BAB 2
DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Stasiun cuaca adalah tempat untuk mengukur unsur-unsur cuaca seperti angin, curah hujan, kelembapan, cahaya matahari, dll Metode untuk mengetahui cuaca di suatu tempat maka dapat diukur langsung keadaan cuaca di tempat tersebut. Namun, untuk mengetahui iklimnya kita memerlukan rekaman data keadaan atmosfer di tempat tersebut puluhan tahun yang lalu. Alat-alat mi harus tahan setiap waktu terhadap pengaruh-pengaruh buruk cuaca, sehingga ketelitiannya tidak berubah. Pemeliharaan alat akan membuat ketelitian yang baik pula sehmngga pengukuran dapat dipercaya. Data yang terkumpul untuk iklm diperlukan waktu yang lama, tak cukup satu tahun bahkan 10-30 tahun. Alat-alat yang umum digunakan di stasmn klimatologi data cuaca menghasikkan data yang makro. Alat-alat terbagi dua golongan, manual dan otomatis (mempunyai perckam). Alat yang digunakan harus memiliki ketepatan, ketelitian, tidak rumit, dan tahan lama. Unsur - unsur iklm yang diukur adalah: radiasi surva. suhu udara dan suhu tanah kelembaan udara, curah hujan, evaporasi dan angin. [8].

Pengamat merupakan faktor yang sangat pentmg dalam proses pengambilan data dan pengolahan data tersebut hingga akhimnya menjadi berupa mformasi. Pengetahuan tentang cara dan waktu pengambilan data harus dikuasai oleh pengamat agar kualitas data yang diperoleh benar sesuai dengan keadaan yang memang terjadi. Prmsip kerja masing-masing alat harus dikuasai dengan baik begitu pula waktu pengambilan data harus tepat agar menghasilkan data yang baik. [9].

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 HUJAN

Hujan adalah Air yang mengembun dari uap air di atmosfer dan jatuh ke bumi sebagai tetes air dari awan hujan disebut juga butiran air cair dengan diameter lebih besar dari 0,5 mm (0,02 inci), Ketika diameter lebih kecil, hujan biasanya disebut dengan gerimis.

Curah hujan diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam penakar hujan pada tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Unsur hujan 1 (satu) millimeter mempunyai arti bahwa dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air hujan setinggi satu millimeter atau tertampung air hujan sebanyak satu liter dengan catatan tidak ada yang mengalir, meresap, ataupun menguap.

Jumlah uap air di awan, zat yang mempercepat kondensasi, dan fitur topografi semuanya memengaruhi jumlah hujan yang turun; Jumlah uap air sendiri menentukan seberapa banyak hujan yang turun ringan, sedang, atau deras.

Indonesia secara geografis terletak di antara dua samudera dan dua benua. Samudera Hindia dan Samudera Pasifik mengelilingi Indonesia yang terletak di wilayah antara Asia dan Australia. Indonesia mempunyai wilayah yang sebagian besar berupa lautan, sedangkan daratan terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil dengan permukaan sebagian besar berbukit-bukit. Kondisi ini menjadikan Indonesia mempunyai lingkungan yang beragam karena kompleksnya topografi dan geografi Indonesia. Akibatnya, Indonesia terletak di wilayah dengan curah hujan berkepanjangan di garis khatulistiwa. Salah satu wilayah Indonesia yang mempunyai curah hujan tinggi adalah Pulau Sumatera.

Hal ini karena Pulau Sumatera mempunyai kualitas lingkungan hidup yang unik baik secara lokal maupun provinsi. Wilayah ini mempunyai pegunungan yang memanjang dari utara ke selatan, dan dikelilingi oleh Laut Hindia, Perairan Malaka, Samudera Jawa, Perairan Karimata dan dekat Samudera Cina Selatan. Hal ini menjadikan susunan kabut dan hujan dipengaruhi oleh keadaan biasa dan dampak dari perkembangan keadaan nyata matahari di bumi. [10].

Wilayah Sumatera terbagi menjadi 3 bagian yaitu bagian utara, tengah dan selatan. Setiap wilayah di Pulau Sumatera mempunyai atribut curah hujan yang berbeda-beda. Jambi terletak di pusat Pulau Sumatera. Curah hujan dipengaruhi oleh Laut Hindia bagian barat. Selain itu, Sumatera Barat mempunyai wilayah yang sangat penting karena terletak di sekitar garis tengah. Selain itu, Selat Malaka dan pegunungan Bukit Barisan melintasi Sumatera Barat. Hal ini mengakibatkan kondisi iklim yang memiliki kualitas iklim yang dipengaruhi oleh lingkungan

global seperti Indian Sea Dipole (IOD), Bury Tropical Convergenze Zone (ICTZ), dan Enrage Julian Oscilation (MJO).

Selain pengaruh kekhasan global, curah hujan di Jambi juga dipengaruhi oleh kondisi geologi wilayah Jambi. Besarnya dan pola spasial curah hujan suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh faktor topografi dari sistem cuaca regional. Sistem yang mendasari untuk memahami dampak desain iklim dan lingkungan secara subjektif dan kuantitatif dilakukan dengan memusatkan perhatian pada kolaborasi geografi darat, laut, dan teritorial dalam skala lingkungan. Contoh spasial curah hujan memiliki kekuatan wilayah yang serius dibandingkan dengan geografi suatu lokasi.

Karena meliputi dataran rendah, laut, serta pegunungan dan perbukitan dari kawasan Bukit Barisan yang membentang di Sumatera Barat, topografi Sumatera Barat cukup kompleks. Oleh karena itu, topik mengenai curah hujan di Sumatera Barat menjadi salah satu topik yang perlu didiskusikan lebih lanjut. Curah hujan di Sumatera Barat berfluktuasi dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Hal ini karena letak geografis wilayah Sumatera Barat. [11].

Curah hujan di Pulau Sumatera mempunyai dua jenis curah hujan yaitu jenis hujan tengah dan jenis hujan badai. Jenis curah hujan tropis memiliki penyebaran curah hujan bimodial dari bulan ke bulan dengan dua puncak musim badai terbesar yang terjadi sepanjang sebagian besar tahun yang sebagian besar terjadi pada musim semi dan Oktober. Di Pulau Sumatera terjadi di bagian tengah dan utara Pulau Sumatera. Tipe hujan monsun mempunyai karakteristik unimodal (satu puncak musim hujan) dimana bulan Juni, Juli, dan Agustus merupakan bulan kering. Bulan basah terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari. Sementara itu, sisa waktu setengah tahun adalah masa kemajuan.

Wilayah yang mempunyai tipe hujan badai untuk Pulau Sumatera berada di bagian selatan Pulau Sumatera. Seperti daerah Jambi. Banyaknya air yang jatuh ke bumi pada waktu tertentu disebut curah hujan. Curah hujan yang umumnya terjadi di daerah tropis adalah hujan biasa, hujan hadap depan dan hujan orografis sedangkan untuk wilayah Indonesia terdapat tiga jenis hujan, yaitu hujan tengah, hujan badai dan hujan dekat.

