

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pencemaran laut merupakan salah satu isu lingkungan yang menjadi perhatian global, terutama di kawasan pesisir yang memiliki kerentanan tinggi terhadap aktivitas manusia. Pencemaran laut terjadi ketika laut terkontaminasi oleh limbah, baik organik maupun anorganik, dari berbagai sumber, seperti limbah industri, rumah tangga, maupun kegiatan pertanian. Kondisi ini mengakibatkan degradasi lingkungan laut yang dapat memengaruhi fungsi ekologis perairan pesisir serta mengancam kelangsungan hidup biota laut. Menurut Zulmida et al. (2022), tekanan terhadap lingkungan laut, termasuk dalam bentuk pencemaran, menjadi salah satu penyebab utama penurunan mutu ekosistem pesisir. Limbah yang masuk ke laut, khususnya di wilayah pesisir, dapat memberikan dampak jangka panjang yang signifikan terhadap produktivitas sumber daya laut dan keberlanjutan lingkungan.

Wilayah pesisir di Indonesia memiliki peran strategis, baik dari segi ekonomi, sosial, maupun ekologi. Kawasan yang menjadi perhatian adalah Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan, yang mengalami perkembangan pesat dalam sektor industri, pariwisata, perikanan, tambak, dan pemukiman. Salah satu fokus utama di wilayah ini adalah pengembangan industri nikel. Industri nikel menjadi sektor utama yang mendorong pertumbuhan ekonomi daerah ini dengan meningkatkan nilai jual produk olahan logam nikel (Listriyana, 2016). Namun, tanpa pengelolaan yang berkelanjutan, industri ini berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Smelter sebagai fasilitas pengolahan nikel berfungsi untuk memisahkan mineral dari material lain yang terkandung di dalamnya (Chaerul & Andana, 2020).

Produksi smelter nikel dilokasi penelitian menghasilkan emisi beracun yang diduga merugikan masyarakat yang bergantung pada sumber daya perairan, menurunkan kualitas lingkungan, terutama ekosistem laut. Limbah yang dihasilkan mengandung logam berat yang berisiko meningkatkan polutan di perairan (Abimanyu, 2023). Limbah smelter terdiri dari limbah padat, cair, dan gas. Pembuangan limbah melalui sungai membawa partikel halus yang mengandung nikel menuju perairan laut. Kontaminasi limbah terak nikel, berisiko pada penurunan produktivitas sumber daya perairan (Santika, 2024). Selain itu, aktivitas reklamasi pantai untuk pembangunan *jetty* serta lintasan kapal di perairan, diduga berkontribusi terhadap penurunan kualitas lingkungan. Kerusakan ekosistem perairan, berpengaruh terhadap hasil fungsi ekologis pesisir (Khairunisa et al., 2024).

Dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan laut, status mutu air laut dipantau secara berkala untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi. Evaluasi kualitas air laut berdasarkan Indeks Pencemaran dapat dilakukan untuk memberikan gambaran tentang kondisi perairan di Kabupaten Bantaeng. Berdasarkan Addzikri & Rosariawari (2023), perkembangan dalam bidang industry dapat memicu limbah yang langsung dibuang ke perairan. Hal ini mengakibatkan perubahan tata kelola lingkungan, menurunnya kualitas ekosistem pesisir, serta hilangnya fungsi ekologis perairan.

Melalui penelitian yang berfokus pada analisis kualitas air laut di Kabupaten Bantaeng, diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat untuk mendukung pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan. Dengan memahami status mutu air laut, langkah-langkah mitigasi dapat dirumuskan untuk meminimalkan dampak pencemaran serta menjaga keberlanjutan fungsi ekosistem pesisir sebagai sumber daya alam yang penting bagi masyarakat setempat.

