

BAB II

SIKLUS AIR PERSPEKTIF SAINS

A. Pengertian Siklus Air

Jika memperhatikan siklus air yang terjadi di bumi, air yang ada relatif tetap. Semua makhluk hidup memerlukan air untuk hidup. Manusia dan tumbuhan adalah makhluk hidup yang paling banyak memanfaatkan air dalam kehidupan. Manusia memanfaatkan air untuk minum, mandi, dan hal kebersihan lainnya. Sedangkan tumbuhan memanfaatkan air atau unsur hara sebagai salah satu bahan untuk proses fotosintesis. Air di dunia ini menutupi kurang lebih 70% dari permukaan bumi. Jumlah air secara keseluruhan diperkirakan mencapai 1.368 km^3 .¹⁵ Air di dunia ini memiliki macam-macam bentuk. Diantaranya berbentuk uap air, es, cairan dan salju. Air tawar yang ada di daratan biasanya menempati air tanah (*ground water*), gunung es (*glacier*), danau dan sungai.¹⁶ Keseluruhan air yang ada di daratan dan yang ada di lautan dihubungkan dengan siklus hidrologi yang terus menerus berlangsung secara kontinu.

Siklus air sering disebut dengan siklus hidrologi. Jika dilihat dari asal katanya, hidrologi berasal dari dua kata yaitu *hidro* dan *logos*. *Hidro* berarti air sedangkan *logos* memiliki arti ilmu. Jika disimpulkan, hidrologi berarti

¹⁵ Hefni Effendi, *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, (Yogyakarta: Kanisius, 2003), 22.

¹⁶ Hari Mahendra, "Inventaris Kandungan Logam Pada Sungai Sigarang-garang dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom", (Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019), 18.

ilmu yang mempelajari tentang air.¹⁷ Hidrologi merupakan sebuah ilmu yang mengkaji seputar air. Kajian hidrologi meliputi bentuk air, perubahan, distribusi, gerakan air dan lain sebagainya. Dilihat dari sisi meteorologis, air merupakan salah satu unsur yang sangat penting bagi atmosfer. Air dalam tatanan atmosfer terdapat pada ketinggian sekitar 12.000 hingga 14.000, dengan jumlah mulai dari nol di atas beberapa gurun dan gunung hingga mencapai empat persen di atas lautan dan samudera. Apabila uap air secara keseluruhan mengembun (berkondensasi) menjadi cairan, maka seluruh permukaan bumi akan tertutup dengan hujan sebanyak $2,5 \text{ cm}^3$.¹⁸

Siklus air merupakan sebuah proses dimana air yang berasal dari lautan akan kembali menuju ke laut. Air yang kita temui di daratan saat ini sebagian besar merupakan air yang berasal dari uapan air laut yang kemudian menjadi hujan yang turun di daratan. Kemudian air yang turun dari hujan ada yang mengalir disungai, menguap kembali melalui tumbuhan dan ada yang masuk kedalam tanah. Siklus air merupakan sebuah konsep yang mendasar mengenai keseimbangan air di bumi. Siklus ini menunjukkan segala hal yang berhubungan dengan air. Bila melihat keseimbangan air secara keseluruhan, air tanah (*unconfined maupun confined aquifers*) dan air permukaan merupakan salah satu dari sekian komponen yang menjadikan siklus hidrologi menjadi seimbang. Sehingga sering disebut dengan siklus hidrologi tertutup. Kemudian pada suatu posisi aliran air permukaan dan aliran air tanah terdiri dari satu atau beberapa sub-sistem yang tidak lagi tertutup. Transportasi air

¹⁷ Chay Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010), V, 7.

