

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Sistem

Pengertian Sistem Menurut Indrajit (2001: 2) mengemukakan bahwa sistem mengandung arti kumpulan-kumpulan dari komponen-komponen yang dimiliki unsur keterkaitan antara satu dengan lainnya.

Pengertian Sistem Menurut Jogianto (2005: 2) mengemukakan bahwa sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. sistem ini menggambarkan suatu kejadian-kejadian dan kesatuan yang nyata adalah suatu objek nyata, seperti tempat, benda, dan orang-orang yang betul-betul ada dan terjadi.

Pengertian Sistem Menurut Murdick, R.G, (1991 : 27) Suatu sistem adalah seperangkat elemen yang membentuk kumpulan atau procedure-prosedure/bagan-bagan pengolahan yang mencari suatu tujuan bagian atau tujuan bersama dengan mengoperasikan data dan/atau barang pada waktu rujukan tertentu untuk menghasilkan informasi dan/atau energi dan/atau barang. .

Pengertian Sistem Menurut Jerry FutzGerald, (1981 : 5) Sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran yang tertentu.

Pengertian Sistem Menurut Davis, G.B, (1991 : 45) Sistem secara fisik adalah kumpulan dari elemen-elemen yang beroperasi bersama-sama untuk menyelesaikan suatu sasaran.

Definisi Sistem Menurut Dr. Ir. Harijono Djodjodihardjo (1984: 78) Suatu sistem adalah sekumpulan objek yang mencakup hubungan fungsional antara tiap-tiap objek dan hubungan antara ciri tiap objek, dan yang secara keseluruhan merupakan suatu kesatuan secara fungsional.

Definisi Sistem Menurut Lani Sidharta (1995: 9), “Sistem adalah himpunan dari bagian-bagian yang saling berhubungan yang secara bersama mencapai tujuan-tujuan yang sama”

Dengan demikian sistem merupakan kumpulan dari beberapa bagian yang memiliki keterkaitan dan saling bekerja sama serta membentuk suatu kesatuan untuk mencapai suatu tujuan dari sistem tersebut. maksud dari suatu sistem adalah untuk mencapai suatu tujuan dan sasaran dalam ruang lingkup yang sempit.

.2.1.2 Pengertian Pengamatan

Menurut Prof. Heru Pengamatan menunjukkan sebuah studi dilakukan dengan sengaja, tujuan, sistematis, terencana dan tujuan yang tepat yang akan dicapai dengan mengamati dan merekam semua kejadian dan fenomena dan mengacu pada syarat dan aturan dalam penelitian atau karya ilmiah. Hasil pengamatan ilmiah, dijelaskan dalam hati, tepat dan akurat, dan tidak diperkenankan untuk menambah atau dikurangi dan dibuat-buat peneliti seperti yang diinginkan.

Menurut Hanna Djumhana Menurut pengamatan sebagai metode ilmiah yang bahkan saat ini masih menjadi tempat utama dalam ilmu empiris, dan masih diakui di dunia penelitian karya ilmiah sebagai salah satu metode yang cukup banyak untuk pengumpulan data.

Menurut Patton Pengamatan adalah salah satu metode yang akurat dan mudah untuk melakukan pengumpulan data dan bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami semua peristiwa yang terjadi yang menjadi objek penelitian dalam penelitiannya.

2.1.3 Pengertian Suhu

Menurut Ir.sarsinta: 2008 pengertian Suhu adalah suatu ukuran dingin atau panasnya keadaan atau sesuatu lainnya. Satuan ukur dari suhu yang banyak di gunakan di indonesia adalah (Derajat Celcius). Sementara

satuan ukur yang banyak di gunakan di luar negeri adalah derajat fahrenheit.

Menurut Nurdin Riyanto : 2009 Pengertian suhu adalah suatu ukuran energi kinetik rata-rata dari suatu molekul. Jika temperatur tinggi maka energi kinetik rata-rata pun akan besar.

Menurut Wirastuti dkk : 2008 Suhu adalah panas atau dinginnya suatu udara. Perubahan suhu udara disebabkan oleh adanya kombinasi kerja antara udara, perbedaan kecepatan proses pendinginan & pemanasan suatu daerah dan jumlah kadar air & permukaan bumi. Alat untuk mengukur suhu udara ini adalah termometer.

2.1.4 Pengertian Kelembaban

Menurut (Handoko, 1994). Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik atau kelembapan relatif. Alat untuk mengukur kelembapan disebut higrometer. Sebuah humidistat digunakan untuk mengatur tingkat kelembapan udara dalam sebuah bangunan dengan sebuah pengawalembap (dehumidifier). Dapat dianalogikan dengan sebuah termometer dan termostat untuk suhu udara. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di udara pada tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada 30 °C (86 °F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0 °C

Menurut (Karim, 1985). Semua uap air yang ada di dalam udara berasal dari penguapan. Penguapan adalah perubahan air dari keadaan cair ke keadaan gas. Pada proses penguapan diperlukan atau dipakai panas, sedangkan pada pengembunan dilepaskan panas. Seperti diketahui, penguapan tidak hanya terjadi pada permukaan air yang terbuka saja, tetapi dapat juga terjadi langsung dari tanah dan lebih-lebih dari tumbuh-tumbuhan. Penguapan dari tiga tempat itu disebut dengan Evaporasi.

