



Analisa Puncak Banjir Dengan Metode MAF (Studi Kasus Sungai Krueng Keureuto)

Erna Yusniyanti dan Kurniati

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Indonesia

erna_yusniyanti@yahoo.com

Diterima Desember 2016; Disetujui Januari 2017; Dipublikasikan Februari 2017

ABSTRAK

Sungai Krueng Keureuto merupakan salah satu sungai yang sering menyebabkan terjadinya banjir yang meresahkan masyarakat. Hal ini dikarenakan ketidak adaanya data debit banjir yang tercatat terus menerus untuk menentukan besarnya debit puncak banjir. Statistik merupakan salah satu cara yang dapat dipergunakan untuk menentukan besarnya puncak banjir dengan periode tahun berulang. Salah satu metode statistik yang dipergunakan disini adalah metode serial data, yang merupakan bagian dari perhitungan MAF (Mean Annual Flood). Hasil perhitungan MAF untuk DPS Krueng Keureuto adalah nilai XR yang diperoleh sebesar 1,83 ($XR < 3$), debit puncak banjir tahunan rata-rata (MAF) sebesar 17,80 m³/dtk. Berdasarkan metode MAF, analisis data untuk periode ulang yang diperoleh semakin besar periode ulangnya maka kemungkinan debit puncak banjir akan semakin besar pula.

Kata Kunci : Sungai Krueng Keureuto, Metode Serial Data, MAF

PENDAHULUAN

Daerah Pengaliran Sungai Kreung Keureuto sebagian besar terletak di daerah Kabupaten Aceh Utara dan sebagian lagi masuk dalam Wilayah Kabupaten Aceh Tengah. Hulu Sungai Krueng Keureuto berada di Gunung Tungku Tige. Sungai Krueng Keureuto membentang dari arah Barat Daya ke arah utara dan bermuara di Selat Malaka. Pada bagian hilir Krueng Keureuto melintas di tengah Kota Lhoksukon. Sungai Krueng Keureuto memiliki cabang anak sungai, yaitu Kr.Pirak, Kr.Ceuku, Kr.Aluleuhop, Kr. Kreh, Kr. Peuto dan Kr. Aluganto.

Keberadaan Sungai Krueng Keureuto di Kabupaten Aceh Utara saat ini sebagai penyebab utama terjadinya banjir pada ibu kota Lhoksukon dan sekitarnya. Sungai Krueng

Keureuto mempunyai luas daerah tangkapan air, seluas 916,31 km², dengan trase sungai yang panjang dan melebar. Terdapat 6 (enam) anak sungai yang memberikan kontribusi aliran ke dalam alur Sungai Krueng Keureuto yang menyebabkan puncak banjir yang tinggi di daerah hilir Sungai Krueng Keureuto

Kondisi topografi dengan kelandaian yang curam di bagian hulu namun landai di bagian hilir Sungai Krueng Keureuto mengakibatkan aliran air mengalir dengan kecepatan yang rendah pada daerah hilir. Kondisi ini diperburuk oleh terjadinya penyempitan (*bottle neck*) di sekitar jembatan simpang Lhoksukon.

Mengingat besarnya debit banjir yang terjadi menimbulkan genangan yang cukup serta merugikan sektor ekonomi Aceh Utara,

maka diperlukan upaya pencegahan atau pengurangan dampak akibat banjir tersebut.

Sebelum dilakukan rencana pekerjaan desain, terlebih dahulu dilakukan pengukuran debit untuk mengetahui besarnya debit sungai yang mengakibatkan terjadinya banjir akibat pengaliran air dari anak sungai ke Sungai Krueng Keureuto.

Maksud dan tujuan dari penulisan ini adalah untuk menentukan debit puncak banjir dengan metode serial data, yang mana debit ini dapat digunakan untuk mengendalikan banjir.

Pengertian debit banjir secara umum adalah banyaknya air yang mengalir persatuan waktu dari suatu sumber mata air. Debit banjir adalah banyaknya air yang mengakibatkan terjadinya banjir yang mengalir persatuan waktu dari sumbernya. Debit puncak banjir maksimum adalah debit banjir maksimum dalam kurun waktu satu tahun. Data debit banjir merupakan data yang paling penting untuk perencanaan, perbaikan dan pengaturan sungai. Akan tetapi data debit sungai yang ditangani biasanya tidak mencukupi, untuk itu perlu diketahui data debit banjir sungai untuk mengendalikan banjir (Anonimus, 2010).