Uap air yang terdapat di atmosfer bumi dan lautan, yang prosesnya terbagi dalam beberapa tahap yang diawali dengan proses penguapan air laut ke atmosfer akibat panas matahari, akan mengembun pada suhu tertentu. Proses penguapan air laut ke atmosfer akibat panas matahari mempengaruhi proses turunnya hujan di bumi dan lautan. Suhu udara yang mampu menampung air disebut titik embun, yang terjadi ketika udara di dekat permukaan mendingin hingga tidak mampu menampung seluruh uap air.

Asap air yang berlimpah ini kemudian berubah menjadi embun. Beberapa uap air mengembun menjadi partikel air yang sangat halus dan membentuk awan ketika suhu turun di bawah titik embun. Pada saat udara menjadi lebih dingin. Pada waktu-waktu tertentu, awan akan membesar dan turun menjadi hujan.

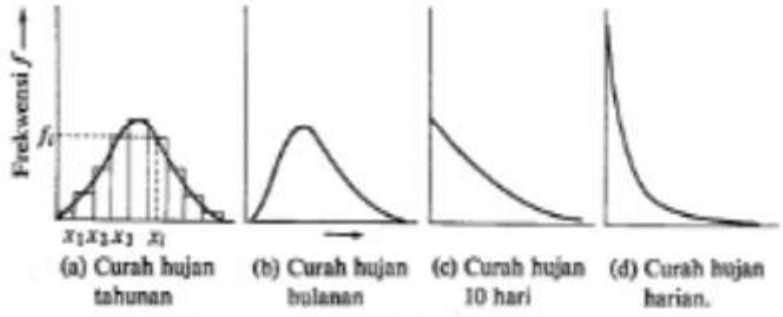
Curah hujan tinggi yang terjadi pada waktu tertentu disebut curah hujan paling ekstrim. Jangka waktu curah hujan terbesar dapat terjadi setiap jam, hari demi hari, bulan ke bulan, dan tahunan. Nilai curah hujan harian maksimum suatu daerah aliran sungai diperlukan untuk analisis debit banjir. Nilai curah hujan bulanan tertinggi diharapkan menghasilkan pelepasan yang dapat diandalkan. [13].

Proses terjadinya curah hujan dipengaruhi oleh konveksi atmosfer di bumi dan lautan, prosesnya terbagi dalam beberapa tahap di mulai dengan proses penguapan air laut ke atmosfer yang diakibatkan oleh panas matahari, uap air yang berada di atmosfer di bumi dan lautan, proses nya terbagi dalam beberapa tahap dimulai dengan proses penguapan air laut ke atmosfer yang diakibatkan oleh panas matahari, uap air yang berada di atmosfer akan mengembun pada temperatur tertentu. Temperatur udara yang mampu menampung air disebut titik embun, yang terjadi ketika udara yang berada di dekat permukaan menjadi dingin mendekati titik dimana udara tidak dapat menahan semua uap air. [14].

Kelebihan uap air ini kemudian berubah menjadi embun. Ketika suhu turun dibawah titik embun beberapa bagian uap air mengembun menjadi partikel air berukuran sangat halus dan membentuk awan. Ketika udara bertambah dingin. Awan akan membesar pada waktu tertentu akan turun sebagai curah hujan.

Curah hujan tinggi yang terjadi pada waktu tertetun disebut curah hujan maksimum. Periode curah hujan maksimum bisa dari periode jam, harian, bulanan, dan tahunan. Nilai curah hujan maksimum harian diperlukan untuk menganalisis

debit banjir suatu DAS. Nilai curah hujan maksimum bulanan diperlukan untuk merencanakan debit andalan. Curah hujan rata-rata dapat dihitung dengan persmaan berikut: Ri = 1 n ($R1 + R2 + R3 + \cdots + Rn$), data curah hujan di hitung dan dibagi dalam selang 10 mm. frekwensi tiap bagian dapat diperoleh dan dinyatakan dalam histogram. Jika frekwensi dinyatakan dengan garis lengkung yang baik, maka didapatkan kurva frekwensi, seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 2.1 Distribusi frekuensi curah hujan [15]

Curah hujan yang normal dapat ditentukan dengan keadaan mengikuti:

Ri =1n

($R1 + R2 + R3 + \cdots + Rn$) (1)

Keterangan:

Ri = Curah hujan maksimum rata – rata

$R1 + R2 + R3 + Rn$= Curah hujan maksimum

n = Banyak data.

Curah hujan yang tinggi berpotensi menimbulkan kerugian yang parah baik bagi manusia maupun lingkungan, bahkan menyebabkan banjir. Bencana banjir dapat dikurangi dampaknya meskipun tidak dapat dihindari. Menghitung durasi kembali hujan merupakan salah satu cara untuk mengatasi amak secara cepat dan tepat guna mencegah terjadinya bencana alam.

Data periode ulang curah hujan, yang dapat diperoleh dengan menggunakan berbagai teknik mitigasi banjir, sangat penting untuk memperkirakan jumlah waktu yang diperlukan setiap lokasi untuk mengulang curah hujan maksimum. Metode Iwai Kadoya yang didasarkan pada statistik dan distribusi normal adalah salah satunya. Berdasarkan informasi sebelumnya, peneliti tertarik

untuk mengetahui karakteristik dan periode kembali curah hujan maksimum di wilayah Jambi. [16].

2.2.2 PROSES TERJADINYA HUJAN

Hujan, fenomena alam yang tampak sederhana, sebenarnya memainkan peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem Bumi. Siklus hidrologi yang melibatkan laut, udara, dan daratan merupakan proses yang rumit dan terus-menerus, di mana hujan menjadi elemen utama dalam menjalankan tugasnya.

Siklus dimulai dengan lembaban laut yang menguap akibat panas matahari. Proses penguapan ini adalah kunci awal dari perjalanan air di atmosfer. Uap air yang terbentuk di permukaan laut naik ke atmosfer membawa bersama energi yang dihasilkan dari panas matahari. Semakin tinggi mereka naik, semakin dingin atmosfer, dan pada suatu titik tertentu, uap air ini akan mengalami kondensasi membentuk awan.

Awan-awan yang terbentuk menjadi pembawa potensi hujan. Mereka dapat berkumpul membentuk awan mendung, menandakan bahwa kondisi cuaca mendukung terjadinya presipitasi. Proses pemadatan ini terjadi karena uap air yang bertemu dengan suhu yang lebih rendah di atmosfer dan berubah menjadi tetes-tetes air yang lebih berat. Tetes-tetes air ini bergabung dan membentuk butiran air yang cukup besar untuk jatuh ke permukaan bumi. Jatuhnya air dari awan ke bumi merupakan fase selanjutnya dari siklus hidrologi. [17].