Menurut (Lakitan, 1994). Kelembaban udara dalam ruang tertutup dapat diatur sesuai dengan keinginan. Pengaturan kelembaban udara ini didasarkan atas prinsip kesetaraan potensi air antara udara dengan larutan atau dengan bahan padat tertentu. Jika ke dalam suatu ruang tertutup dimasukkan larutan, maka air dari larutan tersebut akan menguap sampai terjadi keseimbangan antara potensi air pada udara dengan potensi air larutan. Demikian pula halnya jika hidrat kristal garam-garam (salt crystal hydrate) tertentu dimasukkan dalam ruang tertutup maka air dari hidrat kristal garam akan menguap sampai terjadi keseimbangan potensi air.

Menurut (Santoso, 2007). Kelembaban relatif adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah uap air yang terkandung di dalam campuran air-udara dalam fasa gas. Kelembaban relatif dari suatu campuran udara-air didefinisikan sebagai rasio dari tekanan parsial uap air dalam campuran terhadap tekanan uap jenuh air pada temperatur tersebut. Perhitungan kelembaban relatif ini merupakan salah satu data yang dibutuhkan (selain suhu, curah hujan, dan observasi visual terhadap vegetasi) untuk melihat seberapa kering areal perkebunan sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat potensi kebakaran lahan. Cara yang lebih praktis yaitu dengan menggunakan 2 termometer, yang basah dan kering. Prinsipnya semakin kering udara, maka air semakin mudah menguap. Karena penguapan butuh kalor maka akan menurunkan suhu pada termometer basah. Sedangkan termometer kering mengukur suhu aktual udara. Akibatnya jika perbedaan suhu antara keduanya semakin besar, maka artinya kelembaban relatif udara semakin rendah. Sebaliknya jika suhu termometer basah dan termometer kering sama, artinya udara berada pada kondisi lembab jenuh.

Tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa faktor sebagai berikut :

- a. Suhu.
- b. Tekanan udara.
- c. Pergerakan angin.

- d. Kuantitas dan kualitas penyinaran.
- e. Vegetasi dsb.
- f. Ketersediaan air di suatu tempat (air, tanah, perairan).

Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudah-mudahan, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut.

2.1.5 Pengertian Udara

Udara Merupakan komponen Alam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa udara, tak mungkin ada makhluk hidup yang bisa bertahan hidup. Sebagai salah satu yang tidak dapat di lepaskan dari kehidupan sehari-hari, harusnya bukan merupakan hal yang asing lagi. Namun, kenyataannya tak banyak yang tahu definisi dari udara. Kebanyakan orang hanya mengetahui keberadaannya saja, jika ditanya mengenai apa itu udara? Mereka akan bingung menjawabnya. Bahkan, tak sedikit yang masih bingung membedakan antara udara dengan air. Secara umum, udara di maknai sebagai campuran berbagai gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang memenuhi ruan di permukaan bumi. Menurut Wikipedia, udara di definisikan sebagai campuran gas yang terdapat di permukaan bumi, mengandung 78% nitrogen, 21% oksigen, 1% uap air, karbondioksida, dan berbagai jenis gas lainnya. Sedangkan pengertian udara menurut KBBi (Kamus Besar Bahasa Indonesia) Adalah campuran berbagai gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang memenuhi ruang di atas bumi seperti yang di hirup saat bernapas, sebagai suatu gas yang ada dipermukaan bumi, udara memiliki istilah lain dibidang ilmu pengetahuan, yakni atmosfer. Atmosfer adalah lapisan udara

yang menyelubungi bumi yang memiliki 4 lapisan, yakni troposfer, stratosfer, mesosfer, dan termosfer.

Yang disebutkan oleh wikipedia di atas, udara terdiri dari berbagai macam gas. Gas-gas yang membentuk udara bila dirinci secara lengkap adalah 28% zat lemas (N_2), 21% zat asam (O_2), 0,9% argon (Ar), 0,03% asam arang (CO_2), dan 0,07% unsur lainnya seperti krypton, neon, xenon, hydrogen serta kalium, senyawa atau zat-zat yang terkandung di dalam udara ini akan berubah tergantung dengan ketinggian udara dari permukaan tanah. Hal ini juga berlaku dengan massa udara yang akan berkurang seiring dengan semakin tingginya udara dari permukaan tanah. Semakin dekat dengan lapisan troposfer, maka akan semakin sedikit. Jadi, saat telah melewati batas gravitasi bumi, ruang tersebut akan menjadi hampa udara. Dari zat-zat pembentuknya tersebut, udara memiliki sifat-sifat yang tentunya juga dipengaruhi oleh zat pembentuknya, Sifat-sifat udara adalah sebagai berikut.

1. Udara ada dimanapun, memiliki massa, dan menekan ke segala arah.
2. Bila udara itu bergerak ke suatu arah, disebut dengan angin.
3. Udara akan bergerak naik bila berada di tempat berhawa panas
4. Udara yang bergerak tersebut atau angin selalu bergerak dari tempat yang tekanannya lebih tinggi ke tempat yang tekanannya lebih rendah.

