

ANALISA HIDROGRAF SATUAN SINTETIK SUNGAI ANGGRIS

Muhammad Ihsan

Sekolah Tinggi Teknik Baramuli Pinrang

Abstract

The research was using rainfall data to analyze discharge pattern of investigated river, which is Anggris River in Teluk Wondama Regency, West Papua Province. Due to the lack of coupling data, method proposed was Synthetic Unit Hydrograph (SUH) which in this case was Nakayasu Hydrograph Method. The results showed that the river has a high potential of flooding in term of imbalance of river capacity and incoming discharge flowing into the river.

Kata kunci : *Hydrograph, Nakayasu, Flood discharge, Anggris River, Teluk Wondama*

Abstrak

Penelitian ini merupakan analisa yang menggunakan data hujan untuk mengetahui pola debit pada sungai yang diteliti dalam hal ini sungai Anggris di Kabupaten Teluk Wondama Propinsi Papua Barat. Mengingat keterbatasan data maka analisa menggunakan hidrograf satuan sintetik (HSS). Metode yang digunakan adalah Metode Nakayasu. Hasil analisa hidrograf satuan sintetik menunjukkan sungai memiliki potensi banjir yang cukup tinggi, atau dengan kata lain kapasitas sungai terhadap debit yang masuk tidak terlalu besar.

Kata kunci : *Hidrograf, Nakayasu, Debit Banjir, Sungai Anggris, Teluk Wondama*

PENDAHULUAN

Hidrograf aliran merupakan bagian yang sangat penting dalam mengatasi masalah yang berkaitan dengan hidrologi. Hidrograf aliran dapat menggambarkan suatu distribusi waktu dari aliran permukaan di suatu tempat pengukuran dan menentukan keanekaragaman karakteristik fisik DAS. Hidrograf satuan adalah hidrograf aliran langsung yang dihasilkan oleh satu satuan hujan lebih (rainfall excess) yang tersebar merata di seluruh DAS dengan intensitas yang tetap selama satu satuan waktu tertentu.

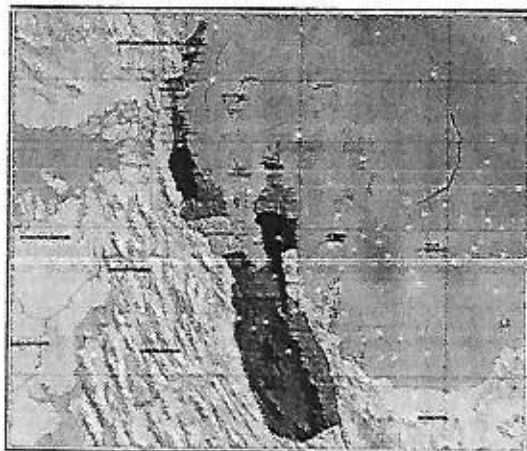
Diperlukan adanya deskripsi yang cukup atas kapasitas sungai serta potensi debit yang mengalirinya. Secara ideal diperlukan data yang cukup yakni curah hujan dan data muka air sungai. Namun dalam keadaan tidak adanya data muka air sungai maka diperlukan metode lain.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kapasitas dan debit muka air

pada Sungai Anggris dengan menggunakan hidrograf satuan sintetik.

Gambaran Lokasi Penelitian

Kabupaten Teluk Wondama terletak antara $00^{\circ} 15'' - 03^{\circ} 25''$ LS dan antara $132^{\circ} 35'' - 134^{\circ} 45''$ BT. Teluk Wondama berada di Pulau Papua tepatnya di kawasan Teluk Cendrawasih dengan topografis daerah pantai, dataran rendah hingga pegunungan. Luas wilayah Teluk Wondama adalah 14.953,8 km². Topografi wilayah Kabupaten Teluk Wondama sebagian besar adalah pegunungan dengan ketinggian gunung yang relatif berbeda-beda. Kabupaten Teluk Wondama memiliki beberapa gunung dengan ketinggiannya lebih dari 500 meter dan yang tertinggi adalah Gunung Wondiboy (2.340 mdpl) yang terletak di Distrik Wasior. Teluk Wondama termasuk dalam kategori daerah beriklim tropis karena sebagian besar wilayahnya berada di daerah pantai sehingga suhu di Teluk Wondama relatif panas.