Hujan memiliki peran vital dalam memberikan air kepada tanah, sungai, dan danau. Tetesan-tetesan air ini dapat meresap ke dalam tanah, menjadi sumber air tanah, atau membentuk aliran permukaan yang mengarah ke sungai dan sungai anak. Perjalanan air melalui daratan membawa kembali air ke laut, melengkapi siklus hidrologi yang tak pernah berhenti.

Namun, hujan tidak hanya sekadar peristiwa turunnya air dari langit. Proses ini juga memainkan peran krusial dalam mengatur suhu di permukaan Bumi. Saat hujan jatuh, sejumlah panas di atmosfer diserap oleh air hujan. Setelah itu, air yang turun menguap kembali ke atmosfer, membawa serta panas yang telah diserap. Ini membantu menjaga suhu di Bumi agar tetap dalam batas yang mendukung

kehidupan. Hujan juga menjadi pembersih alami bagi atmosfer dan permukaan bumi. Saat hujan jatuh, ia membawa bersama partikel-partikel dan zat-zat yang terdapat di udara, membersihkan atmosfer dari debu dan polusi. Di permukaan bumi, hujan dapat membersihkan tanaman, bangunan, dan jalan, membantu menjaga kebersihan lingkungan.

Dalam konteks ekosistem, hujan menjadi aspek kunci dalam menyediakan air bagi kehidupan tumbuhan dan hewan. Tanaman membutuhkan air untuk fotosintesis, sedangkan hewan membutuhkannya sebagai sumber hidrasi dan untuk memenuhi kebutuhan metabolisme mereka. Oleh karena itu, hujan menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan kehidupan di Bumi. [18].

Ketika kita membahas hujan, penting untuk memahami bahwa pola hujan dapat bervariasi di berbagai wilayah. Beberapa tempat mungkin mengalami hujan deras dan sering, sementara tempat lain mungkin mengalami musim kemarau yang panjang. Variabilitas ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk letak geografis, topografi, dan pola angin. Selain hujan, terdapat juga fenomena hujan es, salju, dan hujan asam yang semuanya merupakan variasi dari peristiwa turunnya air dari atmosfer. Hujan es terjadi saat tetesan air beku jatuh ke permukaan bumi. Salju, di sisi lain, adalah kristal es yang membentuk lapisan tipis bila suhu cukup dingin. Hujan asam, sebagai akibat dari pencemaran udara, dapat merusak lingkungan dan mempengaruhi kesehatan manusia.

Gambar 2.2 siklus hidrologi [19]

Evaporasi adalah fenomena penting dalam siklus hidrologi yang melibatkan banyaknya air yang menguap dari permukaan tanah. Proses ini terjadi karena bantuan panas matahari yang menyebabkan air menguap dan berubah menjadi uap

air di atmosfer. Sejalan dengan itu, transpirasi adalah proses lain di mana banyaknya air menguap dari stomata tanaman sebagai respons terhadap pertumbuhan tanaman. Evapotranspirasi, sebagai gabungan dari evaporasi dan transpirasi, mencakup sejumlah besar air yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman dan menguap dari tanah tempat tanaman tersebut tumbuh.

Peristiwa kabut yang dihasilkan oleh pergerakan udara atau hembusan angin membawa keberlanjutan dari proses ini. Kabut ini kemudian dapat mengembun menjadi es dan tetesan air. Dengan angin tidak mampu menahan tetesan-tetesan berat tersebut, curah hujan menyebabkan tetesan-tetesan tersebut turun ke lapisan terluar bumi. Proses ini memperlihatkan hubungan yang kompleks antara fenomena cuaca dan siklus hidrologi.

Hujan, sebagai bentuk utama curah air dari atmosfer, memiliki berbagai manifestasi. Hujan tidak hanya jatuh dalam bentuk air dan es, tetapi juga dapat muncul dalam bentuk embun dan kabut. Saat hujan turun ke permukaan bumi, khususnya jika mengalami udara kering, sebagian hujan dapat hilang ketika mencapai tempat yang lebih tinggi. Inilah awal dari perjalanan hujan.

Perjalanan hujan dimulai dengan pembentukan kabut. Kumpulan uap air naik ke angkasa dan menyatu membentuk awan, yang kemudian terurai menjadi uap air. Selanjutnya, uap air ini turun ke permukaan bumi sebagai air hujan. Proses ini menunjukkan bagaimana langkah-langkah dalam siklus hidrologi saling terkait dan saling memengaruhi. [20].

Faktor topografi memiliki peran signifikan dalam menentukan keragaman spasial dalam curah hujan. Pegunungan yang berhadapan dengan sumber asap air, seperti laut, dapat meningkatkan curah hujan di wilayah yang tidak merata. Hal ini terutama berlaku pada arah angin yang menghadap ke depan, di mana asap air terangkat ke atas akibat kabut gunung dan bangunan.

Angin laut dan angin darat juga memiliki dampak besar terhadap variasi spasial curah hujan, terutama di wilayah pulau dan semenanjung. Angin laut yang terkonsentrasi dapat meningkatkan kecenderungan perubahan kumulus dan hujan lebat pada siang hari di wilayah daratan. Variabilitas ini menunjukkan kompleksitas dalam dinamika cuaca dan bagaimana elemen-elemen atmosfer saling mempengaruhi.

Upaya penanggulangan permasalahan banjir melibatkan sarana pengendalian banjir seperti bendungan, bendungan, sistem tata air, dan saluran rembesan. Dalam perencanaan bangunan air pengendali banjir, data curah hujan terbesar dengan periode ulang tertentu diperlukan. Penentuan curah hujan tertinggi untuk setiap konfigurasi bangunan air bergantung pada umur dan kapasitasnya. Misalnya, bangunan pasokan besar membutuhkan data curah hujan ekstrem dengan periode ulang yang sangat besar, sementara sistem air parit memerlukan data curah hujan terbesar dengan periode pengembalian pendek.

Pemahaman mendalam tentang hubungan antara cuaca, siklus hidrologi, dan geografi menjadi kunci dalam mengatasi tantangan lingkungan, seperti perubahan iklim dan masalah air. Kolaborasi antara ilmu pengetahuan alam, teknologi, dan kebijakan akan membantu mencapai solusi yang berkelanjutan untuk perlindungan sumber daya air dan pengelolaan lingkungan secara lebih efektif. [21].

2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Curah Hujan di Suatu Daerah

1) Faktor Garis Lintang menyebabkan perbedaan kuantitas curah hujan, semakin rendah garis lintang semakin tinggi potensi curah hujan yang diterima, karena di daerah lintang rendah suhunya lebih besar daripada suhu di daerah lintang tinggi, suhu yang tinggi inilah yang akan menyebabkan penguapan juga tinggi, penguapan inilah yang kemudian akan menjadi hujan dengan melalui kondensasi terlebih dahulu.
2) Faktor Ketinggian Tempat, Semakin rendah ketinggian tempat potensi curah hujan yang diterima akan lebih banyak, karena pada umumnya semakin rendah suatu daerah suhunya akan semakin tinggi.
3) Jarak dari sumber air (penguapan), semakin dekat potensi hujanya semakin tinggi.
4) Arah angin, angin yang melewati sumber penguapan akan membawa uap air, semakin jauh daerah dari sumber air potensi terjadinya hujan semakin sedikit.