## **1.2. Tujuan dan Manfaat**

Penelitian ini memiliki tujuan untuk:

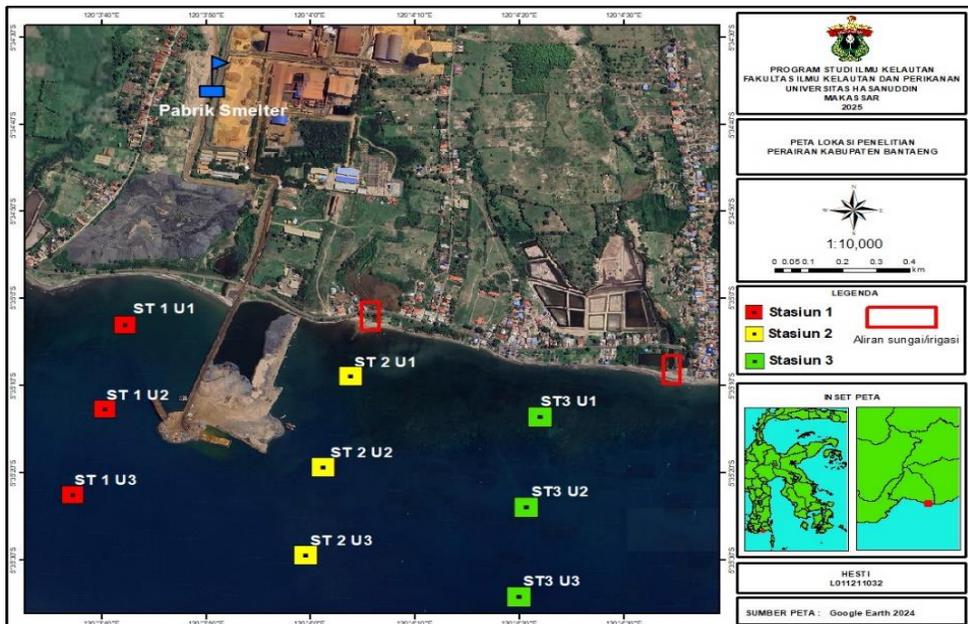
1. Mengetahui kualitas air laut di perairan sekitar aktivitas smelter Kabupaten Bantaeng Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.
2. Menentukan Status Mutu Air Laut perairan Kabupaten Bantaeng dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kondisi perairan di sekitar perairan Kabupaten Bantaeng yang dapat digunakan sebagai referensi oleh para pembaca

## BAB II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu Dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan November-Desember 2024. Lokasi penelitian berada di perairan Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan. Pengambilan sampel air dan pengukuran parameter lapangan dilakukan pada 10 November 2024. Analisis kualitas air dilakukan pada 11 November 2024 di Laboratorium Oseanografi Kimia, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin dan Balai Besar Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industry Hasil Perkebunan, Mineral Logam, Maritime



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan pada penelitian ini:

**Table 1.** Alat yang digunakan pada penelitian

No.	Alat	Kegunaan
1	Perahu	Transportasi pengambilan sampel
2	GPS	Penentuan titik koordinat
3	Botol sampel	Penyimpanan sampel air
4	Termometer digital	Pengukur suhu air
5	pH meter digital	Pengukur pH air
6	Handrefraktometer	Pengukur salinitas air

8	Coolbox	Penyimpanan sampel air sebelum diuji di Laboratorium
9	Erlenmeyer	Penampung menghomogenkan larutan
10	gelas ukur	Penampung larutan untuk mengukur jumlah volume tertentu
11	Pipet tetes	Pengambil larutan dengan jumlah volume tertentu
12	Oven	Pengering bahan padat
13	Timbangan digital	Penimbang bahan-bahan
14	Pompa vakum	Penyaring residu sampel
15	Desikator	Pendingin kertas saring
16	Cawan petri	Wadah kertas saring saat proses pemanasan
17	Cawan Buchner	Wadah kertas saring saat proses penyaringan
19.	Kompas	Penentu arah arus
20.	Layang-Layang Arus	Penentu arus perairan
21.	Kamera	Mengambil dokumentasi
22.	Do Meter digital	Pengukur kadar oksigen terlarut