Gambar 1. Peta Kabupaten Teluk Wondama, Papua Barat

Pada umumnya, tanah bertekstur berat, yaitu berkisar dari lempung liat berdebu hingga liat berdebu. Kadar liat yang tinggi dapat menyebabkan akar tanaman sulit berkembang. Selain itu, berdampak pula terhadap rendahnya kapasitas infiltrasi (perembesan) tanah sehingga menyebabkan penggenangan air di permukaan tanah terutama di musim penghujan. Kondisi hidrologi antara lain dapat dilihat dari pola aliran sungai atau daerah aliran sungai (DAS). Pola aliran sungai di Wilayah Kawasan Ibukota Kabupaten Teluk Wondama berasal dari sebelah timur yang mengalir ke arah barat masuk ke laut. Dari sebelah utara ada Sungai Sinegris di sebelah Utara Wasior, di selatannya terdapat Sungai Aitumeri yang letaknya diantara Wasior dan Mie. Sumberdaya air di Kawasan Ibukota Kabupaten Teluk Wondama dapat dikatakan cukup besar dengan banyaknya sungai skala besar dan kecil yang menyebar. Banyaknya sungai menimbulkan potensi daya rusak air yang besar dan struktur geologi di sekitar kawasan menyebabkan lapisan tanah cukup labil. Hal ini menyebabkan sungai-sungai di sekitar kawasan berpotensi besar menyebabkan banjir bandang seperti yang terjadi pada tahun 2010. Banjir bandang seperti yang terjadi di Wasior merupakan tipe banjir material yang disebabkan longsoran tanah (debris flow). Longsoran dari tebing-tebing yang rapuh di sisi sungai menutup aliran sungai dan membendung sungai membentuk dam alami. Ketika curah hujan meninggi seperti pada tahun 2010 kemarin, volume dam membesar dan menyebabkan tanggul alam jebol dan menumpahkan material secara sporadic ke hilir sungai. Banjir air bah yang disertai material tersebut merupakan fenomena banjir bandang yang

terjadi di wasior. Subsektor perikanan merupakan salah satu subsektor yang sangat potensial di kabupaten Teluk Wondama karena lebih dari 50 persen kampung berbatasan langsung dengan laut. Pada tahun 2013, dalam Laporan Kabupaten Teluk Wondama Dalam Angka (2014) produksi perikanan yang paling tinggi adalah ikan selar yakni 3.086 Kg, diikuti ikan tenggiri sebesar 2.888 kg.

Analisa Hidrograf dan Analisa Hasil-hasil Pengukuran.

Hidrograf ialah suatu grafik yang menunjukkan hasil pengamatan muka air atau debit di sungai secara terus-menerus. Nilai rata-rata pengamatan harian, mingguan, bulanan atau tahunan diperoleh dari hasil pengamatan bertahun-tahun. Makin lama pengamatan semakin mendapatkan ketelitian yang tinggi (Ojha, et al. 2008). Dalam hidrograf satuan menggunakan beberapa asumsi yang menjadi dasar teori hidrograf satuan yaitu : a) hidrograf satuan dihasilkan dari satu satuan hujan lebih dengan intensitas yang tetap dalam satu satuan waktu tertentu; b) hidrograf satuan dihasilkan dari hujan lebih yang terdistribusi secara merata di seluruh DAS; c) waktu dasar hidrograf aliran langsung dihasilkan dari hujan lebih dengan durasi yang konstan; d) ordinat hidrograf aliran langsung sebanding dengan hujan lebih yang menimbulkannya; dan e) karakteristik fisik DAS tidak berubah (Chow et al, 1988). Hidrograf satuan dapat dibuat jika tersedia pasangan data hujan dan debit aliran, namun jika tidak tersedia kedua data tersebut maka hidrograf satuan dapat dibuat secara sintetik yaitu hidrograf satuan sintetik. Hidrograf satuan sintetik dapat digunakan untuk membangun hidrograf

satuan di tempat lain pada sungai yang tidak diukur.