¹⁸ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*, (Bandung: Rosdakarya, 2013), 129.

dari luar bagian air tanah dan air permukaan merupakan masukan dan keluaran dari sub-sistem aliran tersebut.¹⁹

B. Siklus Air dari Segi Historis

Jika kita ingin mengetahui bagaimanakah para pemikir terdahulu memikirkan tentang siklus air, patutlah terlebih dahulu kita ketahui tentang asal mula air. Jauh sebelum pembentukan alam (bumi) yang nampak sesuai yang ada saat ini, planet bumi kurang lebih berbentuk lingkaran atau bola yang memiliki suhu panas yang sangat tinggi. Sebuah Fakultas dengan studi agrologi, dalam penelitiannya memaparkan bahwa ada sebuah batuan dari angkasa yang memiliki unsur air dan dapat berpotensi membawa air ke planet bumi. Hal ini diungkapkan oleh peneliti dari fakultas tersebut, menurutnya kejadiannya diperkirakan saat sistem tatasurya dan bumi masi berbentuk dua puluh persen dari ukuran saat ini. Ukuran bumi kemungkinan juga baru 20 persen dari ukuran saat ini.²⁰

Meteor atau batuan yang terdapat di angkasa tersebut memiliki volatil yang di dalamnya mengandung melekul dengan kapasitas didih yang relatif rendah yang semisal dengan air. Proses pembentukan Meteorit angrite yang perubahannya terjadi pada inti permulaan sistem tatasurya, diperkirakan 4,56 milyar tahun. Sehingga selang waktu tersebut, bagian dari pusat tata surya menjadi panas dan kering. Sedangkan cikal bakal embrio planet, masih bersifat cairan yang menetes (lelehan) suhunya tergolong lumayan panas. Hal

¹⁹ Robert J. Kodoatie, Roestam Sjarief, *Tata Ruang Air*, (Yogyakarta: Andi, 2010), 4.

²⁰ Monika Novena, "Meteorit Langka Ungkap Asal Muasal Air di Bumi", *Kompas.com*, <https://sains.kompas.com>, 07 Februari 2018, diakses 22 April 2020.

ini mengakibatkan elemen yang memiliki suhu pusat didih 4.800 C, dipandang sebagai sebuah senyawa baru yang menguap. Sehingga dapat dilihat bahwa, unsur titik didih rendah tadi yang berpotensi menjadi air tidak dapat di klaim sebagai asal mula kemunculan air. Tetapi titik didih tersebut dipandang sebagai cikal bakal air karena dapat merambah berbagai bagian bumi dan membentuk didihan yang baru sehingga berpotensi menjadi sumber mata air. Sedangkan jika dilihat dalam pernyataan peneliti agrologi tersebut beliau mengatakan unsur tersebut adalah sumber air atau dengan kata lain air sudah ada jauh sebelum pembentukan bumi secara utuh.²¹

Kemudian, jika kita melihat kepada konsep asal mula air yang ditawarkan oleh para pemikir terdahulu tidak akan diterima oleh masyarakat dizaman sekarang. Sebab, pemikiran-pemikiran lebih banyak dipengaruhi dengan konsep-konsep mistik yang tersiar saat itu. Dalam cara pemikiran mereka, sangat mudah bagi pemikir-pemikir terdahulu untuk memberikan gambaran bahwa terdapat gugusan-gugusan di dalam tanah yang menghasilkan air. Konsep tentang Vitruvius Polio Marcus disebutkan dan dipertahankan di Roma pada abad pertama sebelum masehi. Dengan demikian masyarakat terdahulu mengikuti konsep-konsep yang salah tentang siklus air.²² Selanjutnya sekitar abad ke-7 sebelum masehi ada pula yang mengira bahwa hujan terjadi karena percikan air laut yang tertiuap ke darat kemudian menjadi hujan.²³

²¹ Ibid.

²² Maurice Bucaille, *Bibel, Quran, dan Sains Modern*, (Jakarta: Bulan Bintang, 2010), 158.

²³ Ramadhani, et.al., *Al-Qur'an Vs Sains Modern menurut DR. Zakir Naik*, (Yogyakarta: Sketsa, t.t.), 86.

Dalam sebuah artikel yang berjudul “*Hydrogéologie*” dalam Encyclopedia Universalis dua orang ahli mengemukakan dengan jelas mengenai sejarah air. Dua ahli tersebut adalah G. Castany dan B. Blavoux. Mereka berdua menyatakan bahwa menurut Thales yang berasal dari Milet air yang masuk ke benua adalah karena pengaruh angin. Selain itu menurutnya air juga jatuh di bumi dan ada yang memasuki tanah. Pemikir selanjutnya yaitu Plato menyetujui ide yang ditawarkan oleh Thales. Plato juga mengeluarkan pendapat bahwa di pinggir bumi terdapat jurang besar yang menyebabkan air mengalir kembali ke laut. Banyak ahli pikir yang menganut teori tersebut hingga abad ke-17, termasuk Rene Descartes.

