

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Wilayah Perairan Teluk Kendari

1. Wilayah Perairan Teluk Kendari



Gambar 1. Peta Teluk Kendari
(Sumber: Santoso, 2022)

Wilayah Perairan Teluk Kendari merupakan salah satu aset yang dimiliki oleh Kota Kendari dan Provinsi Sulawesi Tenggara yang memiliki karakteristik yang unik. Salah satu keunikan yang menonjol dan menjadikan kawasan ini berbeda dengan kawasan lain adalah kondisi fisik kawasan ini yang menyerupai suatu estuaria. Kondisi ini sewajarnya membawa konsekuensi pada perencanaan kawasan Teluk Kendari yang relatif berbeda dengan perencanaan kawasan lain di Kota Kendari. Selain keunikan kondisi geografis tersebut, Teluk Kendari merupakan pintu gerbang Kota Kendari maupun Provinsi Sulawesi Tenggara dari arah laut (Rahman, 2022).

Wilayah perairan merupakan suatu wilayah yang dinamis dan identik dengan tempat berkumpulnya berhenti dari atmosfer bumi (Suntana, 2018). Ketika terjadi proses presipitasi, air hujan akan turun dan mengalir membawa beberapa unsur-unsur kimia yang bermanfaat atau dapat membawa bencana bagi umat manusia (Sunarsa, 2018). Aliran air ini akan kembali menuju ke laut untuk melanjutkan siklus hidrologi dengan

membawa beberapa unsur kimia terlarut yang akan terakumulasi di perairan (Soegiarto, 2019). Tidak heran bahwa beberapa zat-zat pencemar baik dari limbah domestik dan industri juga terbawa melalui aliran sungai atau drainase perkotaan menuju ke wilayah laut/teluk. Hal ini jelas akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan efek racun bagi biota makhluk hidup lainnya (Awal, dkk, 2015).

2. Pencemaran Wilayah Perairan Teluk Kendari

Aktivitas masyarakat di perairan teluk Kendari sangat terkait kegiatan hiburan dan industri memungkinkan tingkat pencemaran logam berat semakin meningkat (Fiskanita, dkk, 2018). Tentu kondisi ini juga akan berdampak pada persebaran unsur logam di Sultra baik yang dapat ditemukan di daerah pesisir maupun daratan sehingga memungkinkan tingginya pencemaran logam berat terakumulasi dalam bentuk sedimen atau ion-ion terlarut dalam air (Haryadi, 2016; Mandasari dkk, 2019). Diperparah lagi ketika memasuki musim penghujan daerah Sultra selalu mengalami banjir kiriman dari wilayah pegunungan akibat kegiatan pertambangan, pembukaan lahan kelapa sawit, dan perkebunan. Tentu seiring dengan bertambahnya waktu peningkatan pencemaran ini juga terus meningkat (Hidayat, 2015).

B. Tinjauan Umum Tentang Air

1. Definisi Air

“Air merupakan komponen ekosistem yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup, hampir semua makhluk hidup membutuhkan air. Air itu sendiri merupakan suatu zat yang tersusun dari unsur-unsur kimia hidrogen dan oksigen” (H Tutut, 2021 hlm.1). Faktor yang mempengaruhi kualitas air bersih disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor dari alam dan faktor dari aktivitas manusia, salah satunya yaitu kegiatan domestik, pertambangan minyak, dan pembuangan limbah industri yang menjadi sumber pencemaran lingkungan (Ranjani, dkk., 2016).

Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garam, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik

dan partikel-partikel tak terlarut. Air laut memang berasa asin karena memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Kandungan garam di setiap laut berbeda kandungannya. Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah seperti natrium, kalium, kalsium, dan lain-lain. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam (Putri, 2017).

“Air merupakan komponen ekosistem yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup, hampir semua makhluk hidup membutuhkan air. Air itu sendiri merupakan suatu zat yang tersusun dari unsur-unsur kimia hidrogen dan oksigen” (Tutut, 2021). Faktor yang mempengaruhi kualitas air bersih disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor dari alam dan faktor dari aktivitas manusia, salah satunya yaitu kegiatan domestik, pertambangan minyak, dan pembuangan limbah industri yang menjadi sumber pencemaran lingkungan (Ranjani, dkk, 2016).

2. Pencemaran Air Laut

Pencemaran air laut yang tidak dapat dihindarkan oleh limbah manusia yaitu sampah yang dihasilkan manusia. Laut yang dianggap sebagai tempat pembuangan akhir bagi kehidupan manusia, namun hal itu diabaikan oleh manusia karena laut memiliki volume air yang cukup besar dan memiliki kemampuan untuk mengencerkan segala jenis zat yang dirasa tidak akan menimbulkan dampak sama sekali. Kelestarian air laut apabila tercemar oleh zat-zat yang ditimbulkan oleh limbah manusia secara terus-menerus dengan volume yang besar dalam konsentrasi yang tinggi, maka dapat menyebabkan rusaknya keseimbangan laut, rusaknya keseimbangan laut dapat berdampak pada kelestarian alam dan terjadi dampak global untuk selanjutnya. Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikelilingi oleh laut, yang secara langsung kehidupan manusia akan berlangsung bersamaan dengan kebutuhan dari laut (Jeena Jambeck, 2015).