Sebagai salah satu unsur penting dalam sebuah kehidupan makhluk hidup di seluruh permukaan bumi, udara memiliki fungsi untuk bernapas, proses pembakaran, menjadi media perantara dan media cahaya dan suara, menggerakkan baling-baling dan kincir angin, dan masih banyak lagi. Fungsi-fungsi udara tersebut tentunya tak bisa lepas dari adanya pengertian udara menurut para ahli yang juga menjelaskan hal yang sama. Melihat fungsi dan kegunaan dan kegunaan yang begitu penting, perlulah kita ikut menjaga kelestarian lingkungan agar udara juga ikut terjaga dan tidak tercemar.

2.1.6 Pengertian Curah Hujan

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan disebut rain gauge. Curah hujan diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan. Curah hujan yang jatuh di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain:

- a) Bentuk medan/topografi
- b) Arah lereng medan
- c) Arah angin yang sejajar dengan garis pantai.
- d) Jarak perjalanan angin di atas medan datar.

Pengertian curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena berdampak dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman.

Hujan itu termasuk salah satu bentuk dari "curahan (precipitation)"... Curahan adalah butir-butir air atau kristal es yang keluar dari awan. Bila curahan dapat mencapai bumi disebut hujan; apabila setelah keluar dari dasar awan tidak sampai ke bumi karena penguapan disebut virga. Butir air yang dapat keluar dari awan dan mencapai bumi sekurang-kurangnya bergaris tengah 200 mikrometer; bila kurang dari 200 mikrometer, butir-butir air tersebut sudah habis menguap sebelum mencapai bumi (1 mikrometer = 0,001 cm). Hujan diberi nama menurut ciri-cirinya. Hujan yang berupa es dinamakan hujan batu; umumnya berasal dari awan kumulonimbus yang tinggi. Hujan yang butir-butir airnya kecil disebut hujan gerimis; umumnya berasal dari awan stratus atau altostratus. Hujan

yang turun sangat deras dan berlangsung sekejap dinamakan hujan curah (shower); umumnya berasal dari awan kumulonimbus.

Adakalanya di daerah tropis terjadi hujan es. Proses terjadinya dimana suatu daerah mendapat pemanasan sinar matahari yang sangat tinggi, sehingga udara yang mengandung uap air naik secara konveksi, dan terjadilah proses kondensasi dan pembentukan awan. Setelah kondensasi udara masih tetap naik, sehingga titik-titik air yang dikandung oleh udara tersebut sangat dingin sampai di bawah titik beku (0 derajat Celcius). Akibatnya titik-titik air tersebut menjadi beku dan pada saat terjadi hujan disertai dengan kristal es.

2.1.7 Pengertian Ketinggian air laut

Ialah rata-rata permukaan laut yang dapat diukur di pantai. Kata 'rata-rata' harus digunakan karena ketinggian air laut senantiasa berubah seiring terjadinya pasang surut air laut, yang disebabkan oleh adanya gaya gravitasi bulan dan matahari. Tinggi tempat di darat (pegunungan, negara, dsb.), biasanya diacukan ke "permukaan laut" untuk mengukur ketinggiannya.

2.2. Dasar Keilmuan tentang Suhu, Kelembaban Udara, Curah Hujan dan Ketinggian Air Laut

2.2.1 Suhu

1. Pengertian Suhu/ Temperatur

Suhu atau temperatur adalah salah satu besaran pokok pada fisika yang menyatakan panas dinginnya suatu objek. Satuan Internasional (SI) yang digunakan untuk suhu adalah Kelvin (k). Simbol yang digunakan untuk melambangkan suhu atau temperatur adalah T (Huruf Kapital). Alat Ukur yang digunakan untuk mengukur suhu disebut dengan Termometer. Secara fisika suhu dianggap sama dengan temperatur. Sedangkan secara bahasa keduanya dianggap sedikit berbeda. Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), Suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap panas dinginnya sesuatu yang diukur dengan termometer, sedangkan temperatur adalah panas dinginnya badan atau hawa.

2. Prinsip Pengukuran Suhu dengan Termometer

Pembuatan Termometer dipelopori oleh Galileo Galilei pada tahun 1595. Ia menggunakan labu kosong yang didalamnya dilengkapi dengan pipa panjang dimana ujung pipanya terbuka. Prinsip kerja alat ini didasarkan pada perubahan volume gas di dalam labu yang memanfaatkan sifat pemuaian zat cair (pemuaian = bertambahnya volume zat akibat peningkatan suhu). Untuk menilai suhu, labu tersebut dimasukkan ke dalam cairan, dengan ini udara yang ada di dalam labu menyusut, zat cair akan masuk ke dalam pipa tetapi tidak sampai ke dalam labu. Tinggi atau jauhnya zat cair yang masuk ke dalam pipa akan berbeda sesuai dengan suhunya, inilah yang dijadikan nilai dasar dalam pengukuran suhu. Tetapi, pada masa sekarang, termometer sering dilengkapi cairan yang berupa raksa dan alkohol.