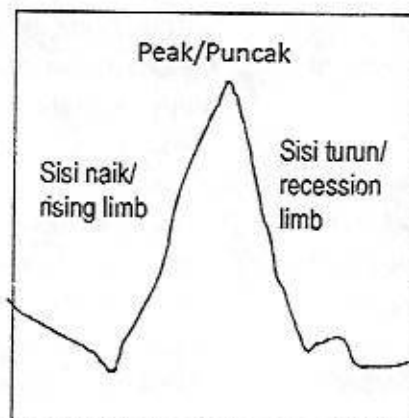
Tinjauan pada titik observasi di sungai dalam cakupan DAS di titik tersebut. Unit hidrograf dalam DAS adalah pengaliran (*run off*) langsung yang diakibatkan oleh volume hujan efektif dan terbagi rata dalam waktu dan ruang. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model DAS yang lazim. Teori ini merupakan penerapan pertama kalinya sebagai suatu teori system linier dalam hidrologi. DAS dipandang sebagai kotak hitam (*black box*), hujan yang jatuh dan merata dipandang sebagai input yang masuk ke suatu respon debit (Q). Lamanya (*duration*) hujan efektif (T) disebut periode unit hidrograf (Ojha, et. Al, 2008). Waktu konsentrasi (*Time of Concentration* – T_c) adalah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (outlet). Hal ini terjadi ketika tanah sepanjang kedua titik tersebut telah jenuh dan semua cekungan bumi lainnya telah terisi oleh air hujan. Diasumsikan bahwa bila lama waktu hujan sama dengan T_c berarti seluruh bagian DAS tersebut telah ikut berperan untuk terjadinya aliran air (debit) yang sampai ke titik pengamatan (Subarkah, 1978)

Fungsi unit hidrograf (Harto, 1993) adalah antara lain memberikan distribusi waktu pada limpasan yang keluar dari DAS yang dihasilkan oleh hujan efektif yang jatuh dan merata dengan ketinggian tertentu. Menunjukkan bagaimana hujan efektif ditransformasikan menjadi limpasan langsung pada titik observasi. Menunjukkan adanya efek terpadu dari sifat dan bentuk permukaan DAS terhadap penelusuran (*routing*) hujan yang melewati daerah penangkapan.

Hidrograf Satuan

Teori klasik hidrograf satuan berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model watershed yang umum (Soemarto, 1993).

Sherman pada tahun 1932 (dalam Triatmodjo, 2010) mengenalkan konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat diujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.



Gambar 2 Hidrograf (Sumber: Sri Harto 1993)

METOTODOLOGI

Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya, seperti:

- Tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*)
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*)
- Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*)
- Luas daerah aliran sungai
- Panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*)

Bentuk persamaan HSS Nakayasu adalah

$$Qp = \frac{CA \cdot Ro}{3,6(0,3Tp + T_{0,3})}$$

dengan :

Qp = debit puncak banjir (m^3/dt)

Ro = hujan satuan (mm)

Tp = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak (jam)

CA = luas daerah pengaliran sampai outlet (km^2)

Untuk menentukan Tp dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus sebagai berikut:

$Tp = tg + 0,8 tr$

$T_{0,3} = \alpha tg$

$Tr = 0,5 tg$ sampai tg

tg adalah time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). tg dihitung dengan ketentuan sebagai berikut:

▪ sungai dengan panjang alur $L > 15 km$: $tg = 0,4 + 0,058 L$

▪ sungai dengan panjang alur $L < 15 km$: $tg = 0,21 L^{0,7}$

Perhitungan $T_{0,3}$ menggunakan ketentuan:

$\alpha = 2$ pada daerah pengaliran biasa.

$\alpha = 1,5$ pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat.

$\alpha = 3$ pada bagian naik hidrograf cepat, dan turun lambat.

▪ Pada waktu naik : $0 < t < Tp$

$$Qa = (t/Tp)^{2,4}$$

dimana Qa adalah limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/dt).

▪ Pada kurva turun (*recession limb*)

a) selang nilai : $0 \leq t \leq (Tp + T_{0,3})$

$$Qd_1 = Qp \cdot 0,3^{\frac{(t-Tp)}{T_{0,3}}}$$

selang nilai : $(Tp + T_{0,3}) \leq t \leq (Tp + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Qd_2 = Qp \cdot 0,3^{\frac{(t-Tp+0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}}$$

b) selang nilai : $t > (Tp + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Qd_3 = Qp \cdot 0,3^{\frac{(t-Tp+1,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}}$$

HASIL SURVEI DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan survei pendahuluan dilakukan dengan melakukan kunjungan kerja pada Beberapa Sungai untuk melakukan pengukuran profil melintang dan pengukuran arus serta pengambilan data koordinat sebagai berikut

Koordinat : S02°43'05.4" E 134° 30' 36.9"

Desa : Moru

Distrik : Wasior

Kabupaten : Teluk Wondama

Setelah dilakukan penginputan data ukur dan analisis spline kubik maka hasil gambar penampang sebagai berikut:

Tabel 1 Rekapitulasi Debit Banjir Untuk Sungai Anggris

Kala Ulang	Nakayasu m ³ /det	Rational m ³ /det	Der Weduwen m ³ /det
2	69.50	261.05	72.23
5	93.41	350.85	106.28
10	110.23	414.04	131.46
25	132.64	498.21	166.15
50	150.24	564.29	194.09
100	168.55	633.08	223.71

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan debit dengan metode Nakayasu, Rational dan Der Weduwen didapatkan hasil seperti pada tabel 1. Sebagai kontrol untuk menentukan metode debit banjir yang dipakai adalah dengan rumus Creger :

$$Q = 1,3C(0,39.A)^{(0,36.A^{-0,048})}$$

dengan :

Q = debit banjir maksimum (m³/dt)

C = constanta yang bervariasi

untuk C = 30 identik dengan Q₁₀₀

untuk C = 100 identik dengan Q_{pmf}

A = luas DAS = 17.5236 km²

Maka,

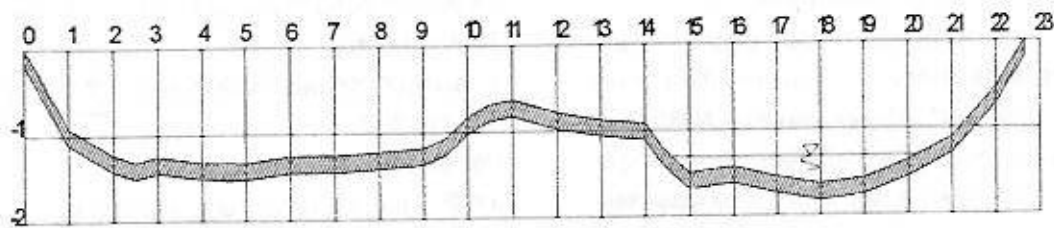
$$\begin{aligned} Q &= 1,3 \times 30 (0,39 \times 17.5236)^{(0,36 \times 17.5236^{(-0,048)})} \\ &= 266.533956^{6,308496^{(-0,048)}} \\ &= 166.148 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dengan membandingkan nilai debit banjir, dengan pertimbangan Q₁₀₀ tahun paling dekat dengan rumus Creger, di mana untuk nilai Q₁₀₀ = 693.324 m³/dt, maka debit banjir terpilih adalah debit banjir Nakayasu dengan Q₅₀ = 150.24 m³/dt dan Q₁₀₀ = 168.55 m³/dt. Sebagaimana untuk sungai yang lain dalam studi ini, untuk keperluan pembentukan hidrograf, digunakan metode HSS Nakayasu,

dengan asumsi tidak tersedianya data debit yang menerus sepanjang tahun. Data sungai dimasukkan ke dalam beberapa persamaan yang disebutkan sebelumnya.

Gambar hidrograf sungai Anggris untuk beberapa periode ulang disajikan dalam gambar 5.

Dari hidrograf di atas tampak bahwa grafik menanjak cukup tajam pada ordinat 0 s.d. 2 jam. Tanjakan atau rising limb tersebut menunjukkan bahwa hanya dibutuhkan waktu kurang lebih 2 jam untuk mencapai Time Peak (Tp) atau waktu puncak banjir, kemudian kurva turun mencapai titik terendah (aliran dasar) ditempuh hingga 24 jam. Penurunan signifikan pada recession limb terjadi dari debit puncak hingga debit sekitar 100 m³/det terjadi dalam waktu sekitar 6 jam. Gambaran ini menunjukkan sungai memiliki potensi banjir yang cukup tinggi, atau dengan kata lain kapasitas sungai terhadap debit yang masuk tidak terlalu besar. Hal ini berkaitan dengan kemiringan DAS yang cukup terjal.



Gambar 3 Penampang Sungai

Penyusunan Hidrograf

Pembentukan hidrograf sungai dapat dilakukan dengan menggunakan data debit sungai atau pun data hujan. Dalam kondisi tidak tersedianya data debit, maka dapat dibuat hidrograf satuan sintetik menggunakan data curah hujan di wilayah sungai yang dimaksud. Dalam proses tersebut, serangkaian analisis dilakukan, mulai dari analisis frekuensi hujan, hingga pembentukan hidrograf.