5) Hubungan dengan deretan pegunungan, hal itu disebabkan uap air yang dibawa angin menabrak deretan pegunungan, sehingga uap tersebut dibawa keatas sampai ketinggian tertentu akan mengalami kondensasi, ketika uap ini jenuh dia akan jatuh diatas pegunungan sedangkan dibalik pegunungan yang menjadi arah dari angin tadi tidak hujan (daerah bayangan hujan), hujan ini disebut hujan orografik.

6) Faktor perbedaan suhu tanah (daratan) dan lautan, semakin tinggi perbedaan suhu antara keduanya potensi penguapanya juga akan semakin tinggi.

7) Faktor luas daratan, semakin luas daratan potensi terjadinya hujan akan semakin kecil, karena perjalanan uap air juga akan panjang. [22].

2.3 POLA CURAH HUJAN

Pembagian desain lingkungan di Indonesia dengan mempertimbangkan berbagai strategi hubungan. salah satu kewajiban dan keahlian Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) adalah menyediakan data iklim dan lingkungan hidup. Kondisi cuaca dan iklim mempunyai dampak yang signifikan terhadap berbagai aktivitas di berbagai industri.

Selain itu, akhir-akhir ini Indonesia sering mengalami kejadian bencana yang berkaitan dengan kelainan iklim dan lingkungan. Di bidang hidrologi misalnya, pada musim kemarau cenderung terjadi karena kekurangan air mentah terhadap pelepasan air sistem pengairan, begitu pula sebaliknya, khususnya meluapnya pelepasan air pada musim berangin kencang sehingga menimbulkan bencana banjir.

Mengkoordinasikan data iklim dan lingkungan dengan wilayah pendudukan sangat penting sebagai upaya untuk mengurangi jumlah korban jiwa dan material. Belum sepenuhnya ditetapkan untuk menjamin bahwa alat pengukur musim yang disampaikan kepada masyarakat akan lebih tepat dan tepat. Hal ini penting mengingat data iklim dan lingkungan hidup BMKG menjadi acuan dan alasan bagi beberapa daerah.

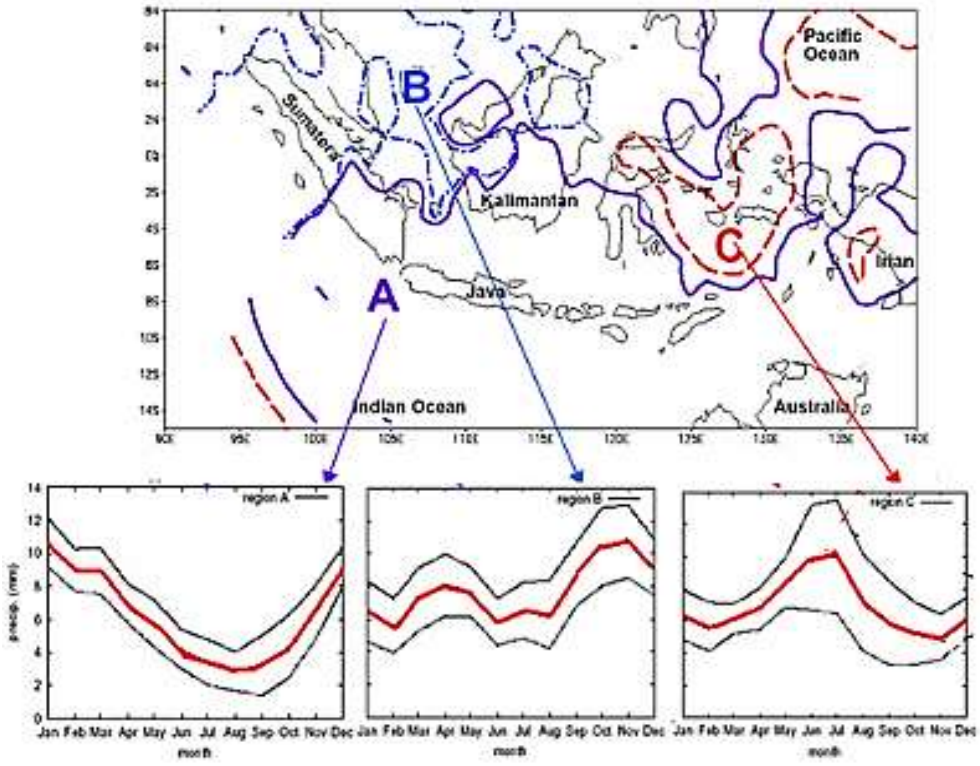
Ada sekitar 12 bidang yang memerlukan informasi dan data iklim dan lingkungan BMKG, antara lain bidang transportasi, pengembangan sistem, agrobisnis, jasa ranger, usaha kelautan, perikanan, penataan ruang, kesejahteraan, industri perjalanan, penjagaan dan keamanan, aset perairan, aset energi dan pertambangan, industri, serta bencana alam. Manfaat yang tepat dan dapat diperoleh secara cepat dan efektif diyakini juga dapat menjadi acuan bagi otoritas publik dalam menyusun strategi dan perbaikan. [23].

Kajian ragam terhadap berbagai tipe hujan di Indonesia telah dilakukan sebelumnya oleh para pakar lingkungan hidup Indonesia, serta pakar lingkungan hidup BMKG. menggolongkan curah hujan di Indonesia menjadi tiga jenis curah hujan; khususnya tipe hujan badai, tipe tropis dan tipe terdekat. Jenis badai ini memiliki satu puncak curah hujan yang biasanya terjadi menjelang akhir atau awal tahun dan biasanya sama dengan hujan badai Asia.

Tipe tropis mempunyai dua puncak curah hujan yang umumnya terjadi pada musim semi dan Oktober, sedangkan Tipe Lingkungan merupakan tipe yang bertolak belakang dengan Tipe Hujan Badai. Sumatera Utara, Kalimantan Barat, dan Sulawesi Tengah merupakan lokasi tipikal di wilayah Indonesia bagian utara yang banyak mengalami hujan khatulistiwa. Fokus penelitian terhadap pola curah hujan Indonesia cukup menonjol untuk diperhatikan oleh pakar lingkungan hidup lainnya.

Gambaran umum tipe hujan di Indonesia Berdasarkan Pemeriksaan Buku Prakiraan Musim Hujan (PMH) 2011/2012 yang berdasarkan informasi curah hujan tahun 19810-2010, tipe hujan di Indonesia dibedakan menjadi empat kelas yaitu hujan lebat, tengah, tengah dan tengah. berlawanan dengan hujan badai. Hujan badai ini sebagian besar terjadi di Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, sebagian besar Kalimantan, sebagian Sulawesi, Maluku, dan Papua. [24].

