

ANALISIS DEBIT BANJIR SUNGAI DAIK DENGAN BERBAGAI KALA ULANG

Rahman Wahidin Miatullah¹, Manyuk Fauzi², Rinaldi³

^{1,2,3} Progran Studi Teknik Sipil, Universitas Riau

Kampus Bina Widya JL. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293.

Email : Rahman.wahidinmiatullah@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Daik River in Lingga Regency is one of the flood prone rivers. To overcome this, information about the capacity that can be accommodated by the Daik River is needed. Therefore, the researcher simulated the water surface profile intended to provide information about the flood discharge into the Daik river. The flood discharge plans were calculated with a return period of 2 years, 5 years, 10 years, 20 years, 25 years, 50 years, 100 years by using Hesper method. The simulation results show that in most parts of the Daik River at the time of the return of 2 years there has been a flood inundation with an flood discharge of 159,3909 m³/s, while the cross-section of Daik River capacity of 57,53 m³/s.

Keywords: daik river, flood discharge plans, HEC-RAS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Lingga adalah salah satu kabupaten baru yang terletak di Provinsi Kepulauan Riau. Pemekaran wilayah di Kepulauan Riau pada tahun 2003 dengan membentuk Kabupaten Lingga untuk dapat meningkatkan pelayanan kepada masyarakat di bidang pemerintahan, kemasyarakatan dan pembangunan serta memberikan kesempatan untuk memanfaatkan dan mengembangkan suatu potensi daerah. Pemekaran Kabupaten Lingga dianggap mampu dari segi ekonomi, kondisi sosial budaya, potensi daerah, kondisi sosial politik, jumlah penduduk, luas daerah, dan kekayaan sumber daya alam yang ada di Kabupaten Lingga (Kartikaningdyah, 2012).

Pada Kabupaten Lingga terdapat beberapa sungai, salah satunya Sungai Daik dengan panjang sungai 4,77 km. Sungai Daik adalah sungai yang termasuk rawan terkena banjir, Sungai Daik termasuk daerah yang teridentifikasi rawan terkena banjir, hujan deras terjadi berturut-turut selama 3 hari dan menyebabkan sungai daik meluap pada tanggal 8 Februari 2016. Akibatnya, rumah warga kampung gelam dan kampung bugis terendam luapan air banjir sungai Daik. Dikawasan ini

luapan air juga merendam badan jalan setinggi mata kaki orang dewasa (Lingga, 2016).

Penetapan sempadan sungai Daik telah di bahas ditahun 2020 pada PP 38 tahun 2011 tentang sungai, mendefinisikan bahwa sungai adalah alur atau wadah air alami atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu hingga muara dengan dibatasi garis sempada pada kiri dan kanan sungai. Garis sempadan adalah garis maya palung sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai. Tepi kiri dan kanan adalah tepi palung sungai yang ditentukan pada saat penetapan garis sempadan.

Keberadaan sungai juga diharapkan mampu untuk menampung debit agar tidak menyebabkan banjir. Untuk penanganan pencegahan banjir perlu ada penelitian tentang debit banjir sungai Daik. Pendekatan menggunakan pemodelan *software* sering kali dilakukan untuk perencanaan simulasi banjir. *Software* yang umum digunakan adalah *HEC-RAS*, sebagai *software open source* (Oktaga et al., 2015).

Menurut Istiarto (2014) untuk melakukan penelusuran banjir di sungai, perlu simulasi pada aliran tak permanen.

Jika hanya ingin memperkirakan muka air banjir di sepanjang sungai, dapat dilakukan dengan simulasi aliran permanen, dengan catatan bahwa muka air banjir yang hasil hitungan akan lebih tinggi dari pada seharusnya (*over estimate*)

Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah-masalah yang telah dipaparkan maka perlu dilakukan analisis debit banjir Sungai Daik sebagai *boundary condition* di bagian hulu dan seberapa besar debit puncak banjir rencana yang mampu ditampung Sungai Daik.

