

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Hujan Kawasan

Hujan memiliki peran sentral dalam analisis hidrologi. Data hujan yang diperoleh melalui alat penakar hujan umumnya merepresentasikan kejadian hujan di suatu titik atau lokasi tertentu (*point rainfall*). Karena karakteristik hujan yang sangat bervariasi dalam ruang (*space*), penggunaan satu alat penakar hujan menjadi tidak memadai ketika mencoba menggambarkan curah hujan untuk suatu wilayah yang luas. Oleh karena itu, di berbagai lokasi dalam suatu daerah aliran sungai, alat penakar hujan dipasang secara strategis untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai distribusi hujan di seluruh wilayah tersebut (Asdak, 2010).

a) Rata – Rata Aljabar

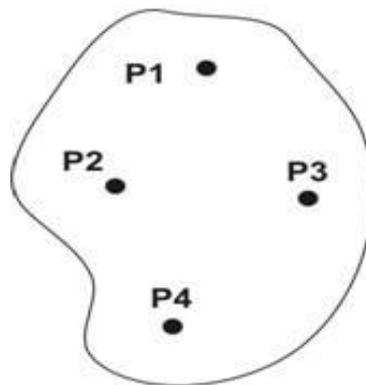
Secara sederhana, metode rata-rata aljabar adalah metode yang diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata aljabar dari seluruh jumlah penakar hujan di suatu wilayah tertentu. Pendekatan ini efektif digunakan dalam kawasan yang memiliki topografi datar dan cocok untuk daerah aliran sungai yang memiliki jumlah penakar hujan yang signifikan, yang tersebar secara merata di lokasi-lokasi yang mewakili wilayah tersebut (Arsyad, 1989).

$$p = \frac{P_1+P_2+P_3+P_4}{n}$$

Keterangan

p = Hujan rerata Kawasan

n = Jumlah Stasiun



Gambar 1. Metode rata – rata Aljabar

b) Poligon Thiessen

Metode polygon merupakan pendekatan yang menggunakan garis bisektris tegak lurus, yang ditarik melalui garis lurus yang menghubungkan penakar hujan yang berdekatan, sehingga membentuk suatu poligon. Setiap penakar hujan ditempatkan di tengah-tengah suatu poligon dan dihitung luas totalnya untuk mendapatkan nilai presipitasi rata-rata. Pendekatan ini efektif digunakan pada wilayah dengan penakar presipitasi yang tidak merata jaraknya, dan memerlukan stasiun pengamat yang terletak dekat dengan kawasan yang diamati. Namun, perlu dicatat bahwa penambahan atau perpindahan stasiun pengamat dapat mengubah seluruh jaringan, tanpa memperhitungkan topografi (Arsyad, 1989).

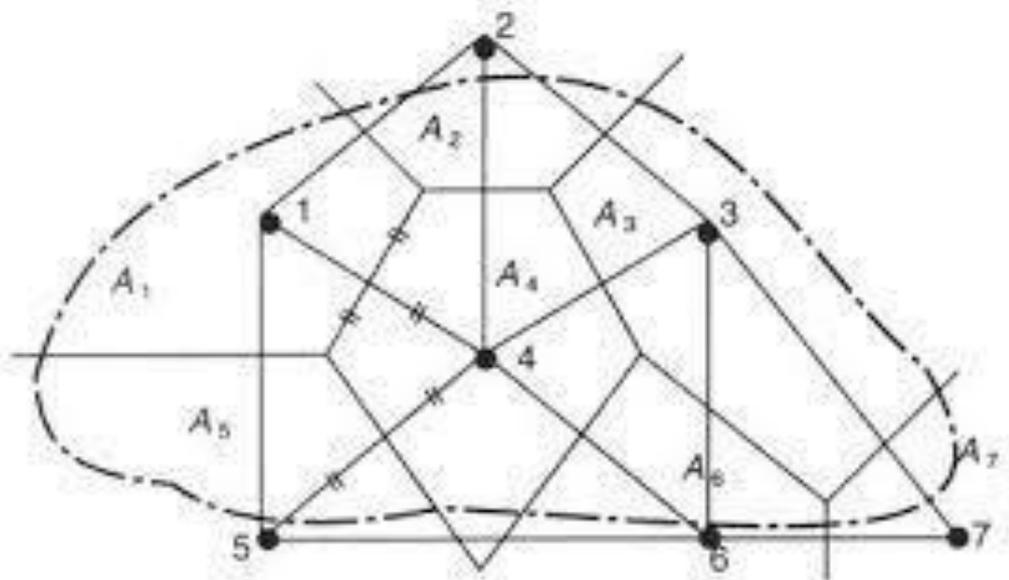
$$p = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + A_3P_3 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