Permasalahan sampah di laut Indonesia dapat melibatkan beberapa faktor penyebab seperti budaya dan kebijakan pemerintah. Budaya masyarakat yang tidak semuanya sadar akan kelestarian lingkungan akan membuang sampah dengan sembarangan, seperti membuang sampah di sungai secara langsung yang akan mengakibatkan sampah mencemari air sungai yang akan terus mengalir ke laut dan sampah akan terbawa aliran sungai kelaut. Sedangkan ada Tempat Pembuangan Sampah yang disediakan oleh pemerintah bagi warga masyarakat untuk membuang sampah, namun hal itu menjadi persoalan karena tidak semua masyarakat membuang sampah di Tempat Pembuangan Sampah yang disediakan pemerintah, hal tersebut tidak terlepas dari kebijakan pemerintah yang tidak mewajibkan masyarakatnya untuk membuang sampah di Tempat Pembuangan Sampah yang disediakan oleh pemerintah kan kesehatan manusia. Akibat pencemaran secara tidak langsung dirasakan manusia karena bahan pencemar tersebut bersifat akumulatif yang berdampak kronis dalam tubuh (Jeena Jambeck, 2015).

C. Tinjauan Umum Tentang Sedimen

1. Definisi Sedimen

Sedimen adalah produk disintegrasi dan dekomposisi batuan. Disintegrasi mencakup seluruh proses dimana batuan yang rusak/pecah menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi. Dekomposisi mengacu pada pemecahan komponen mineral batuan oleh reaksi kimia. Ukuran partikel merupakan karakteristik sedimen yang dapat diukur secara nyata (Robbi H, 2016). Sedimen merupakan suatu komponen abiotik pada perairan yang terdiri dari batuan fisis dan kimia. Partikel sedimen bentuknya beragam ada yang kecil hingga yang besar. Kaitannya dengan pencemaran logam pada perairan, dapat terjadi pula pada bagian sedimen sebagaimana terjadi pada air. Lebih jauh, kandungan pencemaran logam pada bagian sedimen justru lebih tinggi dibandingkan kandungan logam pada air apalagi pada perairan lentik atau perairan tenang seperti danau atau waduk (Mustiara, 2018).

2. Ukuran Sedimen

Material sedimen akan terendapkan oleh proses mekanik arus yang berasal dari sungai dan atau oleh arus laut. Sedimentasi disuatu lingkungan perairan terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan tersebut. Faktor oseanografi seperti arus tentu membantu dalam mekanisme pendistribusian sedimen. Sebaran sedimen mempengaruhi karakteristik jenis sedimen. Perpindahan sedimen, proses sedimentasi dan distribusi ukuran butir sedimen sangat dipengaruhi oleh pergerakan arus laut (Khatib, dkk, 2013).

D. Tinjauan Umum Tentang Logam Berat Merkuri (Hg)

1. Definisi Logam Berat Merkuri (Hg)

Merkuri atau raksa atau dalam bahasa latin disebut hydrargyrum adalah salah satu unsur kimia dengan nomor atom 80, berat atom 200,59 g/mol, titik beku -390C dan titik didih 356,50C. Unsur ini berwarna keperakan, berada dalam bentuk cair pada suhu ruang dan mudah menguap. Merkuri dapat larut dalam asam dan tahan terhadap basa^{13,14} . Merkuri merupakan logam yang memiliki 3 bentuk: elemental, yang terdapat dalam bentuk gas dan cair; merkuri inorganik, termasuk mercurous chloride (HgCl) , mercuric chloride (HgCl₂), mercuric acetate, dan mercuric sulfide ; merkuri organik, yang paling banyak diteliti dan ditemukan adalah methyl merkuri (Fanni, 2013).

Logam berat merupakan salah satu bahan kimia beracun yang dapat memasuki ekosistem bahari dan seringkali memasuki rantai makanan dan berpengaruh pada hewan-hewan, serta dari waktu ke waktu dapat berpindah-pindah dari sumbernya (Mariwy, dkk, 2020, Tanasale dkk, 2018). Logam berat merkuri (Hg) atau yang bisa disebut dengan air raksa memiliki simbol kimia Hg (Hydrargyrum) yang berarti “perak cair”. Riadi, 2019 menjelaskan “merkuri (Hg) adalah logam berat berbentuk cair, berwarna putih perak, serta mudah menguap pada suhu ruangan”. Logam berat merkuri (Hg) merupakan konduktor listrik yang cukup baik, namun sebaliknya logam berat merkuri (Hg) kurang baik dalam menghantarkan panas. Merkuri (Hg)

merupakan logam berat yang mempunyai nomor atom 80, dengan berat atom sebesar 200,59 g/molHg serta dapat memadat pada tekanan 7.640 Atm (Sajidah, 2019).

