

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Data Curah Hujan Yang Hilang

Pengolahan data curah hujan yang hilang menggunakan *reciprocal method*. Data yang diperlukan dalam metode ini adalah jarak dan luas per stasiun dari hasil penggambaran poligon *Thiessen*. Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$PB = \frac{\frac{PA}{dBA^2} + \frac{PC}{dBC^2} + \frac{PD}{dBD^2} + \frac{PE}{dBE^2}}{\frac{1}{dBA^2} + \frac{1}{dBC^2} + \frac{1}{dBD^2} + \frac{1}{dBE^2}} \quad (2-1)$$

Keterangan :

PB : data hujan yang rusak,
 PA, PC, PD, PE : data hujan stasiun yang menjadi patokan
 dBA, dBC, dBD, dBE : jarak stasiun B ke stasiun lain.

*Data yang diambil harus pada tanggal yang sama.

2.2. Data Curah Hujan Rata-Rata Dan Maksimum

Perhitungan curah hujan rata-rata dibutuhkan data luas Daerah Aliran Sungai (DAS). Luas DAS tersebut dibagi per stasiun berdasarkan hasil penggambaran poligon *Thiessen*, kemudian dikalikan dengan data hujan harian setiap stasiun untuk setiap hari pada setiap tahun. Data hujan harian rata-rata daerah kemudian dibagi dengan luas total, maka diperoleh data hujan maksimum (H_{maks}) daerah setiap tahun. Rumus yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata sebagai berikut.

$$\overline{CH} = \frac{P1 \times A1 + P2 \times A2 + P3 \times A3 + \dots + Pn \times An}{A1 + A2 + A3 + \dots + An} \quad (2-2)$$

Keterangan :

- $A1$: luas wilayah stasiun 1,
 $A2$: luas wilayah stasiun 2,
 $A3$: luas wilayah stasiun 3,
 An : luas wilayah stasiun ke-n,
 $P1$: curah hujan pada stasiun 1 pada suatu tanggal tertentu,
 $P2$: curah hujan pada stasiun 2 pada suatu tanggal tertentu,
 $P3$: curah hujan pada stasiun 3 pada suatu tanggal tertentu,
 Pn : curah hujan pada stasiun ke-n pada suatu tanggal tertentu,
 \overline{CH} : curah hujan harian rata – rata daerah pada tanggal tertentu.

2.3. Parameter Analisis Frekuensi

1. Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Xi \quad (2-3)$$

Keterangan :

- \bar{X} : rata-rata,
 n : banyaknya data,
 Xi : data ke-i.

2. Simpangan Baku (S)

$$S = \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2 \right]^{1/2} \quad (2-4)$$

Keterangan :

- S : simpangan baku,
 n : banyaknya data,
 $\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2$: total dari $(Xi - \bar{X})^2$.

3. Koefisien Variansi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2-5)$$

Keterangan :

S : simpangan baku,
 \bar{X} : rata-rata.

4. Koefisien Asimetri Atau Skewness (C_s)

$$C_s = \frac{n}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (2-6)$$

Keterangan :

C_s : koefisien asimetri atau skewness,
 n : banyaknya data,
 S : simpangan baku,

$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$: total dari $(X_i - \bar{X})^3$.

5. Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \left\{ \frac{n \times (n+1)}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{S} \right)^4 \right\} - \frac{3 \times (n-1)^2}{(n-2) \times (n-3)} \quad (2-7)$$

Keterangan :

C_k : koefisien kurtosis,
 n : banyaknya data,
 S : simpangan baku,

$\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{S} \right)^4$: total dari $\left(\frac{X_i - \bar{X}}{S} \right)^4$.

2.4. Memperkirakan Distribusi Data

Analisis distribusi frekuensi bertujuan untuk mengetahui data terdistribusi secara normal, log normal, gumbel atau log person III. Setiap jenis distribusi memiliki syarat dan kriterianya masing-masing.

1. Distribusi Normal

Berikut syarat dan ciri khas distribusi normal adalah

Koefisien Asimetri atau Skewness (C_s) $\cong 0,00$

Koefisien Kurtosis (C_k) $= 3,00$

2. Distribusi Log Normal

Sifat dari distribusi log normal dengan nilai Koefisien Asimetri atau Skewness (C_s) $\cong 3$ Koefisien Variansi (C_v).