3. Satuan atau Skala Suhu/Temperatur dan Konvensi Suhu

Seperti yang telah kami jelaskan di atas, satuan internasional untuk suhu adalah kelvin, tetapi untuk memudahkan pengukuran, banyak satuan lainnya yang digunakan sebagai satuan suhu. Perbedaan suhu ini juga dipakai untuk membuat jenis termometer (alat pengukur suhu) yang berbeda-beda. Beberapa Skala Suhu yang paling sering dipakai antara lain adalah :

a) Satuan atau Skala Celsius (oC)

Skala Celcius merupakan skala suhu yang didesain dengan titik beku air adalah 0oC dan titik didih air pada 100oC pada tekanan atmosfer standari. Skala ini diperkenalkan oleh Anders Celsius pada tahun 1742. Meski angka-angka yang ditunjukkan oleh skala celsius sudah lumayan tepat, namun secara lebih spesifik masih ada beberapa ketidaktepatan sehingga tidak bisa dijadikan sebagai standar formal atau satuan internasional. Definisi baku dari 1 derajat celsius adalah $1/273,16$ dari perbedaan antara triple point air dan nol absolut, berdasarkan pengertian tersebut dapat diketahui bahwa satu derajat celsius mempresentasikan perbedaan suhu yang sama dengan satu kelvin.

b) Satuan atau Skala Fahrenheit (oF)

Skala Fahrenheit adalah skala suhu yang didesain dengan titik beku air adalah 32oF dan titik didih air adalah 212oF, dengan demikian perbedaan titik lebur dan titik didih pada skala ini adalah 180 derajat. Skala ini diperkenalkan oleh ilmuwan Jerman yang bernama Gabriel Fahrenheit pada tahun 1724.

c) Satuan atau Skala Reaumur (oR)

Skala Reaumur adalah skala suhu yang didesain dengan titik beku air adalah 0oR dan titik didihnya 80oR, artinya terdapat perbedaan sebesar

80o antara titik beku dan titik didih. Skala ini diperkenalkan oleh Rene Antoine Ferchault de Reaumur pada tahun 1731.

4. Satuan atau Skala Kelvin (oR)

Skala Kelvin adalah skala suhu yang didesain dengan titik beku air adalah 273oK dan titik didihnya adalah 373oK. Jadi perbedaan antara titik beku dan titik didihnya adalah 100 derajat. Sampai saat ini Kelvin merupakan Satuan Internasional untuk suhu karena dinilai paling akurat. Ilmuwan yang memperkenalkannya adalah William Thomson atau yang juga disebut Lord Kelvin.

2.2.2 Kelembaban Udara

Kelembaban udara berbanding terbalik dengan suhu udara. Semakin tinggi kelembaban udara maka suhu udara di suatu daerah tersebut semakin rendah. udara panas umumnya banyak mengandung uap air daripada udara dingin. terjadinya penguapan air dari permukaan tanah, air dan tumbuhan akibat meningkatnya suhu pada areal terbuka menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan uap air di udara, sehingga kelembaban udaranya tinggi. Sebaliknya, didalam ruangan suhu udara rendah dan hanya sedikit penguapan yang terjadi, sehingga kelembaban udaranya rendah (Ardhana, 2012)

Kelembapan udara ada 2 jenis yaitu sebagai berikut :

- 1) Kelembaban mutlak (absolut) yaitu bilangan yang menunjukkan jumlah uap air dalam satuan gram pada satu meter kubik udara.
- 2) Kelembaban relatif (nisbi), yaitu angka dalam persen yang menunjukkan perbandingan antara banyaknya uap air yang benar!benar dikandung udara pada suhu tertentu dan jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung udara.

Faktor yang mempengaruhi terjadinya kelembaban udara adalah frekuensi pemberian air sehingga dapat mempengaruhi kelembaban udara terutama pada siang hari banyak dibutuhkan oleh tumbuhan sebagai penyerapan air

dari dalam tanah sehingga mempunyai dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman karena bahan-bahan fotosintesis terpenuhi (Ardhana, 2012).

2.2.3 Curah Hujan

1. Proses terjadinya hujan

Panas matahari menyebabkan air di sungai, danau, dan laut menguap ke udara. Selain bentuk air secara fisik, air yang menguap ke udara juga bisa berasal dari tubuh manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan dan benda-benda lain yang mengandung air. Kemudian uap air naik terus ke atas hingga menyatu ke udara bersama uap-uap air lainnya. Suhu udara yang tinggi akibat panas matahari akan membuat uap air tersebut mengalami proses kondensasi (pemadatan) dan menjadi embun. Embun berbentuk titik-titik air kecil sedangkan suhu yang semakin tinggi membuat jumlah titik-titik embun semakin banyak hingga kemudian berkumpul memadat dan membentuk awan. Menurut kajian Neilburger tahun 1995, pada tahapan ini, tetes-tetes air memiliki ukuran jari-jari sekitar 5-20 mm. Dalam ukuran ini tetesan air akan jatuh dengan kecepatan 0,01-5 cm/detik sedangkan kecepatan aliran udara ke atas jauh lebih tinggi sehingga tetes air tersebut tidak akan jatuh ke bumi. Supaya sebuah tetes air dapat jatuh ke bumi dibutuhkan ukuran sebesar 1 mm karena hanya dengan ukuran sebesar itulah tetes air dapat mengalahkan gerakan udara ke atas.