Jenis hujan terdekat terdapat di wilayah Focal Sulawesi. Sementara itu, hujan sebaliknya terjadi di sebagian kecil wilayah Sulawesi Selatan, Maluku, dan sebagian kecil Papua.

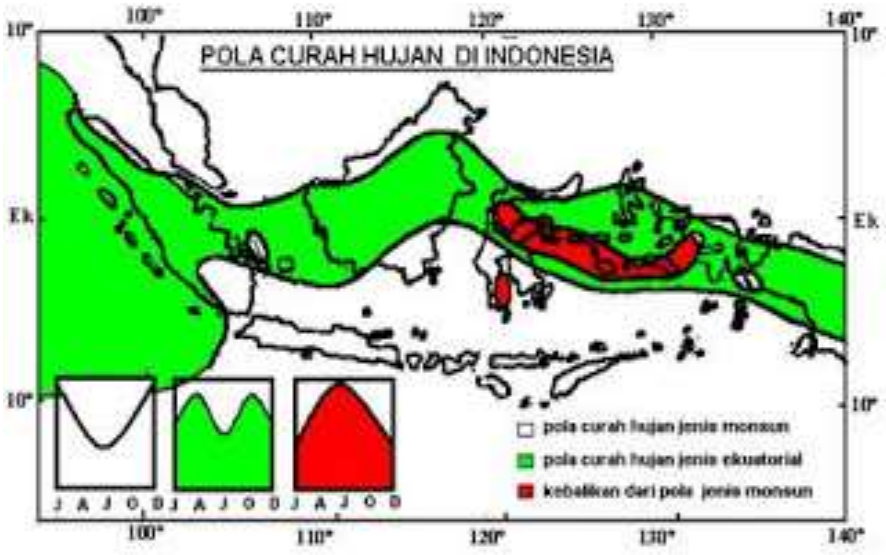


Gambar 2.3 Pola curah hujan [25]

(Sumber jurnal kadrasah meteorologi dan sains atmostfer pada juni 29, 2007)

Region atau daerah A, pola curah hujannya berbentuk huruf U (paling kiri), sedang pola Region B, pola curah hujannya berbentuk huruf M (tengah) dengan dua puncak curah hujan, sedangkan pola Region C berbentuk huruf U terbalik (kanan) atau berkebalikan dengan Region A. Garis merah merupakan curah hujan dalam milimeter sedangkan garis hitam merupakan deviasinya.

Region A: region monsoon tengara/Australian monsoon
Region B: region semi-monsoon/NE Passat monsoon
Region C: region anti-monsoon/Indonesian throughflow
Dalam literatur lain:
Region A: Type monsoon
Region B: Type ekuatorial
Region C: Type lokal.

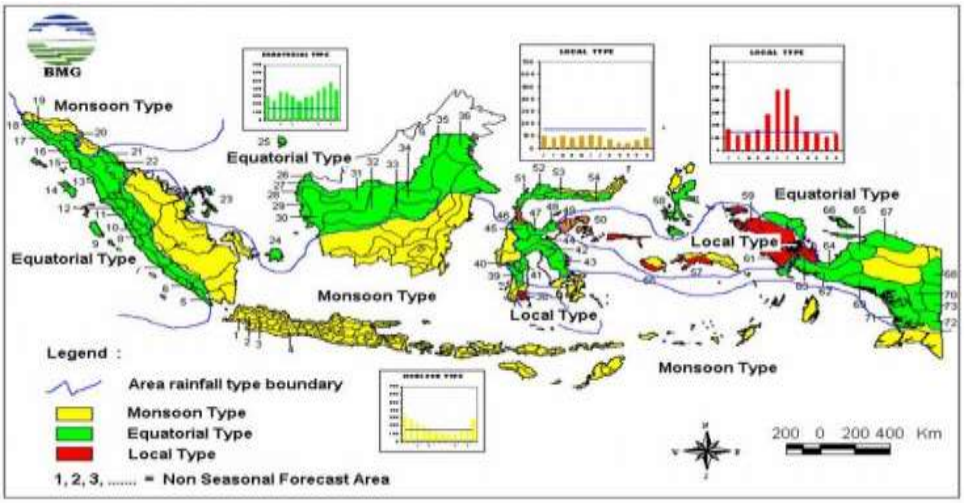


Gambar 2.4 Pola Curah Hujan [26]

Berdasarkan distribusi data rata-rata curah hujan bulanan, umumnya wilayah Indonesia dibagi menjadi 3 (tiga) pola hujan, yaitu :

1. Pola hujan monsun, yang wilayahnya memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan periode musim kemarau kemudian dikelompokan dalam Zona Musim (ZOM), tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak musim hujan Desember Januari Februari /DJF musim hujan, JJA musim kemarau).
2. Pola hujan equatorial, yang wilayahnya memiliki distribusi hujan bulanan bimodial dengan dua puncak musim hujan maksimum dan hampir sepanjang tahun masuk dalam kreteria musim hujan. Pola ekuatorial dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk bimodial (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekinoks.
3. Pola hujan lokal, yang wilayahnya memiliki distribusi hujan bulanan kebalikan dengan pola monsun. Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodial (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan monsun. Pada kondisi normal, daerah yang bertipe hujan monsun akan mendapatkan jumlah curah hujan yang berlebih pada saat monsun barat peridoe Desember, January, February (DJF) dibanding saat monsun timur Juni, Juli, Agustus (JJA). Pengaruh monsun di daerah yang memiliki pola curah hujan ekuator kurang tegas akibat pengaruh insolasi pada saat terjadi ekinoks, demikian juga.

pada daerah yang memiliki pola curah hujan lokal yang lebih dipengaruhi oleh efek orografi.



Gambar 2.5 Pola Curah Hujan dari BMKG [27]

2.4 KRITERIA CURAH HUJAN

Satuan ukuran curah hujan adalah milimeter (mm), yang ditentukan oleh ketebalan curah hujan yang terkumpul pada suatu permukaan datar yang tidak menguap atau mengalir. lebat hujan di Indonesia ditentukan berdasarkan kriteria curah hujan harian berdasarkan BMKG.

Tabel 2.1 : BMKG

KATEGORI	KETERANGAN
RENDAH	0 – 100 mm/bulan
MENENGAH	100 – 300 mm/bulan
TINGGI	300 – 400 mm/bulan
SANGAT TINGGI	lebih dari 500 mm/bulan

Untuk curah hujan bulanan memiliki empat kriteria yaitu Rendah, Menengah, Tinggi, dan Sangat Tinggi. Curah hujan bulanan dengan kategori Rendah berada dalam kisaran 0 – 100 mm/bulan, Menengah 100 – 300 mm/bulan, Tinggi 300 – 400 mm/bulan dan sangat tinggi lebih dari 500 mm/bulan. Pada penelitian ini penulis mencoba meneliti periode ulang terhadap curah hujan Tinggi di Kota Jambi.