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

**Table 2.** *Bahan yang digunakan pada penelitian*

No.	Bahan	Kegunaan
1.	Air laut	Sampel uji
2.	Akuades	Sterilisasi alat dan bahan
3.	Kertas saring whatmann 0,45 µm	Penyaring residu sampel uji
4.	Lateks	Pelindung pernapasan dari gas berbahaya
5.	Tissue	Mengeringkan alat

## 2.3 Metode Penelitian

### 2.3.1. Persiapan Penelitian

Pada tahap persiapan meliputi pencarian berbagai sumber informasi yang terkait mengenai perairan di Kabupaten Bantaeng untuk menentukan stasiun pengambilan sampel dan mengamati kondisi perairan. Selain itu, mempersiapkan alat dan bahan literasi yang digunakan pada penelitian ini.

### 2.3.2. Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel

Penentuan stasiun lokasi menggunakan metode *purposive sampling* yaitu penentuan lokasi dengan pertimbangan tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. menentukan sebanyak 3 stasiun dan 3 kali ulangan pengambilan sampel air, dengan jarak dari daratan ke laut lepas 150 m dan jarak antar ulangan 300 m.

Stasiun	Koordinat		Deskripsi
	Lintang	Bujur	
ST1U1	5°35'2.40"S	120° 3'42.69"E	Area stasiun 1 merupakan kawasan industri dan jalur lintasan kapal yang merupakan tempat bongkar muat material mengandung nikel
ST1U2	5°35'12.35"S	120° 3'40.10"E	
ST1U3	5°35'22.05"S	120° 3'37.07"E	
ST2U1	5°35'8.50"S	120° 4'3.84"E	Area stasiun 2, dekat dengan pelabuhan dan terhubung langsung dengan aliran sungai merupakan pembuangan limbah smelter volume kecil
ST2U2	5°35'18.87"S	120° 4'1.57"E	
ST2U3	5°35'28.99"S	120° 3'59.61"E	
ST3U1	5°35'13.04"S	120° 4'21.78"E	Area stasiun 3, aliran sungai yang merupakan pembuangan limbah smelter dengan volume air yang besar
ST3U2	5°35'23.36"S	120° 4'20.86"E	
ST3U3	5°35'33.69"S	120° 4'20.10"E	

### 2.3.3. Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan dengan 3 stasiun, 3 ulangan titik lokasi pengambilan sampel, diambil menggunakan *cammerer wahter sampler*, dengan cara memastikan selang udara dan selang pengambilan air dalam tabung ditarik lalu dijepit dengan penjepit tali pengait, setelah penutup tabung telah terbuka selanjutnya memasukkan alat kedalam air sampai pada kedalaman 1 meter. Setelah sampel air yang ada pada tabung berada pada volume yang di inginkan selanjutnya besi penindis dijatuhkan untuk membuka pengait sehingga karet penghubung antar penutup dapat menutup kembali tabung kemudian angkat alat yang telah berisi air sampel, setelah itu masukkan sampel air kedalam botol sampe.

### 2.3.4 Pengukuran Parameter Lingkungan

Pada penelitian ini ada beberapa parameter diukur yang dilakukan secara langsung di lokasi penelitian (*in situ*) dan di Laboratorium (*ex situ*) Pengukuran parameter disesuaikan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut beberapa pengukuran parameter yang digunakan yakni:

#### a. Salinitas

Salinitas diukur menggunakan *salinometer digital* Sebelum digunakan, alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan akuades, kemudian tap alat menggunakan tisu, lalu

mencelupkan alat ke dalam botol yang berisi sampel air dan tunggu hingga muncul angka yang tertera pada alat tersebut setelah itu, catat nilai yang diperoleh.

b. Suhu

Pengukuran suhu sesuai dengan SNI 06-6989.23-2005 dilakukan secara langsung di lokasi penelitian menggunakan *thermometer* digital. Sebelum digunakan, alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan akuades, kemudian tap alat menggunakan tisu, lalu mencelupkan alat ke dalam botol yang berisi sampel air dan tunggu hingga muncul angka yang tertera pada alat tersebut setelah muncul catat nilai yang diperoleh.

