

PERTEMUAN 2 : SIKLUS HIDROLOGI

1. Pengertian siklus hidrologi

Siklus hidrologi adalah proses peredaran air yang berupa cair, uap, dan padat dari laut atau daratan ke udara, kemudian dari udara ke daratan dan kembali lagi ke lautan melalui diatas atau dibawah permukaan tanah. Proses peredaran air ini berlangsung terus menerus dan secara alamiah sehingga dinamakan suatu siklus.

Penguapan berlangsung pada permukaan air di lautan atau badan air lainnya ke udara, uap air mengembun dan membentuk awan dan kemudian melepaskannya dalam bentuk hujan, es, hujan bercampur es dan salju. Hujan yang terjadi diatas bumi, lautan sebagian akan menguap kembali lagi ke udara dan sisanya masuk ke bumi./laut.

Perembesan air kedalam tanah untuk membentuk aquifer dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain;

- Batuan yang tersingkap harus porous,
- Bersifat neluluskan air, yang kemudian meresap ke batuan di bawahnya

Apabila batuan yang tersingkap kedap air dan tidak meluluskan air, maka air akan mengalir ke permukaan tanah.

Siklus hidrologi berlangsung dengan adanya sinar matahari. Sinar matahari sebagai sumber energi secara terus menerus akan memanasi daratan dan lautan, sehingga air permukaan seperti air danau, air sungai dan air laut akan mengalami penguapan atau evaporasi. Penguapan ini juga terjadi pada proses biologis, hewan, tumbuh-tumbuhan dan manusia yang disebut transpirasi.



Gambar Siklus Air

Prinsip dasar adanya penguapan inilah, air yang menguap akan naik keatas sampai pada titik jenuh dimana suhu udara sekeliling sama dengan suhu uap air yang menguap tersebut. Uap air inilah selanjutnya akan mengalami peristiwa yang disebut kondensasi/pengembunan, sehingga akan terbentuk uap air/titik-titik air. Peristiwa ini terjadi melalui 2 (dua) proses yaitu;

2. Proses coalescence

Proses ini diawali dengan terjadinya tetes-tetes air dengan ukuran yang lebih besar, hal ini disebabkan adanya peristiwa “water hammer”(benturan-benturan) diantara uap air satu dengan lainnya. Penggabungan uap air tersebut akan membentuk uap air yang lebih besar (awan), proses berlangsung terus sehingga karena daya beratnya akan turun sebagai hujan

3. Proses bergeron

Pada proses ini terjadinya awan yang terletak pada bagian atas mengandung kristal-kristal es dan bagian bawah sudah dalam kondisi yang sangat dingin. Kristal-kristal es yang diatas tersebut akan menjadi tetes-tetes air yang bertambah besar , akibat sifatnya yang hygroskopis, yaitu akan tercampur dengan kondisi uap air yang super cooled. Peristiwa ini yang menyebabkan proses coalescence tersebut diatas akan bertambah besar pula. Akhirnya

turunlah tetes-tetes air sebagai hujan (presipitasi). Proses selanjutnya air hujan akan turun ke bumi dengan mengalami; penguapan lagi (evaporasi) dan pengaliran (run off).

Sebagian air hujan yang tiba di permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Air hujan yang tidak mengalami infiltrasi akan mengisi bagian permukaan tanah yang rendah dan seterusnya mengalir ke sungai/danau dan terus ke laut dan ada yang menguap kembali.

4. Manfaat Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi ini merupakan siklus alami yang banyak mengandung manfaat, antara lain

a. Wash biosfera

Biosfera merupakan tempat hidup makhluk hidup tumbuhan, hewan termasuk manusia. Biosfera terdiri dari litosfera (batuan/daratan), hidrosfera (air) dan atmosfera (udara). Dalam perjalanannya siklus hidrologi air melewati ke tiga tempat tersebut, yaitu litosfera, hidrosfera dan atmosfera. Air merupakan pelarut universal yang sangat baik, apa yang dilalui akan dilarut oleh air.

Pada saat pertama kali air mengalami siklus hidrologi, air sungai, laut, danau, dsb mengalami penguapan. Hasil penguapan merupakan air yang relative bersih. Air bersih ini sebagai bahan dasar untuk mencuci biosfera.