Logam berat merkuri (Hg) mudah larut dalam asam sulfat atau asam nitrit, namun sangat tahan terhadap basa. Selain itu logam berat merkuri (Hg) merupakan unsur kimia alami sehingga sangat mudah mencemari lingkungan. Logam berat merkuri (Hg) sangat mudah ditemukan di alam dalam bentuk gabungan dengan elemen lainnya. Logam berat merkuri yang berada di alam bebas jarang sekali berbentuk elemen terpisah. Komponen logam berat merkuri (Hg) tersebar luas di karang, tanah, udara, air dan organisme melalui proses fisik, kimia dan biologi yang kompleks. Logam berat merkuri (Hg) saat ini banyak sekali dimanfaatkan dalam “bidang industri baik dalam industri pembuatan amalgam, perhiasan, instrumentasi, fungisida, bakterisida ataupun industri lainnya” (Sajidah, 2019).



Gambar 2. Logam Merkuri
(Sumber: Tumenbayar, dkk)

Wujud logam berat merkuri (Hg) dapat dilihat pada gambar 2 diatas. Merkuri (Hg) tergolong kedalam logam berat yang sangat beracun. Merkuri (Hg) merupakan logam berat yang sangat beracun dan mudah bercampur dengan enzim yang ada di dalam tubuh manusia sehingga dapat mengakibatkan hilangnya kemampuan enzim sebagai katalisator untuk fungsi tubuh yang penting (Sajidah, 2019).

2. Bahaya Merkuri

Merkuri termasuk logam berat berbahaya, yang dalam konsentrasi kecilpun dapat bersifat racun. Secara alami pada perairan merkuri (Hg) tergolong sangat sedikit. Kandungan merkuri (Hg) yang ada di perairan merupakan kontaminasi limbah yang dibuang ke dalam badan perairan tersebut. Logam berat merkuri (Hg) dapat membahayakan lingkungan karena bersifat toksik bagi manusia maupun hewan (Darmayani dkk., 2021). Manusia dapat terakumulasi merkuri (Hg) melalui konsumsi makanan yang tercemar seperti dari ikan dan kerang (Narasiang, 2015). Hg atau merkuri merupakan salah satu unsur yang paling beracun diantara logam berat yang ada dan apabila terpapar pada konsentrasi yang tinggi maka akan mengakibatkan kerusakan otak secara permanen dan kerusakan ginjal (Stancheva, 2013).

3. Pencemaran Merkuri Pada Air dan Sedimen

Tingkat kandungan logam dalam air dibagi sesuai dengan tingkat polusi, seperti polusi berat, polusi sedang, dan non-polusi. Air yang mengalami polusi berat biasanya memiliki kandungan logam berat yang tinggi di dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya. Pada tingkat polusi sedang, kandungan logam berat dalam air dan organisme dalam air berada dalam batas marginal. Adapun pada tingkat non-polusi, kandungan logam berat dalam air dan organisme sangat rendah dan bahkan tidak terdeteksi. Logam berat merkuri yang masuk kedalam tubuh organisme sangat berbahaya, karena mampu mengganggu proses metabolisme. Jika kandungan logam berat diatas ambang batas mampu membuat organisme tersebut keracunan bahkan bisa menimbulkan kematian. Berikut ambang batas yang ditetapkan untuk perairan (Pratiwi, 2020).

Pencemaran logam berat merkuri pada sedimen disebabkan karena sifat logam berat yang tidak mudah dihancurkan sehingga dapat mengendap didasar perairan dan nantinya akan terakumulasi pada sedimen. Seperti yang dikemukakan oleh (Supriyantini, dkk, 2015) menjelaskan bahwa “kandungan logam berat pada sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan

kandungan pada air, ini disebabkan oleh adanya sedimentasi yang dialami oleh logam berat tersebut”.

4. Sumber Merkuri

Logam berat merkuri (Hg) merupakan senyawa alami. Ramadhani, 2017 menjelaskan sebagai berikut: Sumber alami merkuri adalah cinnabar (HgS) dan mineral sulfida, misalnya sphalerite (ZnS), chalcopyrite (CuFeS) dan galena (PbS). Selain itu, pencemaran logam Hg umumnya berasal dari kegiatan gunung merapi, rembesan air tanah yang melewati daerah deposit merkuri, penguapan dari air laut pelapukan batuan dan erosi tanah, dan lain-lain. Selain itu kegiatan manusia merupakan sumber utama pemasok logam merkuri (Hg) ke lingkungan. Kegiatan tersebut salah satunya adalah industri dan kegiatan lainnya yang melibatkan logam merkuri (Hg) sebagai bahan baku utama maupun pelengkap sehingga limbahnya yang dibuang begitu saja dapat mencemari lingkungan (Pratiwi, Y. D, 2020).