Keterangan

p = Hujan rerata Kawasan

p_n = Hujan di stasiun 1,2.... n

A_n = Luas daerah yang mewakili stasiun 1,2, n



Gambar 2. Metode Poligon Thiesen

c) Garis Isohyet

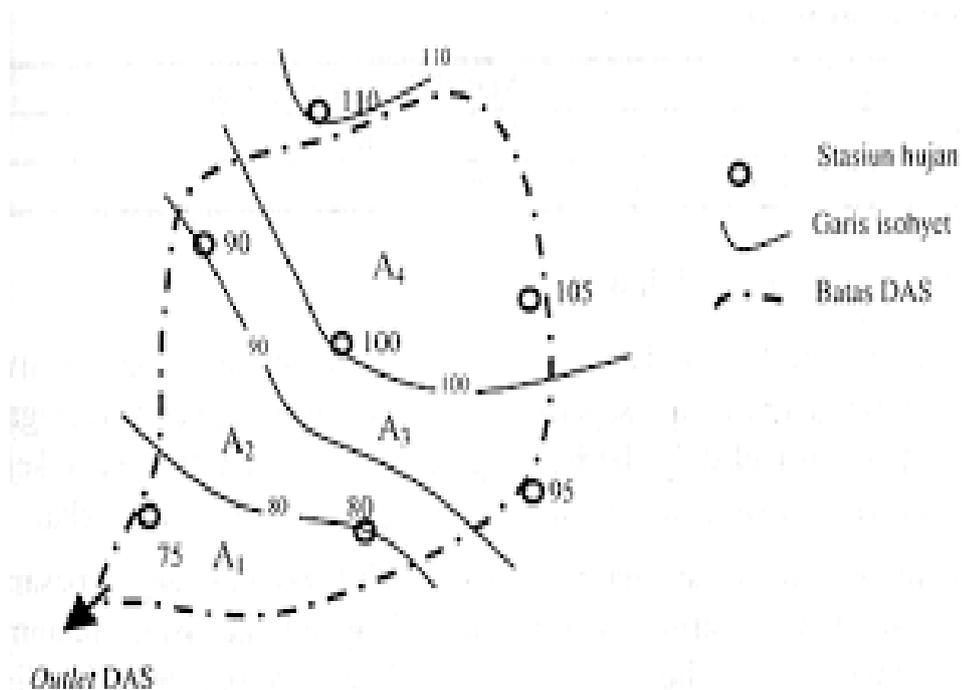
Metode isohyet memungkinkan penghitungan presipitasi dengan menggunakan isohyet yang menggambarkan distribusi curah hujan di suatu wilayah. Pendekatan ini dianggap sebagai metode yang sangat akurat karena memperhitungkan berbagai data,

termasuk relief dan aspek wilayah. Metode ini paling efektif digunakan di wilayah pegunungan dan mengharuskan tingkat keahlian yang tinggi. Peta isohyet dapat bervariasi antar pengeplot dan memerlukan stasiun pengamat yang dekat dengan area yang diamati, khususnya bermanfaat untuk menggambarkan curah hujan yang terjadi dalam periode singkat (Arsyad, 1989).

$$p = \frac{A_1 \frac{I_1+I_2}{2} + A_2 \frac{I_2+I_3}{2} + A_3 \frac{I_3+I_4}{2} + \dots + A_n \frac{I_n+I_{n+1}}{2}}{A_1+A_2+A_3+\dots+A_n}$$

Keterangan

- p = Hujan rerata Kawasan
- I_n = Garis Isohyet
- A_n = Luas area dari titik I



Gambar 3. Metode Garis Isohyet

2.2. Jaringan Irigasi

Jaringan irigasi merupakan suatu sistem bangunan dan saluran yang digunakan untuk mengatur aliran air irigasi, mencakup tahap penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, dan pemanfaatannya (Setiawan, 2019). Secara umum, jaringan irigasi dibagi menjadi jaringan utama dan jaringan tersier. Jaringan irigasi utama terdiri dari empat saluran, meliputi:

1. Saluran primer, yang mengalirkan air dari bendungan ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer berada pada bangunan bagi yang terakhir.
2. Saluran sekunder, yang membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran tersebut. Batas ujung saluran ini terletak pada bangunan sadap terakhir.
3. Saluran pembawa, yang membawa air irigasi dari sumber air lain (selain sumber yang memasok air ke bangunan utama proyek) ke jaringan irigasi primer.
4. Saluran muka tersier, yang membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier di seberang petak tersier lainnya. Saluran ini berada dalam lingkup dinas irigasi, dan karenanya, pemeliharaannya menjadi tanggung jawab dinas irigasi.