TINJAUAN PUSTAKA

Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Pada dasarnya curah hujan yang dihasilkan dari gerakan massa udara lembab ke atas agar terjadi gerakan keatas, atmosfer harus dalam kondisi tidak stabil. Kondisi tidak stabil terjadi dimana jika udara yang naik lembab dan *lapse rate* udara lingkungannya berada antara *lapse rate* adiabatik kering dan *lapse rate* adiabatik jenuh (Mulyono, 2014)

Curah Hujan Rencana

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi dan yang biasa digunakan dalam hidrologi yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-Person Type III dan Distribusi Gumbel (Rizki et al, 2019).

Analisa Curah Hujan

Data curah hujan harian yang tercatat pada setiap stasiun pencatat adalah data curah hujan terbesar dalam satu tahun pencatatan dengan tanggal dan bulan yang mungkin saja berbeda pada setiap stasiun. Dalam menentukan curah hujan pada Daerah Aliran Sungai Daik diambil dari stasiun Meteorologi Dabo.

Data hujan yang tercatat pada sebuah stasiun hujan merupakan data hujan titik (*point rainfall*), sedangkan dalam analisis neraca air waduk, data hujan yang

digunakan adalah data hujan wilayah (*areal rainfall*). Pemilihan data untuk analisis frekuensi dapat dilakukan dengan dua cara yang berbeda, yaitu:

1. Seri data maksimum tahunan tiap tahun hanya diambil satu besaran maksimum yang dianggap berpengaruh pada analisa selanjutnya. Besaran data maksimum kedua dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis.
2. Seri Parsial (*Partial Series*), menetapkan suatu batas bawah tertentu dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Semua besaran hujan yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data yang kemudian dianalisis dengan cara-cara yang lazim

Uji Distribusi Frekuensi

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa perioda ulang. Pada analisis ini digunakan beberapa metoda untuk memperkirakan curah hujan dengan periode ulang tertentu. oleh karena itu perlu dilakukan test untuk menentukan hasil yang terbaik, yaitu yang memiliki penyimpangan terkecil. Ada dua metode pemeriksaan kesesuaian yang lazim di pakai yaitu metode *Chi-Square Test* (X^2 test) dan metode Smirnov-Kolmogorof. Hasil perhitungan dari kedua metode tersebut selanjutnya dibandingkan dan dipilih yang memiliki penyimpangan terkecil (Suripin, 2004).

Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah batas daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung atau pengunungan dimana semua air hujan yang jatuh ke daerah ini akan mengalir melalui sungai dan anak sungai pada suatu titik (stasiun) yang ditinjau. Daerah aliran sungai ditentukan dengan menggunakan peta

topografi yang dilengkapi garis-garis kontur (Triatmodjo, 2010).

Pada penelitian ini untuk cara menentukan DAS menggunakan *Digital Elevation Model (DEM)*. Data DEM yang biasa digunakan pada penelitian sejenis adalah *ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model)*. Data DEM diolah menggunakan Perangkat Lunak *Arc Map* dengan cara mendelineasi berdasarkan batas alami DAS.

Debit Banjir Rencana

Metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana diantaranya yaitu metode Haspers, Rasional, dan Weduwen. Pada penelitian ini Metode yang digunakan untuk mengestimasi debit rancangan adalah Metode Hasper. Persamaan umum yang digunakan adalah :

Rumus :

$$Q = \alpha \times \beta \times q \times A \quad (1)$$

$$t = 0,1 \times L^{0,8} \times i^{-0,3} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{1+(0,012xA^{0,7})}{1+(0,075xA^{0,7})} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+(3,70 \times 10^{0,40t})}{t^2+15} \times \frac{A^{0,75}}{12} \quad (4)$$

Untuk $t < 2$ jam digunakan rumus :

$$q = \frac{Rt}{3,6.t} \quad (5)$$

$$r = \frac{t \times R}{t+1-0,0008(260-R)(2-t)^2} \quad (6)$$

Untuk $t > 2$ jam digunakan rumus :

$$r = \frac{t \times R}{t+1} \quad (7)$$

$$q = \frac{r}{3,6 \times t} \quad (8)$$

Dengan :