5. Keracunan Merkuri

Merkuri bisa masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga jalur paparan, yaitu inhalasi, ingesti, dan absorpsi melalui kulit. Merkuri yang masuk ke dalam tubuh pada akhirnya akan terkumpul dalam ginjal dan diekskresikan melalui urin. Jumlah merkuri dalam urin bukan merupakan kondisi alami, tetapi karena paparan yang terjadi. Batas kadar merkuri dalam urin menurut nilai Biological Limite Values adalah sebesar 30 µg/ g kreatinin (SCOEL,2014). Absorpsi melalui kulit merupakan salah satu jalur paparan merkuri untuk masuk dalam tubuh manusia.

6. Sumber Masuk Dan Toksisitas Logam Berat Merkuri Di Dalam Tubuh

Logam berat adalah bahan beracun yang dapat menyebabkan kerusakan pada organisme akuatik. Sumber pencemaran logam sebagian besar berasal dari pertambangan, peleburan logam, industri lainnya, dan juga dapat berasal dari limbah domestik yang menggunakan logam, serta lahan pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung logam (Lestari dan Trihadiningrum, 2019).

Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit dalam air secara alami yang kurang dari 1 μg . Tingkat konsentrasi logam dalam air dibagi sesuai dengan tingkat polusi, seperti polusi berat, polusi sedang, dan non-polusi. Air yang mengalami polusi berat biasanya memiliki kandungan logam berat yang tinggi di dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya. Pada tingkat polusi sedang, kandungan logam berat dalam air dan organisme dalam air berada dalam batas marginal. Adapun pada tingkat nonpolusi, kandungan logam berat dalam air dan organisme sangat rendah dan bahkan tidak terdeteksi (Lestari dan Trihadiningrum, 2019).

Logam berat dapat masuk ketubuh organisme perairan melalui insang, permukaan tubuh, saluran pencernaan, otot dan hati. Logam berat tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh organisme perairan (Azaman, dkk, 2015). Merkuri adalah logam berat yang sangat beracun dan berbahaya bagi organisme air dan juga manusia. Merkuri tidak dapat didegradasi oleh bakteri sehingga dapat menumpuk di perairan (Zulfahmi, 2014). Merkuri dapat masuk ke dalam air karena aktivitas penambangan, residu pembakaran batubara, limbah pabrik, fungisida, pestisida, limbah rumah tangga dan sebagainya.

Tingginya kadar merkuri dapat menyebabkan ataksia, penurunan kemampuan bicara dan pendengaran, tremor, disartria. Pada tingkat akut, gejala-gejala ini biasanya memburuk disertai dengan kelumpuhan, kegilaan, jatuh kedalam koma dan akhirnya kematian. Keracunan merkuri tidak hanya terjadi pada manusia dewasa, tetapi juga terjadi pada janin. Merkuri dapat menyebabkan kerusakan otak pada janin yang ibunya terkontaminasi merkuri (Yorifuji, dkk, 2018). Merkuri (Hg) yang masuk keperairan diabsorpsi dan dimetabolisme oleh mikroorganisme melalui proses metilasi dan menghasilkan methylmerkuri. Mikroorganisme menjadi makanan moluska, krustase dan ikan. Hal ini membahayakan manusia karena berperan sebagai konsumen tingkat akhir dari rantai makanan (Nogara, dkk, 2019).

E. Tinjauan Umum Tentang Metode Pemeriksaan Logam Berat

1. Parameter Fisika dan Kimia Perairan

a. Suhu Perairan

Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan. Suhu merupakan salah satu faktor eksternal yang paling mudah untuk diteliti dan ditentukan. Kenaikan suhu dapat menyebabkan stratifikasi atau pelapisan air, stratifikasi air ini dapat berpengaruh terhadap pengadukan air dan diperlukan dalam rangka penyebaran oksigen sehingga dengan adanya pelapisan air tersebut di lapisan dasar tidak menjadi anaerob. Perubahan suhu permukaan dapat berpengaruh terhadap proses fisik, kimia dan biologi di perairan tersebut (Kusumaningtyas, dkk, 2014).

b. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Perbedaan salinitas perairan dapat terjadi karena adanya perbedaan penguapan dan presipitasi (Widiadmoko, 2013).

c. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan dan merupakan indikator baik buruknya suatu perairan. pH suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan. Variasi nilai pH perairan sangat mempengaruhi biota di suatu perairan. Selain itu, tingginya nilai pH sangat menentukan dominasi fitoplankton yang mempengaruhi tingkat produktivitas primer suatu perairan dimana keberadaan fitoplankton didukung oleh ketersediaannya nutrisi di perairan laut (Megawati, dkk, 2014).

d. *Dissolved Oxygen (DO)*

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) adalah total jumlah oksigen yang ada (terlarut) di air. DO dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Umumnya oksigen dijumpai pada lapisan permukaan karena oksigen dari udara di dekatnya dapat secara langsung larut berdifusi ke dalam air laut. Kebutuhan organisme terhadap oksigen terlarut relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya (Gemilang, 2017).