Dengan bantuan angin, awan-awan tersebut bisa bergerak ke tempat lain. Pergerakan angin ini dapat membuat beberapa awan kecil menyatu dan membentuk awan yang lebih besar lalu bergerak ke langit atau ke tempat yang memiliki suhu lebih rendah. Semakin banyak butiran air terkumpul maka akan membuat warna awan semakin kelabu,

akibat dari jumlah titik air yang semakin berat akan membuat butiran-butiran tersebut jatuh ke bumi dalam bentuk hujan

2. Perbedaan awan dingin dan awan hangat

Menurut suhu lingkungan fisik atmosfer dimana suatu awan berada, awan dibedakan atas awan dingin (cold cloud) dan awan hangat (warm cloud). Disebut awan dingin apabila seluruh bagiannya berada pada lingkungan atmosfer dengan suhu di bawah 0 derajat celcius. Awan ini kebanyakan berada pada daerah lintang tinggi dan menengah dimana suhu udara dekat permukaan tanah bisa mencapai suhu minus 0 derajat. Indonesia memiliki suhu udara dekat permukaan tanah sekitar 20 – 30 derajat celcius sedangkan dasar awan memiliki suhu sekitar 180 derajat celcius. Meskipun demikian, puncak awan dapat menembus jauh ke atas melewati titik beku sehingga sebagian awan merupakan awan hangat sedangkan sisanya merupakan awan dingin. Awan semacam ini disebut juga dengan mixed cloud.

3. Proses terjadinya hujan pada awan hangat

Saat uap air terangkat ke atmosfer akan berfungsi sebagai inti kondensasi yang menyebabkan uap air mengalami proses evaporasi (pengembunan). Sumber utama inti kondensasi adalah garam yang berasal dari air laut. Karena sifatnya yang higroskopik maka semenjak dimulai proses kondensasi, partikel berubah menjadi droplets (titik air) dan droplets yang berkumpul membentuk awan. Partikel air yang mengelilingi debu serta kristal garam akan menebal sehingga menjadi lebih berat dari udara dan mulai jatuh dari awan sebagai hujan

4. Proses terjadinya hujan pada awan dingin

Proses ini dimulai dari adanya Kristal es yang bertambah banyak melalui air super dingin (supercooled water) dan deposit uap air. Keberadaan Kristal es memegang peranan penting dalam proses hujan

pada awan dingin sehingga sering disebut juga proses Kristal es, pada waktu udara naik lebih tinggi ke atmosfer, terbentuklah titik-titik air dan juga awan. Di ketinggian tertentu yang sumbunya berada di bawah titik beku maka awan tersebut akan berubah menjadi Kristal-kristal es kecil. Udara sekelilingnya yang tidak begitu dingin membeku pada Kristal tadi yang membuat Kristal bertambah besar dan menjaid butiran salju. Bila terlalu berat maka salju akan turun. Saat melewati udara hangat maka salju tersebut mencair dan menjadi hujan namun pada musim dingin, salju jatuh tanpa mencair.

Beberapa fakta lain mengenai hujan:

- a) Apabila suhu di atmosfer sangat dingin maka titik air tersebut akan membeku dan berubah menjadi es. Itulah mengapa di beberapa tempat yang bersuhu rendah sering terjadi hujan salju sedangkan di Indonesia yang memiliki iklim tropis, hujan salju sulit terjadi.
- b) Air hujan berasal dari penguapan air laut sebanyak 97%. Meskipun air laut merupakan air asin namun ketika sudah menjadi hujan aka menjadi air tawar. Ini diakibatkan salah satu hukum fisika yang menjelaskan dari manapun asal air yang menguap ketika sudah melalui awan maka kandungan lainnya akan hilang. Diketahui bahwa garam dan mineral memiliki berat jenis yang berbeda dengan air maka ketika air berubah menjadi titik-titik kecil maka kandungan garam, mineral dan lainnya akan luruh dengan sendirinya.
- c) Proses kondensasi awan akibat berkumpulnya titik-titik air dibantu oleh udara yang bergerak ke atas serta mengalami proses pendinginan adiabatic sehingga kelembapan nisbi (RH)nya bertambah. Kondensasi sendiri baru dimulai pada inti kondensasi yang aktif dan lebih besar. apabila RH mencapai 78.

2.2.4 Ketinggian Air Laut

Ketinggian Air laut merupakan jarak yang di ukur dari dasar laut hingga permukaan air laut. Yang erat kaitanya dengan Pasang surut/pasut, Pasang surut air laut merupakan salah satu dari 3 gerak air laut selain gelombang laut dan arus laut. Menurut Pariwono (1989), fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Sedangkan menurut Dronkers (1964) pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Pasang merupakan kondisi atau keadaan dimana air laut naik daripada biasanya. Sementara surut merupakan kondisi dimana permukaan air laut turun daripada biasanya. Pada intinya, pasang surut merupakan fenomena pergerakan naik ataupun turunnya posisi permukaan perairan laut secara berkala yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari. Ada tiga sumber gaya yang saling berinteraksi yaitu, laut, matahari, dan bulan.

