar).</p>	<p>Parameter Fisika dan Kimia</p>	

No	Hasil	Judul Penelitian	Peneliti
2.	<p>Telah dilakukan penelitian mengenai identifikasi pencemaran logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) di kawasan Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi logam Pb, Cu, dan Cd yang terkandung pada air laut di kawasan Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang. Alat yang digunakan adalah <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS). Dari pengukuran diperoleh nilai konsentrasi rata-rata untuk Pb sebesar 0,224 mg/L, Cd tertinggi sebesar 0,005 mg/L, dan Cu paling tinggi adalah 0,964 mg/L. Nilai konsentrasi logam berat pada penelitian ini telah melebihi batas ambang baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kawasan di sekitar Pelabuhan Teluk Bayur Padang telah terkontaminasi logam berat.</p>	<p>Identifikasi Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Air Laut di Sekitar Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang</p>	<p>Anggraini, Widya. Puryanti, Dwi (2019)</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Waktu pengambilan sampel dilakukan selama 1 hari/bulan, dimulai dari bulan Juni hingga Agustus 2022. Pengambilan sampel pertama jatuh pada tanggal 30 Juni 2022. Pengambilan kedua jatuh pada tanggal 30 Juli 2022. Pada tanggal 30 Juli 2022 cuaca pada saat pengambilan sampel mendung. Kemudian pada pengambilan sampel ketiga dilakukan pada tanggal 30 Agustus 2022 didapati cuaca hujan dengan intensitas hujan ringan. Pada setiap tanggal 30/bulan-nya intensitas ombak pada titik sampel cenderung besar. Pengujian sampel dilaksanakan pada tanggal 14-21 Desember 2022.

3.2 Lokasi Penelitian

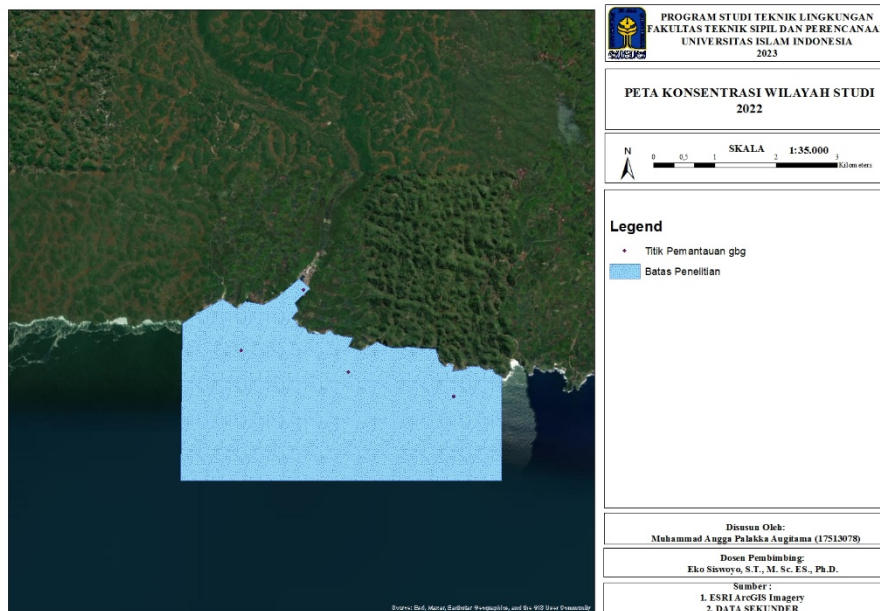
Penelitian dilaksanakan di Pantai Sadeng, Songbanyu, Girisubo, Gunungkidul, D. I. Yogyakarta. Konsentrasi penelitian dibagi menjadi 4 titik dengan 3x pengambilan sampel. Adapun lokasi pengambilan sampel pada konsentrasi wilayah studi dijelaskan dalam Tabel 3.1 dan Gambar 3.1.

Tabel 3.1 Titik Pengambilan Sampel Kadmium

Titik Sampel	Garis Lintang (<i>Longitude</i>)	Garis Bujur (<i>Latitude</i>)
1	8°11'28.77"S	110°47'56.95"T
2	8°12'0.71"S	110°47'23.76"T
3	8°12'12.12"S	110°48'20.49"T
4	8°12'24.96"S	110°49'16.38"T

Tabel 3.1 diatas menjelaskan tentang koordinat tiap stasiun pengambilan sampel. Garis lintang (*longitude*) merupakan garis khayal yang berpusat pada garis khatulistiwa (utara atau selatan). Sedangkan garis bujur merupakan garis yang ditarik dari ujung kutub utara sampai ke kutub selatan. Setiap lokasi titik pengambilan sampel telah melewati pertimbangan berupa hipotesis masuknya logam berat kadmium ke perairan Pantai Sadeng yakni melalui kapal nelayan, lalu berfokus pada zona 1 perairan laut

Pantai Sadeng, serta batas wilayah Pantai Sadeng baik batas bagian barat dan batas bagian timur sehingga dapat mengetahui kadar polutan kadmium (Cd) di Laut Sadeng secara eksisting. Salah satu contoh pertimbangan adalah kemudahan akses peneliti dalam pengambilan sampel air laut. Selain itu, pengambilan sampel sebanyak 3x menjadikan perbandingan hasil dan validasi dari data yang diperoleh pada penelitian kali ini. Pengambilan sampel sebanyak 3x pengambilan memiliki tujuan untuk mengetahui kadar kadmium terlarut secara representatif sehingga menyerupai kondisi eksisting kadar kadmium terlarut pada perairan Pantai Sadeng serta agar dapat dijadikan perbandingan hasil baik dalam faktor fluktuasi cuaca, pasang surut air laut, dan lain sebagainya. Untuk jarak antar titik pemantauan 1 ke titik pemantauan ke 2 berjarak sekitar 1,42 Km, jarak titik pemantauan 2 ke titik pemantauan ke 3 berjarak sekitar 1,7 Km, jarak titik pemantauan 3 ke titik pemantauan 4 berjarak sekitar 1,7 Km. Berikut peta titik pengambilan sampel digambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Peta Titik Pemantauan beserta Konsentrasi Wilayah Penelitian

Adapun Gambar diatas menjelaskan tentang konsentrasi wilayah penelitian beserta lokasi semua titik pantau. Selain di Laut Pantai Sadeng, penelitian juga dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia untuk proses persiapan sampel dan Laboratorium Kualitas Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia untuk dilakukannya pengujian menggunakan AAS.

3.3 Jenis dan Variabel Penelitian

3.3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian berupa identifikasi kandungan logam berat kadmium (Cd) terlarut serta persebarannya di wilayah Pantai Sadeng. Penelitian melingkupi pengambilan sampel air laut secara *grab sampling* selama 3x pengambilan/bulan, pengujian sampel air laut menggunakan AAS, serta *mapping* persebaran kandungan logam berat terlarut kadmium (Cd) di wilayah Perairan Pantai Sadeng.

3.3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan petunjuk demi mengukur nilai suatu variabel dalam penelitian. Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

a. Variabel Utama

Air laut merupakan air yang mengandung garam dan menutupi hampir 70% wilayah bumi. Dapat dimanfaatkan sebagai mata pencaharian, wisata bahari, memenuhi kebutuhan. Parameter penelitian berupa karakteristik atom. Berupa kandungan unsur yang terdapat dalam parameter yang diuji.

b. Variabel Pendukung

Metode Analisa Deskriptif digunakan dalam penelitian ini guna membandingkan data dengan literatur yang telah ada atau gambaran pada penelitian. Kadar logam berat terlarut diamati menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) dengan Metode Kurva Kalibrasi, yaitu untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dan absorbansi yang dibaca oleh AAS. Adapun penggunaan Metode IDW untuk mengetahui persebaran kadar logam berat kadmium (Cd) terlarut dalam air laut. Terakhir, ArcGIS sebagai media dalam menyalurkan metode IDW, dan juga dalam memetakan lokasi konsentrasi wilayah studi, serta memetakan persebaran kandungan logam berat kadmium (Cd) terlarut di Pantai Sadeng.

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak satu kali per bulan (1/bulan) dimulai pada bulan Juni hingga Agustus 2022 di permukaan air laut Pantai Sadeng dengan mengambil 1L/titik. Hal ini bertujuan agar sampel diharapkan dapat merepresentatifkan kondisi eksisting kadar kadmium terlarut di perairan Pantai Sadeng serta agar dapat dijadikan perbandingan hasilbaik dalam faktor fluktuasi cuaca, pasang surut air laut, dan lain sebagainya. Sebelum pengambilan sampel dilaksanakan, adapun alat-alat yang dipersiapkan antaranya: pelampung, ember, gayung/timba, botol sampel *polyetilene* HDPE No.2, *multiparameter*, pipet tetes, dan HNO₃. Sampel diambil menggunakan gayung/timba berbahan dasar plastik dengan kedalaman pengambilan 30-50 cm. Menurut SNI 6964.8 Tahun 2015, hal ini dilakukan guna mewakili homogenitas vertikal dispersi polutan dan menghindari efek permukaan. Selanjutnya sampel yang diambil pada 1 titik dikumpulkan pada ember berbahan dasar plastik guna mengecek parameter lapangan dari sampel tersebut. Proses pengambilan sampel air laut digambarkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Pengambilan Sampel Menggunakan Gayung/Timba



Gambar 3. 3 Penuangan Sampel ke Dalam Ember serta Dilakukan Pengujian Parameter Lapangan Menggunakan Multiparameter

Adapun Gambar 3.2 dan 3.3 menggambarkan teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian. Parameter lapangan yang diuji pada sampel berupa: Suhu, pH, TDS, TSS, DHL, Salinitas, dll menggunakan alat *multiparameter*. Setelah mendapatkan kadar parameter lapangan pada sampel, lalu sampel yang berada dalam ember tersebut dituang sampai tanda batas pada botol sampel *polyetilene* HDPE No. 2 dan diteteskan larutan HNO_3 sebanyak 2 tetes. Urutan ini dilakukan sebagaimana mestinya. Apabila sampel ditetesi HNO_3 terlebih dahulu lalu diuji parameter lapangannya menggunakan alat *multiparameter* maka alat *multiparameter* tersebut akan mengalami kerusakan/error. Sampel yang telah ditetesi HNO_3 memiliki jangka waktu pengujian selama 6 bulan sejak sampel diambil menggunakan botol *polyetilene* berbahan dasar HDPE No. 2. Hal ini dilakukan demi menjaga kadar logam berat yang terdapat pada air laut sebagaimana mestinya (eksisting).