2.5 ALAT PENGUKUR CURAH HUJAN

BMKG memiliki beberapa alat pengukur curah hujan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penakar Hujan Type Hellman

   Alat Ukur Curah Hujan Otomatis Hellman adalah peralatan meteorologi yang dipergunakan untuk mengukur curah hujan. Setiap terjadi hujan air akan masuk corong kemudian disalurkan ke pelampung sehingga membuat pena naik dan membuat grafik pada pias. Ketinggian grafik menunjukkan jumlah curah hujan yang turun . Jika curah hujan mencapai 10 mm/ lebih maka pena menunjukkan angka 10 mm sebagai angka maksimal, kemudian air akan tumpah dari pelampung melalui pipa hevel dan pena akan turun lagi ke angka 0 (nol).

   Jika masih ada hujan lagi maka pena akan akan mencatat lagi, demikian berlangsung terus menerus. Dari alat ini dapat diketahui durasi hujan, intensitas hujan dalam jangka waktu tertentu dan kapan terjadinya hujan. Kapasitas pengukurannya tidak terbatas. Jam Hillman menggunakan pegas sehingga harus diputar setiap jangka waktu tertentu Pena digunakan jenis pena cartridge.

   Bagian-bagian dari alat penakar hujan otomatis tipe *Hellman* antara lain mulut corong, pintu, Bak atau ember penadah, silinder jam tempat meletakkan kertas pias, tangkai pena, alat penyimpanan data, tabung berisi pelampung.

Gambar 2.6 Penakar Hujan Type Hellman

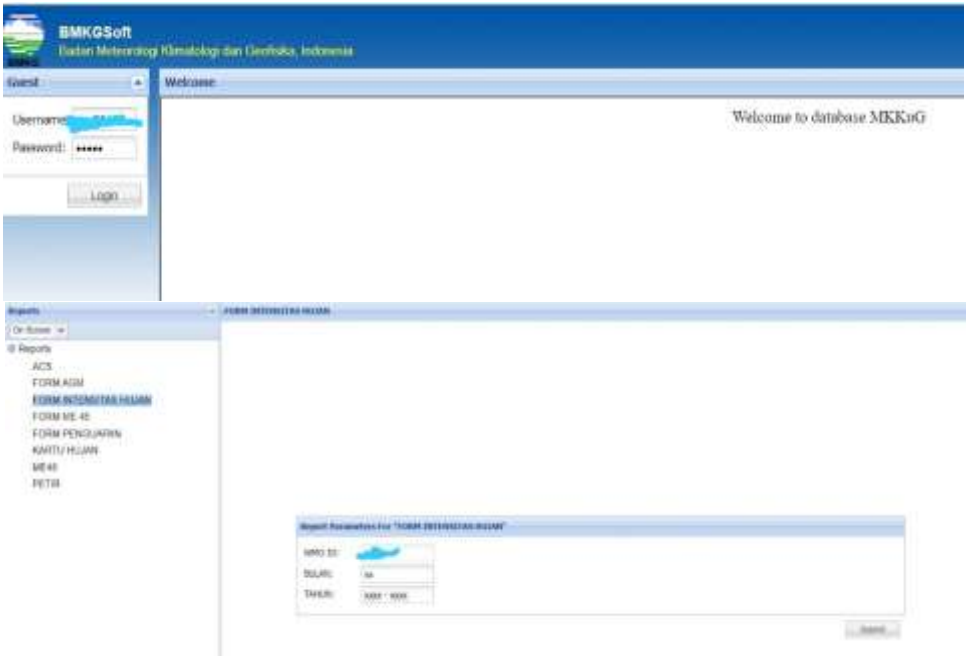
sebuah corong mulut pintu alat penakar hujan dapat dilepas dari bagian badan alat, mukit corong (bagian atasnya) terbuat dari kuningan yang berbentuk cincin (lingkaran) dengan kas 100 Cm^2, Bak atau tempat menampung air hujan, kran untuk mengeluarkan air dari dalam penadah hujan ke gelas ukur, kaki yang berbentuk silinder, tempat memasang penakar hujan dengan cara disekrup, tabung berisi pelampung dan kertas pias atau kertas pengukuran curah hujan dengan skala ukur mm, kertas pias diganti setiap jam 00.00 UTC (07.00 WIB), alat penyimpanan data. Ketelitian pemasangan alat, cara pengamatan, dan waktu observasi sangat dipertukan untuk memperoleh hasil pengamatan yang teliti, dengan maksud data yang dihasikan dapat dibandingkan satu sama lain.

Gambar 2.7 Bagian Dalam Dari Alat Penakar Hujan Otomatis Tipe Hellman

Gambar 2.8 Kertas Pias Atau Kertas Pengukuran Curah Hujan

2. BMKG Soft

BMKG Soft merupakan software untuk menampilkan data curah hujan dari alat penakar hujan, perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan untuk mengolah data meteorologi, klimatologi, dan geofisika secara online dan terpusat.



Gambar 2.9 Software BMKGSoft

2.6 FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INTENSITAS CURAH HUJAN DI INDONESIA

Banyak faktor yang memengaruhi intensitas curah hujan di Indonesia, dan pemahaman mendalam terhadap faktor-faktor ini sangat penting dalam mengelola dan merencanakan kebijakan lingkungan serta mitigasi risiko bencana di berbagai wilayah. Proses konveksi, letak geografis, lokasi konvergensi, angin muson barat dan timur, serta kondisi lingkungan hidup di setiap kabupaten turut berperan dalam menentukan pola curah hujan yang beragam di seluruh Indonesia.

Badai barat, yang terjadi dari bulan Oktober hingga April, memainkan peran penting dalam mengurangi curah hujan di Indonesia bagian barat. Badai ini, yang mencapai puncaknya pada bulan Januari, disebabkan oleh tingginya tensi gas di Asia dan rendahnya tensi di Australia. Sementara itu, tornado hujan timur melanda wilayah yang lebih luas dan melintasi lautan pada bulan Juli, dipengaruhi oleh ketegangan gas yang tinggi di Australia dan rendahnya ketegangan di Asia. Ini menyebabkan sedikit hujan dan umumnya berlangsung dari bulan April hingga Oktober. Saat ini, Indonesia sedang mengalami musim kemarau.

Wilayah Indonesia, yang melintasi garis khatulistiwa dan terkenal dengan hutan belantara, memiliki suhu di dalam hutan yang cenderung meningkat. Hal ini

menciptakan kondisi yang stabil dengan siklus konveksi yang berpotensi memicu hujan. Lebih luar biasa lagi, hujan dapat terjadi kapan saja terutama ketika konveksi yang berlangsung semakin intensif. Indonesia termasuk dalam kawasan konvergensi antartropis yang sering disebut sebagai Zona Konvergensi Tropis Antar (ITCZ - Inter Tropical Convergenze Zone). Keberadaan ITCZ ini mempengaruhi pertumbuhan awan di wilayah Indonesia, menciptakan potensi untuk hujan.