Pasang laut menyebabkan perubahan kedalaman perairan dan mengakibatkan arus pusaran yang dikenal sebagai arus pasang, sehingga perkiraan kejadian pasang sangat diperlukan dalam navigasi pantai. Wilayah pantai yang terbenam sewaktu pasang naik dan terpapar sewaktu pasang surut, disebut mintakat pasang. Periode pasang laut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Panjang periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit. Tabel pasang surut dapat digunakan untuk menemukan waktu yang diprediksi dan amplitudo (atau "rentang pasang surut") dari pasang surut di setiap lokasi tertentu. Prediksi dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk penyelarasan Matahari dan Bulan, fase dan amplitudo pasang (pola pasang di laut dalam), sistem amphidromic lautan,

dan bentuk garis pantai dan dekat pantai batimetri. Namun hal tersebut hanya prediksi, waktu aktual dan ketinggian pasang dipengaruhi oleh angin dan tekanan atmosfer. Beberapa garis pantai mengalami pasang surut semi diurnal (dua pasang tinggi dan rendah yang hampir sama setiap hari). Lokasi lain mengalami pasang surut diurnal (hanya satu pasang tinggi dan rendah setiap hari). Ada juga lokasi lain yang mengalami pasang surut campuran. Pasang surut bervariasi pada rentang waktu mulai dari jam ke tahun karena sejumlah faktor, yang menentukan interval lunitidal. Untuk membuat catatan yang akurat, pengukur pasang surut di stasiun tetap mengukur ketinggian air dari waktu ke waktu. Pengukur mengabaikan variasi yang disebabkan oleh gelombang dengan periode yang lebih pendek dari menit. Data ini dibandingkan dengan tingkat referensi (atau datum) biasanya disebut permukaan laut rata-rata. Rentang pasang surut adalah perbedaan vertikal antara pasang tertinggi dan surut terendah. Tidal range di setiap lokasi dapat berbeda karena:

- a) Secondary tidal waves
- b) Efek Shoaling (Kedalaman)
- c) Konfigurasi dari garis pantai
- d) Efek Meteorologi

Perubahan pasang berlangsung melalui tahapan berikut:

- a) Permukaan laut naik selama beberapa jam, meliputi zona intertidal; air pasang.
- b) Air naik ke tingkat tertinggi, mencapai air pasang.
- c) Permukaan laut jatuh selama beberapa jam, mengungkapkan zona intertidal air surut.
- d) Air berhenti jatuh, mencapai air surut.

1. Zona Intertidal

Zona intertidal, juga dikenal sebagai zona pasang surut dan kadang-kadang disebut sebagai zona litoral, adalah daerah yang berada di atas air pada saat pasang surut dan di bawah air pada saat pasang naik (dengan kata lain, daerah antara tanda air pasang). Daerah ini dapat mencakup berbagai jenis habitat, dengan berbagai jenis hewan, seperti bintang laut, landak laut, dan banyak spesies karang. Daerah yang terkenal juga termasuk tebing curam berbatu, pantai berpasir, atau lahan basah (misalnya lumpur yang luas). Daerah dapat menjadi sempit, seperti di pulau-pulau Pasifik yang hanya memiliki rentang pasang surut yang sempit, atau dapat mencakup banyak meter dari garis pantai di mana dangkal lereng pantai berinteraksi dengan kunjungan pasang surut yang tinggi. Arus berosilasi yang dihasilkan oleh gelombang dikenal sebagai arus pasang surut. Saat bahwa arus pasang surut berhenti disebut air pasang surut. Pasang kemudian membalik arah dan dikatakan berputar.

Air pasang surut biasanya terjadi di dekat air yang tinggi dan air yang rendah. Tapi ada lokasi di mana saat-saat pasang berbeda secara signifikan dari air tinggi dan rendah. Pasang surut umumnya semi diurnal (dua perairan tinggi dan dua air rendah setiap hari), atau diurnal (satu siklus pasang surut per hari). Dua air yang tinggi pada hari tertentu biasanya tidak sama tinggi (ketidaksetaraan harian); ini adalah air yang lebih tinggi dan air yang lebih rendah di permukaan air pasang. Demikian pula, dua air rendah setiap hari adalah air rendah yang lebih tinggi dan air rendah yang lebih rendah. Ketimpangan harian tidak konsisten dan umumnya kecil ketika Bulan berada di atas garis ekuator atau khatulistiwa.