Multiparameter merupakan alat yang berfungsi untuk melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter dari air. Parameter yang dapat diukur oleh alat ini berupa: suhu, TSS, TDS, DHL, dan salinitas. *Multiparameter* Horiba yang digunakan memiliki unit kontrol yang terintegrasi dan sensor. Dengan hal ini mampu mengukur beberapa parameter secara bersamaan dan dapat digunakan pada beberapa elemen air seperti air sungai, air tanah, air laut, dan air limbah. *Multiparameter* Horiba digunakan pada setiap titik pengambilan sampel dan waktu pengambilan

sampel tersebut. Hal ini ditujukan agar peneliti mengetahui *informasi* parameter terkini terkait sampel yang akan diuji sesuai dengan SNI 6964.8:2015.

Pengujian sampel menggunakan *multiparameter* dilakukan dengan cara membersihkan *probe* yang akan dicelupkan ke dalam sampel. Pelindung luar *probe* dibuka dan dibilas menggunakan *aquades* lalu dikeringkan. Setelah kering dengan sempurna, celupkan *probe* ke dalam wadah sampel sementara untuk dilakukan pengujian parameter lapangan, hidupkan *multiparameter* dengan menekan tombol *power* dan ditahan selama 5 detik, hasil akan keluar seketika apabila menandakan berhasilnya pengujian. Apabila hasil tidak keluar dan terjadi *error*, maka ulangi tahapan dari awal. Proses pengujian parameter lapangan menggunakan *multiparameter* Horiba dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan 3.5.



Gambar 3. 4 Instrumen Multiparameter yang Digunakan Saat Pengujian Parameter Lapangan

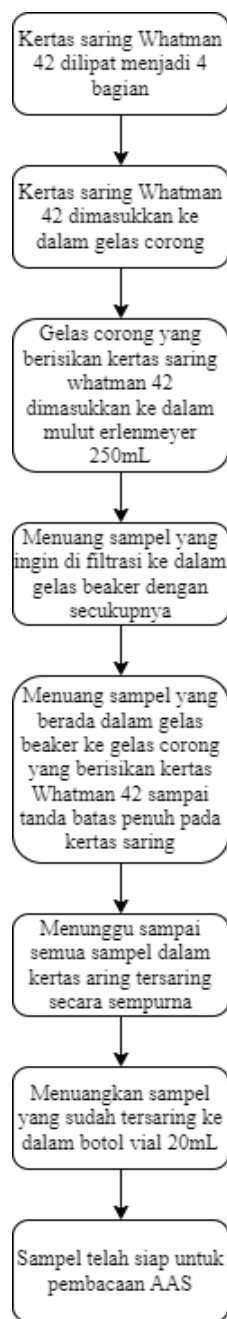


Gambar 3. 5 Pengujian Parameter Lapangan Pada Sampel Menggunakan Instrumen Multiparameter

Adapun Gambar 3.4 menggambarkan instrumen *Multiparameter* yang digunakan pada saat pengambilan contoh uji, dan gambar 3.5 menggambarkan penggunaan instrumen tersebut pada contoh uji. Salinitas data primer didapatkan melalui beberapa tahapan meliputi survei, observasi, pengambilan sampel, dan pengujian sampel di laboratorium. Data yang diperoleh di lapangan berupa sampel air laut. Pengambilan sampel dilakukan dengan alat sesuai sampel yang akan diambil. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode yang telah ditetapkan sebelumnya. Untuk pengambilan sampel air laut menggunakan metode *Grab Sampling* dengan peralatan sesuai dengan acuan SNI 6964.8:2015.

3.4.2 Metode Pengujian Sampel

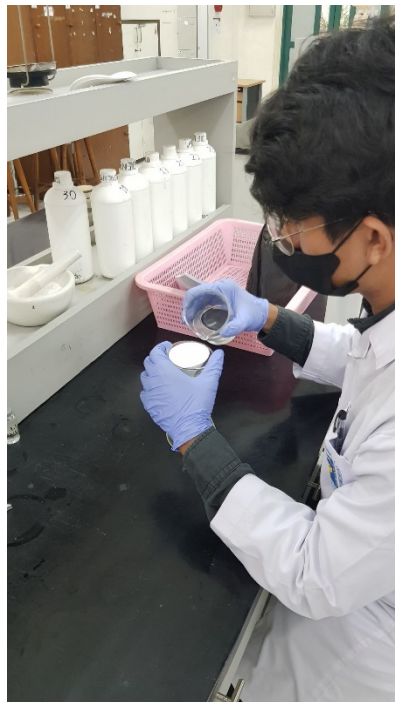
Metode pengujian sampel di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII sebagaimana dijelaskan dalam Gambar *flowchart* 3.6.



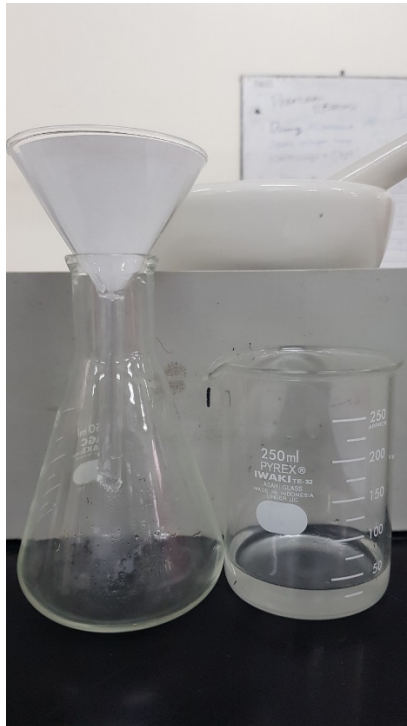
Gambar 3. 6 Flowchart Pengujian Sampel

Adapun gambar diatas merupakan alur selama persiapan sampel sebelum dilakukan pengujian pada AAS. Setelah pengambilan sampel dilakukan, maka akan dilanjutkan ke tahap persiapan sampel untuk diuji pembacaan kadar logam terlarut sebagaimana acuan yang ada pada SNI 6989-84:2019 tentang Cara Uji Kadar Logam Terlarut dan Logam Total Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala. Pada persiapan sampel, langkah pertama adalah peneliti melipat kertas saring Whatman 42 menjadi 4 bagian. Lalu, peneliti memasukkan kertas saring Whatman

42 ke dalam gelas corong dan di tempatkan ke dalam mulut Erlenmeyer 250 mL. Setelah itu, sampel yang akan diuji peneliti tuang ke dalam gelas beaker 250 mL secukupnya. Lalu dituangkannya sampel yang akan diuji ke gelas corong yang berisikan kertas saring Whatman 42 dan telah ditempatkan dalam erlenmeyer 250 mL. Peneliti menuangkannya secara perlahan hingga tanda batas penuh pada kertas saring Whatman 42 tercapai. Lalu peneliti menunggu hingga proses filtrasi oleh kertas saring Whatman 42 selesai dengan sempurna. Setelah itu peneliti menuangkan sampel yang telah tersaring ke dalam botol vial 20 mL untuk siap diuji pembacaan logam terlarutnya oleh AAS. Terakhir, seluruh sampel yang telah difiltrasi siap untuk dilakukan pembacaan kadar logam terlarutnya oleh AAS. Proses preparasi sampel berupa filtrasi digambarkan pada Gambar 3.7 dan 3.8.



Gambar 3. 7 Proses Filtrasi Sampel



Gambar 3. 8 Proses Filtrasi Sampel

Adapun Gambar 3.7 dan 3.8 menjelaskan tentang proses persiapan sampel menggunakan metode filtrasi, sebelum dilanjutkan ke tahap pengujian AAS. Tahapan selanjutnya adalah identifikasi kandungan logam berat kadmium (Cd) terlarut pada sampel menggunakan AAS yang berada pada Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII. Instrumen AAS yang digunakan bermerk GBC Avanta ver 2.02 yang terhubung dengan komputer demi mengatur jumlah sampel yang akan diuji. Dalam pengujiannya, komputer dinyalakan terlebih dahulu lalu membuka aplikasi pembacaan AAS dan menunggu sampai tanda memuat berwarna hijau. Setelah itu, dibuatkannya file pembacaan baru yang meliputi jumlah sampel yang ingin dibaca menggunakan AAS. Lalu, memantik api yang terdapat pada AAS dengan pemantik. Setelah itu, peneliti menunggu semua proses untuk berjalan. Lalu, peneliti mencelupkan ujung selang *probe* ke dalam botol vial 20 mL yang berisikan sampel dan menunggu sampai berbunyi yang menandakan sampel telah selesai dibaca oleh AAS. Lalu, peneliti menghentakkan ujung selang *probe* sebelum berpindah ke sampel selanjutnya, hal ini bertujuan agar kandungan sampel logam berat terlarut pada sampel sebelumnya tidak bercampur dengan sampel yang akan dibaca. Lalu, peneliti meneruskan alur ini sampai semua sampel berhasil dibaca.

Pada sampel terakhir, tidak ada bunyi dari komputer, hal ini dikarenakan pada awal proses akan pembacaan sampel telah diatur berapa jumlah sampel yang akan dibaca menggunakan aplikasi pembaca AAS yang diatur di komputer. Setelah itu, penulis mencetak hasil pembacaan dengan printer. Setelah semua proses selesai, peneliti mematikan AAS dengan memadamkan api, menutup aplikasi pembacaan, dan mematikan komputer.

Metode yang digunakan pada pembacaan hasil AAS adalah dengan menggunakan Metode Kurva Kalibrasi. Metode Kurva Kalibrasi merupakan metode yang kerap digunakan untuk membaca hasil AAS. Metode ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dan absorbansi yang dibaca pada AAS. Rumus yang digunakan untuk mengetahui persamaan ini adalah:

$$y = ax + b$$

Dimana nilai Y merupakan Absorbansi, nilai a merupakan *slope*, nilai x merupakan konsentrasi, dan nilai b merupakan *intercept*. Nilai *slope* bisa didapatkan dengan merangkum hasil konsentrasi pembacaan AAS pada larutan standar Kadmium secara berurutan dari atas ke bawah (nomor 1 hingga seterusnya) pada Ms. Excel dan melabeli kolom tersebut dengan X. Sedangkan nilai *intercept* bisa didapatkan dengan merangkum hasil rerata absorbansi pembacaan AAS pada larutan standar Kadmium secara berurutan dari atas ke bawah (nomor 1 hingga seterusnya) pada Ms. Excel dan melabeli kolom tersebut dengan Y, lalu membuat rumus perhitungan dengan format =*slope* (Yblok ; Xblok) maka didapatkan nilai *slope*. Sama halnya dengan mencari nilai *intercept*, yaitu membuat rumus perhitungan dengan format =*intercept* (Yblok ; Xblok) maka didapatkan nilai *intercept*.