Faktor lokal seperti adanya pegunungan dan garis pantai juga memainkan peran penting dalam memicu hujan. Pengaruh angin gunung dan angin lembah, serta interaksi antara angin laut dan angin darat, dapat menyebabkan variasi dalam pola curah hujan di berbagai wilayah Indonesia. Pemahaman mendalam terhadap semua faktor ini menjadi kunci untuk mengembangkan strategi yang efektif dalam mengelola air, mengurangi risiko bencana, dan memastikan keberlanjutan lingkungan di seluruh negeri ini.

2.7 PERIODE ULANG CURAH HUJAN

Periode ulang adalah laju suatu hidrologi dalam hal ini adalah data curah hujan mencapai harga tertentu. Periode ulang, dalam konteks hidrologi, merujuk pada rentang waktu yang diharapkan terjadi antara dua kejadian berurutan yang serupa, seperti curah hujan tinggi atau peristiwa banjir. Seringkali, konsep ini disalahartikan sebagai jaminan bahwa suatu peristiwa akan terjadi secara berurutan pada waktu yang pasti. Namun, pada kenyataannya, periode ulang lebih bersifat statistik dan memberikan perkiraan rentang waktu di antara kejadian serupa.

Dalam istilah hidrologi, istilah "periode pengembalian" sering digunakan untuk merujuk pada konsep yang serupa. Namun, perbedaan interpretasi dan penggunaan istilah ini dapat bervariasi di antara para ahli dan pihak yang terlibat dalam manajemen sumber daya air. Penting untuk memahami bahwa periode pengembalian bukanlah jaminan pasti bahwa suatu kejadian akan terjadi dalam waktu tertentu, tetapi lebih sebagai indikator statistik untuk membantu dalam perencanaan dan manajemen risiko.

Dalam konteks hidrologi faktual, periode ulang memiliki implikasi penting terutama terkait dengan peristiwa banjir. Analisis periode ulang melibatkan

pengumpulan data curah hujan atau data banjir dari suatu wilayah dan perhitungan statistik untuk menentukan periode ulangnya. Data ini membantu dalam memahami pola curah hujan tinggi dan risiko banjir yang mungkin terjadi dalam suatu periode waktu tertentu.

Sebagai contoh, jika suatu wilayah memiliki curah hujan tinggi dengan periode ulang 10 tahun, ini tidak berarti bahwa banjir pasti akan terjadi setiap 10 tahun. Sebaliknya, ini mengindikasikan bahwa tingkat curah hujan yang menyebabkan banjir tersebut memiliki probabilitas 1/10 untuk terjadi setiap tahunnya. Dengan kata lain, ini memberikan perkiraan statistik tentang seberapa sering suatu kejadian dapat diharapkan terjadi.

Analisis periode ulang sangat penting dalam perencanaan dan manajemen sumber daya air. Ketika membangun infrastruktur, seperti bendungan atau sistem drainase, pemahaman tentang curah hujan ekstrem dan periode ulangnya membantu merancang struktur yang dapat menanggulangi risiko banjir. Ini juga memainkan peran kunci dalam penentuan kebijakan adaptasi perubahan iklim, di mana pemahaman tentang pola curah hujan masa depan menjadi faktor penting dalam mengurangi dampak perubahan cuaca yang ekstrem.

Penting untuk terus melakukan penelitian dan pemantauan terkait periode ulang untuk meningkatkan ketepatan perhitungan dan memahami lebih baik dinamika hidrologi. Kesadaran akan periode ulang dan konsep terkaitnya adalah langkah awal untuk memitigasi risiko banjir dan membangun infrastruktur yang tahan terhadap peristiwa cuaca ekstrem.

Periode Ulang adalah rentang wktu terjadinya suatu peristiwa dengan suatu besaran tertentu atau lebih besar. Contoh: puncak banjir 25- tahun artinya debit banjir yang akan meningkat atau melampaui batas normal setiap saat. Ini tidak berarti bahwa episode ini terjadi seperti jarum jam, namun rentang waktu normal terjadinya adalah 25 tahun. Jika suatu kejadian terlampaui secara rerata sekali dalam 25 tahun, maka probabilitas atau kemungkinan kejadian itu terjadi pada suatu tahun besarnya adalah 1/25 = 0,04 atau 4%. Jika probabilitas disimbolkan sebagai p, dan periode ulang sebagai T (tahun), maka: $T = 1/p$

Analisa menggunakan data curah hujan bulanan tertinggi dalam 40 tahun. Perhitungan curah hujan akan dilakukan pada data informasi curah hujan tinggi dari

bulanan yang akan dihitung dengan periode ulang 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, bahkan selama 100 tahun.

2.8 Pemanfaatan Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan Tinggi

Perhitungan periode ulang curah hujan memainkan peran integral dalam pemahaman pola iklim suatu wilayah. Dengan mengetahui kapan dan seberapa sering curah hujan tinggi dapat terjadi, kita memperoleh wawasan berharga yang dapat diterapkan dalam berbagai aspek pembangunan dan manajemen lingkungan. Dalam konteks ini, manfaat perhitungan periode ulang curah hujan tinggi melibatkan serangkaian aplikasi yang luas dan relevan.

Pertama-tama, perhitungan ini memungkinkan perancangan sistem drainase yang efektif. Dengan menyesuaikan ketahanan drainase sesuai dengan periode ulang curah hujan yang telah diidentifikasi, kita dapat mencegah potensi banjir dan genangan air yang dapat merugikan infrastruktur dan masyarakat setempat. Pembangunan saluran air dan sistem drainase yang sesuai dengan karakteristik curah hujan menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan penduduk.

Kedua, perhitungan periode ulang curah hujan tinggi memberikan dasar untuk perencanaan pembangunan jangka panjang. Dengan mengetahui kurun waktu periode ulang, pembuat kebijakan dan perencana wilayah dapat merancang bangunan dan infrastruktur dengan ketahanan yang sesuai. Ini termasuk perumahan, jalan raya, jembatan, dan struktur lainnya yang dirancang untuk bertahan dalam kurun waktu tertentu, seperti periode 10 tahunan. Dengan demikian, risiko kerusakan akibat curah hujan ekstrem dapat diminimalkan.

Ketiga, perhitungan periode ulang curah hujan memungkinkan antisipasi terhadap potensi banjir. Dengan mempertimbangkan periode ulang curah hujan yang ada dan kapabilitas sistem drainase, kita dapat mengembangkan strategi pengelolaan risiko banjir yang lebih efektif.

Langkah-langkah pencegahan seperti bendungan, saluran air tambahan, dan infrastruktur lainnya dapat diimplementasikan dengan mempertimbangkan karakteristik curah hujan maksimum yang mungkin terjadi. Keempat, pengetahuan tentang periode ulang curah hujan tertentu memungkinkan perencanaan dan desain

bendungan yang lebih efisien. Dengan menyesuaikan kekuatan bendungan sesuai dengan curah hujan yang mungkin terjadi dalam kurun waktu tertentu, kita dapat mengurangi risiko jebolnya bendungan. Ini memiliki dampak positif pada keamanan air, pengelolaan sumber daya air, dan perlindungan terhadap banjir. Secara keseluruhan, manfaat dari perhitungan periode ulang curah hujan maksimum melibatkan keseluruhan aspek kehidupan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan.