Selanjutnya Aristoteles memberikan pendapat lain. Dia menganggap bahwa uap air yang berada di tanah menjadi padat di dalam gua-gua yang bersuhu dingin di gunung-gunung. Uap air itu membuat danau-danau di bawah permukaan bumi. Kemudian danau-danau tersebut mengisi berbagai sumber mata air yang ada di atas permukaan bumi. Pendapat dari Aristoteles ini diikuti oleh para pemikir yang sezaman dengan dia. Diantaranya adalah Seneca dan O. Volger pada abad pertama masehin hingga tahun 1877. Konsep yang jelas dan runtut untuk pertama kalinya dikemukakan oleh Bernard Palissy tahun 1580 M. Dalam konsepnya dia mengatakan air yang berada di bawah tanah berasal dari infiltrasi air hujan.

Teori itu dibenarkan oleh P. Perrault dan E. Marriote abad ke-17. Perrault dan Marriote juga merupakan orang pertama yang melakukan pengukuran terhadap daerah aliran sungai. Setelah itu penelitian tentang siklus hidrologi ataupun siklus air berkembang dengan pesat sampai sekarang para

peneliti menggunakan sinar gamma dan peralatan modern lainnya untuk mengumpulkan data tentang siklus air.²⁴

C. Jenis – Jenis Siklus Air

Jika melihat pada tempat turunnya air siklus air dibagi menjadi tiga jenis:

1. Siklus Kecil atau Siklus Pendek.

Siklus ini dimulai dari air laut yang mendapat panas dari sinar matahari. Kemudian air laut menguap hingga mencapai ketinggian tertentu. Pada ketinggian tertentu tersebut, air mengalami kondensasi dan membentuk embun. Kemudian hujan turun di atas laut tidak sampai terbawa ke daratan maupun ke *gletser* oleh angin.²⁵

2. Siklus Sedang.

Dalam siklus yang kedua, air laut yang mendapatkan sinaran dari panas matahari kemudian menguap dan terbawa oleh angin hingga ke daratan. Karena suhu udara yang terdapat di daratan (biasanya terdapat di pegunungan) maka terjadilah kondensasi atau pengembunan dan terbentuklah awan. Kemudian apabila awan yang sudah terbentuk tadi telah jenuh dengan uap air maka turunlah hujan. Hujan yang turun itu ada yang masuk ke dalam tanah, ada yang mengalir ke sungai, ada yang masuk danau, dan kembali ke lautan.²⁶

3. Siklus Panjang.

²⁴ A.Syarifudin, *Hidrologi Terapan*, (Yogyakarta: ANDI, 2017), 8.

²⁵ Hartono, *Geografi: Jelajah Bumi dan Alam Semesta*, (Bandung: Citra Praya, 2007), 116.

²⁶ Ibid.

Siklus ini terjadi sama dengan yang lain. Air laut yang terkena panas matahari kemudian menguap. Uap air tersebut dibawa oleh angin menuju ke daratan yang jauh. Ketika uap air tersebut mengalami pendinginan, uap air itu kemudian menjadi kristal-kristal es. Setelah itu terjadilah hujan salju. Salju-salju yang turun tadi kemudian membentuk padang salju yang kemudian mencair kembali dan mengalir di sungai gletser. Setelah kristal-kristal es tersebut mencair air dari kristal es itu akan mengalir kembali ke laut.²⁷

D. Tahapan-Tahapan dalam Siklus Air

1. Evaporasi

Unsur yang pertama dalam siklus air atau siklus hidrologi adalah evaporasi. Evaporasi merupakan penguapan air baik air danau, air sungai maupun air laut. Unsur-unsur yang menunjang keberlangsungan evaporasi adalah radiasi matahari dan adanya air. Sebagian dari radiasi gelombang pendek matahari (*shortwave*) dirubah di air, tanah dan tumbuhan menjadi panas. Energi panas hasil gubahan tadi digunakan untuk menghangatkan daerah sekitarnya. Panas yang dipakai untuk memanaskan beberapa partikel tersebut disebut dengan partikel nampak. Bagian lain dari energi panas ini akan diubah menjadi energi mekanik yang mengubah uap air dan perputaran udara di atas permukaan tanah. Hal ini menyebabkan keadaan udara yang berada di atas permukaan tanah menjadi jenuh dan mempertahankan kondisi tekanan dari uap air yang tinggi pada permukaan bidang yang terjadi evaporasi. Evaporasi juga melibatkan persediaan air