3.4.3 Metode Pemetaan Menggunakan *Google Earth* dan ArcGIS

Metode IDW pada ArcGIS dimulai dengan membuka aplikasi *ArcMap*. Lalu mengakses *feature ArcToolBox*, lalu mengakses *feature Spatial Analyst Tools* dan mengakses *feature Interpolation*, dan mengakses *tools IDW*, setelah itu mengakses *feature Input Point* untuk mengisi titik pemantauan, lalu mengakses *open attribute tools* demi mengisi Konsentrasi Kadmium Terlarut pada tiap Titik Pemantauan, lalu

mengakses *tools Z Value Fields* dan diisi menggunakan bulan pemantauan, lalu mengakses *feature Environments*, lalu mengakses *feature Processing Extent* dan memilih batas penelitian pada *Extent*, lalu memilih *feature Raster Anaysis* dan *tools Mask* sebagai batas penelitian, dan terakhir menekan *tools OK* untuk menjalankan interpolasi IDW.

3.5 Analisis Data

Pada pengujian ini terdapat 2 (dua) data yang dikumpulkan. Pertama, data primer yang peneliti gunakan berupa sampel yang diambil langsung pada lokasi penelitian. Kedua, data sekunder yang digunakan peneliti berupa studi literatur terkait kondisi lokasi Pantai Sadeng. Metode yang digunakan adalah metode Analisa Deskriptif. Metode ini dilakukan setelah observasi hasil dari pembacaan AAS menggunakan Metode Kurva Kalibrasi maka peneliti dapat mengetahui berapa kadar logam terlarut yang didapatkan pada setiap titik sampel dan pada bulan pengambilan sampel tersebut.

BAB IV

PEMBAHASAN

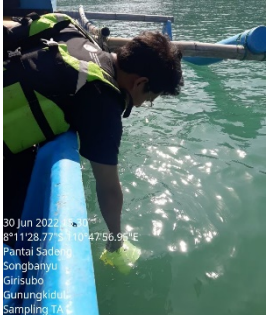





4.1 Deskripsi Kondisi Wilayah





Lokasi penelitian terletak di perairan Pantai Sadeng, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul, D.I Yogyakarta. Pantai sadeng dipilih sebagai lokasi studi disebabkan sebagai salah satu pelabuhan perikanan terbesar di daerah D.I Yogyakarta. Adapun operasional pelabuhan pantai seperti berlabuhnya kapal, serta jalur berlayarnya kapal penangkap ikan.





Pola persebaran kadar logam berat terlarut dapat diketahui dengan asumsi dan indikasi jalur perikanan armada kapal pantai sadeng. Perairan Pantai Sadeng digunakan masyarakat khususnya nelayan dalam memenuhi kebutuhan sumber daya bahari D.I Yogyakarta. Penyusun pada survey mendalam mendapatkan konklusi bahwasanya tidak terdapat dan terlihat secara fisik mata adanya *effluent* yang berakhir di pantai sadeng, hal ini berbanding terbalik dengan hasil peta dari *platform Google Maps* yang menandakan bahwasanya ada jalur air yang berakhir di Pantai Sadeng, namun tidak dapat diketahui letak dan lokasi *effluent* tersebut secara pasti oleh penyusun pada saat survei. Diindikasikan *effluent* tersebut mungkin terdapat dan mengalir pada pipa bawah laut yang mengarah dan berakhir di Pantai Sadeng. Penelitian identifikasi sebaran pencemaran kadmium (Cd) di Pantai Sadeng dilakukan pada 4 titik lokasi dengan pengambilan secara 3x dengan rentang waktu jeda pengambilan sampel selama 1 Bulan, dimulai pada bulan Juni hingga Agustus 2022. Lokasi tersebut terdiri dari 1 titik pada area pelabuhan dan 3 titik pada perairan pesisir. Adapun penjelasan lokasi titik pantau disajikan pada tabel 4.1.

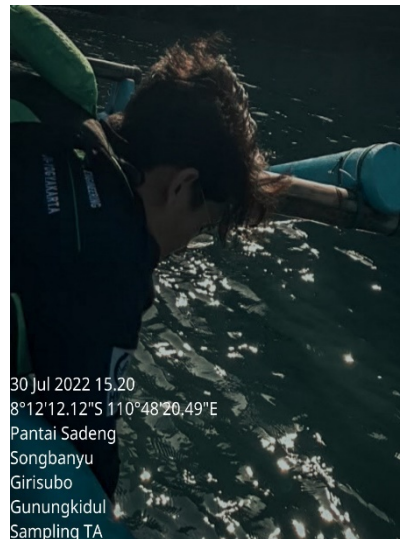
Tabel 4.1 Lokasi dan Penjelasan Titik Sampling

Titik Sampe l	Koordinat Titik Sampel	Lokasi dan Kondisi (Pengambilan Ke-1)	Lokasi dan Kondisi (Pengambilan Ke-2)	Lokasi dan Kondisi (Pengambilan Ke-3)	Dokumentasi
------------------------------	---------------------------------------	--	--	--	--------------------

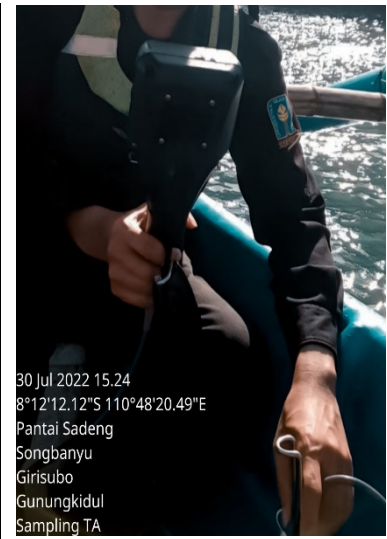
1	<p>8°11'28.77" S 110°47'56.95" T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi pada berlabuhnya kapal. • Titik sampel berada di dalam zona <i>breakwater</i>. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca cerah. • Arus air tenang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi pada berlabuhnya kapal. • Titik sampel berada di dalam zona <i>breakwater</i>. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca mendung. • Arus air tenang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi pada berlabuhnya kapal. • Titik sampel berada di dalam zona <i>breakwater</i>. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca gerimis. • Arus air tenang. 	  	  
---	--	--	--	--	--	--

2	<p>8°12'0.71" S 110°47'23.76" T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, barat pantai sadeng, berbatasan dengan pantai Srakung. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca cerah. • Arus air kuat dan bergelombang (<i>highrisk</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, barat pantai sadeng, berbatasan dengan pantai Srakung. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca mendung. • Arus air kuat dan bergelombang (<i>highrisk</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, barat pantai sadeng, berbatasan dengan pantai Srakung. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca gerimis. • Arus air kuat dan bergelombang (<i>highrisk</i>). 	 	 
---	---	---	---	---	---	---

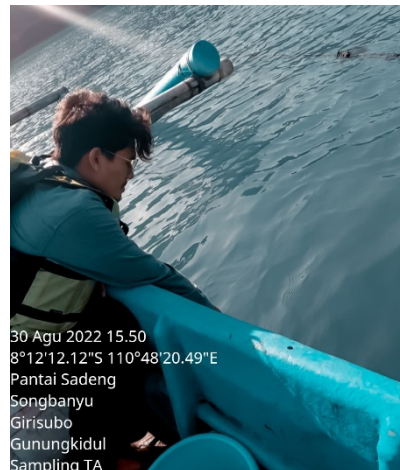
					 <p>30 Agu 2022 15:40 8°12'0.71"S 110°47'23.76"E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>	 <p>30 Agu 2022 15:43 8°12'0.71"S 110°47'23.76"E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>
3	<p>8°12'12.12" S 110°48'20.49" T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, <i>timur</i> pantai sadeng. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca cerah. • Arus air kuat dan bergelombang (<i>highrisk</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, barat pantai sadeng. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca mendung. • Arus air kuat dan bergelombang (<i>highrisk</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, barat pantai sadeng. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca gerimis. • Arus air kuat dan bergelombang (<i>highrisk</i>). 	 <p>30 Jun 2022 15:50 8°12'12.12"S 110°48'20.49"E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>	 <p>30 Jun 2022 15:53 8°12'12.12"S 110°48'20.49"E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>



30 Jul 2022 15.20
8°12'12.12"S 110°48'20.49"E
Pantai Sadeng
Songbanyu
Girisubo
Gunungkidul
Sampling TA




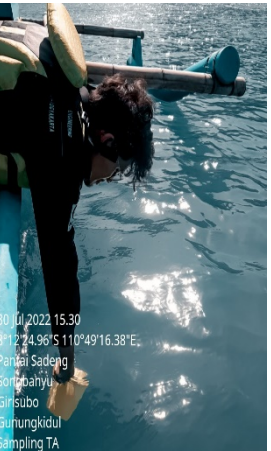

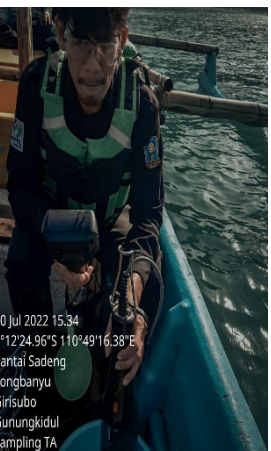
30 Jul 2022 15.24
8°12'12.12"S 110°48'20.49"E
Pantai Sadeng
Songbanyu
Girisubo
Gunungkidul
Sampling TA