Ketika perjalanan ke atmosfera air akan melarut partikel debu, gas (NO_x, SO_x), aerosol, fume, fog dsb, demikian juga ketika air menjadi titik air awan ataupun presipitasi. Semua yang ada di atmosfera dilarutkan dan diikat oleh air untuk dibawa ke permukaan bumi, sehingga atmosfera menjadi bersih alami. Awan di atmosfera merupakan air yang bermuatan listrik sehingga pertemuan awan yang satu dengan lainnya menimbulkan kilat maupun petir. Petir sangat bermanfaat untuk terjadinya fiksasi sehingga terbentuk Nitrogen yang berguna pada siklus Nitrogen. Sebelum mencapai permukaan tanah air hujan sebagian mengenai dedaunan yang telah tertutup debu atau partikel Pb pada tanaman di jalan raya, debu kapur pada daerah industri kapur, semen, dsb akan terbersihkan, sehingga daun dapat melakukan foto sintesis dengan sempurna, stomata daun akan terbuka, penguapan daun menjadi tidak terganggu. Demikian juga perlakuan terhadap atap rumah. Bentuk dan posisi daun beraneka ragam, sangat mempengaruhi jatuhnya air hujan ke tanah. Air hujan yang jatuh ke bumi dengan kekuatan grafitasi tertentu akan membuka sebagian tipis lapisan topsoil. Air yang jatuh di daratan sebagian mengalami perkolasi masuk dalam tanah sebagai air tanah dan sebagian lagi sebagai air permukaan runoff. Pada saat mengalir, air akan melarutkan unsur-unsur mineral yang terdapat pada batuan tanah. Air di permukaan akan melarutkan unsur hara pada

permukaan tanah, termasuk sisa atau kelebihan kegiatan pertanian, permukiman dan industri. Ketika air sungai masuk daerah permukiman, air akan melarutkan limbah domestic, misalnya detergen, minyak, ekskreta, sampah, dll. Ketika memasuki daerah pertanian sisa-sisa pupuk dilarutkan, pestisida, dsb. Masuk daerah industri akan melarutkan limbah industri, misalnya minyak, pewarna, amoniak, dsb. Sedangkan air tanah baik air tanah bebas ataupun air tanah tertekan mengalir menuju lautan dengan melarutkan mineral batuan yang ada pada tanah. Semua aliran air akhirnya terhenti pada danau atau laut. Endapan-endapan mineral yang berlebihan menimbulkan air laut penuh dengan unsur-unsur mineral, salah satunya garam-garaman yang menyebabkan air laut menjadi asin. Bahan bawaan air lainnya akan diendapkan secara berlahan di dasar laut. Unsur-unsur hara batuan tanah akan didorong dengan gelombang laut menuju pantai sehingga terbentuk delta daratan yang subur. Bahan-bahan unsur pencemaran yang terbawa air secara alaminya akan terdegradasi dengan sendiri selama tidak melebihi ambang batas kemampuan air atau air akan melakukan mekanisme pencucian dirinya sendiri.

b. Water move position

Jumlah air di bumi relative stabil, tidak bertambah tidak berkurang, hanya posisi/tempat dan kualitasnya yang berubah. Air secara keseluruhan yang ada di dunia sebanyak 1.362.000.000 km³, yang terdiri samudra (97,2%), es/gleser (2,15%), air tanah (0,61%), air permukaan (0,05%), danau air tawar (0,009%), laut / danau asin (0,008%), sungai, atmosfera, dll (0,073%) (Lamb James C dalam Juli Soemirat, 1996, 79). Jadi air yang dapat dimanfaatkan langsung sekitar 2,8% air di dunia. Secara teoritis semua air di bumi kondisinya statis, oleh karena panas matahari, panas bumi, tinggi rendah permukaan bumi, sehingga air bergerak mengikuti hukum siklus hidrologi. Secara langsung siklus hidrologi memutar atau memindahkan air dari berbagai tempat. Semula di daratan, di lautan, dipindahkan ke udara, ke tanah dsb. Pada masing-masing tempat/posisi air memiliki kemanfaatan yang berbeda-beda, tergantung dari kemampuan manusia mendayagunakan.