Pasang surut yang terjadi di bumi ada tiga jenis yaitu:

- a) pasang surut atmosfer (atmospheric tide)
- b) pasang surut laut (oceanic tide)
- c) dan pasang surut bumi padat (tide of the solid earth)

Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gravitasi bulan merupakan pembangkit utama pasut. Walaupun massa matahari jauh lebih besar dibanding massa bulan, namun karena jarak bulan yang jauh lebih dekat ke bumi dibanding matahari, matahari hanya memberikan pengaruh yang lebih kecil terhadap pembangkit pasut di bumi. Rasio massa bulan:bumi adalah sekitar 1:85, sedangkan rasio massa bulan:matahari adalah sekitar $1:3,18 \times 10^5$. Jarak rata-rata pusat massa bumi dengan pusat massa matahari adalah sekitar 98.830.000 mil, sedangkan jarak rata-rata pusat massa bumi dengan pusat massa bulan adalah sekitar 238.862 mil. Akibatnya, perbandingan gravitasi bulan dan matahari (masing-masing terhadap bumi) adalah sekitar 1:0,46. Gaya sentrifugal bumi dan gravitasi bulan dan matahari pada bumi adalah gaya-gaya utama yang berpengaruh pada pasang surut air laut. Karena periode terjadinya yang begitu lama, pasang surut air laut adalah gelombang panjang yang merambat seperti gelombang air dangkal (Shallow Water Wave), meskipun pasang surut terjadi pada laut yang paling dalam. Dalam perambatannya, gelombang pasang surut dipengaruhi oleh hidrografi lepas pantai, gesekan, percepatan coriolis dan efek resonansi. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (bulge) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari.

2. Teori dan Faktor Penyebab Pasang Surut

Dalam menjelaskan faktor-faktor dan proses yang mempengaruhi pasang surut air laut, ada 2 teori yang biasanya dipakai, yaitu :

a. Teori Keseimbangan (Equilibrium Theory)

Teori keseimbangan diperkenalkan oleh Sir Isaac Newton. Teori ini menjelaskan sifat-sifat pasang surut air laut secara kualitatif. Teori ini terjadi pada bumi ketika seluruh permukaannya ditutupi oleh air dengan mengabaikan pengaruh kelembaban. Teori keseimbangan menyatakan bahwa naik turunnya permukaan air laut sebanding dengan gaya pembangkit pasang surut. Oleh karena itu untuk mempelajari tentang gaya pembangkit pasang surut, perlu dilakukan pemisahan sistem pergerakan antara bumi-bulan-matahari, menjadi dua sistem yaitu bumi-matahari dan bumi-bulan. Teori ini diasumsikan tertutup air dimana kedalaman dan juga densitas sama dan naik turun muka laut sebanding dengan gaya pembangkit pasang surut atau resultan gaya tarik bulan dan gaya sentrifugal. Teori ini menyatakan bahwa pasang surut air laut berhubungan dengan laut, massa air yang naik, bulan dan matahari dimana gaya pembangkit ini akan menimbulkan air tinggi pada dua lokasi, dan juga air rendah pada dua lokasi. Karenanya ada 3 faktor utama dalam teori keseimbangan ini, yaitu :

- 1) Rotasi Bumi pada Sumbunya Rotasi Bumi menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya pasang surut air laut menurut teori keseimbangan. Rotasi bumi merupakan peristiwa berputarnya bumi pada porosnya atau sumbunya. Ketika Bumi berputar, maka waktu dimana posisi suatu wilayah laut menghadap bulan, dan ada waktu dimana posisi menghadap matahari. Air laut akan bertemu dengan bulan pada waktu malam hari. oleh karena sebelumnya sudah dikatakan bahwasannya gaya tarik bulan lebih besar dua kali

lipat daripada gaya tarik matahari, maka tidak heran apabila banya air laut mengalami pasang ketika malam hari.

- 2) Revolusi Bulan Terhadap Matahari Menurut teori keseimbangan, faktor selanjutnya yang mempengaruhi terjadinya pasang surut air laut adalah adanya peristiwa revolusi bumi terhadap bulan. Revolusi merupakan peristiwa berputarnya benda langit mengelilingi benda langit lainnya yang menjadi pusatnya. Salah satu benda yang melakukan revolusi adalah planet, termasuk bumi. Planet- planet melakuka revolusi terhadap matahari yang merupakan pusat dari tata surya. Dengan adanya revolusi ini maka kita bisa mempunyai tahun. Revolusi bumi terhadap matahari menjadi salah satu faktor penyebab pasang surut air laut karena adamasanya bumi dekat dengan matahari dan adakalanya bumi jauh dari matahari. Hal ini salah satunya karena lintasan atau orbit bumi berbentuk oval.
- 3) Revolusi Bumi Terhadap Matahari Faktor penyebab pasang surut yang lainnya adalah revolusi bulan terhadap matahari. Bulan yang merupakan satelit alam dari bumi, ternyata mempunyai revolusi ganda, yakni dengan bumi dan juga dengan matahari. Ketika mengalami revolusi bersama- sama dengan Bumi, maka ada satu kemungkinan dimana matahari dan bulan berada dalam satu titik yang berdekatan. Dengan demikian kekuatan gaya tarik keduanya akan bergabung dan dapat menarik permukaan air laut daripada kondisi yang biasanya.

b. Teori Dinamis (Dynamical Theory)

