

BAB III

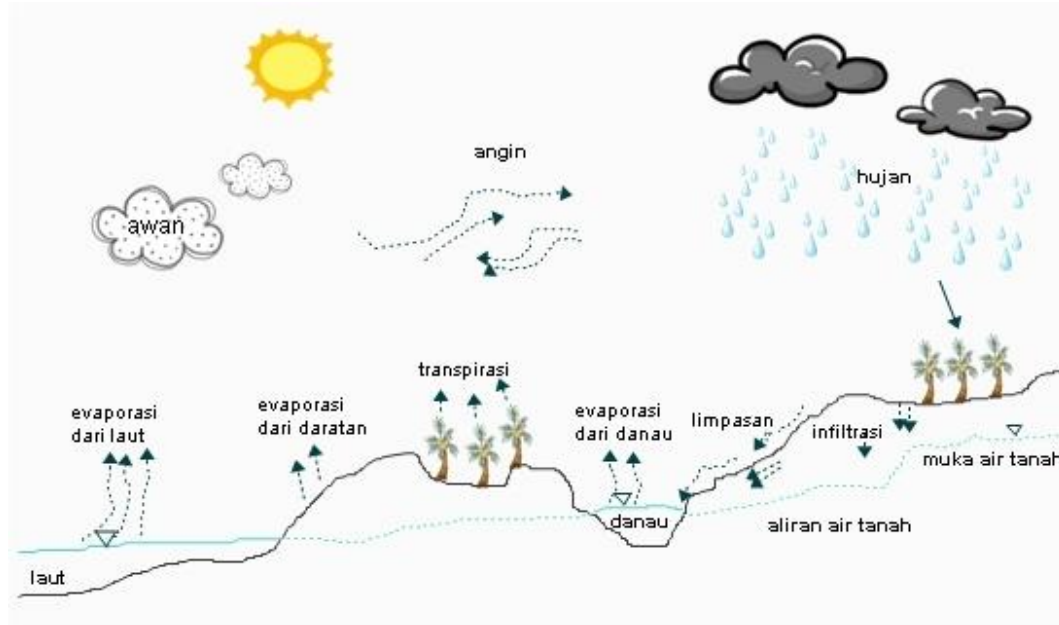
LANDASAN TEORI

A. Siklus Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas air di bumi termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen. (signh 1992)

Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air tanpa henti dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui proses kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Siklus hidrologi dapat juga berarti lebih sederhana yaitu peredaran air dar laut ke atmosfer melalui penguapan, kemudian akan jatuh pada permukaan bumi dalam bentuk hujan yang mengalir di dalam tanah dan di atas permukaan tanah sebagai sungai yang menuju ke laut. Macam-macam siklus hidrologi ada tiga yaitu:

1. Siklus hidrologi pendek, yaitu menguapnya air laut menjadi uap gas karena panas dari sinar matahari lalu terjadi kondensasi membentuk awan yang pada akhirnya jatuh ke permukaan laut.
2. Siklus hidrologi sedang, yaitu menguapnya air laut menjadi uap gas karena panas sinar matahari lalu terjadi evaporasi yang terbawa angin lalu membentuk awan yang pada akhirnya jatuh ke permukaan daratan dan kembali ke lautan.
3. Siklus hidrologi panjang, yaitu menguapnya air laut menjadi uap gas karena panas dari matahari lalu uap air mengalami sublimasi membentuk awan yang mengandung kristal es dan pada akhirnya jatuh dalam bentuk salju kemudian akan membentuk gletser yang mencair membentuk aliran sungai dan kembali ke laut.



Gambar 3.1 Siklus Hidrologi (sumber: Bendung, 2015)

B. Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (terutama, namun tidak seluruhnya garam dapur NaCl).

Walaupun kebanyakan air laut didunia memiliki kadar garam sekitar 3,5%, air laut juga berbeda-beda kandugan garamnya. Yang paling tawar adalah di timur Teluk Finlandia dan utara Teluk Bothnia, keduanya bagian dari Laut Baltik. Yang paling asin adalah di Laut Merah, dimana suhu tinggi dan sirkulasi terbatas membuat penguapan tinggi dan sedikit masukan air dari sungai-sungai. Kadar garam di beberapa danau dapat lebih tinggi lagi.

Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat didalam batu-batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium, dll. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam. Air tawar lebih ringan dari air asin.

Untuk mendapatkan air tawar dari air laut bisa dilakukan dengan cara osmosis terbalik, suatu proses penyaringan air laut dengan menggunakan tekanan dialirkan melalui suatu membrane saring. Sistem ini di sebut SWRO (Seawater

Reverse Osmosis) dan banyak digunakan pada kapal laut atau instansi air bersih pantai dengan bahan baku air laut.

C. Air Bersih

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau melakukan aktifitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya sanitasi. Macam-macam air bersih diantaranya:

1. Air laut

Air laut mempunyai sifat asin karena mengandung garam NaCl 3.5 %.

2. Air Atmosfer

Air atmosfer jatuh ke bumi dalam bentuk air hujan. Air hujan mengandung banyak kotoran. Selain itu hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi. Air hujan mempunyai sifat sadah, atau air yang sukar untuk dipakai mencuci.

3. Air Permukaan

Air permukaan berasal dari aliran langsung air hujan di permukaan bumi.

4. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal, terjadi karena adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas baik, segi kuantitas kurang dan tergantung pada musim. Air tanah dalam. Terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal karena harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamannya sehingga dalam suatu kedalaman biasanya antara 100-300 m.

5. Mata Air

Mata air yaitu air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas atau kuantitasnya

sama dengan air dalam.

Air merupakan zat pelarut yang penting untuk makhluk hidup dan bagian terpenting dalam proses metabolisme. Air juga dibutuhkan dalam fotosintesis dan respirasi. Tubuh manusia terdiri dari 55% sampai 78% air, tergantung dari ukuran badan. Agar dapat berfungsi dengan baik, tubuh manusia membutuhkan antara satu sampai tujuh liter air setiap hari untuk menghindari dehidrasi. Syarat kesehatan kualitas air didasarkan pada Peraturan Kesehatan No. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air bersih. (Wahyu Nugroho dan Setyo Purwoto, 2013)

D. Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan zat padat atau zat padat halus, baik yang tersuspensi maupun koloid dari fluida dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquid. Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 (empat) yaitu:

1. Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.
2. Suhu, suhu yang baik yaitu antara 20-30 °C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
3. Kecepatan penyaringan, pemisah bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi terhadap kualitas effluent. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan.
4. Diameter butiran, secara umum kualitas effluent yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang digunakan kecil, maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini meningkatkan efisiensi penyaringan.

E. Resin Penukar Ion

Resin sintesis penukar ion pada mulanya yang digunakan adalah dari material alami, namun dengan semakin majunya teknologi dan ilmu pengetahuan, saat ini telah digunakan resin penukar ion sintetik yang di buat dari kapolimerisasi zat – zat tertentu yang mengandung ion pelarutan sebagai gugus fungsinya.

Pertukaran ion berlangsung dengan cara difusi fluida yang keluar masuk resin, sehingga ion-ion yang lebih besar dari ukuran tertentu tidak dapat bereaksi karena seleksi tertentu dari derajat ikatan silang resin. Gugus fungsi berupa asam atau basa yang diikat oleh polimer pembentuk resin dan menentukan sifat dasar dari resin yang dibentuk. Jumlah gugus fungsi persatuan berat resin menentukan kapasitas jasad atau kapasitas paritik pertukaran yang dinyatakan sebagai dry weight capacity (meq/g resin).

Faktor lain yang mempengaruhi sifat resin adalah jenis gugus fungsi, yang menentukan jenis tipe resin penukar ion yang dibentuk dan di luar pengaruh terhadap kesetimbangan pertukaran dan selektivitas.