Menurut Lamb James C (Juli Soemirat, 1996, 79) air yang ikut sirkulasi siklus hidrologi hanya 521.000 km³/th (0,038% total keseluruhan air). Sirkulasi air dalam proses siklus hidrologi pada evaporasi/penguapan sebanyak 521.000 km³/th yang berasal dari 84% evaporasi lautan dan 14% evaporasi daratan, namun ketika presipitasi yang jatuh ke lautan 80% dan 20% jatuh ke daratan. Dibanding antara proporsi evaporasi dan

presipitasi di daratan ada beda 6% atau sekitar 31.260 km³/th. Keadaan tersebut dikarenakan di daratan terdapat gunung-gunung dan bukit-bukit dataran tinggi yang dapat menahan awan dan terjadi kondensasi serta presipitasi di daerah pegunungan, sehingga air akan mengalir sungai dan air bawah tanah menuju dataran rendah sampai ke laut. Di dataran rendah yang datar dan lautan secara acak adalah seimbang antara evaporasi dan presipitasi. Kondisi kelebihan presipitasi dari evaporasi tersebut seimbang dengan air sungai atau air bawah yang mengalir sampai menuju atau masuk ke laut. (Juli Soemirat, 1996, 79)

c. Water supply

Air yang ikut sirkulasi siklus hidrologi hanya 521.000 km³/th, yang berarti 1,427.1015 liter/hari. Bila penduduk bumi 6 milyar dan kebutuhan air 200 liter/hari, maka akan membutuhkan air 1,2.1012 liter/hari, sedangkan air yang ikut sirkulasi sebesar 1,427.1015 liter/hari. Jadi masih ada kelebihan air yang dimanfaatkan oleh tumbuhan dan hewan lainnya yang tidak akan mengganggu kondisi air yang sedang mengalir di sungai, air bawah tanah, danau dan keberadaan laut.

Dalam sirkulasi hidrologi, air melalui berbagai tempat. Terutama di daratan baik yang melalui permukaan atau bawah tanah. Berdasarkan hitungan di atas jumlah air sangat memadai untuk memenuhi kebutuhan manusia, hewan ataupun tumbuhan. Namun memang tiap daerah berbeda-beda kualitas dan kuantitasnya, ada kekurangan, kecukupan dan kelebihan, tetapi secara total masih sangat mencukupi. Penduduk pegunungan tidak perlu menuju laut untuk memenuhi kebutuhan airnya, cukup menanti hujan atau aliran permukaan atau mengambil di pancuran atau di telaga. Pendudukan perkotaan yang datar, cukup mengambil air dari air bawah tanah atau menjernihkan dari air permukaan. Semua kebutuhan air tercukupi baik dari segi jumlah maupun tempatnya.

d. Resource life

Air merupakan kebutuhan mutlak setiap makhluk hidup. Tanpa ada air mustahil ada kehidupan. Setelah bumi terbentuk, kemudian mendingin mengkerut, mulai terbentuk air yang mengisi keriput-keriput bumi. Titik air baru terbentuk sebagai aktifitas gunung berapi. Air saat itu masih tawar dan belum ada kehidupan. Kemudian karena adanya panas matahari, panas bumi dan sifat air mulailah terbentuk penguapan, awan, hujan, air tanah, sungai danau, dan laut, sehingga sempurnalah siklus hidrologi. Kehidupan pertama kali terbentuk dari adanya petir dari pertemuan dua awan, yang mengenai

permukaan air tawar, sinar ultra violet, panas dan sinar radiasi (Hendro Darmodjo, 1984/1985, 4). Saat itu mulailah terbentuk unsur-unsur kehidupan dan akhirnya terbentuk makhluk sederhana di dasar air tawar. Kemudian secara evolusi terjadilah makhluk seperti sekarang ini.

Sampai sekarang air merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari suatu makhluk hidup atau kehidupan. Suatu mikroorganisme, biji yang kurang dapat berkembang atau tidak aktif dalam kondisi kering tidak ada air, ketika air ada biji mulai tumbuh, mikroorganisme mulai aktif. Bah pada litosfera yang kering krontang, hampir dapat dipastikan kehidupan di sana berjalan lambat, kurang beraktifitas, lambat berkembang, namun begitu ada air semua kehidupan menunjukkan jati dirinya sebagai makhluk hidup.

e. Resource energy

Siklus hidrologi memungkinkan air hujan jatuh di pegunungan atau dataran tinggi. Oleh karena gravitasi air mengalir menuju tempat yang rendah. Perbedaan ketinggian daratan yang dilalui air akan mengakibatkan kekuatan air untuk mengalir lebih kuat, semakin tinggi menuju ke rendah semakin kuat kekuatan air. Kekuatan air tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Pada kekuatan yang cukup oleh penduduk dimanfaatkan untuk memutar kincir, menumbuk, sedangkan pada kekuatan yang besar dapat digunakan untuk memutar turbin penghasil listrik yang dapat dinikmati di rumah kita saat ini.