MAF (*Mean Annual Flood*) merupakan debit puncak banjir rata-rata untuk menghitung periode ulang T tahun. Menurut Soewarno, 1995, perhitungan MAF dapat dilakukan dengan tiga macam metode, yaitu: metode serial data, POT (*Peaks Over Threshold series*), dan persamaan regresi. Pada artikel ini ditinjau hanya dengan menggunakan metode serial data, menggunakan salah satu serinya.

METODE PENELITIAN

Artikel ini disusun berdasarkan hasil pengembangan data debit banjir yang sudah dihitung berdasarkan data curah hujan yang tercatat dari badan meteorologi dan kemudian dilakukan kajian literature. Serta pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran langsung di lapangan meliputi pengukuran lebar, tinggi air. Debit air sungai merupakan tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai (Mulyana, 2007). Debit adalah suatu koefisien yang menyatakan banyaknya air yang mengalir dari suatu

sumber persatuan waktu, biasanya diukur dalam satuan liter per/detik, untuk memenuhi keutuhan air pengairan, debit air harus lebih cukup untuk disalurkan ke saluran yang telah disiapkan (Dumiary, 1992). Pada dasarnya debit air yang dihasilkan oleh suatu sumber air ditentukan oleh beberapa faktor – faktor yaitu :

1. Intensitas hujan
2. Penggundulan hutan
3. Pengalihan hutan

Pengukuran debit dapat dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu (Arsyad,2006):

- a. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai
- b. Pengukuran volume air sungai
- c. Pengukuran dengan menggunakan bahan kimia yang dialirkan dalam sungai
- d. Pengukuran debit dengan membuat bangunan pengukur debit.

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/s). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (Asdak,2002).

Dalam praktek, sering variasi kecepatan pada tampang lintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam yaitu sebesar 1,2 m/dtk, di setiap titik pada tampang lintang yang besarnya sama dengan kecepatan rerata, sehingga debit aliran adalah:

$$Q = AxV \quad (1)$$

Dengan:

Q = Debit Aliran (m^3/s)

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

Adapun tahapan dalam melakukan analisis ini adalah:

1. Mengambil data debit Sungai Krueng Keureuto untuk beberapa tahun pengamatan. Data tersebut dihitung berdasarkan hujan untuk setengah bulanan maksimum tiap bulan untuk rata-rata pertahunnya.

2. Pengolahan data debit dengan menggunakan metode serial data. Metode ini merupakan salah satu metode untuk menentukan puncak banjir tahunan rata-rata untuk memperoleh periode ulang pada T tahunan.

3. Kemudian dilakukan perhitungan MAF (*Mean Annual Flood*), yang salah satunya dengan metode serial data. MAF dapat dihitung jika data yang tersedia minimal 10 tahun data runtut waktu. Pada perhitungan MAF dengan metode serial data, perlu diketahui terlebih dahulu apakah ada tidak, nilai debit puncak banjir yang lebih besar (Soewarno, 1995)

a. Apabila

$$XR = X_{\max} / X_{\text{med}} < 3 \max$$

$$\text{MAF} = X_{\text{rata-rata hitung}} = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (2)$$

b. Apabila

$$XR = X_{\max} / X_{\text{med}} > 3 \max, \text{ maka MAF} = 0,16 \times X_{\text{med}} \quad (3)$$

Keterangan:

X maks = debit puncak banjir maks selama pengamatan

X med = median debit puncak banjir maksimum

XR = ketersediaan data curah hujan

N = jumlah data = lama periode pengamatan

4. Langkah selanjutnya adalah:

1) Menghitung Tendensi Sentral

a. Rata-rata hitung (X)

Rata-rata atau Mean merupakan ukuran statistik kecenderungan terpusat yang paling sering digunakan (Rory, 2013). Nilai rata-rata juga sering disebut nilai yang dapat cukup *representative* dalam distribusi sehingga nilai-nilai rata-rata tersebut dianggap nilai sentral dan dapat dipergunakan untuk pengukuran suatu distribusi. Menurut Soewarno, 1995; harga rata-rata hitung ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\times \text{rata - rata} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (4)$$

Keterangan:

Xt = nilai pengukuran dari suatu variat

X = rata-rata hitung

N = jumlah data

b. Median

Median atau nilai-tengah adalah salah satu ukuran pemusatan data, yaitu, jika segugus data diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar atau yang terbesar sampai yang terkecil, nilai pengamatan yang tepat di tengah-tengah bila jumlah datanya ganjil, atau rata-rata kedua pengamatan yang di tengah bila banyaknya pengamatan genap (Ronald E. Walpole, 1993)

- Untuk data yang jumlahnya ganjil, nilai mediannya adalah data pada urutan ke K_i yang dapat dihitung dengan persamaan (Sudjana, 1996) :

$$K = \frac{n+1}{2} \quad (5)$$

Keterangan:

K = letak median

N = jumlah data

- Untuk data yang jumlahnya genap, nilai mediannya adalah terletak pada titik tengah urutan data ke K_1 dan K_2 dihitung dengan

$$K_1 = N/2$$

$$K_2 = (N-2)/2 \quad (6)$$

Keterangan:

K_1 dan K_2 = letak median

N = jumlah data

2) Pengukuran disperse suatu kenyataan bahwa tidak semua varian dari suatu variable hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, akan tetapi kemungkinan ada nilai-nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebuah variasi (*variation*) atau disperse (*dispertion*) dari suatu data sembarang variable hidrologi, dan pengukurannya disebut pengukuran disperse (Soewarno, 1995)

Adapun pengukuran disperse yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Standar Deviasi atau Simpangan Baku (S_x)

Apabila penyebarannya data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai S_x akan besar, tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai S_x akan kecil.

Menurut Soewarno, 1995; nilai S_x dihitung dengan rumus berikut:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rata})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Keterangan:

S_x = deviasi standar

X_i = nilai varians

X_{rata} = rata-rata hitung

b) Standar Error

Kesalahan standar atau Standar Error (SE) dari suatu parameter statistik (misal rata-rata atau deviasi standar) adalah deviasi standar dari distribusi sampling parameter statistik itu sendiri. Standar Error dihitung dengan rumus Soewarno, 1995; berikut ini:

$$SE = \frac{S_x}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Keterangan:

SE = Standar error

S_x = Deviasi standar

N = Jumlah data

c) Variation Coefficient (CV)

Koefisien variasi atau *variation coefficient* adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata dari suatu distribusi. Semakin besar nilai koefisien variasi berarti datanya kurang merata (heterogen), jika semakin kecil koefisien variasi berarti data merata (homogen). Untuk mencari koefisien variasi menurut Soewarno, 1995, digunakan persamaan berikut ini:

$$C_v = (S_x / X_{rata}) \quad (9)$$

Keterangan:

C_v = koefisien variasi

S_x = Deviasi standar

X_{rata} = rata-rata hitung

5. Langkah selanjutnya menentukan periode ulang (*Return Periode/Recurrence Interval*) dikelompokkan menjadi dua bagian untuk memperoleh periode ulang pada T tahun. Pertama, perhitungan debit puncak banjir tahunan rata-rata (*Mean Annual Flood*) dan kedua, penggunaan factor pembesar (C) terhadap nilai MAF.

Metode yang digunakan untuk menghitung MAF dapat dilihat seperti pada

bagan “*pemilihan metode frekuensi debit puncak banjir sesuai dengan ketersediaan data*,” sedangkan faktor pembesar atau *growth factor* (C) digunakan untuk menghitung ulang (Soewarno, 1995). Periode ulang yang dipakai adalah periode ulang 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, 100 tahun.

Dalam menghitung debit puncak banjir sesuai dengan periode yang diinginkan maka digunakan factor pembesar (C). Nilai factor pembesar (C) dapat dicari dengan cara mencari rata-rata dan luas DPS pada masing-masing periode ulang.

Menurut Soewarno 1995, perhitungan periode ulang pada tahun T adalah sebagai berikut ini:

$$X_t = C \cdot MAF \quad (10)$$

$$S_c = 0,16 \cdot \log T \cdot C \quad (11)$$

$$S_{xt} = X \sqrt{\left(\frac{S_c}{C}\right)^2 + \left(\frac{S_x}{x_{rata}}\right)^2} \quad (12)$$

Keterangan:

X_t = debit puncak banjir pada periode ulang T tahun

C = factor pembesar

MAF = debit puncak banjir tahunan rata-rata

S_{xt} = deviasi standar dari T

S_x = deviasi standar dari MAF

Jika laju suatu data hidrologi mencapai suatu harga tertentu yang diperkirakan terjadi dalam T tahun, maka hal ini dianggap sebagai periode ulang dari X.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perhitungan yang dilakukan terhadap debit Krueng Keureuto menunjukkan:

A. Pengukuran Tendensi sentral

1. Rata-rata Hitung ($X_{rata-rata}$) = 17,80 m³/dtk
2. Nilai maksimum (X_{maks}) = 29,00 m³/dtk
3. Nilai Median (X_{med}) = 16,13m³/dtk