2. Spektrofotometri Serapan Atom AA7000

a. Definisi Spektrofotometri Serapan Atom AA7000



Gambar 3. Spektrofotometer Serapan Atom AA7000
(Sumber: Data Primer, 2023)

Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrometri ialah Spektrometri Serapan Atom (SSA) atau disebut juga *Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS)*. *Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS)* merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Sekitar 61 logam telah dapat ditentukan dengan cara ini (Aditia, 2013).

b. Prinsip Kerja Spektrofotometer Serapan Atom

Prinsip kerja Spektrofotometri Serapan Atom adalah metode analisis dengan prinsip dimana sampel yang berbentuk liquid diubah menjadi bentuk aerosol atau nebulae lalu bersama campuran gas bahan bakar masuk ke dalam nyala, disini unsur yang dianalisa tadi menjadi atom-atom dalam keadaan dasar (ground state). Lalu sinar yang berasal dari lampu katoda dengan panjang gelombang yang sesuai dengan unsur yang uji, akan dilewatkan kepada atom dalam nyala api sehingga elektron pada kulit terluar dari atom naik ke tingkat energi yang lebih tinggi atau tereksitasi. Penyerapan yang terjadi berbanding lurus dengan banyaknya atom ground state yang berada dalam nyala. Sinar yang tidak diserap oleh atom akan diteruskan dan dipancarkan pada detektor, kemudian diubah menjadi sinyal yang terukur. Sinar yang diserap disebut absorbansi dan sinar yang diteruskan disebut emisi. Adapun hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari hukum Lambert-Beer yang menjadi dasar dalam analisis kuantitatif secara SSA. Hubungan tersebut dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

- a) Hukum Lambert: bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.
- b) Hukum Beer: Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut (Aditia, 2013).

c. Bagian- Bagian Spektrofotometer Serapan Atom

Bagian-bagian dari SSA dan komponen lain yang dibutuhkan terdiri dari sumber radiasi berupa lampu katoda berongga, atomizer, burner, monokromator, detector, rekorder, pembuangan, ducting, kompresor, dan gas (Aditia, 2013).

1) Lampu Katoda

Lampu katoda merupakan sumber cahaya pada SSA. Lampu katoda memiliki masa pakai atau umur pemakaian selama

1000 jam. Elektroda lampu katoda berongga biasanya terdiri dari wolfram dan katoda berongga dilapisi dengan unsur murni atau campuran dari unsur murni yang dikehendaki. Tanung lampu dan jendela (window) terbuat dari silika atau kuarsa, diisi dengan gas pengisi yang dapat menghasilkan proses ionisasi. Gas pengisi yang biasanya digunakan ialah Ne, Ar atau He. Lampu katoda pada setiap unsur yang akan diuji berbeda-beda tergantung unsur yang akan diuji, seperti lampu katoda Cu, hanya bisa digunakan untuk pengukuran unsur Cu. Lampu katoda terbagi menjadi dua macam, yaitu:

Pemancaran radiasi resonansi terjadi bila kedua elektroda diberi tegangan, arus listrik yang terjadi menimbulkan ionisasi gas-gas pengisi. Ion-ion gas yang bermuatan positif ini menembaki atom-atom yang terdapat pada katoda yang menyebabkan tereksitasinya atom-atom tersebut. Atom-atom yang tereksitasi ini bersifat tidak stabil dan akan kembali ke tingkat dasar dengan melepaskan energy eksitasinya dalam bentuk radiasi. Radiasi ini yang dilewatkan melalui atom yang berada dalam nyala.

Cara pemeliharaan lampu katoda ialah bila setelah selesai digunakan, maka lampu dilepas dari soket pada main unit AAS, dan lampu diletakkan pada tempat busanya di dalam kotaknya lagi, dan dus penyimpanan ditutup kembali. Sebaiknya setelah selesai penggunaan, lamanya waktu pemakaian dicatat (Aditia, 2013).

2) Atomizer

Atomizer terdiri atas *Nebulizer* (sistem pengabut), *spray chamber* dan burner (sistem pembakar). *Nebulizer* berfungsi untuk mengubah larutan menjadi aerosol (butir-butir kabut dengan ukuran partikel 15 – 20 μm) dengan cara menarik larutan melalui kapiler (akibat efek dari aliran udara) dengan pengisapan gas bahan bakar dan oksidan, disemprotkan ke ruang pengabut. Partikel-partikel kabut yang halus kemudian bersama-sama aliran campuran gas

bahan bakar, masuk ke dalam nyala, sedangkan titik kabut yang besar dialirkan melalui saluran pembuangan. *Spray chamber* berfungsi untuk membuat campuran yang homogen antara gas oksidan, bahan bakar dan aerosol yang mengandung contoh sebelum memasuki burner. Burner merupakan sistem tepat terjadi atomisasi yaitu pengubahan kabut/uap garam unsur yang akan dianalisis menjadi atom-atom normal dalam nyala (Aditia, 2013).