Teori ini diperkenalkan oleh Laplace. Teori ini dapat dikatakan merupakan teori pelengkap dari teori kesetimbangan Newton. Teori ini lebih menilai pasang surut air laut secara kuantitatif. Teori dinamis menyatakan gaya pembangkit pasang surut menghasilkan gelombang pasang surut (tide wave) yang periode gelombangnya sebanding

dengan gaya pembangkit pasang surut. Karena terbentuknya gelombang, maka terdapat faktor lain yang perlu diperhitungkan, faktor-faktor tersebut adalah :

- 1) Kedalaman dan luas perairan Menurut teori dinamis yang merupakan lanjutan dari teori keseimbangan, pasang surut air laut terjadinya karena dipengaruhi oleh kedalaman dan juga luas perairan. Kedalaman satu wilayah laut dengan lainnya mempunyai kedalaman dan juga luas yang berbeda- beda. Tidak hanya itu saja, terkadang laut- laut tersebut mempunyai keadaan topografi dasar laut yang berbeda- beda. Kedalaman dan juga luas air laut ini ternyata cukup memberikan dampak yang mempengaruhi terjadinya pasang surut air laut, dimana laut yang kedalamannya lebih dalam akan berbeda dengan laut yang lebih dangkal. Juga laut yang ukurannya luas akan berbeda dengan laut yang lebih sempit.
- 2) Pengaruh rotasi Bumi (Gaya Coriolis) Sama dengan yang dikemukakan pada teori keseimbangan, bahwa terjadinya pasang surut dipengaruhi oleh rotasi Bumi. Rotasi bumi merupakan peristiwa berputarnya bumi pada porosnya atau sumbunya. Ketika Bumi berputar, maka waktu dimana posisi suatu wilayah laut menghadap bulan, dan ada waktu dimana posisi menghadap matahari. Air laut akan bertemu dengan bulan pada waktu malam hari. oleh karena sebelumnya sudah dikatakan bahwasannya gaya tarik bulan lebih besar dua kali lipat daripada gaya tarik matahari, maka tidak heran apabila banya air laut mengalami pasang ketika malam hari.
- 3) Gesekan dasar menurut teori dinamis, pasang surut air laut dipengaruhi oleh adanya gesekan yang ada di dasar laut. Gesekan ini tentu saja terjadi pada lempang-lempeng yang ada di samudera. Ketika lempeng-lempeng bumi bergesekan antara satu dengan lainnya terjadang lempeng tersebut menimbulkan semacam rongga

yang dapat menyerap air laut. Ketika air laut ini terserap atau tersedot, maka di permukaan akan tampak air tersebut surut. Sebaliknya apabila air tersebut keluar lagi maka akan seperti disetakan dan air tersebut akan meninggi jika dilihat dari permukaan.

c. Topografi Dasar Laut

Faktor lainnya diluar kedua teori tentang pasang surut (yakni teori keseimbangan dan teori dinamis) adalah topografi dasar laut. Topografi dasar laut merupakan keadaan bentang alam yang ada di dasar suatu samudera atau lautan. Keadaan bentang alam ini ternyata sangat mempengaruhi terjadinya pasang surut air laut. Topografi yang rata, intensitas dan juga besarnya pasang surut tentu tidak akan sama dengan laut yang topografinya beraneka ragam, seperti ada tonjolan maupun ada cekungan. Bukit dan palung di laut menghalangi berkembangnya pasut.

d. Lebar Selat

Faktor selanjutnya yang mempengaruhi terjadinya pasang surut air laut adalah lebar selat. Selat merupakan perairan yang memisahkan dua pulau. Selat biasanya berukuran lebih sempit daripada lautan karena diapit oleh dua pulau. Dan lebar dari selat ini dipercaya memberikan pengaruh terhadap suatu laut dalam mengalami peristiwa pasang surut.

e. Kedalaman Laut

Agar tonjolan air laut dapat mengikuti gerakan bulan, haruslah dapat bergerak mengelilingi bumi dalam 25 jam, namun kecepatan maksimum gelombang untuk bergerak dibatasi oleh kedalaman laut. Dibutuhkan kedalaman samudera rata-rata 22 km agar ketinggian pasut dapat orbit 25 jam, nyatanya kedalaman laut rata-rata hanya 4 km.

f. Pengaruh Gaya Coriolis

Gaya Coriolis memengaruhi aliran massa air, di mana gaya ini akan membelokkan arah mereka dari arah yang lurus. Gaya Coriolis juga yang menyebabkan timbulnya perubahan-perubahan arah arus yang kompleks susunannya yang terjadi sesuai dengan semakin dalamnya kedalaman suatu perairan. Akibat putaran bumi pada porosnya, membelokkan gaya yang bekerja.

g. Resonansi

Tiap bagian air mempunyai periode osilasi alami tergantung ukuran dan kedalaman. Jika gelombang terjadi dalam bagian air yang mempunyai frekuensi sama, maka gelombang tersebut cenderung diperbesar. Untuk meramalkan pasang surut, diperlukan data amplitudo dan beda fasa dari masing-masing komponen pembangkit pasang surut. Komponen-komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian. Namun demikian, karena interaksinya dengan bentuk (morfologi) pantai dan superposisi antar gelombang pasang surut komponen utama, akan terbentuklah komponen-komponen pasang surut yang baru.