Sementara itu, jaringan irigasi tersier dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Saluran tersier, membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke dalam petak tersier dan kemudian ke saluran kuarter. Batas ujung saluran ini terletak pada boks bagi kuarter yang terakhir.
2. Saluran kuarter, membawa air dari boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke sawah-sawah.

2.2.1. Jenis – Jenis Irigasi

Suatu wilayah yang menerima suplai air dari suatu jaringan dikenal sebagai daerah irigasi (Septiani, 2011). Terdapat tiga jenis klasifikasi jaringan irigasi berdasarkan regulasi, pengukuran, dan kelengkapan:

a) Jaringan Irigasi Sederhana

Dalam jaringan irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur dengan baik, sehingga air cenderung mengalir ke saluran pembuang. Pasokan air biasanya berlebihan, dan kemiringan tanah berkisar antara sedang dan curam. Oleh karena itu, teknik yang rumit jarang dibutuhkan untuk pembagian air. Namun, jaringan irigasi ini memiliki kelemahan serius, termasuk pemborosan air, kesulitan mengalirkan air ke daerah yang lebih rendah, dan biaya pengelolaan yang tinggi karena setiap desa membuat jaringan sendiri-sendiri.

b) Jaringan Irigasi Semi Teknis

Jaringan irigasi semi teknis memiliki bangunan bendungan di sungai lengkap dengan pintu pengambilan tanpa bangunan pengukur di hilirnya. Beberapa bangunan permanen biasanya sudah ada dalam jaringan saluran. Sistem pembagian air mirip dengan jaringan sederhana, dan bangunan pengambilan digunakan untuk mengairi daerah yang lebih luas daripada daerah yang dilayani oleh jaringan sederhana.

c) Jaringan Irigasi Teknis

Prinsip utama jaringan irigasi teknis adalah pemisahan antara saluran pembawa dan saluran pembuang. Setiap saluran berfungsi sesuai dengan perannya masing-masing. Saluran pembawa mengalirkan air ke sawah, sementara saluran pembuang mengalirkan kelebihan air dari sawah ke saluran pembuang. Petak tersier, terdiri dari sejumlah sawah, menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Jaringan saluran tersier dan kuarter mengarahkan air ke sawah, menyimpan kelebihan air dalam saluran pembuang tersier dan kuarter, yang kemudian dialirkan ke saluran pembuang sekunder dan kuarter.

Jaringan irigasi teknis, yang didasarkan pada prinsip-prinsip ini, merupakan cara pembagian air yang efisien, mempertimbangkan waktu merosotnya persediaan air dan kebutuhan petani. Ini memungkinkan pengukuran aliran, pembagian air, dan pembuangan air lebih efisien.

Manfaat utama dari sistem irigasi meliputi penggunaan air mendekati kebutuhan tanaman, meminimalkan pemborosan air, dan mengoptimalkan jadwal penyiraman untuk pertumbuhan tanaman yang merata. Sistem ini juga membantu mengatasi pertumbuhan gulma dan menghemat air. Penggunaan sistem irigasi dapat membawa banyak keuntungan bagi para petani, seperti pengairan yang terstruktur, pemenuhan kebutuhan air tanaman, peningkatan kondisi ekonomi, dan pencapaian hasil panen optimal.

2.3. Kebutuhan Air

Kebutuhan air dalam konteks pertanian atau irigasi mengacu pada seberapa besar air yang diperlukan di suatu wilayah agar tanaman dapat tumbuh optimal dan memberikan hasil yang memuaskan (Khodijah, 2020). Secara lebih rinci, kebutuhan

air untuk pertanian atau irigasi mencakup volume air yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi, kerugian air, dan kebutuhan air untuk tanaman, dengan mempertimbangkan kontribusi air alami melalui hujan dan air tanah (Hidayat, 2018). Tantangan umum yang dihadapi adalah kesulitan dalam penyiraman lahan pertanian, terutama pada musim kemarau. Penurunan ketersediaan air irigasi terjadi akibat penurunan debit air sungai selama musim kemarau, hilangnya air di saluran irigasi, dan proses evaporasi.

Kebutuhan air sawah merupakan banyaknya air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk membuat teknik tanaman (batang dan daun) dan untuk diupkan (evapotranspirasi), perkolasi, curah hujan, pengolahan lahan dan pertumbuhan tanaman. Banyaknya air disawah untuk tanaman padi dan palawija berbeda-beda.