Pemahaman mendalam tentang pola curah hujan memberikan keunggulan dalam merencanakan dan mengelola wilayah, mengurangi kerugian akibat bencana alam, dan meningkatkan adaptabilitas terhadap perubahan iklim. Selain itu, pemahaman ini memainkan peran penting dalam merancang kebijakan adaptasi perubahan iklim. Dengan melihat tren periode ulang curah hujan, pemerintah dan lembaga terkait dapat mengembangkan strategi jangka panjang untuk mengurangi dampak perubahan iklim pada pola hujan dan risiko banjir.

Dalam upaya ini, kolaborasi antarinstansi dan partisipasi masyarakat menjadi kunci. Kesadaran akan pentingnya perhitungan periode ulang curah hujan tinggi perlu ditingkatkan, dan edukasi mengenai dampaknya terhadap infrastruktur dan kehidupan sehari-hari harus disebarkan secara luas.

Penting untuk menegaskan bahwa perhitungan ini bukan hanya sekadar alat teknis, tetapi juga instrumen yang memungkinkan manusia untuk beradaptasi dengan lingkungannya. Penciptaan kota dan wilayah yang tangguh terhadap perubahan iklim dan bencana alam memerlukan pengintegrasian perhitungan periode ulang curah hujan dalam setiap tahap perencanaan dan pembangunan.

Dengan cara ini, kita dapat mencapai visi masa depan yang berkelanjutan, di mana pembangunan dilakukan dengan bijak, infrastruktur tahan bencana, dan masyarakat yang dapat beradaptasi dengan dinamika alam. Dengan memahami dan memanfaatkan data mengenai curah hujan, manusia dapat menjaga harmoni dengan lingkungannya, mengurangi risiko bencana, dan menciptakan dunia yang lebih aman dan berkelanjutan.

2.9 Pengaruh Temperatur Air Terhadap Kondensasi

Penumpukan air yang terjadi dalam siklus hidrologi merupakan salah satu fenomena alam yang memperlihatkan keindahan transformasi air dari wujud gas

menjadi cair, dan pada akhirnya, berubah menjadi butiran air hujan. Proses ini diawali dengan pemanasan asap air oleh cahaya matahari, menghasilkan perubahan fasa yang krusial untuk mendukung kehidupan di Bumi. Dalam konteks ini, air bukan hanya menjadi unsur esensial untuk kelangsungan hidup, tetapi juga menjadi aset karakteristik yang mendukung berbagai spesies di planet ini.

Air tidak hanya vital bagi kehidupan, tetapi juga memegang peranan krusial dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Dari pemenuhan kebutuhan tubuh hingga menjadi elemen utama dalam tindakan harian seperti mencuci, menyiram tanaman, dan kebutuhan manusia lainnya, air telah menjadi elemen yang tak tergantikan dalam kehidupan sehari-hari.

Meskipun air memiliki peranan yang sangat penting, keadaan darurat air di seluruh dunia menimbulkan keprihatinan serius. Dengan adanya peningkatan kontaminasi, ketidakpastian cuaca, dan pertumbuhan populasi manusia yang cepat, sumber-sumber air utama seperti air minum, air tanah, air sungai, dan air danau menghadapi risiko serius. Mempertahankan ketersediaan air yang bersih dan aman menjadi tantangan global yang rumit.

Dalam menghadapi tantangan ini, salah satu solusi yang diusulkan adalah transformasi air kotor menjadi air bersih. Pendekatan ini melibatkan penerapan teknologi canggih yang mampu membersihkan dan mendaur ulang air yang tercemar, memberikan harapan untuk mengatasi krisis air yang melanda berbagai wilayah. Namun, langkah-langkah ini memerlukan dukungan global, peningkatan kesadaran akan pentingnya pelestarian sumber daya air, dan kolaborasi antara negara-negara untuk mencapai tujuan bersama dalam mengatasi masalah ini.

Penting untuk diakui bahwa air bukan hanya menjadi kebutuhan dasar, melainkan juga menjadi pusat perhatian dalam pembicaraan mengenai keberlanjutan. Melalui pemanfaatan sumber daya air dengan bijak, pengelolaan yang berkelanjutan, dan inovasi dalam teknologi pengolahan air, masyarakat dapat beralih ke arah masa depan di mana keadaan darurat air bukan lagi menjadi ancaman serius.

Dalam konteks keberlanjutan air, penting untuk mempertimbangkan dampak perubahan iklim. Perubahan pola hujan, kenaikan suhu global, dan fenomena alam lainnya dapat secara signifikan mempengaruhi ketersediaan air. Oleh karena itu,

strategi mitigasi dan adaptasi harus diambil untuk menjaga stabilitas sumber air di tengah tantangan lingkungan global.

Selaras dengan itu, pendidikan masyarakat tentang konservasi air, praktik penggunaan air yang efisien, dan tanggung jawab kolektif terhadap keberlanjutan sumber air menjadi kunci untuk mencapai tujuan jangka panjang. Pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan, pemulihan ekosistem air, dan penelitian terus-menerus untuk meningkatkan teknologi pengolahan air menjadi langkah-langkah penting dalam mengatasi krisis air global.

Dengan memahami bahwa air adalah elemen esensial untuk kehidupan dan keberlanjutan, tindakan preventif dan proaktif perlu diambil untuk menjaga ketersediaan air yang memadai bagi generasi mendatang. Keberhasilan dalam mengatasi krisis air global akan melibatkan kerjasama global, inovasi teknologi, dan perubahan perilaku yang menyeluruh. Hanya melalui upaya bersama, manusia dapat melindungi dan merawat sumber daya air, menjaga keseimbangan ekosistem, dan memastikan masa depan yang berkelanjutan untuk Bumi dan semua makhluk yang menghuninya.

2.10 Metode Iwai Kadoya

Metode ini disebut juga cara distribusi terbatas sepihak (one site finite distribution). Prinsipnya mengubah variabel (x) dari kurva kemungkinan kerapatan dari curah hujan harian maksimum ke log X atau mengubah kurva distribusi asimetris menjadi kurva distribusi normal [28].

Kemungkinan terlampauinya W (x) dengan asumsi data hidrologi distribusi log normal. Harga konstanta b > 0, sebagai harga minimum variabel kemungkian (x). Agar kurva kerapatan tidak < harga minimum (-b), maka setiap sukunya diambil x + b, dimana harga log (a + b) diperkirakan mempunyai distribusi normal.

Perhitungan cara Iwai Kadoya adalah variabel normal, dihitung dengan persamaan:

$$\varepsilon = c.\log\frac{x + b}{\text{xo} + \text{b}}$$

Dimana :

ε= faktor frekuensi

c = faktor Iwai Kadoya

log (xo + b) adalah harga rata-rata dari log (xi + b) dengan (i = 1, 2, … n) dan dinyatakan dengan (Xo, b, c dan x_o).