3) Burner

Burner merupakan bagian paling terpenting di dalam main unit, karena burner berfungsi sebagai tempat pancampuran gas asetilen, dan aquabides, agar tercampur merata, dan dapat terbakar pada pemantik api secara baik dan merata. Lobang yang berada pada burner, merupakan lobang pemantik api, dimana pada lobang inilah awal dari proses pengatomisasian nyala api.

Perawatan burner yaitu setelah selesai pengukuran dilakukan, selang aspirator dimasukkan ke dalam botol yang berisi aquabides selama ± 15 menit, hal ini merupakan proses pencucian pada aspirator dan burner setelah selesai pemakaian. Selang aspirator digunakan untuk menghisap atau menyedot larutan sampel dan standar yang akan diuji. Selang aspirator berada pada bagian selang yang berwarna oranye di bagian kanan burner. Sedangkan selang yang kiri, merupakan selang untuk mengalirkan gas asetilen. Logam yang akan diuji merupakan logam yang berupa larutan dan harus dilarutkan terlebih dahulu dengan menggunakan larutan asam nitrat pekat. Logam yang berada di dalam larutan, akan mengalami eksitasi dari energi rendah ke energi tinggi.

Nilai eksitasi dari setiap logam memiliki nilai yang berbeda-beda. Warna api yang dihasilkan berbeda-beda bergantung pada tingkat konsentrasi logam yang diukur. Bila warna api merah, maka menandakan bahwa terlalu banyaknya gas. Dan warna api

paling biru, merupakan warna api yang paling baik, dan paling panas (Aditia, 2013).

4) Monokromator

Setelah radiasi resonansi dari lampu katoda berongga melalui populasi atom di dalam nyala, energy radiasi ini sebagian diserap dan sebagian lagi diteruskan. Fraksi radiasi yang diteruskan dipisahkan dari radiasi lainnya. Pemisahan radiasi tersebut dilakukan oleh monokromator. Monokromator berfungsi untuk memisahkan radiasi resonansi yang telah mengalami absorpsi tersebut dari radiasi-radiasi lainnya. Radiasi lainnya berasal dari lampu katoda berongga, gas pengisi lampu katoda berongga atau logam pengotor dalam lampu katoda berongga. Monokromator terdiri atas sistem optik yaitu celah, cermin dan kisi (Aditia, 2013).

5) Detektor

Detektor berfungsi mengukur radiasi yang ditransmisikan oleh sampel dan mengukur intensitas radiasi tersebut dalam bentuk energi listrik (Aditia, 2013).

6) Rekorder

Sinyal listrik yang keluar dari detektor diterima oleh piranti yang dapat menggambarkan secara otomatis kurva absorpsi (Aditia, 2013).

7) Tabung Gas

Tabung gas pada SSA yang digunakan merupakan tabung gas yang berisi gas asetilen. Gas asetilen pada SSA memiliki kisaran suhu $\pm 20.000\text{K}$, dan ada juga tabung gas yang berisi gas N_2O yang lebih panas dari gas asetilen, dengan kisaran suhu $\pm 30.000\text{K}$. Regulator pada tabung gas asetilen berfungsi untuk pengaturan banyaknya gas yang akan dikeluarkan, dan gas yang berada di dalam tabung. Spedometer pada bagian kanan regulator merupakan pengatur tekanan yang berada di dalam tabung. Pengujian untuk pendeteksian bocor atau tidaknya tabung gas tersebut, yaitu dengan

mendekatkan telinga ke dekat regulator gas dan diberi sedikit air, untuk pengecekan. Bila terdengar suara atau udara, maka menandakan bahwa tabung gas bocor, dan ada gas yang keluar. Hal lainnya yang bisa dilakukan yaitu dengan memberikan sedikit air sabun pada bagian atas regulator dan dilihat apakah ada gelembung udara yang terbentuk. Bila ada, maka tabung gas tersebut positif bocor. Sebaiknya pengecekan kebocoran, jangan menggunakan minyak, karena minyak akan dapat menyebabkan saluran gas tersumbat. Gas didalam tabung dapat keluar karena disebabkan di dalam tabung pada bagian dasar tabung berisi aseton yang dapat membuat gas akan mudah keluar, selain gas juga memiliki tekanan (Aditia, 2013).

8) Ducting

Ducting merupakan bagian cerobong asap untuk menyedot asap atau sisa pembakaran pada SSA, yang langsung dihubungkan pada cerobong asap bagian luar pada atap bangunan, agar asap yang dihasilkan oleh SSA, tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar. Asap yang dihasilkan dari pembakaran pada SSA, diolah sedemikian rupa di dalam ducting, agar polusi yang dihasilkan tidak berbahaya.