Persamaan garis teoritik probabilitas sebagai berikut.

$$XT = \bar{X} + KT \times S \quad (2-8)$$

Keterangan

XT : debit banjir maksimum dengan kala ulang T tahun,

KT : faktor frekuensi,

S : simpangan baku.

Lampiran 3 menyajikan nilai KT untuk beberapa nilai probabilitas tertentu.

3. Distribusi Gumbel

Sifat-sifat distribusi Gumbel sebagai berikut.

Koefisien Asimetri atau Skewness (C_s) $\cong 1,396$

Koefisien Kurtosis (C_k) $\cong 5,4002$

Persamaan garis teoritik probabilitas sebagai berikut.

$$XT = \bar{X} + \frac{S}{\sigma n(Y - Y_n)} \quad (2-9)$$

Keterangan :

Y : *reduced variate*,

Y_n : rata-rata dari *reduced variate*,

σ : simpangan baku *reduced variate*.

Nilai Y_n dan σ_n untuk beberapa nilai n dapat dilihat pada lampiran 4.

4. Distribusi Log Pearson III

Sifat dari distribusi Log Pearson III jika tidak menunjukkan sifat-sifat seperti pada ketiga distribusi di atas dan garis teoritik probabilitasnya berupa garis lengkung.

2.5. Erosi Dan Sedimentasi

Proses sedimentasi tidak bisa dilepaskan dengan kejadian erosi, yaitu melalui mekanisme proses erosi-sedimentasi. Erosi adalah suatu proses hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin (Suripin, 2002). Proses erosi dapat menyebabkan merosotnya produktivitas tanah, daya dukung tanah untuk produksi pertanian dan kualitas lingkungan hidup. Indonesia dengan rata-rata curah hujan melebihi 1500 mm per tahun air merupakan penyebab utama terjadinya erosi.

Proses erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi tiga tahap, sebagai berikut.

1. Pemecahan bongkah-bongkah agregat tanah ke dalam bentuk butir-butir kecil atau partikel tanah.
2. Pemindahan atau pengangkutan butir-butir yang kecil tersebut .
3. Pengendapan butir-butir atau partikel tersebut di tempat yang lebih rendah, di dasar sungai atau waduk.

Partikel tanah sebagai hasil proses erosi disebut sedimen akan diendapkan di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, saluran

air, sungai, dan waduk (Asdak, 1995). Proses pengendapan hasil erosi tersebut disebut sedimentasi (Soemarto, 1995). Sedimentasi merupakan jumlah material tanah yang terbawa oleh aliran air sungai yang berasal dari proses erosi di bagian hulu dan diendapkan pada suatu tempat di bagian hilir. Proses pengendapan muatan sedimen tersebut terjadi karena kecepatan pengendapan butir-butir material sedimen terangkut lebih kecil dari kecepatan aliran pengangkutnya. Jumlah hasil sedimen per satuan luas daerah tangkapan air (DTA) atau daerah aliran sungai (DAS) per satuan waktu (dalam satuan ton/ha/th atau mm/th) disebut laju sedimentasi. (Tjakrawarsa dkk 2014)

2.6. Faktor Yang Menentukan Laju Sedimentasi DAS

Besar kecilnya laju sedimentasi yang terjadi dalam suatu DAS dipengaruhi oleh banyak faktor, sebagai berikut.

1. Jumlah dan intensitas hujan.
2. Tipe tanah dan formasi geologi.
3. Penutupan tanah.
4. Penggunaan lahan.
5. Topografi.
6. Kondisi drainase alami: bentuk, jaringan, kerapatan, gradien, ukuran, dan arah.
7. *Runoff*.
8. Karakteristik sedimen, seperti ukuran butir dan mineralogi, dan Karakteristik hidrolika saluran sungai. (Tjakrawarsa dkk 2014)

2.7. Mekanisme Pengangkutan

Mekanisme pengangkutan butir-butir tanah yang dibawa dalam air mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sebagai berikut.

1. *Wash Load Movement*

Butir-butir tanah yang sangat halus berupa lumpur yang bergerak bersama-sama dalam aliran air, konsentrasi sedimen merata di semua bagian pengaliran. Bahan *wash load* berasal dari pelapukan lapisan permukaan tanah yang menjadi lepas berupa debu-debu halus selama musim kering. Debu halus ini selanjutnya dibawa masuk ke saluran atau sungai baik oleh angin maupun oleh air hujan yang turun pertama pada musim hujan, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih banyak dibandingkan dengan keadaan yang lain.