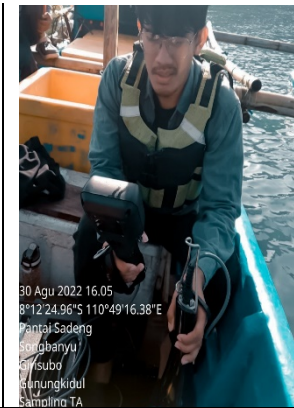


30 Agu 2022 15.50
8°12'12.12"S 110°48'20.49"E
Pantai Sadeng
Songbanyu
Girisubo
Gunungkidul
Sampling TA



30 Agu 2022 15.34
8°12'12.12"S 110°48'20.49"E
Pantai Sadeng
Songbanyu
Girisubo
Gunungkidul
Sampling TA

4	<p>8°12'24.96" S 110°49'16.38" T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, timur pantai sadeng, berbatasan dengan pantai krokoh. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca cerah. • Arus air kuat dan bergelombang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, timur pantai sadeng, berbatasan dengan pantai krokoh. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca mendung. • Arus air kuat dan bergelombang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel dilaksanakan di sore hari. • Berlokasi diluar zona <i>breakwater</i>, timur pantai sadeng, berbatasan dengan pantai krokoh. • Pengambilan dilaksanakan pada cuaca gerimis. • Arus air kuat dan bergelombang. 	 <p>30 Jun 2022 16:00 8°12'24.96" S 110°49'16.38" E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>  <p>30 Jul 2022 15:30 8°12'24.96" S 110°49'16.38" E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>	 <p>30 Jun 2022 16:00 8°12'24.96" S 110°49'16.38" E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>  <p>30 Jul 2022 15:34 8°12'24.96" S 110°49'16.38" E Pantai Sadeng Songbanyu Girisubo Gunungkidul Sampling TA</p>
---	--	--	--	--	--	--



4.2 Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian ini, peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian pendahuluan terlebih dahulu. Penelitian pendahuluan digunakan untuk mengetahui metode terbaik yang dapat diimplementasikan pada penelitian ini. Hal tersebut dibahas secara mendetail pada sub-bab berikut:

4.2.1 Pertimbangan Penelitian Sebelumnya

Terdapat penelitian “Identifikasi Pencemaran Logam Berat di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa Parameter Fisika dan Kimia” yang dilakukan oleh Nurhidayati (2020), dalam proses perlakuan sampelnya meliputi pengujian sampel namun berbeda dengan yang dilakukan peneliti tugas akhir ini. Perlakuan pada sampel meliputi pengujian yang dilaksanakan pada 2 Laboratorium berbeda yakni Laboratorium Pengujian BPTP Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, NTB untuk pengujian Parameter Kimia dan Laboratorium UIN Mataram untuk pengujian Parameter Fisika. Perbedaan dalam perlakuan sampel dengan peneliti tugas akhir ini terdapat pengujian Parameter Kimia yang dilakukan pada proses preparasi sampel menjelang pengujian instrumen AAS. Selain itu juga pada pengukuran Parameter Fisika berbeda, dimana penelitian Nurhidayati (2020) menggunakan 4 instrumen yang berbeda dalam menentukan 4 parameter fisika, diantaranya terdapat Termometer untuk mengukur suhu, pH meter untuk mengukur derajat keasaman pH, *Conductivity Meter* untuk mengukur daya hantar listrik pada sampel, dan TDS Meter untuk mengukur tingkat total padatan tersuspensi pada sampel. Sedangkan peneliti tugas akhir ini hanya menggunakan 1 instrumen alat dalam menentukan parameter fisika yang terdapat pada sampel, hal ini tentunya menunjukkan bahwa penelitian tugas akhir ini lebih efisien karena menggunakan instrument alat yang lebih mutakhir. Perbedaan selanjutnya, Nurhidayati (2020) memperlakukan sampel air laut pada saat preparasi menjelang pengujian, dimana perlakuan sampelnya mengarah pada pengujian kandungan logam total untuk setiap parameter kimia yang diteliti. Sedangkan peneliti berfokus pada kadar logam terlarut sesuai yang telah tertuang pada KepMenLH No.51 Tahun 2004 dan No. 82 Tahun 2001 berupa pengujian parameter fisika dan kimia. Berbeda dengan peneliti tugas akhir ini yang menguji parameter fisika dari sampel pada lapangan (lokasi pengambilan sampel) serta meneteskan larutan HNO₃ pada persiapan sampel atau

menjelang analisis data menggunakan AAS. Penelitian sebelumnya dilakukan di Pelabuhan Lembar yang keberadaannya sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat khususnya dampak air yang ditimbulkan oleh aktivitas bongkar muat barang, sisa bahan bakar dari kapal barang, maupun limbah sampar dari masyarakat sekitar. Hal ini sama seperti Perairan Pelabuhan Pantai Sadeng yang dipilih oleh peneliti karena sama-sama tercemar logam berat akibat aktivitas perikanan. Dari hasil yang didapatkan seluruh parameter logam berat kadmium (Cd) dari penelitian Nurhidayati (2020) tergolong masih bagus (tidak tercemar) karena meskipun data yang didapat cukup mendekati akan tetapi masih di bawah Nilai Ambang Batas (NAB) logam kadmium (Cd), berdasarkan KepMenLH No.51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Wilayah Pelabuhan dinyatakan bahwa baku mutu logam kadmium (Cd) yakni 0,01 ppm, sedangkan hasil yang didapat berkisar antara 0,0086 ppm – 0,0107 ppm, hal ini berlainan dengan penelitian tugas akhir ini yang menghasilkan bahwa Perairan Pelabuhan Pantai Sadeng tergolong tercemar logam berat kadmium (Cd).

Dari pertimbangan penelitian pendahuluan yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penelitian tugas akhir ini dilaksanakan menggunakan metode penelitian yang lebih baik, satu langkah lebih maju dengan penggunaan instrument yang lebih baik seperti menggunakan instrument *Multiparameter* dalam perlakuan pengambilan sampel.

4.3 Hasil Penelitian Identifikasi Sebaran Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) di Perairan Pantai Sadeng, Gunung Kidul, D. I. Yogyakarta

Dari hasil riset dan berbagai pertimbangan dari penelitian pendahuluan maka peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian logam berat kadmium di Perairan Pantai Sadeng. Adapun hasil identifikasi sebaran pencemarannya terbagi di beberapa lokasi. Lokasi pertama pengambilan sampel dilakukan pada lokasi berlabuhnya kapal-kapal yang diduga jarang ber-operasi. Lokasi ini berada pada bibir Pantai Sadeng. Pantai sadeng memiliki lokasi berlabuh dengan 3 lokasi berlabuh kapal yang berbeda-beda. Titik Pemantauan pertama terletak pada urutan lokasi berlabuh ke 3 dari kiri (tampak atas pantai). Pantai sadeng memiliki bentuk seperti setengah botol dengan sisi kanan dan kiri berupa tebing dengan vegetasi pepohonan dan memiliki 1 *barrier* pemecah ombak yang terletak pada sisi selatan pantai. Adapun hasil pengukuran sampel menggunakan AAS disajikan pada dan Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Pembacaan AAS

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	%RSD	Abs Rata-rata	Ulangan	
1.1	0,210	2,49	0,0590	0,0579	0,0600
1.2	0,201	2,57	0,0567	0,0557	0,0577
1.3	0,202	16,49	0,0570	0,0637	0,0504
2.1	0,162	1,81	0,0465	0,0471	0,0459
2.2	0,168	9,12	0,0482	0,0451	0,0513
2.3	0,171	7,35	0,0489	0,0464	0,0514
3.1	0,180	1,62	0,0513	0,0519	0,0507
3.2	0,197	1,22	0,0556	0,0551	0,0561
3.3	0,198	5,26	0,0560	0,0580	0,0539
4.1	0,183	1,07	0,0520	0,0524	0,0516
4.2	0,177	6,08	0,0505	0,0483	0,0527
4.3	0,178	4,48	0,0506	0,0522	0,0490

Gambar 4.1 dan Tabel 4.2 di atas merupakan hasil analisa AAS GBC Avanta Ver 2.02 dimana menghasilkan akurasi analisa sekitar 99,98%. Korelasi antara absorbansi dan konsentrasi akan menentukan hasil kurva kalibrasi sesuai dengan rumus

$$y = ax + b$$

Tabel 4.3 Parameter Lapangan dan Konsentrasi Kadmium Terlarut sesuai Baku Mutu Perairan Pelabuhan dan Biota Laut mengacu pada KepMenLH No.51 Tahun 2004

Tabel Hasil Pengukuran Air Laut Menggunakan <i>Multiparameter</i>																Tabel Hasil Pengukuran konsentrasi Kadmium Terlarut menggunakan AAS			
Pantai Sadeng	Parameter																		Baku Mutu
	Suhu (°C) (rata-rata)			pH (rata-rata)			DO (mg/L) (rata-rata)			TDS (mg/L) (rata-rata)			Salinitas (%) (rata-rata)			Konsentrasi Kadmium Terlarut (mg/L) (rata-rata)			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
	27,33	28,96	28,69	8,59	8,01	8,51	10,99	5,27	6,53	28050	30450	29400	3,30	2,99	3,14	0,194	0,179	0,184	KepMen LH No. 51 Tahun 2004
Baku Mutu (Perairan Pelabuhan)	Alami			6,5 - 8,5			N.A			N.A			Alami			0,01 mg/L			
Baku Mutu (Biota Laut)	Alami dan 28-30°C (Coral)			7-8,5			5 mg/L			N.A			Alami dan 33-34% (Coral)			0,001 mg/L			
Rata-rata/titik	27,33	28,96	28,69	8,59	8,01	8,51	10,99	5,27	6,53	28050	30450	29400	3,30	2,99	3,14	0,194	0,179	0,184	

Adapun Tabel 4.3 membahas terkait tabel rerata Parameter lapangan dan Konsentrasi Kadmium terlarut yang mengacu pada Baku Mutu KepmenLH No.51 Tahun 2004. Seperti yang telah tercantum pada tabel diatas. Perairan Pelabuhan Pantai Sadeng dengan hasil pengambilan pertama, pada tanggal 30 Juni 2022 dimulai pada pukul 15:30 WIB sampai pukul 16:05 WIB dengan cuaca yang cerah, arus/ombak pada titik 1 yang tenang, namun tidak terlalu bersahabat pada titik 2-4 (*highrisk*). Pada titik 1 didapatkan hasil berturut-turut untuk parameter lapangan dan digabung dengan konsentrasi kadmium terlarut hasil pengujian AAS dengan hasil berurutan berupa Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 26,55°C, 8,63, 17 mg/L, 27.200 mg/L, 3,38%, 0,210 mg/L. Untuk titik 2 pada pengambilan pertama didapatkan hasil: 28,09°C, 8,57, 8,26 mg/L, 28.800 mg/L, 3,23%, 0,201 mg/L . Untuk titik 3 pada pengambilan pertama didapatkan hasil: 26,56°C, 8,62, 10 mg/L, 27.300 mg/L , 3,37%, 0,202 mg/L. Untuk titik 4 pada pengambilan pertama didapatkan hasil: 28,1°C, 8,55, 8,71 mg/L, 28.900 mg/L, 3,21%, 0,162 mg/L . Dengan rata-rata setiap parameter lapangan berturut-turut dari titik 1 sampai dengan 4 pada pengambilan pertama berupa Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas dan Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 27,33°C, 8,59, 10,99 mg/L, 28.050 mg/L, 3,30%, 0,194 mg/L. Berkaca pada hasil yang telah didapatkan lalu dibandingkan dengan baku mutu KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran I didapatkan hasil bahwasanya rerata kadar/konsentrasi parameter yang didapatkan pada pengambilan ke-1 berupa parameter pH dan Konsentrasi Kadmium Terlarut telah melewati baku mutu yang tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran I. Sedangkan hasil rerata dari pengambilan pertama pada titik 1-4 parameter berupa Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas dan Konsentrasi Kadmium terlarut apabila dibandingkan dengan Baku Mutu untuk biota laut seperti yang telah tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran III didapatkan hasil bahwasanya parameter pH, DO, dan Konsentrasi Kadmium terlarut telah melewati nilai ambang batas yang tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran III.