Cara pemeliharaan ducting, yaitu dengan menutup bagian ducting secara horizontal, agar bagian atas dapat tertutup rapat, sehingga tidak akan ada serangga atau binatang lainnya yang dapat masuk ke dalam ducting. Karena bila ada serangga atau binatang lainnya yang masuk ke dalam ducting, maka dapat menyebabkan ducting tersumbat. Penggunaan ducting yaitu, menekan bagian kecil pada ducting kearah miring, karena bila lurus secara horizontal, menandakan ducting tertutup. Ducting berfungsi untuk menghisap hasil pembakaran yang terjadi pada AAS, dan mengeluarkannya melalui cerobong asap yang terhubung dengan ducting (Aditia, 2013).

9) Kompresor

Kompresor merupakan alat yang terpisah dengan main unit, karena alat ini berfungsi untuk mensuplai kebutuhan udara yang akan digunakan oleh SSA, pada waktu pembakaran atom. Kompresor memiliki 3 tombol pengatur tekanan, dimana pada bagian yang kotak hitam merupakan tombol ON-OFF, spedo pada bagian tengah merupakan besar kecilnya udara yang akan dikeluarkan, atau berfungsi sebagai pengatur tekanan, sedangkan tombol yang kanan merupakan tombol pengaturan untuk mengatur banyak/sedikitnya udara yang akan disemprotkan ke burner. Bagian pada belakang kompresor digunakan sebagai tempat penyimpanan udara setelah usai penggunaan SSA.

Alat ini berfungsi untuk menyaring udara dari luar, agar bersih. posisi ke kanan, merupakan posisi terbuka, dan posisi ke kiri merupakan posisi tertutup. Uap air yang dikeluarkan, akan memercik kencang dan dapat mengakibatkan lantai sekitar menjadi basah, oleh karena itu sebaiknya pada saat menekan ke kanan bagian ini, sebaiknya ditampung dengan lap, agar lantai tidak menjadi basah dan uap air akan terserap ke lap (Aditia, 2013).

10) Buangan pada SSA

Buangan pada SSA disimpan di dalam drigen dan diletakkan terpisah pada SSA. Buangan dihubungkan dengan selang buangan yang dibuat melingkar sedemikian rupa, agar sisa buangan sebelumnya tidak naik lagi ke atas, karena bila hal ini terjadi dapat mematikan proses pengatomisasian nyala api pada saat pengukuran sampel, sehingga kurva yang dihasilkan akan terlihat buruk.

Tempat wadah buangan (drigen) ditempatkan pada papan yang juga dilengkapi dengan lampu indicator. Bila lampu indicator menyala, menandakan bahwa alat SSA atau api pada proses pengatomisasian menyala, dan sedang berlangsungnya proses pengatomisasian nyala api. Selain itu, papan tersebut juga berfungsi

agar tempat atau wadah buangan tidak tersenggol kaki. Bila buangan sudah penuh, isi di dalam wadah jangan dibuat kosong, tetapi disisakan sedikit, agar tidak kering (Aditia, 2013).

d. Cara Menggunakan AAS

Terdapat tiga proses dalam menganalisis logam menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom, yaitu: Pra Analitik, Analitik, dan Pasca Analitik.

1. Pra Analitik

Pada tahap ini, dilakukan preparasi sampel dan deret larutan. Standar dan sampel harus dipersiapkan dalam bentuk larutan yang cukup stabil. Dianjurkan dalam larutan dengan keasaman yang rendah untuk mencegah korosi. Berikut cara kerjanya:

Pembuatan standar: unsur yang akan dianalisa dilarutkan dalam pelarut yang sesuai. Lalu dibuat dalam deret konsentrasi tertentu untuk pembuatan kurva standar.

Preparasi sampel: digunakan pelarut yang sesuai dengan unsur yang akan dianalisa. Jika sampel berbentuk padatan maka harus dilarutkan terlebih dahulu. Apabila sampel berbentuk cair bisa langsung diencerkan. Lalu standard dan sampel disaring dengan syringe filter dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya AAS dioperasikan dengan cara:

- 1) Pertama-tama gas di buka terlebih dahulu, kemudian kompresor, lalu ducting, main unit, dan komputer secara berurutan.
- 2) Di buka program saa (spectrum analyse specialist), kemudian muncul perintah “apakah ingin mengganti lampu katoda”, jika ingin mengganti klik yes dan jika tidak no.
- 3) Dipilih yes untuk masuk ke menu individual command, dimasukkan nomor lampu katoda yang dipasang ke dalam kotak dialog, kemudian diklik setup, kemudian soket lampu katoda akan berputar menuju posisi paling atas supaya lampu katoda yang baru dapat diganti atau ditambahkan dengan mudah.