2. *Suspended Load Movement*

Butir-butir tanah bergerak melayang dalam aliran air. Gerakan butir-butir tanah ini terus menerus dikompresir oleh gerak turbulensi aliran sehingga butir-butir tanah bergerak melayang di atas saluran. Bahan *suspended load* terjadi dari pasir halus yang bergerak akibat pengaruh turbulensi aliran, debit, dan kecepatan aliran. Semakin besar debit, maka semakin besar pula angkutan *suspended load*.

3. *Saltation Load Movement*

Pergerakan butir-butir tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan *suspended load* dan *bed load*. Butir-butir tanah bergerak secara terus menerus meloncat-loncat (*skip*) dan melambung (*bounce*)

sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran. Bahan-bahan *saltation load* terdiri dari pasir halus sampai dengan pasir kasar.

4. *Bed Load Movement*

Merupakan angkutan butir-butir tanah berupa pasir kasar (*coarse sand*) yang bergerak secara menggelinding (*rolling*), mendorong dan menggeser (*pushing and sliding*) terus menerus pada dasar aliran yang pergerakannya dipengaruhi oleh adanya gaya seret (*drag force*) aliran yang bekerja di atas butir-butir tanah yang bergerak. Di dalam aliran sungai kecepatan, konsentrasi sedimen dan debit sedimen suspensi bervariasi menurut kedalaman aliran sungai.

(Tjakrawarsa dkk 2014)

2.8. Metode Perhitungan Angkutan Sedimen

1. Metode Yang

Metode Yang didasari konsep bahwa jumlah angkutan sedimen berbanding lurus terhadap energi aliran. Persamaan Yang sebagai berikut.

$$\log C_t = 5,435 - 0,286 \log \left[\frac{\omega D_{50}}{v} \right] - 0,457 \log \left[\frac{U_*}{\omega} \right] +$$

$$\left(1,799 - 0,409 \log \left[\frac{\omega D_{50}}{v} \right] - 0,314 \log \left[\frac{U_*}{\omega} \right] \right) \left(\log \left[\frac{V.S}{\omega} - \frac{V_{cr} I}{\omega} \right] \right) \quad (2-10)$$

Keterangan :

- C_t : konsentrasi angkutan sedimen (ppm),
- ω : kecepatan jatuh (m/s),
- D_{50} : diameter sedimen 50% lolos analisis saringan (m),
- v : viskositas kinematik (m^2/s),
- U_* : kecepatan geser (m/s),

V : kecepatan aliran (m/s),
 V_{cr} : kecepatan kritis (m/s),
 I : kemiringan sungai.

2. Metode Englund-Hansen

Metode Englund-Hansen didasari konsep pendekatan tegangan geser dan menerapkan metode Bagnold. Persamaan sebagai berikut.

$$q_s = \phi \times \gamma_s \times \left[\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right) \times g \times D_{50}^3 \right]^{1/2} \quad (2-11)$$

Keterangan :

q_s : angkutan sedimen (kg/m.s),
 ϕ : intensitas transport sedimen,
 γ_s : berat jenis sedimen (kg/m³),
 γ : berat jenis air (kg/m³),
 g : gravitasi (9,81 m/s²),
 D_{50} : diameter sedimen 50% lolos analisis saringan (m).

3. Metode Meyer Peter Müller

$$\gamma \times \left(\frac{K_s}{K_r} \right)^{3/2} \times Rh \times S' = 0,047 \times (\gamma_s - \gamma) \times D_{50} + 0,2 \times \rho^{1/3} \times q_s^{2/3} \quad (2-12)$$

Keterangan :

$\left(\frac{K_s}{K_r} \right)$: koefisien kekasaran,
 Rh : jari-jari hidrolis (m),
 q_s : debit muatan sedimen dasar (kg/m.s),
 γ : berat jenis air (kg/m³),
 γ_s : berat jenis sedimen (kg/m³),
 D_{50} : diameter sedimen 50% lolos analisis saringan (m),
 I : kemiringan sungai,
 ρ : rapat massa (kg-s²/m⁴).