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan yang tertentu, atau hujan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Dalam hal ini digunakan Distribusi Gumbel Type yang mempunyai koefisien kemencengan (*Coefficient of Skewness*) $CS = 1,139$. (Soewarno, 1995). Metode Gumbel Type I bisa dinyatakan dengan pendekatan

persamaan distribusi empiris, sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + k.S_n$$

dengan :

X_T = besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang tertentu.

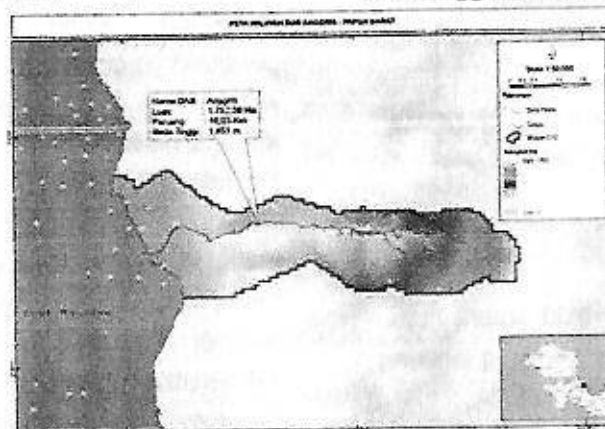
$\bar{X}$ = harga rerata dari data

S_n = standar deviasi

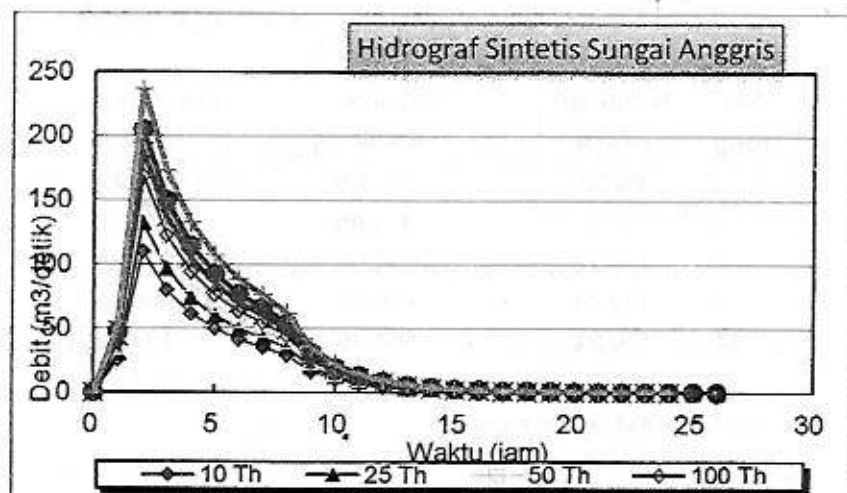
k = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (return periode) dan tipe distribusi frekuensi.

Hasil Analisa Banjir Rancangan Sungai Anggris

Mengingat DAS Anggris meliputi wilayah seluas kurang lebih 17,526 km² (kurang dari 100 km²) maka digunakan metode Nakayasu, Rational dan Der Weduwen untuk menghitung debit banjir. Panjang sungai adalah 10.23 km dengan beda tinggi sebesar 1951 m.



Gambar 4 DAS Anggris



Gambar 5. Hidrograf Sungai Anggris

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa berdasarkan analisa hidrograf satuan sintetik, Sungai Anggris memiliki potensi mengalami banjir yang cukup tinggi.

Saran dari penelitian ini antara lain :

1. Diperlukan penambahan maupun pemeliharaan sarana pengumpulan data primer dalam hal ini stasiun penakar hujan dan pengukur muka air sungai
2. Disarankan untuk dilakukan penataan wilayah sungai untuk memitigasi potensi banjir
3. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan data yang lebih lengkap dan menggunakan metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Teluk Wondama, 2014, Kabupaten Teluk Wondama Dalam Angka 2014
- Chow, V.T., D.R. Maidment, and L.W. Mays. 1988: Applied Hydrology. McGraw Hill Book Company. New York.
- Harto, S., 1993: Analisis Hidrologi, Penerbit P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Ojha, CSP, R. Berndtsson, P. Bhunya, 2008, Engineering Hydrology, Oxford
- Subarkah, I, 1978. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, Idea Dharma, Bandung.
- Suwarno, 1995, Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, Nova
- Sumarto, C.D, 1993, Hidrologi Teknik, Erlangga
- Triatmodjo, B, 2010, Hidrologi Terapan, Beta Offset