- 4) Dipilih no jika tidak ingin mengganti lampu katoda yang baru.
- 5) Pada program sas 3.0, dipilih menu select element and working mode. dipilih unsur yang akan dianalisis dengan mengklik langsung pada symbol unsur yang diinginkan. Jika telah selesai klik ok, kemudian muncul tampilan condition settings.
- 6) Diatur parameter yang dianalisis dengan mensetting fuel flow:1,2 ; measurement; concentration ; number of sample: 2 ; unit concentration : ppm ; number of standard : 3 ; standard list : 1 ppm, 3 ppm, 9 ppm.
- 7) Diklik ok and setup, ditunggu hingga selesai warming up.
- 8) Diklik icon bergambar burner/ pembakar, setelah pembakar dan lampu menyala alat siap digunakan untuk mengukur logam.
- 9) Pada menu measurements pilih measure sample.

2. Analitik

Diukur blanko, standar, dan sampel dengan cara berikut:

- 1) Dimasukkan blanko, didiamkan hingga garis lurus terbentuk, kemudian dipindahkan ke standar 1 ppm hingga data keluar.
- 2) Dimasukkan blanko untuk meluruskan kurva, diukur dengan tahapan yang sama untuk standar 3 ppm dan 9 ppm. Maka akan didapatkan kurva standar.
- 3) Dimasukkan ke sampel 1 hingga kurva naik dan belok baru dilakukan pengukuran.
- 4) Dimasukkan blanko kembali dan dilakukan pengukuran sampel ke 2.
- 5) Setelah pengukuran selesai, data dapat diperoleh dengan mengklik icon print atau pada baris menu dengan mengklik file lalu print.
- 6) Apabila pengukuran telah selesai, aspirasikan air deionisasi untuk membilas burner selama 10 menit, api dan lampu burner dimatikan, program pada komputer dimatikan, lalu main unit aas, kemudian kompresor, setelah itu ducting dan terakhir gas.

Metode yang digunakan adalah metode Kurva kalibrasi. Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan AAS. Sehingga didapatkan kurva kalibrasi dengan persamaan garis lurus : $Y = a + bx$ dimana:

a = intersep

b = slope

x = konsentrasi

Y = absorbansi

Penentuan kadar sampel dapat dilakukan dengan memplotkan data absorbansi terhadap konsentrasi atau dengan cara mensubstitusikan absorbansi ke dalam persamaan garis lurus (Aditia, 2013).

3. Pasca Analitik

Pada tahap ini dilakukan pencatatan dan pelaporan, PMI, PME, pencantuman nilai rujukan/ batas baku mutu, verifikasi dan validasi hasil pemeriksaan (Aditia, 2013).

e. Kelebihan dan Kelemahan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (Damayanti, 2015):

1. Kelebihan metoda SSA adalah:

- 1) Selektifitas tinggi karena beberapa unsur didalam larutan sampel dapat diukur secara bersamaan tanpa pemisahan. Artinya dari larutan yang sama, beberapa unsur yang berlainan dapat diukur.
- 2) Sensitivitas tinggi karena dapat mengukur kadar logam dalam konsentrasi rendah.
- 3) Ketepatan SSA cukup baik, sinyal yang dibutuhkan sederhana, tetapi hasil yang diperoleh cukup akurat untuk digunakan sebagai dasar membuat kurva kalibrasi.
- 4) Output data (absorbansi) dapat dibaca secara langsung.
- 5) Cukup ekonomis dan sistemnya relatif mudah.

2. Kelemahan metode SSA adalah:

- 1) Ditemukan adanya gangguan seperti gangguan efek matriks, gangguan spektral, gangguan kimia, dan gangguan fisika.
- 2) Setiap unsur memerlukan lampu katoda berongga yang berbeda sebagai sumber nyala.

3. Spektrofotometer Uv-Vis

a. Definisi Spektrofotometer Uv- Vis

Spektrofotometer Uv-Vis adalah alat yang digunakan untuk mengukur transmitansi, reflektansi dan absorpsi dari cuplikan sebagai fungsi dari panjang gelombang serta untuk pengukuran didaerah ultra violet dan didaerah tampak. Semua metode spektrofotometri berdasarkan pada serapan sinar oleh senyawa yang ditentukan, sinar yang digunakan adalah sinar yang semonokromatis mungkin. Spektrofotometer sesuai dengan namanya merupakan alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer (Nursawatikim, 2015).

Spektrofotometer UV-Vis (Ultra Violet-Visible) adalah salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa (Nursawatikim, 2015).

b. Kekurangan Spektrofotometri Uv-Vis:

- 1) Absorpsi dipengaruhi oleh pH larutan, suhu dan adanya zat pengganggu kebersihan dari kuvet.
- 2) Hanya dapat dipakai pada daerah ultra violet yang panjang gelombang >185 nm.
- 3) Pemakaian hanya pada gugus fungsional yang mengandung elektronvalensi dengan energy eksitasi rendah.
- 4) Sinar yang dipakai harus monokromatis. Proses Absorpsi Cahaya pada Spektrofotometri Uv-Vis.