c. arus

Pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menggunakan alat berupa layang-layang arus. Pertama, alat tersebut diletakkan di atas permukaan air hingga  $\pm 10$  meter dan dibiarkan secara melayang-layang mengikuti arah angin. Kemudian gunakan kompas sesuai dengan arah pergerakan layang-layang arus untuk menghitung waktu tempuh serta menentukan arah arus. Berikut merupakan rumus perhitungan untuk kecepatan arus:

$$\text{kecepatan arus } m/s = \frac{s}{t}$$

Keterangan:

t = Waktu tempuh layang-layang arus (s)

s = Jarak tempuh layang-layang arus (m)

d. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH disesuaikan dengan standar SNI 06-6989.11-2004. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital. Sebelum digunakan, alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan akuades, kemudian tap alat menggunakan tisu, lalu mencelupkan alat ke dalam botol yang berisi sampel air dan tunggu hingga muncul angka yang tertera pada alat tersebut setelah muncul catat nilai yang diperoleh.

e. Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran kadar DO dilakukan di lapangan dengan menggunakan alat do meter. Pengukuran DO dilakukan di lapangan dengan cara sampel air yang diambil dimasukkan ke dalam botol sampel kemudian sebelum digunakan, alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan akuades, kemudian tap alat menggunakan tisu, lalu mencelupkan alat ke dalam botol yang berisi sampel air dan tunggu hingga muncul angka yang tertera pada alat tersebut setelah muncul catat nilai yang diperoleh.

f. *Total Suspendid Solid* TSS

Pengukuran Total Suspended Solids (TSS) berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 (Badan Standardisasi Nasional, 2004) dilakukan melalui dua tahap uji gravimetri. Tahap

pertama adalah menimbang berat residu sampel uji yang tertahan pada kertas saring, yang sebelumnya telah dikeringkan hingga mencapai berat tetap. Pada langkah awal, kertas saring GF/C dengan ukuran pori 47 mm ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui berat awal sampel. Kertas saring kemudian dibilas dengan air suling, lalu dimasukkan ke dalam cawan petri, dan dikeringkan dalam oven  $\pm 1$  jam. Setelah itu, kertas saring didinginkan dalam desikator selama kurang lebih  $\pm 10$  menit, kemudian ditimbang kembali untuk memperoleh berat awal.

Tahap kedua dilakukan penyaringan dengan menggunakan pompa vakum, di mana kertas saring yang berat awalnya telah diketahui diletakkan pada cawan Buchner. Sampel air laut kemudian dihomogenkan terlebih dahulu hingga mencapai  $\pm 500$  mL sebelum proses penyaringan. Setelah filtrasi selesai, kertas saring beserta residunya dipindahkan secara perlahan ke dalam cawan petri dan dikeringkan dalam oven selama  $\pm 2$  jam. Setelah kering, kertas saring didinginkan menggunakan desikator. Kertas saring beserta residunya kemudian ditimbang kembali menggunakan timbangan digital untuk mengetahui berat akhir.

$$TSS \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{C}$$

Keterangan

A = Berat kertas saring berisi residu (mg)

B = Berat kertas saring kosong (mg)

C = Volume sampel (mL)

g. Logam Nikel (Ni)

Analisis sampel Logam berat nikel (Ni) mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.18:2009. Bila contoh uji tidak dapat segera diuji, maka contoh uji diawetkan dengan saringan membranberpori  $0,45\mu\text{m}$  dan diasamkan dengan  $\text{HNO}_3$  hingga  $\text{pH} < 2$  dengan lama waktu penyimpanan maksimum 6 bulan. Setelah sampel siap diuji langkah pertama yang dilakukan yaitu Homogenkan sampel dengan cara di stirer, pipet 50,0 mL sampel lalu masukkan ke dalam gelas piala 100 mL, setelah itu Tambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, Lalu, tutup dengan kaca arloji. Setelah itu, Panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 mL - 20 mL. Apabila destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka tambahkan lagi 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji. Kemudian panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih (jika destruksi tidak sempurna) Bilas kaca arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala Pindahkan sampel ke dalam labu ukur 50,0 mL (saring bila perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan. Contoh uji siap diukur serapannya. Sampel uji siap diukur menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