Berdasarkan muatan ion yang dapat dipertukarkan, resin pertukaran ion dapat dikelompokkan menjadi :

1. Resin pertukaran kation
 - a. Resin penukar kation asam kuat. Resin ini mengandung gugus fungsional yang diturunkan dari asam kuat yang beroperasi dengan siklus H (hidrogen) seperti asam sulfat. Regenerasi dilakukan dengan menggunakan larutan HCl atau H₂SO₄. Efisiensi dari regenerasi resin ini antara 30% sampai 40%.
 - b. Resin penukar kation asam lemah. Resin ini mengandung gugus fungsional yang diturunkan dari asam lemah yang beroperasi dengan siklus karboksilat (R-COOH) seperti fenolat atau asam karboksilat. Resin ini hanya dapat memisahkan garam dari asam kuat dan basa kuat saja. Efisiensi dari regenerasi resin ini mendekati 100%.
2. Resin pertukaran anion (mengandung anion yang dapat dipertukarkan). Resin ini dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:
 - a. Resin penukar anion basa kuat. Resin ini mengandung gugus fungsional yang berasal dari gugus ammonium kuarterner tipe I dan tipe II (R-NR₃ : OH). Regenerasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH atau NH₄OH. Efisiensi dari regenerasi resin ini antara 30% sampai 50%.
 - b. Resin penukar kation asam lemah. Resin ini mengandung amina primer, sekunder dan atau tersier sebagai gugus fungsional (R-NH₂). Resin ini

hanya dapat memisahkan asam kuat, tetapi tidak bisa memisahkan asam lemah. Efisiensi dari regenerasi resin ini mendekati 100%.

Proses pertukaran ion melibatkan reaksi kimia antara ion dalam fasa cair dengan ion dalam fasa padat. Ion-ion tertentu dalam larutan lebih mudah terserap oleh solid penukar ion, dan karena elektronetralitas harus dijaga, solid penukar melepas ion dan dipertukarkan ion dalam larutan. Dalam proses demineralisasi, maka sebagai contoh ; kation Na^+ dan anion Cl^- disisihkan dari air dan solid resin melepas ion H^+ untuk ditukar dengan ion Na^+ , serta OH^- ditukar dengan Cl^- dari air sehingga kandungan Na^+ dan Cl^- dalam air menjadi berkurang atau hilang. Operasi sistem pertukaran ion dilakukan dalam empat tahap, yaitu:

1. Tahap Layanan

Tahap layanan adalah tahap dimana terjadi reaksi pertukaran ion. Sifat dari tahap ini ditentukan oleh kosentrasi ion yang dihilangkan terhadap waktu atau volume air produk yang dihasilkan. Hal yang perlu diperhatikan pada tahap layanan ini adalah kapasitas bahan pertukaran ion (Ion exchange load). Tahap layanan ini dilakukan dengan cara mengalirkan air dari atas (down flow).

2. Tahap Pencucian balik

Tahap ini dilakukan jika kemampuan resin telah mencapai titik jenuh dan kotor. Pencucian balik dilakukan dengan mengalirkan air produk dari bawah ke atas (up flow). Pencucian balik mempunyai sasaran sebagai berikut :

- a. Pemecahan resin yang menggumpal.
- b. Penghilangan partikel halus yang terperangkap dalam ruang resin.
- c. Penghilangan kantong – kantong gas yang terdapat dalam reaktor.
- d. Pembentukan ulang lapisan resin bed dengan pengembangan bed antara 50%.

3. Tahap Regenerasi

Tahap regenerasi adalah operasi penggantian ion yang telah jenuh dengan ion awal yang semula berada dalam matriks resin dan pengembalian kapasitas ke tingkat yang diinginkan. Larutan regenerasi harus dapat menghasilkan titik puncak dari ion yang digantikan. Larutan regenerasi untuk kation menggunakan HCl atau H_2SO_4 , sedangkan untuk anion menggunakan larutan NaOH . Operasi regenerasi dilakukan dengan mengalirkan larutan

regenerasi dari atas. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses regenerasi antara lain :

- a. Konsentrasi larutan harus selalu konstan.
- b. Waktu pengaliran larutan regenerasi harus tepat.