Q = debit banjir rencana pada periode ulang tertentu (m^3/det)

t = waktu konsentrasi hujan

α = koefisien limpasan air hujan

β = koefisien pengurangan luas daerah hujan

q = intensitas maksimum jatuhnya hujan rata – rata ($m^3/det/km$)

r = curah hujan periode ulang tertentu

A = luas Daerah pengaliran sungai (km^2)

Program HEC RAS

HEC-RAS merupakan suatu aplikasi yang memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)*, dan dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satuan kerja di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. *HEC-RAS* adalah model satu dimensi aliran permanen maupun tak-permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). *HEC-RAS* versi terbaru yang telah beredar saat ini, Versi 4 Beta, memiliki empat komponen model satu dimensi:

1. Hitungan profil muka air aliran permanen,
2. Simulasi aliran tak permanen,
3. Hitungan transpor sedimen, dan
4. Hitungan kualitas (temperatur) air.

METODE PENELITIAN

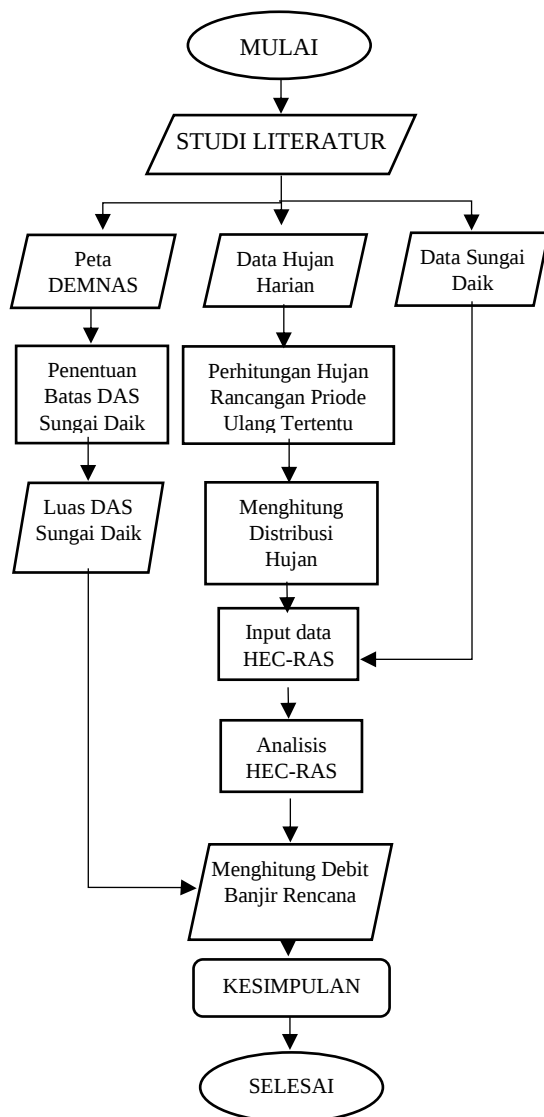
Lokasi penelitian ini berada di Kabupaten Lingga pada Sungai Daik dengan koordinat *Latitude* $0^{\circ}13'0.51''S$ *longitude* $104^{\circ}37'27.09''E$, Kabupaten Lingga. Kabupaten Lingga merupakan salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia.



Gambar 1 Lokasi Sungai Daik
Sumber: (Google Maps, 2021)

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat sebagai berikut :

Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Batas DAS

Dalam penelitian ini, batas DAS Sungai Daik ditentukan dengan bantuan data Peta *Seamless Digital Elevation Model* (DEM) dan *Batimetri Nasional*, software *Universal Map Downloader* dan ArcMap 10.8.



Gambar 3. Batas DAS Sungai Daik

Sumber: (ArcMap, 2021)

Garis yang berwarna biru pada gambar merupakan alur sungai Daik dengan panjang 4,77 Km, sementara warna kuning pada gambar adalah wilayah DAS Sungai Daik dengan luas wilayah DAS sungai Daik adalah 35,977 km².