Untuk pengambilan hari ke 2 pada tanggal 30 Juli 2022 dimulai pada pukul 15:00 sampai pukul 15:30 WIB dengan cuaca pasca gerimis, arus/ombak pada titik 1 yang tenang, namun tidak terlalu bersahabat pada titik 2-4 (*highrisk*). Pada titik 1 didapatkan hasil berturut-turut untuk parameter lapangan dan digabung dengan konsentrasi kadmium terlarut hasil pengujian AAS dengan hasil berurutan seperti Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 29,04°C, 7,94, 5 mg/L, 30.900 mg/L, 2,89%, 0,168 mg/L. Untuk titik 2 pada pengambilan kedua didapatkan hasil: 29,03°C, 7,95,

5,23 mg/L, 30.800 mg/L, 2,9%, 0,171 mg/L . Untuk titik 3 pada pengambilan kedua didapatkan hasil: 28,95°C, 7,97, 5,31 mg/L, 30.100 mg/L, 3,07%, 0,180 mg/L. Untuk titik 4 pada pengambilan kedua didapatkan hasil: 28,83°C, 8,18, 5,53 mg/L, 30.000 mg/L, 3,08%, 0,197 mg/L . Dengan rata-rata setiap parameter lapangan berturut-turut dari titik 1 sampai dengan 4 pada pengambilan kedua berupa Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas dan Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,96°C, 8,01, 5,27 mg/L, 30.450 mg/L, 2,99%, 0,179 mg/L. Berkaca pada hasil yang telah didapatkan lalu dibandingkan dengan baku mutu KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran I didapatkan hasil bahwasanya rerata kadar/konsentrasi parameter yang didapatkan pada pengambilan ke-2 berupa Konsentrasi Kadmium Terlarut telah melewati baku mutu yang tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampran I. Sedangkan hasil rerata dari pengambilan pertama pada titik 1-4 parameter berupa Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas dan Konsentrasi Kadmium terlarut apabila dibandingkan dengan Baku Mutu untuk biota laut seperti yang telah tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran III didapatkan hasil bahwasanya parameter DO, dan Konsentrasi Kadmium terlarut telah melewati nilai ambang batas yang tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran III.

Untuk pengambilan hari ke 3 pada tanggal 30 Agustus 2022 dimulai pada pukul 15:30 sampai pukul 16:05 WIB dengan cuaca pasca hujan intensitas besar, arus/ombak pada titik 1 yang tenang, namun tidak terlalu bersahabat pada titik 2-4 (*highrisk*). Pada titik 1 didapatkan hasil berturut-turut untuk parameter lapangan dan digabung dengan konsentrasi kadmium terlarut hasil pengujian AAS dengan hasil berurutan seperti Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,57°C, 8,55, 6,85 mg/L, 28.900 mg/L, 3,21%, 0,198 mg/L. Untuk titik 2 pada pengambilan ketiga didapatkan hasil: 28,58°C, 8,51, 6,64 mg/L, 29.000 mg/L, 3,2%, 0,183 mg/L . Untuk titik 3 pada pengambilan ketiga didapatkan hasil: 28,78°C, 8,48, 6,5 mg/L, 29.900 mg/L, 3,07%, 0,177 mg/L. Untuk titik 4 pada pengambilan ketiga didapatkan hasil: 28,81°C, 8,5, 6,14 mg/L, 29.800 mg/L, 3,09%, 0,178 mg/L. Dengan rata-rata setiap parameter lapangan berturut-turut dari titik 1 sampai dengan 4 pada pengambilan ketiga berupa Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas dan Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,69°C, 8,51, 6,53 mg/L, 29.400 mg/L, 3,14%, 0,184 mg/L. Berkaca pada hasil yang telah didapatkan lalu dibandingkan dengan baku mutu KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran I didapatkan hasil bahwasanya rerata kadar/konsentrasi parameter yang didapatkan pada pengambilan ke-3 berupa parameter pH dan Konsentrasi Kadmium Terlarut telah melewati baku mutu yang tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran I. Sedangkan hasil rerata dari pengambilan pertama pada titik 1-

4 parameter berupa Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas dan Konsentrasi Kadmium terlarut apabila dibandingkan dengan Baku Mutu untuk biota laut seperti yang telah tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran III didapatkan hasil bahwasanya parameter pH, DO, dan Konsentrasi Kadmium terlarut telah melewati nilai ambang batas yang tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran III tentang Baku Mutu Biota Laut.

Dengan rata-rata kandungan/konsentrasi pada 1 titik selama 3x (tiga kali) pengambilan pada titik 1 sesuai urutan parameter Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,05°C, 8,37, 9,62 mg/L, 29.000 mg/L, 3,16%, 0,192 mg/L. Rata-rata kandungan/konsentrasi pada titik ke-2 selama 3x (tiga kali) pengambilan sesuai urutan parameter Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,57°C, 8,34, 6,71 mg/L, 29.533 mg/L, 3,11%, 0,185 mg/L. Rata-rata kandungan/konsentrasi pada titik ke-3 selama 3x (tiga kali) pengambilan sesuai urutan parameter Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,10°C, 8,36, 7,27 mg/L, 29.100 mg/L, 3,17%, 0,186 mg/L. Rata-rata kandungan/konsentrasi pada titik ke-4 selama 3x (tiga kali) pengambilan sesuai urutan parameter Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,58°C, 8,41, 6,79 mg/L, 29.567 mg/L, 3,13%, 0,179 mg/L. Dengan rerata keseluruhan semua pengambilan pada semua titik sesuai urutan parameter Temperatur, pH, DO, TDS, Salinitas, Konsentrasi Kadmium terlarut adalah sebagai berikut: 28,32°C, 8,37, 7,60 mg/L, 29.300 mg/L, 3,14%, 0,186 mg/L. Berkaca pada hasil yang telah didapatkan lalu dibandingkan dengan baku mutu KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran I didapatkan hasil bahwasanya rerata kadar/konsentrasi keseluruhan semua pengambilan pada semua titik sesuai urutan parameter didapati bahwasanya parameter kadar Kadmium Terlarut telah melewati nilai ambang batas yang tercantum pada KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran I tentang Baku Mutu Perairan Pelabuhan. Sedangkan hasil rerata dari keseluruhan pengambilan berupa DO, dan Konsentrasi Kadmium terlarut telah melewati nilai ambang batas yang tercantum pada KepmenLH No.51 Tahun 2004 Lampiran III tentang Baku Mutu untuk Biota Laut.

4.4 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian tugas akhir ini tentunya dapat dikomparasikan dengan penelitian sebelumnya, perbandingan tersebut dapat dilihat dalam pengukuran parameter fisika yang dapat dilihat secara langsung dengan bantuan instrument *Multiparameter* dan dalam pengukuran parameter kimia yang dapat dilihat dari hasil pengujian menggunakan AAS. Perbandingan tersebut dirangkum dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Pengukuran Parameter Fisika

	Nilai Rata-rata Parameter Fisika							
	2020*	2023**			2020	2023		
	I	I	II	III	I	I	II	III
	Suhu (°C)				pH			
	31,425	27,33	28,96	28,69	7,695	8,59	8,01	8,51
Nilai Minimum	31,1	26,55	28,83	28,57	6,84	8,55	7,94	8,48
Nilai Maksimum	31,7	28,1	29,04	28,81	8,02	8,63	8,18	8,55
Ambang Batas	Alami				6,5 - 8,5			

Keterangan :

2020* : Penelitian Nurhidayati (2020)

2023** : Penelitian M. Angga Palakka Augitama (2023)

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Pengukuran Parameter Kimia

	Nilai Rata-rata Parameter Kimia			
	2020*	2023**		
	I	I	II	III
	Kadmium (Cd) (mg/L)			
	0,01	0,19	0,18	0,18
Nilai Minimum	0,0086	0,162	0,168	0,198
Nilai Maksimum	0,0107	0,21	0,197	0,177
Ambang Batas	0,01			

Keterangan :

2020* : Penelitian Nurhidayati (2020)

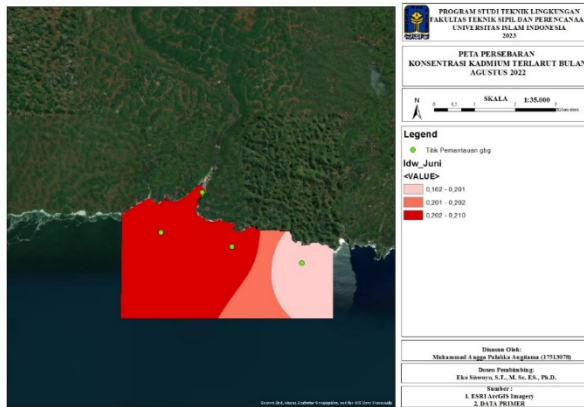
2023** : Penelitian M. Angga Palakka Augitama (2023)

Tabel 4.4 memperlihatkan perbandingan hasil pengukuran parameter fisika, terlampir hanya komparasi nilai rata-rata dari pengukuran suhu dan pH dikarenakan parameter lainnya tidak ditemukan pada penelitian sebelumnya. Pada pengukuran suhu, penelitian ini menghasilkan