f. Obyek wisata

Kabut di pegunungan, air terjun, awan yang tebal, hujan gerimis, danau, aliran sungai, sungai bawah tanah, stalaktit, stalakmit, mata air, sumur artesis, gelombang laut, semuanya merupakan bagian dari siklus hidrologi. Keadaan itu semua terbentuk oleh adanya siklus hidrologi ribuan tahun, dan sekarang keindahannya dapat dijadikan obyek wisata yang menarik. Dapat dibayangkan bila air tidak mengalir mengikuti siklus hidrologi, semua keadaan tersebut di atas tidak akan ada.

g. Manfaat lainnya

Manfaat lain adanya siklus hidrologi diantaranya; sebagai sarana transportasi aliran sungai, lautan, danau ; untuk menjadi kelembaban atmosfera maupun litosfera ; membentuk musim, mempengaruhi iklim, pergerakan udara/angin ; menyebarkan berbagai mikroorganisme, biji ; dsb.

h. Mempertahankan siklus hidrologi

Siklus hidrologi secara alaminya akan terus berlangsung selama ada air dan panas, sehingga terjadi penguapan. Sumber panas dapat berasal dari sinar matahari, panas bumi, proses kehidupan makhluk hidup. Gangguan siklus hidrologi dapat terjadi pada sumber panas, gangguan cuaca, perubahan sumber uap air. Mengingat begitu besarnya manfaat siklus hidrologi bagi kehidupan baik manusia, hewan maupun tumbuhan, maka sudah selayaknya siklus hidrologi dipertahan kelangsungannya. Upaya mempertahankan siklus hidrologi dapat dengan cara:

1. Mengurangi penutupan tanah dengan bahan kedap air

Penutupan tanah dengan bahan kedap air dapat mengurangi penguapan air tanah/tanah, sehingga mengurangi volume uap dan awan. Dampak nantinya curah hujan akan sedikit. Penutupan tanah dengan bahan kedap air juga mengakibatkan air dari presipitasi tidak mengalami infiltrasi ke dalam tanah, sehingga air tanah menjadi berkurang dan berdampak air sumur menjadi dalam, pada daerah pantai timbul interusi air laut masuk daratan. Air tertumpuk dipermukaan menjadi berlebihan yang dapat berakibat banjir.

2. Mempertahan tanaman hutan

Tanaman hutan memiliki fungsi sebagai penahan sementara air hasil presipitasi, hingga runoff tidak berlebihan yang berakibat erosi berlebihan dan banjir. Pengurangan tanaman hutan juga berdampak penguapan transpirasi menjadi rendah, sehingga awan terbentuk nantinya menjadi sedikit.

3. Menekan polusi udara

Polusi udara dapat disebabkan banyak hal, diantaranya pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna, misalnya batu bara, bensin, dsb. Pembakaran bahan bakar fosil untuk sumber energi, menggerakkan mesin atau motor pada industri, kendaraan dapat menghasilkan polutan jelaga, Pb, CO, CO₂, SO_x, NH_x, NO_x yang dibuang bebas pada udara ambien. Polutan tersebut lama kelamaan akan memenuhi atmosfera, sebagai dampaknya gelombang panas sinar matahari yang mengenai bumi dan dipantulkan balik ke atmosfera tertahan oleh bahan polutan tersebut, sehingga memantulkan kembali ke bumi, akibatnya terjadi kenaikan suhu di bumi, kejadian ini biasa disebut greenhouse effect. Kenaikan suhu di bumi akan berakibat mencairnya es di kutub, menaiknya permukaan laut, sehingga keseimbangan siklus hidrologi akan terganggu. Polutan udara akan dilarutkan air baik dalam perjalanan evaporasi dan transpirasi, ketika menjadi awan maupun saat presipitasi. Air yang mengandung polutan tersebut

menjadi asam, akan berakibat tanaman menjadi mati, besi cepat berkarat. Tanah dan air menjadi asam, sehingga kehidupan sulit di dapatkan. Kematian banyak tanaman berakibat penurunan transpirasi. Polutan jelaga, Pb, partikel, debu juga dapat menutup permukaan dedaunan, sehingga fotosintesis tanaman terganggu termasuk proses transpirasi menjadi menurun.