²⁷ Ibid.

yang siap untuk digunakan evaporasi. Tingkat kekasaran pada bidang evaporasi memberikan tekanan uap air yang tinggi pada permukaan bidang tersebut.²⁸

2. Transpirasi

Uap air juga keluar dari berbagai tanaman melalui sebuah proses yang bernama transpirasi. Setiap hari tanaman yang tumbuh mengeluarkan 5 sampai 10 kali uap air sama banyaknya dengan air yang mampu disimpan. Terjadinya transpirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang diantaranya adalah radiasi matahari, gradient udara, suhu, dan kecepatan angin. Selain beberapa faktor tersebut, besarnya transpirasi juga dipengaruhi oleh pori-pori daun dan lain sebagainya.²⁹

3. Pengembunan (Kondensasi)

Uap air biasanya melakukan pengembunan (berkondensasi) pada partikel kecil debu udara. Pengembunan (kondensasi) dapat merubah partikel-partikel uap air kembali menjadi cair atau langsung mengubahnya menjadi partikel padat (salju, es). Partikel kecil air ini kemudian berkumpul kemudian membuat gumpalan awan. Presipitasi yang biasanya terjadi pada hujan berasal dari kumpulan awan ini. Kemudian gumpalan awan tersebut bergerak menuju berbagai tempat dikendalikan oleh arus udara. Seperti contohnya ketika awan tersebut bergerak menuju pegunungan yang dingin, gumpalan tersebut suhunya berubah menjadi dingin dan segera jenuh

²⁸ Bokiraiya Latuamury, *Buku Ajar Manajemen DAS Pulau-Pulau Kecil*, (Yogyakarta: DEEPUBLISH, 2020), 71.

²⁹ Ibid.

kembali menjadi air dan turun menjadi hujan dengan berbagai bentuk (air, es, salju).³⁰

4. Infiltrasi atau Perkolasi

Air yang turun ke permukaan bumi ada yang mengalir menuju sungai, ada yang digunakan tumbuhan untuk transpirasi ada yang digunakan manusia untuk kebutuhannya dan ada yang mengalir ke tanah. Proses mengalirnya air ke dalam tanah melalui pori-pori tanah itulah yang disebut dengan infiltrasi atau perkolasi. Air di bawah permukaan tanah bergerak secara vertikal maupun horizontal hingga kembali menuju sistem air di permukaan tanah. Gaya gravitasi dan gaya kapiler tanah mempengaruhi proses mengalirnya air hujan ke dalam tanah. Kelajuan air yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi juga dipengaruhi oleh besar kecilnya pori-pori tanah yang dilalui. Mekanisme aliran air hujan ke dalam tanah melalui tiga proses yang ketiganya saling berpengaruh satu sama lain. Pertama proses mengalirnya air hujan ke dalam tanah. Kedua tertampunya air hujan di dalam tanah dan yang terakhir proses mengalirnya air hujan di dalam tanah tersebut menuju tempat lain termasuk permukaan tanah.³¹

5. Air Permukaan Tanah

Air permukaan merupakan air yang bergerak di atas permukaan tanah dan dekat dengan danau dan aliran air utama. Semakin sedikitnya pori-pori tanah dan semakin landainya sebuah lahan menyebabkan semakin besarnya aliran air permukaan tanah. Di daerah urban atau kota metropolitan biasanya banyak terdapat aliran air permukaan. Sungai-sungai

³⁰ Ibid, 72.

³¹ Ibid, 75.

kecil bergabung menjadi satu membentuk sebuah sungai utama. Sungai utama itu kemudian membawa aliran air permukaan yang berada di daerah aliran sungai kembali menuju laut.³²

³² Ibid, 74.