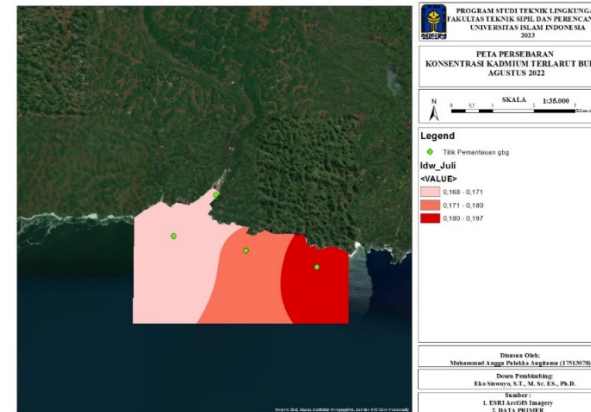
sampel yang memiliki suhu yang lebih rendah dari penelitian sebelumnya. Nilai maksimal suhu pada penelitian ini $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan penelitian sebelumnya $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan karena faktor alami dari cuaca dan iklim di sekitar lingkungan perairan pada tiap wilayah konsentrasi studi. Kemudian untuk hasil pengukuran pH dalam sampel uji di penelitian kali ini menghasilkan pH yang normal sama seperti penelitian sebelumnya. Dapat dikatakan normal karena berada di rentang 6,5 – 8,5 sesuai dengan nilai ambang batas, namun pada hasil rata-rata pengambilan ke-1 dan ke-3 pada penelitian ini melebihi nilai ambang batas baik nilai ambang batas untuk perairan pelabuhan maupun untuk biota laut. Pada Tabel 4.5 memperlihatkan perbandingan hasil pengukuran parameter kimia, terlampir komparasi nilai rata-rata hasil pengujian Kadmium (Cd) penelitian sebelumnya yang masih di bawah nilai ambang batas, hanya saja penelitian tugas akhir ini memiliki nilai rata-rata kadmium (Cd) yang lebih besar dan melebihi nilai ambang batas yang seharusnya. Kadar kadmium di Perairan Pelabuhan Pantai Sadeng $> 0,16\text{ mg/L}$ sedangkan nilai ambang batasnya $0,01\text{ mg/L}$, kadar yang didapatkan cukup jauh dari nilai ambang batas yang seharusnya, hal ini seperti yang dijelaskan sebelumnya disebabkan karena aktivitas sehari-hari kapal nelayan di pantai. Dari perbandingan yang sudah dijelaskan, secara perbandingan hasil pengukuran parameter fisika didapatkan hasil yang tidak terlalu jauh berbeda atau dapat dikatakan masih di taraf normal, sedangkan perbandingan hasil pengukuran parameter kimia didapatkan hasil yang sangat berbeda dengan penelitian sebelumnya dan memiliki hasil uji kadmium (Cd) dengan kadar yang cukup tinggi melebihi nilai ambang batasnya.

4.5 Hasil Pemetaan ArcGIS dengan Metode IDW

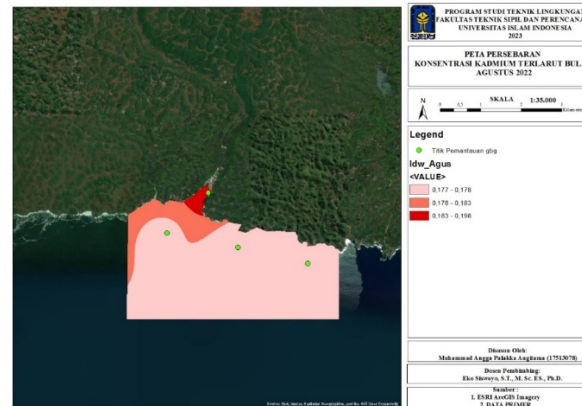
Hasil Pemetaan Kadmium (Cd) Terlarut menggunakan ArcGIS dengan Metode IDW dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 1 Peta Persebaran Kadmium (Cd) Terlarut pada Bulan Juni 2022



Gambar 4. 2 Peta Persebaran Kadmium (Cd) Terlarut pada Bulan Juli 2022



Gambar 4. 3 Peta Persebaran Kadmium (Cd) Terlarut pada Bulan Agustus 2022

Penelitian ini memperlihatkan adanya perbandingan hasil yang dapat pada Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Sebagaimana hasil pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 lalu dipetakan menggunakan Interpolasi IDW memperlihatkan bahwasanya konsentrasi Kadmium terlarut pada Bulan Juni 2022 mendapati konsentrasi tertinggi dibandingkan dengan Bulan Juli dan Agustus, dimana Titik Pemantauan 1 Bulan Juni 2022 sebagai Titik dengan Konsentrasi Kadmium terlarut tertinggi dengan Konsentrasi sebesar 0,210 mg/L. Titik Pemantauan 2 sebesar 0,201 mg/L sebagai Konsentrasi Titik Pemantauan ke-3 (tiga) terbesar. Titik Pemantauan 3 sebesar 0,202 mg/L sebagai Konsentrasi Titik Pemantauan ke-2 (dua) terbesar. Titik Pemantauan 4 sebesar 0,162 mg/L sebagai Konsentrasi Titik Pemantauan ke-1 (satu) terendah. Hal ini membuktikan bahwasanya konsentrasi Kadmium Terlarut dengan konsentrasi tertinggi didapatkan pada lokasi berlabuhnya kapal nelayan Pantai Sadeng. Dan konsentrasi Kadmium Terlarut terendah di dapatkan pada Titik Pemantauan ke-4 yaitu pada jalur pelayaran penangkapan ikan paling Timur dari Pantai Sadeng yang berbatasan dengan perairan Pantai Baronan. Cuaca yang cerah berperan besar dalam mencegah dispersi konsentrasi Kadmium Terlarut dalam air, sehingga menunjukkan konsentrasi Kadmium Terlarut sebagaimana mestinya / eksisting. Adapun penjelasan terkait persebaran Kadmium terlarut pada bulan Juni 2022 disajikan pada Gambar 4.4.

Kemudian hasil pemetaan pada Bulan Juli 2022 mendapati konsentrasi terendah dibandingkan dengan Bulan Juni 2022 dan Agustus 2022, dimana Titik Pemantauan 1 Bulan Juli 2022 sebagai Titik dengan Konsentrasi Kadmium terlarut ke-2 (dua) terendah dengan kadar konsentrasi sebesar 0,168 mg/L. Titik Pemantauan 2 Bulan Juli 2022 sebagai Titik dengan konsentrasi Kadmium terlarut ke-5 (lima) tertinggi dengan konsentrasi Kadmium Terlarut sebesar 0,198 mg/L. Titik Pemantauan 3 Bulan Juli 2022 sebagai Titik dengan konsentrasi Kadmium terlarut ke-7 (tujuh) tertinggi dengan kadar Konsentrasi sebesar 0,180 mg/L. Titik Pemantauan 4 Bulan Juli 2022 sebagai Titik dengan Konsentrasi Kadmium terlarut ke-5 (lima) tertinggi dengan dengan kadar Konsentrasi sebesar 0,197 mg/L. Hal ini merupakan hasil dari intensitas hujan yang tinggi pada saat sebelum dilakukannya pengambilan contoh uji serta arah angin yang mengarah ke arah timur yang berperan besar dalam mendispersi konsentrasi Kadmium Terlarut dalam air menuju ke Titik Pemantauan 4.

Adapun konsentrasi Kadmium (Cd) Terlarut pada Bulan Agustus 2022 mendapati konsentrasi ke-2 (dua) tertinggi setelah Bulan Juni, dimana Titik Pemantauan 1 Bulan Agustus 2022 sebagai Titik dengan Konsentrasi Kadmium terlarut ke-4 (empat) tertinggi dengan kadar konsentrasi sebesar 0,198 mg/L. Titik Pemantauan 2 Bulan Agustus 2022 sebagai Titik dengan konsentrasi Kadmium terlarut ke-6 (enam) tertinggi dengan konsentrasi Kadmium Terlarut sebesar 0,183 mg/L. Titik Pemantauan 3 Bulan Agustus 2022 sebagai Titik dengan konsentrasi Kadmium terlarut ke-9 (sembilan) tertinggi dengan kadar Konsentrasi sebesar 0,177 mg/L. Titik Pemantauan 4 Bulan Agustus 2022 sebagai Titik dengan Konsentrasi Kadmium terlarut ke-8 (delapan) tertinggi dengan dengan kadar Konsentrasi sebesar 0,178 mg/L. Hal ini merupakan hasil dari intensitas hujan yang kecil (gerimis) pada saat sebelum dilakukannya pengambilan contoh uji, sehingga kondisi eksisting Konsentrasi Kadmium Terlarut pada Titik Pemantauan tidak terlalu terpengaruh oleh dispersi hujan intensitas ringan (gerimis) tersebut. Sedangkan untuk parameter lapangan seperti Suhu, pH, DO, TDS dan Salinitas memiliki variasi tersendiri pada saat pengambilan contoh uji setiap bulannya. Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan pada parameter suhu, rata-rata suhu paling dingin didapatkan pada pengambilan pertama pada bulan Juni 2022 yaitu pada saat cuaca cerah, disusul dengan bulan Agustus 2022 pada saat cuaca gerimis, dan didapati suhu tertinggi jatuh pada pengambilan contoh uji pada bulan Juli 2022 pada saat cuaca hujan dengan intensitas tinggi. Hasil ini membuktikan bahwasanya pada hari yang cerah didapati bahwasanya suhu air laut Pantai Sadeng lebih dingin dibandingkan pada saat cuaca hujan. Lalu untuk Parameter lapangan pH didapati bahwasanya pada pengambilan contoh uji di Bulan Juni 2022 mendapati hasil tertinggi yaitu pada saat cuaca cerah, disusul pada pengambilan di Bulan Agustus 2022 pada saat cuaca gerimis, dan didapati hasil terkecil pada bulan Juli 2022 yaitu pada saat cuaca hujan dengan intensitas tinggi. Ini membuktikan bahwa pada hari yang cerah, kadar pH lebih tinggi dibandingkan pada saat hujan, dengan kata lain hujan dapat menurunkan kadar pH yang tinggi pada perairan. Sama seperti pH, Konsentrasi DO mendapatkan hasil tertinggi pada Bulan Juli 2022 disaat cuaca yang cerah, lalu pada Bulan Agustus 2022 pada saat cuaca gerimis, dan paling kecil didapati pada Bulan Juli 2022 pada saat cuaca hujan dengan intensitas tinggi. Ini membuktikan bahwasanya kadar DO yang tinggi pada perairan Pantai Sadeng, dapat menurun berkat adanya hujan. Sedangkan untuk Parameter lapangan TDS, mendapatkan hasil tertinggi pada Bulan Juli 2022 pada saat cuaca hujan intensitas tinggi, lalu disusul dengan pengambilan pada