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan pada DAS sungai Daik menggunakan data hujan yang diambil dari stasiun hujan yaitu Stasiun Meteorologi Dabo. Data hujan yang digunakan adalah data hujan dari tahun 2010 hingga tahun 2019 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Curah Hujan Maksimum

TAHUN	Maksimum Harian
	Rata-rata R24 (mm)
2010	78
2011	131
2012	83
2013	121,0
2014	121,4
2015	69,8
2016	121,4
2017	93,1
2018	92,7
2019	99,6

Curah Hujan Rencana

Untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang akan terjadi di Sungai Daik, maka terlebih dahulu dicari kemungkinan curah hujan harian maksimum. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan maksimum ini

adalah metode Log Normal, untuk hasilnya bisa dilihat pada tabel 2.

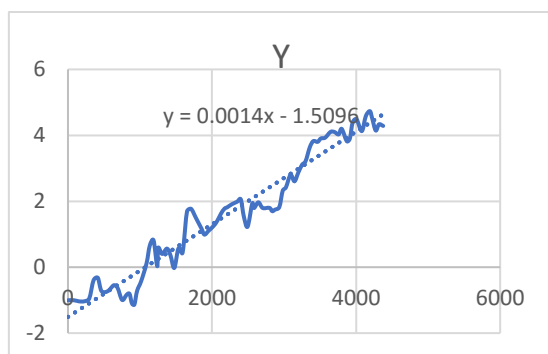
Tabel 2. Perhitungan curah hujan rencana periode tertentu

Per	Xrt (logx)	Cv (log x)	k	Log Xt	X
2	1.996	0.05	-0.22	1.975	94.436
5	1.996	0.05	0.64	2.056	113.718
10	1.996	0.05	1.26	2.114	130.018
20	1.996	0.05	1.89	2.173	148.976
25	1.996	0.05	2.10	2.193	155.891
50	1.996	0.05	2.75	2.254	179.395
100	1.996	0.05	3.45	2.320	208.685

Analisa Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir pada penelitian ini menggunakan metode Haspers, karna untuk hasil debit banjir yang diperoleh mendekati kondisi asli debit sungai dan tahapan perhitungan dapat dilihat dibawah ini :

Menentukan nilai slop sungai Daik dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Grafik Kemiringan Sungai

Perhitungan waktu konsentrasi hujan :

$$t = 0,1 \times L^{0,8} \times i^{-0,3}$$

$$= 0,1 \times 4,77^{0,8} \times 0,0014^{-0,3}$$

$$= 2,51 \text{ jam}$$

Perhitungan koefisien limpasan air hujan :

$$\alpha = \frac{1+(0,012xA^{0,7})}{1+(0,075xA^{0,7})}$$

$$= \frac{1+(0,012 \times 35,98^{0,7})}{1+(0,075 \times 35,98^{0,7})}$$

$$= 0,5973$$

Perhitungan koefisien pengurangan luas daerah hujan :

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+(3,70 \times 10^{0,40t})}{t^2+15} \times \frac{A^{0,75}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{2,51+(3,70 \times 10^{0,40 \times 2,51})}{2,51^2+15} \times \frac{35,98^{0,75}}{12}$$

$$= 1,357$$

$$\beta = 0,737$$

Perhitungan curah hujan periode ulang tertentu :

Untuk $t < 2$ jam digunakan rumus :

$$r = \frac{t \cdot r}{t+1-0,0008(260-R)(2-t)^2}$$

Untuk $t > 2$ jam digunakan rumus :

$$r = \frac{t \cdot R}{t+1}$$

$$q = \frac{r}{3,6 \cdot t}$$

Dari perhitungan didapat nilai $t = 2,6224 > 2$ maka :

$$r = \frac{2,51 \times 94,4359}{2,51+1}$$

$$= 95,4359$$

Perhitungan intensitas maksimum jatuhnya hujan rata – rata :

$$q = \frac{95,4359}{3,6 \times 2,51}$$

$$= 10,5787 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Perhitungan debit banjir rencana pada periode ulang tertentu :

$$Q = \alpha \times \beta \times q \times A$$

$$= 0,5973 \times 0,737 \times 10,5787 \times 35,98$$

$$= 167,58 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Untuk hasil selengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Debit Rencana Sungai Daik