## 2.4. Pengolahan Data

Hasil pengukuran pada setiap parameter Fisika-Kimia dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik serta dibandingkan dengan baku mutu air laut menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pengolahan data untuk menentukan tingkat pencemaran menggunakan metode indeks pencemaran menurut Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Adapun parameter uji yang digunakan yaitu Logam nikel (Ni), suhu, salinitas, Total suspended Solid (TSS), pH, dan DO. Berikut rumus perhitungan dari indeks pencemaran yaitu:

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)R^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)M^2}{2}}$$

Keterangan:

$P_{ij}$  = Indeks pencemaran bagi peruntukan j

$C_i$  = Konsentrasi parameter kualitas air

$L_{ij}$  = Konsentrasi parameter kualitas air dalam baku mutu peruntukan air

$(C_i/L_{ij}) R$  = Nilai rata-rata dari jumlah konsentrasi dari parameter yang diuji

$(C_i/L_{ij}) M$  = Nilai maksimum dari hasil pembagian nilai konsentrasi dengan baku mutu

Jika nilai  $C_i/L_{ij} \leq 1,0$  maka cukup menggunakan hasil pengukuran. Jika nilai  $C_i/L_{ij} > 1$  maka menggunakan rumus yakni:

$$C_i/L_{ij} \text{ baru} = 1,0 + 5 \times \text{Log} (C_i/L_{ij}) \text{ hasil pengukuran}$$

Pada konsentrasi parameter yang menurun (parameter oksigen terlarut) menyatakan tingkat pencemaran meningkat sehingga menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{C_{im} - C_i(\text{Hasil Pengukuran})}{C_{im} - L_{ij}}$$

Keterangan:

$C_{im}$  = Nilai maksimum parameter uji

$C_i$  = Hasil pengukuran uji

$L_{ij}$  = Baku mutu parameter

Konsentrasi parameter uji dengan nilai baku mutu yang memiliki rentang dapat menggunakan rumus yakni:

Untuk  $C_i \leq L_{ij}$  rata-rata

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij}) \text{ rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{\text{minimum}} - (L_{ij}) \text{ rata-rata}\}}$$

Untuk  $C_i \geq L_{ij}$  rata-rata

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij}) \text{ rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{\text{maksimum}} - (L_{ij}) \text{ rata-rata}\}}$$

## 2.5. Analisis Data

Metode *One-Way Anova* digunakan untuk membandingkan tingkat pencemaran antar stasiun. Penentuan nilai parameter dibandingkan dengan nilai baku mutu air laut berdasarkan PP RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penentuan status kualitas air di analisis dalam bentuk tabel menggunakan metode indeks pencemaran menurut Kepmen LH Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

**Table 3.** Baku Mutu Air Laut untuk Biota

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1.	Padatan tersuspensi total	mg/L	20
2.	Suhu	°C	28-30
3.	pH		7-8,5
4.	Salinitas	‰	33-34
5.	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	>5
6.	Logam Nikel (Ni)	mg/L	0,05

**Sumber:** Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

Kriteria baku mutu air berdasarkan indeks pencemaran sebagai berikut:

**Table 4.** Evaluasi hasil nilai IP

Nilai	Status
$0 < P_{ij} < 1$	Memenuhi Baku Mutu
$1 < P_{ij} < 5$	Tercemar Ringan
$5 < P_{ij} < 10$	Tercemar Sedang
$P_{ij} > 10$	Tercemar Berat

**Sumber:** Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003