Bulan Agustus 2022 pada saat cuaca gerimis, dan Bulan Juni 2022 pada saat cuaca yang cerah mendapati angka paling kecil untuk Konsentrasi TDS. Ini membuktikan bahwasanya tingginya kadar TDS akan didapatkan pada saat kondisi hujan, dan Konsentrasi terendah akan didapatkan pada saat kondisi cerah. Untuk Salinitas mendapatkan hasil tertinggi pada Bulan Juni 2022 yaitu pada saat kondisi cuaca yang cerah, disusul pada Bulan Agustus 2022 pada cuaca gerimis, dan Konsentrasi Salinitas terendah didapatkan pada Bulan Juli 2022 yaitu pada saat cuaca hujan intensitas tinggi. Ini membuktikan bahwasanya Konsentrasi Salinitas tertinggi akan didapatkan pada kondisi cuaca yang cerah, dan Konsentrasi Salinitas terendah akan didapatkan pada saat cuaca hujan. Lalu untuk Konsentrasi Kadmium terlarut didapatkan hasil tertinggi pada bulan Juni 2022 yaitu pada saat cuaca yang cerah, disusul Bulan Agustus 2022 pada saat cuaca gerimis, dan terendah jatuh pada Bulan Juli 2022 pada saat cuaca hujan dengan intensitas tinggi. Ini membuktikan bahwasanya Konsentrasi Kadmium terlarut terkecil didapatkan pada saat cuaca hujan, dan paling tinggi didapatkan pada cuaca yang cerah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwasanya konsentrasi kadmium terlarut tertinggi terdapat pada titik pemantauan ke-1 pada bulan Juni 2022. Hal ini membuktikan bahwasanya konsentrasi Kadmium Terlarut dengan konsentrasi tertinggi didapatkan pada lokasi berlabuhnya kapal nelayan Pantai Sadeng. Dan konsentrasi Kadmium Terlarut terendah di dapatkan pada Titik Pemantauan ke-4 yaitu pada jalur pelayaran penangkapan ikan paling Timur dari Pantai Sadeng yang berbatasan dengan perairan Pantai Baronan. Cuaca yang cerah berperan besar dalam mencegah dispersi konsentrasi Kadmium Terlarut dalam air, sehingga menunjukkan konsentrasi Kadmium Terlarut sebagaimana mestinya / eksisting.
2. Ringkasan hasil mapping
Dari penelitian yang telah dilaksanakan dan hasil dipetakan sesuai metode IDW menggunakan ArcGIS, peneliti dapat menyimpulkan bahwasanya persebaran kadmium terlarut secara *massive* dengan golongan pencemaran tertinggi di konsentrasi wilayah studi perairan Pantai Sadeng dengan rentang konsentrasi 0,202 mg/L hingga 0,210 mg/L tersebar diantara titik pemantauan 1 hingga 3 pada bulan Juni 2022. Sedangkan pada bulan Juli 2022 persebaran kadmium terlarut secara *massive* dengan golongan pencemaran terendah dengan rentang konsentrasi 0,168 mg/L hingga 0,171 mg/L tersebar diantara titik pemantauan 1 dan 2. Dan pada bulan Agustus 2022 persebaran kadmium terlarut secara *massive* dengan golongan pencemaran terendah dengan rentang konsentrasi 0,177 mg/L hingga 0,178 mg/L tersebar diantara titik pemantauan 2 hingga 4.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, peneliti menyarankan kepada seluruh pihak pemerhati lingkungan, Balai Perikanan, serta pengelola Pantai Sadeng untuk bisa berfokus untuk remediasi kandungan Kadmium terlarut yang terdapat dalam perairan Pantai Sadeng. Hal ini dapat diwujudkan dengan menanam dan membudidayakan bakau / *mangrove*. Selain dapat hidup dan tumbuh di wilayah yang tinggi dengan kadar salinitas, bakau juga terbukti efektif sebagai fitoremediasi dalam menyerap kandungan Kadmium terlarut dalam air laut. Opsi lain yang dapat diambil adalah dengan menanam dan membudidayakan rumput laut (*Gracilaria sp.*) Walau bukan sebagai fitoremediator dan hiperakumulator Kadmium yang baik, namun rumput laut dapat menyerap kandungan kadar logam seiring dengan meningkatnya kadar logam pada media yang ditumbuhinya. Selain itu, masih banyak bioremediator lain yang dapat mengurangi kadar Kadmium terlarut di lautan contohnya *Chlorella Vulgaris* yang merupakan mikroalga yang tergolong dalam alga hijau. *Chlorella Vulgaris* memiliki *polyamine* yang berperan untuk melindungi atau sebagai proteksi dalam lingkungan tercemar. Seiringd dengan semakin tinggi kadar Kadmium, maka akan semakin tinggi pula remediasi yang dapat dilakukan oleh *Chlorella Vulgaris*. Kemampuan logam Kadmium dapat menggantikan fungsi Zn dalam mensintesis enzim karbonik anhidrase yang menyebabkan pertumbuhan semakin maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, D. 2012. **Agen Pencemaran Laut**. Bogor : IPB Press.
- Amriani. 2011. **Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*) dan Kerang Bakau (*Polymesoda Bengalensis*) di Perairan Teluk Kendari**. Tesis. Semarang : Program Pascasarjana Universitas Diponegoro (tidak diterbitkan).
- Arifin, Z. 2008. **Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro Dalam Sistem Biologi dan Metode Analisisnya**. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27 (3) : 99-105.
- Ashraf. 2006. **Levels Of Selected Heavy Metals in Tuna**. *The Arabian Journal for Science and Engineering*. Vol.31, No.31 : 4-6.
- Bai L, Liu XL, Hu J, Li J, Wang ZL, Han G, Li SL, Liu CQ. 2018. **Heavy metal accumulation in common aquatic plants in rivers and lakes in the Taihu Basin**. *Int J. Environ. Res. Public Health* 1 : 1 – 12.
- Chen, Dr., Klassen, C.D. 2009. **Cadmium Toxicity**. *Environmental Health Perspective*. Dec. 2009.
- Darmayanti, N Rahman, Supriadi. 2012. **Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zinc (Zn) Dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (BIOCHARCOAL) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH**. Palu : Universitas Tadulako.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta : Percetakan Kanisius.
- Hartoyo, G. M. E., Nugroho, Y., Bhirowo, A., & Khalil, B. 2010. **Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) Tingkat Dasar**. *InJournal of Regional and City Planning*.
- Herman, D.Z. 2006. **Tinjauan Terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam**. *Jurnal Geologi Indonesia* Vol.1 No.1 Maret 2006: 31-36.
- Hutagallung, D. Setiapermana dan S.H. Riyono. 1997. **Metode Analisa Air Laut, Sedimen dan Biota**. *Buku 2*. P3O-LIPI, Jakarta, 182 Halaman.

- Lestiani, E. 2013. **Pencemaran Laut**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Jatinangor : Universitas Padjadjaran.
- Li XF, Wang PF, Feng CL, Liu DQ, Chen JK, Wu FC. 2018. **Acute toxicity and hazardous concentrations of Zinc to native freshwater organisms under different pH values in China**. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2441-2>
- Murtini, Ariyani. 2005. **Kandungan logam berat kerang darah (*Anadara granosa*) dan kualitas perairan di Tanjung Pasir, Jawa Barat**. *J. Penel. Perik. Indonesia*. 11 (8) : 39-45.
- Nirwansyah, A.W. 2016. **Dasar Sistem Informasi Geografi dan Aplikasinya Menggunakan ArcGis 9.3 (Ed 01, cet)**. Sleman : DEEPUBLISH.
- Nurhidayah, Sofarini D, Yunandar. 2014. **Fitoremediasi tumbuhan air Kiambang (*Salvinia molesta*) Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dan Perupuk (*Phragmites karka*) sebagai alternative pengolahan limbah cair karet**. *EnviroScienteeae* 10 : 18-26.
- Palar, H. 2008. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. Jakarta : Rieneka Cipta Press.
- Panjaitan, G.Y. 2009. **Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) Pada Pohon *Avicenna Marina* di Hutan Mangrove**. Sumatera Utara : Universitas Sumatera Utara.
- Permana, YA. 2006. **Kualitas Perairan Laut dan Dugaan Tingkat Pencemaran Teluk Jobokuto, Pantai Kartini, Jepara, Jawa Tengah**. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Pramono, G. H. 2008. **Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan**. Sulawesi Selatan : Forum Geografi.
- Prahasta, Eddy. 2001, **Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografi**. Bandung : Teknik Informatika.
- Purnama D., P. M., Sukarsa, K. G., & Dharmawan, K. 2015. **Interpolasi Spasial dengan Metode Ordinary Kriging Menggunakan Semivariogram Isotropik pada Data Spasial (Studi Kasus: Curah Hujan di Kabupaten Karangasem)**.
- Putrohari, R.D. 2006. **Pantai Selatan Jawa Didongkrak**. Retrieved may 2014, 2014, From <https://rovicky.wordpress.com/2006/09/23/pantai-selatan-jawa-didongkrak/>.

- Rini, Intan Puspa. 2017. **Analisis Tingkat Pendidikan Anak Nelayan Pantai Sadeng Dilihat Dari Kondisi Sosial Ekonomi Orangtua**. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rumahlatu, D. 2011. **Konsentrasi Logam Berat Kadmium Pada Air, Sedimen dan *Deadema Setosum (Echinodermata, Echinoidea)* di Perairan Pulau Ambon, Ilmu Kelautan**, 16(2), 78-85.
- Saputra, Raymond Dharma. 2018. **Revitalisasi Pelabuhan Perikanan di Pantai Sadeng Gunungkidul**. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Siagian, L.T. 2005. **Pengaruh Pencemaran Logam Berat Ph, Cd, Cr terhadap Biota Laut dan Konsumennya di Kelurahan Bagan Deli Belawan**. Tesis. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Sudarwin, S. 2008. **Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang**. Semarang : Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Surbakti. 2011. **Analisis Logam Berat Cadmium (Cd), Cuprum (Cu), Cromium (Cr), Ferrum (Fe), Nikel (Ni), Zinkum (Zn), Pada Sedimen Muara Sungai Asahan di Tanjung Balai dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**. Tesis. Medan : Universitas Sumatera Utara (Tidak diterbitkan).
- Suwardi. 2008. **Pengaruh Kunjungan Kapal dan Pemanfaatan Resection Facilities Pada Kualitas Perairan Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta**. Tesis. Jakarta : Program Pascasarjana. Universitas Indonesia.