Periode Ulang	Debit Rencana m ³ /dtk
2	167,580
5	201,439
10	230,060
20	263,349
25	275,491
50	316,763
100	368,194

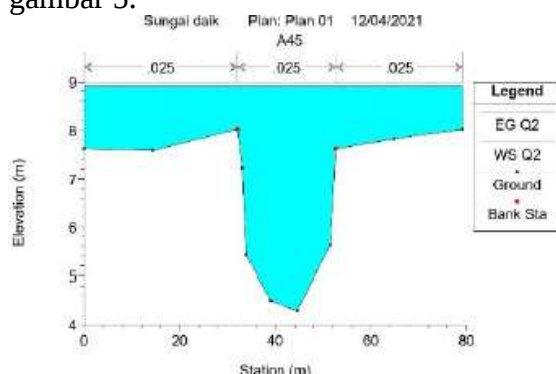
Analisis Kapasitas Sungai Daik Menggunakan HECRAS

Setelah melakukan simulasi dengan debit banjir rencana maka perlu diketahui kapasitas yang mampu ditampung oleh sungai Daik dengan menggunakan *HEC RAS*, untuk debit yang mampu di tampung oleh sungai daik adalah 57,35 m³/dt.

Tabel 4. Rekapitulasi kapasitas sungai

Periode Ulang	Debit Rencana m ³ /dtk	Kapasitas Sungai m ³ /dtk	Banjir/Tidak
2	167,580	57,35	Banjir
5	201,439	57,35	Banjir
10	230,060	57,35	Banjir
20	263,349	57,35	Banjir
25	275,491	57,35	Banjir
50	316,763	57,35	Banjir
100	368,194	57,35	Banjir

Tampilan muka air banjir pada bagian hulu pada periode 2 tahun yang terkena dampak banjir dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Crossection Sungai Daik

KESIMPULAN

Dari hasil analisis menggunakan metode *haspers* debit banjir rencana sungai daik melebihi batas dari kapasitas penampang Sungai Daik dimana debit yang mampu ditampung penampang Sungai Daik pada kondisi eksisting sebesar 57,35 m³/dt, debit banjir rencana Sungai Daik diperoleh menggunakan metode *Haspers* untuk periode ulang 2 tahun sebesar 167,580 m³/dt, untuk periode ulang 5 tahun sebesar 201,439 m³/dt, untuk periode ulang 10 tahun sebesar 230,06 m³/dt, untuk periode ulang 20 tahun sebesar 263,349 m³/dt, untuk periode ulang 25 tahun sebesar 275,491 m³/dt, untuk periode ulang 50 tahun sebesar

316,763 m³/dt dan untuk periode ulang 100 tahun sebesar 368,194 m³/dt.

Kondisi eksisting Sungai Daik dengan debit kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun tidak dapat menampung debit yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kartikaningdyah, E. (2012). Analisis Location Quotient dalam Penentuan Produk Unggulan pada Beberapa Sektor di Kabupaten Lingga Kepulauan Riau. *Integrasi*, 31-46.
- Lingga, K. (2016, Februari). *Lingga Banjir Lagi, Ruas Jalan Ikut Terendam*. Diambil kembali dari <https://linggakab.go.id/2016/02/08/lingga-banjir-lagi-ruas-jalan-ikut-teerendam/>
- Maps, G. (2021). *Google Maps*. Diambil kembali dari <https://www.google.com/maps/@-0.1836056,104.6525329,33079m/data=!3m1!1e3?hl=id>
- Mulyono, D. (2014). Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*, 1-9.
- Oktaga, A. T., Suripin, & Darsono, S. (2015). Perbandingan Hasil Pemodelan Aliran Satu Dimensi Unsteady Flow dan Steady Flow pada Banjir Kota. *MKTS*.
- Putra, R. R., Fauzi, M., & Sutikno, S. (2019). Model Hidrolika Untuk Simulasi Profil Muka Air Pada Sungai Sibinail Kabupaten Pasaman. *Jurnal Teknik*.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.