4. Tahap Pembilasan

Tahap pembilasan dilakukan untuk menghilangkan sisa larutan regenerasi yang terperangkap oleh resin. Pembilasan dilakukan menggunakan air produk dengan aliran down flow dan dilakukan dalam dua tingkat, yaitu :

- a. Tingkat laju alir rendah untuk menghilangkan larutan regenerasi.
- b. Tingkat laju alir tinggi untuk menghilangkan sisa ion. (Wahyu Nugroho dan Setyo Purwoto, 2013)



Gambar 3.2 Resin Penukar Ion

F. Klorida

Klorida adalah ion yang terbentuk dari unsur klor yang mendapatkan satu electron untuk membentuk suatu anion atau ion yang bermuatan negatif (Cl^-). Kata klorida dapat pula diartikan sebagai senyawa kimia dimana satu atau lebih atom klornya memiliki ikatan kovalen dalam molekul. Tingkat toksisitas klorida tergantung pada gugus senyawa, misalnya Natrium Klorida (NaCl) sangat tidak beracun, tetapi karbonil klorida sangat beracun. Di Indonesia, klor digunakan sebagai desinfektan dalam penyediaan air minum. Dalam jumlah yang banyak, klorida akan menimbulkan rasa asin, korosi pada pipa penyediaan panas. Sebagai desinfektan, residu klor di dalam air penyediaan air sengaja dipelihara,

tetapi klor ini dapat terikat pada senyawa organik dan membantu halogen-hidrokarbon (CL-HC) banyak diantaranya dikelal sebagai senyawa-senyawa karsinogenik.

Beberapa dampak yang ditimbulkan oleh klorida pada lingkungan adalah menimbulkan pengkaratan atau dekomposisi pada logam karena sifatnya korosif, ikan dan biota air tidak bisa bertahan hidup dalam kadar klorida yang tinggi serta kerusakan ekosistem pada perairan terbuka atau eutrofikasi.

Metode yang digunakan dalam penentuan kadar klorida adalah argenometri (Mohr) dengan prinsip pengujiannya senyawa klorida dalam contoh uji air dapat dititrasi dengan larutan perak nitrat dalam suasana netral atau sedikit basa (pH 7 sampai dengan pH 10), menggunakan larutan indikator kalium kromat. Perak klorida diendapkan secara kuantitatif sebelum terjadinya titik akhir titrasi, yang ditandai dengan mulai terbentuknya endapan perak kromat yang berwarna merah kecoklatan. (Wahyu Nugroho dan Setyo Purwoto, 2013)

G. Analisis Regresi

Analisis regresi adalah salah satu metode yang sangat populer dalam mencari hubungan antara 2 variabel atau lebih. Variable-variabel yang dikomputasi selanjutnya dikelompokkan menjadi dependen yang biasanya dinotasikan dengan huruf Y (independen) dan variable independen yang biasanya dinotasikan dengan huruf X (dependent). (Alni Rahmawati, dkk. 2015)

Variabel independen yang selanjutnya dinotasikan Y juga dikenal sebagai variabel tak bebas, tergantung, respon ataupun outcome, sedangkan variabel dependen yang dinotasikan sebagai X dikenal sebagai variabel bebas, tak tergantung atau prediktor.

Saat ini dikenal berbagai metode regresi. Metode regresi yang paling dikenal adalah regresi linier, dimana metode ini dipakai bila data memiliki skala pengukuran minimal interval. Apabila skala pengukuran data minimal ordinal, maka metode yang tepat adalah regresi ordinal. Sedangkan apabila skala pengukuran minimal nominal, khususnya pada variable tergantung, maka lebih tepat digunakan regresi logistic.

Koefisien determinasi (R^2) pada intinya mengukur seberapa jauh kemampuan model menerangkan variasi variabel dependen. Nilai koefisien determinasi adalah antara nol sampai satu. Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan-kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variasi variabel dependen amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen.

Kelemahan mendasar penggunaan koefisien determinasi adalah bias terhadap jumlah variabel independen yang dimasukkan ke dalam model. Setiap tambahan satu variabel independen, maka R^2 pasti meningkat tidak peduli apakah variabel tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen. Oleh karena itu banyak peneliti menganjurkan untuk mengganti nilai adjusted R^2 pada saat mengevaluasi mana model regresi terbaik. Tidak seperti R^2 , nilai adjusted R^2 dapat naik atau turun apabila satu variabel independen ditambahkan ke dalam model.