LAMPIRAN

1. Lokasi Pengambilan Sampel

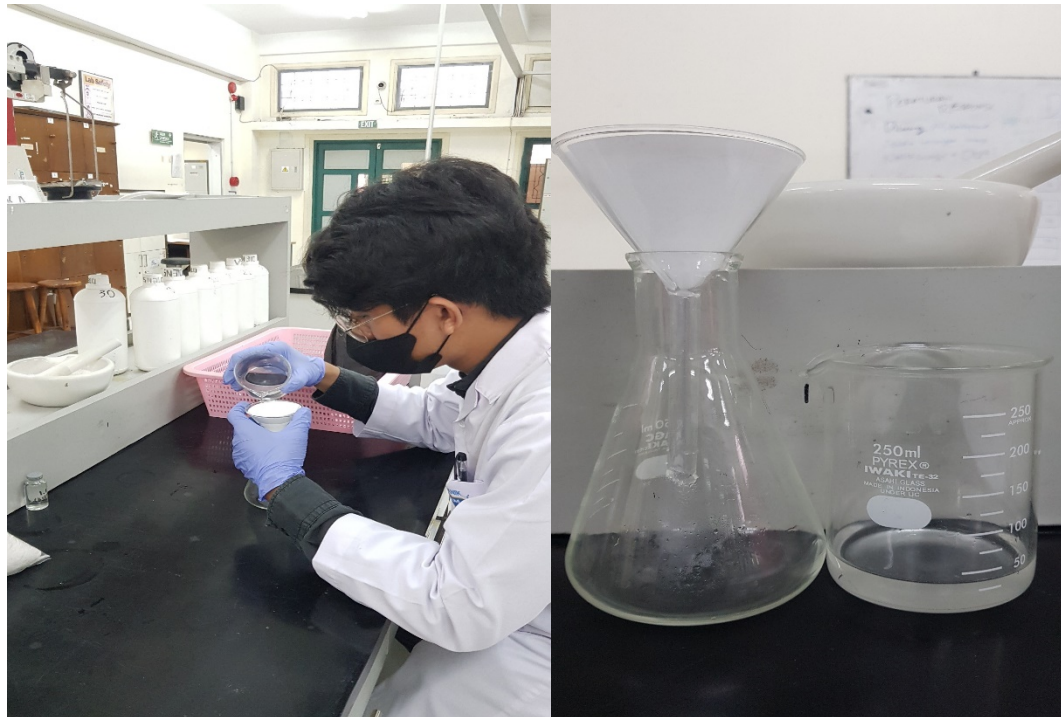


2. Dokumentasi Pengambilan Sampel

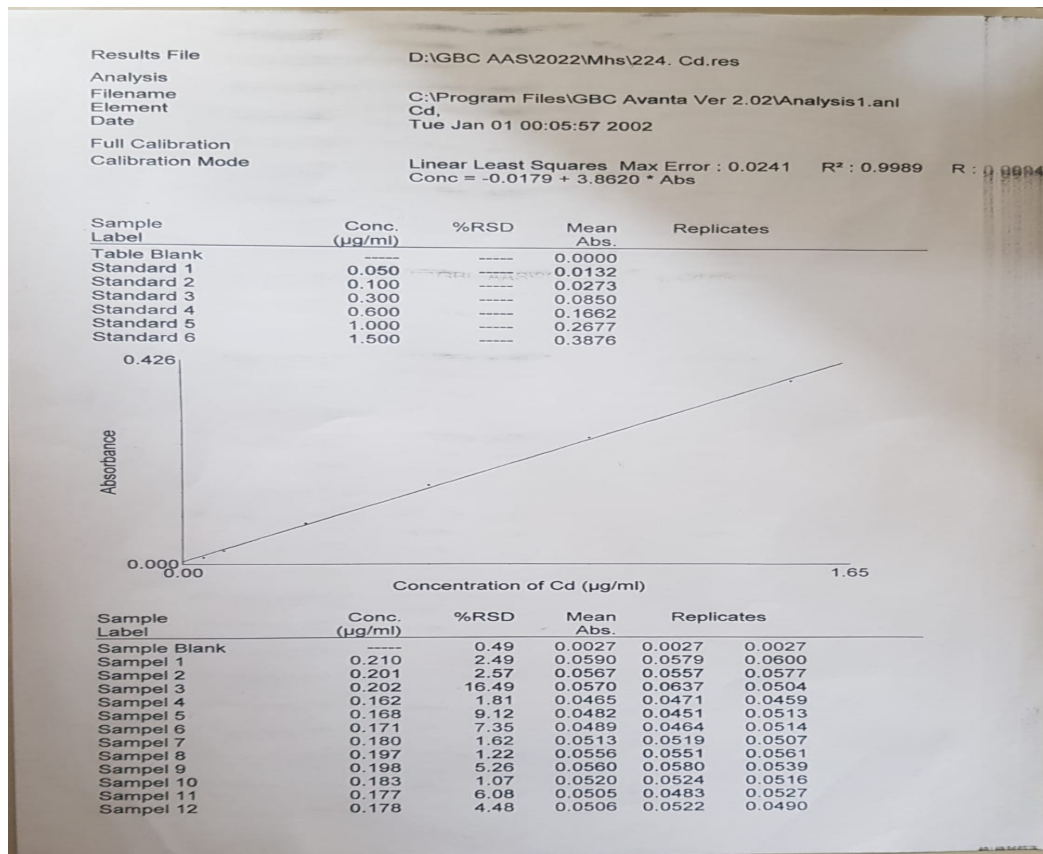


3. Perlakuan dan Pengujian Sampel

3.1 Proses Persiapan Sampel Uji



3.2 Analisa AAS



3.3 Parameter Lapangan dan Konsentrasi Kadmium Terlarut sesuai Baku Mutu Perairan Pelabuhan dan Biota Laut mengacu pada KepMenLH No.51 Tahun 2004

Tabel Hasil Pengukuran Air Laut Menggunakan <i>Multiparameter</i>																				Tabel Hasil Pengukuran konsentrasi Kadmium Terlarut menggunakan AAS					
Titik Sampel	Parameter																							Baku Mutu	
	Suhu (°C)				pH				DO (mg/L)				TDS (mg/L)				Salinitas (%)				Konsentrasi Kadmium Terlarut (mg/L)				
	I	II	III	Rata-rata tiap pengambilan sampel	I	II	III	Rata-rata tiap pengambilan sampel	I	II	III	Rata-rata tiap pengambilan sampel	I	II	III	Rata-rata tiap pengambilan sampel	I	II	III	Rata-rata tiap pengambilan sampel	I	II	III		Rata-rata tiap pengambilan sampel
1	26,55	29,04	28,57	28,05	8,36	7,94	8,55	8,37	17	5	6,85	9,62	2700	3000	2800	29000	3,88	2,89	3,21	3,16	0,210	0,168	0,198	0,192	KepMenLH No. 51 Tahun 2004
2	28,09	29,03	28,58	28,57	8,57	7,95	8,51	8,34	8,26	5,23	6,64	6,71	2800	3000	2900	29533	3,23	2,99	3,32	3,11	0,201	0,171	0,183	0,185	
3	26,56	28,95	28,78	28,10	8,62	7,97	8,88	8,36	10	5,31	6,65	7,27	2700	3000	2900	29100	3,37	3,07	3,37	3,17	0,202	0,180	0,177	0,186	
4	28,13	28,83	28,81	28,58	8,55	8,18	8,55	8,41	8,71	5,53	6,64	6,79	2800	3000	2900	29567	3,21	3,38	3,39	3,13	0,162	0,197	0,178	0,179	
Baku Mutu (Perairan Pelabuhan)	Alami				6,5 - 8,5				N.A				N.A				Alami				0,01 mg/L				

Tabel Hasil Pengukuran Air Laut Menggunakan <i>Multiparameter</i>																			Tabel Hasil Pengukuran konsentrasi Kadmium Terlarut menggunakan AAS					
Baku Mutu (Biot a Perairan)	Alami dan 28-30°C (Coral)				7-8,5				5 mg/L				N.A				Alami dan 33-34% (Coral)				0,001 mg/L			
Rata-rata/titik	27,33	28,96	28,69	28,32	8,59	8,01	8,51	8,37	10,99	5,27	6,53	7,60	28,05	30,45	29,40	29300	3,30	2,99	3,14	3,14	0,194	0,179	0,184	0,186

3.4 Tabel Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004

Lampiran III: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
 Nomor : 51 Tahun 2004
 Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ⁷
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil ^{14a}
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)} coral: 28-30 ^(c) mangrove: 28-32 ^(c) lamun: 28-30 ^(c)
7.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ^{15a}
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)} coral: 33-34 ^(e) mangrove: s/d 34 ^(e) lamun: 33-34 ^(e)
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD ₅	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ⁷	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

Lampiran I : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
 Nomor : 51 Tahun 2004
 Tanggal : 8 April 2004

BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK WISATA BAHARI

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	>3
2.	Kebauan	-	tidak berbau
3.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	80
4.	Sampah	-	nihil ^{14a}
5.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)}
6.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ^{15a}
KIMIA			
1.	pH ^d	-	6,5 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)}
3.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
4.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,03
5.	Hidrokarbon total	mg/l	1
6.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
7.	PCB (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
8.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
9.	Minyak dan Lemak	mg/l	5
10.	TBT (tri butil tin) ⁷	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
11.	Raksa (Hg)	mg/l	0,003
12.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01
13.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,05
14.	Timbal (Pb)	mg/l	0,05
15.	Seng (Zn)	mg/l	0,1
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ⁹	MPN/100 ml	1000 ^(f)

1497

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ⁹	MPN/100 ml	1000 ^(g)
2.	Patogen	sel/100 ml	nihil ¹
3.	Plankton	sel/100 ml	tidak bloom ⁹
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4