4. Menjaga kualitas air

Air secara teoritis selalu menguap di bagian permukaannya. Air yang tercemar polutan oil, minyak atau detergen di bagian permukaannya akan selalu tertutup polutan, sehingga proses penguapan menjadi terganggu. Gangguan tersebut dapat berdampak pada volume air evaporasi menjadi berkurang.

5. Sumber asal air

Siklus hidrologi tersebut maka sumber asal air dapat dikelompokkan menjadi ;

- a. Air atmosfer : air hujan, air salju
- b. Air permukaan : sungai , telaga alam, telaga buatan
- c. Air tanah : mata air, sumuran dangkal/dalam, air artesis

Ketiga macam sumber air tersebut, belum dapat diketahui mana yang benar benar memenuhi persyaratan sebagai sumber air bersih, karena masing-masing sumber mempunyai kelemahan dan keuntungan. Oleh sebab itu sangat diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat dari sumber air.

a. Air Atmosfer

Pada umumnya kualitas cukup baik, namun air yang berasal dari sini akan bisa mengakibatkan kerusakan-kerusakan terhadap logam, yaitu bisa mengakibatkan logam berkarat. Disamping itu khusus untuk daerah perkotaan, dan daerah industri karena udara atmosfer sudah banyak tercemar air hujan akan dikotori pula oleh adanya partikulat dan gas-gas yang ada diudara. Dari gambaran seperti diatas dapat disimpulkan beberapa sifat dari air hujan:

- 1) Air hujan bersifat lunak (soft water) karena tidak/kurang mengandung larutan garam dan zat mineral sehingga air hujan terasa kurang segar.
- 2) Dapat mengandung beberapa zat yang ada diudara seperti NH₃ dan CO₂ agresif sehingga bersifat korosif.
- 3) Dari segi bakteriologis relatif lebih bersih, tergantung pada tempat penampungan.
- 4) Dalam perencanaan penyediaan air minum bagi masyarakat, patokan yang utama adalah besarnya curah hujan di suatu daerah.

b. Air Permukaan

Pada umumnya sumber air permukaan, baik yang berupa sungai, danau maupun waduk adalah merupakan air yang kurang baik untuk langsung dikonsumsi oleh manusia, karena itu perlu adanya pengolahan terlebih dahulu.

Air permukaan yang berupa sungai dapat terjadi melalui 2 (dua) cara yaitu;

- 1). Yang berasal dari aliran air permukaan (misalnya dari air hujan)
- 2). Yang berasal dari aliran air tanah (dari beberapa mata air)
- 3). Campuran dari keduanya

Akibat adanya hal tersebut di atas, air sungai akan bertambah besar debitnya pada musim hujan dan kualitasnya akan menjadi lebih jelek karena adanya tambahan yang berupa run off. Sedangkan pada musim kemarau debitnya hanya tergantung dari sumber asalnya dan relatif kecil tetapi kualitasnya relatif lebih baik, kecuali mendapat pengotoran dari limbah industri atau air buangan rumah tangga.

Beberapa keadaan yang mempengaruhi aliran air sungai

Keadaan daerah

Apabila disekitar daerah aliran sungai masih banyak hutan/tanaman, maka akan mempengaruhi debit air yang ada.

Temperatur

Daerah dengan iklim tropis mengakibatkan bertambah besarnya penguapan sehingga air akan berkurang

Keadaan Topografi

Kelandaian dari sungai akan mempengaruhi besarnya pengaliran dan besar kecilnya pengikisan tanah.

Sifat Permukaan tanah

Daerah dengan daya resap yang tinggi akan mengurangi debit air yang ada di atasnya.

Corak daerah Pengalirannya

Daerah pengaliran yang berbentuk bulu burung biasanya mempunyai debit air yang kecil karena waktu tiba banjir setiap anak sungai adalah berlainan, tetapi bila terjadi banjir akan berlangsung lama. Daerah pengaliran Kipas /radial dimana anak sungainya mengarah ke satu titik maka banjir akan sering terjadi pada pertemuan anak sungai tersebut. Daerah pengaliran Paralel, dua jalur pengaliran bersatu di bagian hilir, banjir akan terjadi di daerah hilir.

c. Air Tanah

Dalam siklus hidrologi, air tanah adalah air yang tersimpan/terperangkap didalam lapisan batuan yang mengalami penambahan/pengisian air secara terus menerus oleh alam.