2.4. Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi

Menilai kapasitas sumber air irigasi dalam memenuhi kebutuhan air pertanian menjadi suatu aspek penting dalam perencanaan sistem pengairan lahan pertanian. Untuk menilai sejauh mana saluran irigasi dapat memenuhi kebutuhan air pertanian, dilakukan perbandingan antara jumlah air irigasi yang tersedia dan kebutuhan air pada lahan pertanian. Proses evaluasi ini melibatkan perhitungan selisih antara kebutuhan air pertanian dan ketersediaan air irigasi, dengan pembagian setengah bulanan atau interval 15 hari. Dalam analisis neraca air, jumlah air yang tersedia diukur dengan nilai probabilitas debit 80% dari rata-rata debit sungai. Penilaian nilai evapotranspirasi di wilayah irigasi menggunakan metode modifikasi Penman (Dou, 2019).

Grafik neraca air irigasi menjadi alat untuk memahami keseimbangan air, terdiri dari dua kurva, yaitu kurva ketersediaan air dan kurva kebutuhan air irigasi yang dihasilkan dari perhitungan sebelumnya.

2.5. Neraca Air

Menggunakan keseimbangan air pada suatu petak sawah dapat membantu menentukan seberapa besar kebutuhan air untuk tanaman padi di area tersebut. Kebutuhan total air di sawah, yang disebut sebagai GFR (Gross Field Requirement), melibatkan faktor 1 hingga 4. Kebutuhan air bersih (netto) di sawah, yang juga mempertimbangkan curah hujan efektif, juga merupakan bagian dari perhitungan ini. Besar kebutuhan air di sawah bervariasi sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman dan

bergantung pada metode pengolahan lahan. Angka kebutuhan air di sawah biasanya diukur dalam milimeter per hari (Saparudin, 2021) .

Hubungan antara total masukan air dan total keluaran air dalam suatu DAS tertentu umumnya dikenal sebagai neraca air. Menurut Dina PU Pengairan Jawa Timur (2004), neraca air adalah representasi dari potensi dan pemanfaatan sumber daya air dalam suatu periode. Neraca air ini berfungsi untuk menilai potensi sumber daya air yang belum dimanfaatkan secara optimal.

$$\text{Neraca Air} = \text{Ketersediaan Air} - \text{Kebutuhan Air} \dots\dots\dots(1)$$

Jika hasil perhitungan neraca air positif menandakan terjadi kelebihan air, sedangkan jika hasilnya negative memandakan terjadinya kekurangan air dilokasi tersebut. Neraca air mencerminkan keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air (Saparudin, 2021).

2.6. Mekanika Fluida

Mekanika fluida adalah cabang ilmu teknik yang mempelajari perilaku fluida, baik cairan maupun gas, serta prinsip dasar pergerakannya (Çengel, 2014). Konsep ini mencakup studi mengenai tekanan, aliran, kekakuan, dan berbagai fenomena fluida yang mendalam. Pembagian mekanika fluida terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu hidrostatis dan hidrodinamika. Hidrostatis meneliti fluida yang diam atau berada dalam keadaan setimbang, sementara hidrodinamika berkaitan dengan gerakan fluida (White, 2011).

Prinsip Bernoulli, sebagai konsep kunci dalam mekanika fluida, menyatakan bahwa total energi per satuan massa fluida konstan sepanjang aliran fluida . Penerapan prinsip ini dapat memberikan wawasan mendalam tentang aliran fluida di berbagai konteks, termasuk sistem irigasi. Dalam konteks pertanian dan irigasi, pemahaman yang mendalam tentang dinamika aliran fluida sangat penting. Ini mencakup bagaimana air mengalir melalui saluran irigasi, bagaimana pola aliran berubah selama musim tertentu, dan bagaimana topografi daerah memengaruhi aliran (Merzkirch, 2013). Dalam analisis neraca air di daerah irigasi, mekanika fluida digunakan untuk memodelkan aliran air. Pemodelan ini dapat memberikan gambaran yang lebih rinci tentang distribusi air, membantu mengidentifikasi potensi kekurangan air, dan merancang strategi pengelolaan air yang lebih efisien.

Studi tentang mekanika fluida juga mencakup pengaruh variasi ketersediaan air terhadap aliran fluida. Bagaimana air merespons perubahan musim atau faktor iklim lainnya merupakan elemen kritis dalam memahami dinamika air dalam sistem irigasi (Dou, 2019). Dalam perancangan sistem irigasi yang efisien, mekanika fluida menjadi kunci. Ini melibatkan penempatan yang tepat dari saluran irigasi, pemilihan pompa air yang sesuai, dan desain sistem yang dapat menangani fluktuasi ketersediaan air. Saat kita memasuki era perubahan iklim dan ketidakpastian lebih lanjut, penelitian di bidang mekanika fluida menjadi semakin penting. Inovasi dalam pemodelan, manajemen air, dan teknologi irigasi dapat membantu mengatasi tantangan yang dihadapi oleh daerah irigasi, memastikan ketahanan air yang berkelanjutan (Dou, 2019).