B. Pengukuran Dispersi

1. Standar Deviasi (SD) = 5,4606 m³/dtk
2. Variation Coefficient (CV) = 0,307
3. Untuk menentukan apakah ada banjir yang lebih besar atau tidak, terlebih

dahulu menentukan nilai XR,yaitu: $XR = 1,83075$. Diperoleh nilai $XR < 3,0$ maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat nilai debit banjir yang terlalu besar di DPS Sungai Krueng Keureuto , jadi: $MAF = X$ rata-rata hitung = $17,80 \text{ m}^3/\text{dtk}$



Gambar 1. Hubungan Antara Debit Banjir Pada Setiap Tahunnya

| Periode | DPS | | |
|---------|-------|------|--------------|
| | < 180 | 300 | 600 > 1500 C |
| 5 | 1,28 | 1,27 | 1,24 |
| 10 | 1,56 | 1,54 | 1,48 |
| 20 | 1,88 | 1,84 | 1,75 |
| 50 | 2,35 | 2,3 | 2,18 |
| 100 | 2,78 | 2,72 | 2,57 |
| 200 | 3,27 | 3,2 | 3,01 |
| 500 | 4,01 | 3,92 | 3,7 |
| 1000 | 4,68 | 4,58 | 4,32 |

Untuk perhitungan di atas sangatlah diperlukan metode statistik untuk memperkirakan besarnya debit puncak banjir, selain itu metode statistik juga diperlukan untuk menghitung periode ulang dalam kurun waktu tertentu. Dengan perhitungan ini dapat diketahui besarnya ukuran debit puncak banjir yang mungkin terjadi untuk masing-masing periode ulang pada suatu DPS.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan diperoleh suatu kesimpulan:

C. Perhitungan Periode Ulang

1. Untuk periode ulang 5 tahun diperoleh: Nilai $C = 1,22$, maka $X_5 = 21,716 \text{ m}^3/\text{dtk}$; $Sc = 0,136$; $Sxt = 7,091 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Ini berarti untuk periode ulang 5 tahun diperoleh nilai factor pembesar (C) sebesar 1,22 (interpolasi nilai tabel), diperoleh debit puncak banjir untuk periode 5 tahun ini sebesar $21,716 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dengan standar deviasi/ simpangan baku sebesar $7,091 \text{ m}^3/\text{dtk}$
2. Untuk periode ulang 10 tahun diperoleh: Nilai $C = 1,44$, maka $X_{10} = 25,632 \text{ m}^3/\text{dtk}$; $Sc = 0,23$; $Sxt = 8,87 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Ini berarti untuk periode ulang 5 tahun diperoleh nilai factor pembesar (C) sebesar 1,44 (interpolasi nilai tabel), diperoleh debit puncak banjir untuk periode 10 tahun ini sebesar $25,632 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dengan standar deviasi / simpangan baku sebesar $8,87 \text{ m}^3/\text{dtk}$ Berdasarkan analisis data periode ulang di atas, maka akan diperoleh semakin besar periode ulangnya maka kemungkinan debit puncak banjir akan semakin besar pula.

1. Metode serial data merupakan salah satu metode statistik yang dapat dipergunakan untuk menentukan MAF pada suatu sungai untuk menentukan debit puncak banjir dengan periode ulang tertentu pada suatu DPS. Metode ini dapat dipergunakan untuk menentukan besar debit puncak banjir yang terjadi di Krueng Keureuto dalam kurun waktu T tahun.
2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa :
 - a. Untuk DPS Krueng Keureuto nilai XR yang diperoleh sebesar 1,83 ($XR < 3$).
 - b. Debit puncak banjir tahunan rata-rata (MAF) sebesar $17,80 \text{ m}^3/\text{dtk}$.
 - c. Debit puncak banjir di DPS Krueng Keureuto memiliki data bersifat homogen karena nilai koefisien variasinya tidak tinggi, yaitu 0,31 atau 31 % .

DAFTAR PUSTAKA

Anonimus, 2010, *Jurnal Metode Serial Data untuk Memperkirakan Debit Banjir Tahunan Rata-rata di*

*daerah Pengaliran Sungai Setayu
Citanduy. Bandung*

- Arsyad S., 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Asdak, Chay, 2002, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Dumiary. 1992. *Ekonomika Sumber Daya Air*. Yogyakarta: BPF
- Mulyana, Deddy. 2007. *Ilmu Komunikasi: Suatu Pengantar*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Ronald E. Walpole. 1993, *Pengantar Statistika*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. ISBN 979-403-313-8
- Rory. 2013, *Statistik Deskriptif*, <http://www.rumusstatistik.com/2013/07/rata-rata-mean-atau-rataan.html>. Diakses, 03 January 2016
- Soewarno, 1995, *Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data jilid I)*, Bandung; Nova
- Sudjana, 1996, *Metode Statistika*, Bandung, Tarsit