

Analisis Laju Debit di Saluran Sekunder Sawojajar Kabupaten Brebes Dengan Menggunakan Metode HEC-RAS (Studi Kasus Saluran Sekunder Sawojajar Kabupaten Brebes)

Imam Tarmudi¹ Abdul Khamid² Mohamad Tolani³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhadi Setiabudi, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa
Tengah, Indonesia^{1,2,3}

Email: imamtamudi@gmail.com¹ abdulkhamid.mt@gmail.com² ujpesdm@yahoo.com³

Abstrak

Irigasi adalah usaha dalam penyediaan dan pembuangan air ke lahan pertanian. Irigasi sebagai pemenuhan water supply terpenting dalam ketersediaan dan pengelolaan air untuk pertumbuhan penduduk, industri dan dunia usaha. Peningkatan ini disebabkan meningkatnya permintaan di berbagai sektor baik domestik, industri, pertanian, energi dan lain- lain. Namun, ketersediaan air belum bisa dipastikan dapat memenuhi kebutuhan tersebut secara berkelanjutan. Ketersediaan air dalam memenuhi kebutuhan dapat diketahui potensinya melalui pengelolaan sumber daya air. Jika pengelolaan sumber daya air kurang tepat maka dapat menimbulkan ketidak seimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air. Saat kebutuhan air tidak dapat terpenuhi maka perlu dilakukan upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan cara mengoptimalkan parameter yang berpengaruh terhadap debit seperti meminimalisir air hujan yang jatuh dan mengalir ke laut dan meningkatkan kemampuan penyimpanan air tanah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan analisis laju sedimen pada sungai. Salah satu program yang dapat digunakan untuk melakukan analisis tersebut adalah Hydraulic Engineering Centre River Analysis system dikenal sebagai HEC-RAS. Program komputer yang disebut HEC-RAS digunakan untuk analisis hidrolik dan simulasi aliran sungai. Temuan analisis ini harus mampu memberikan solusi..

Kata Kunci: Debit, Sedimentasi, Program Aplikasi HEC-RAS

Abstract

Irrigation is an effort to provide and dispose of water to agricultural land. Irrigation is the most important fulfillment of water supply in the availability and management of water for population growth, industry and the business world. This increase was due to increasing demand in various sectors, including domestic, industrial, agricultural, energy and others. However, it is not certain that water availability can meet these needs in a sustainable manner. The potential for water availability to meet needs can be identified through water resource management. If water resource management is inappropriate, it can create an imbalance between water demand and water availability. When water needs cannot be met, efforts need to be made to meet these needs by optimizing parameters that influence discharge, such as minimizing rainwater that falls and flows into the sea and increasing groundwater storage capacity. To overcome this problem, it is necessary to analyze the sediment rate in the river. One program that can be used to carry out this analysis is the Hydraulic Engineering Center River Analysis system known as HEC-RAS. A computer program called HEC-RAS is used for hydraulic analysis and river flow simulation. The findings of this analysis must be able to provide solutions.

Keywords: Discharge, sedimentation, HEC-RAS Application Program



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Daerah irigasi tidak selamanya dalam kondisi baik, melihat kondisi saat ini Jaringan irigasi yang ada di beberapa daerah di Indonesia sangat memperhatikan sekitar > 40% kondisi jaringan irigasinya mengalami kerusakan yang menyebabkan kehilangan produksi

padi sekitar 4.500 ribu ton per tahunnya (Kasus, Subang, dan Ernawan 2023) Jaringan irigasi didefinisikan sebagai saluran bangunan dan bangunan pelengkap (Udin et al. 2021). Hal ini merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Jaringan irigasi terdiri dari jaringan irigasi primer, sekunder, dan tersier. Kerusakan jaringan irigasi dikarenakan kondisi dari topografi yang curam sehingga menyebabkan kerusakan di sepanjang saluran primer, kebocoran saluran, kerusakan bangunan irigasi, pintu saluran, hingga longsornya badan saluran (Tingkat, Berbeda, dan Pulau 2014). Selain itu, bahwa kerusakan jaringan irigasi disebabkan juga oleh pendangkalan di sungai, waduk, dan saluran irigasi dikarenakan keberadaan sedimentasi yang mengendap cukup tinggi (Kusumastuti et al., 2019).

Debit aliran adalah laju aliran air dalam bentuk volume air yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam pengelolaan sumber daya air, data debit merupakan informasi yang paling penting. Debit puncak (banjir) diperlukan untuk merancang bangunan pengendali banjir. Sementara debit aliran kecil diperlukan untuk perencanaan lokasi (pemanfaatan air) untuk berbagai macam keperluan, terutama pada musim kemarau panjang. Debit rata-rata tahunan dapat memberikan gambaran potensi sumberdaya air yang dapat dimanfaatkan dari suatu daerah aliran sungai. Kejadian yang terjadi di wilayah saluran sekunder Sawojajar Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes yaitu masalah banjir dan erosi berpengaruh pada morfologi saluran. Salah satu penyebab banjir di saluran Sekunder Sawojajar adalah debit aliran yang besar, di lain pihak kapasitas tampung sungai berkurang akibat adanya erosi/sedimentasi. Angkutan sedimen dapat menyebabkan terjadinya perubahan dasar sungai. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan analisis laju sedimen pada sungai. Salah satu program yang dapat digunakan untuk melakukan analisis tersebut adalah Hydraulic Engineering Centre River Analysis system dikenal sebagai HEC-RAS. Program komputer yang disebut HEC-RAS digunakan untuk analisis hidrolik dan simulasi aliran sungai. Temuan analisis ini harus mampu memberikan solusi.

Daya rusak air akan semakin besar bila debit dan kecepatan air semakin tinggi yang dapat merubah alur sungai. Perbaikan alur sungai terkendala kepemilikan lahan karena adanya (Ananda, 2022) kepemilikan lahan hingga bantaran sungai yang tidak sesuai dengan perundang-undangan dan peraturan yang berlaku. Hal ini menjadi kendala dalam pengelolaan sumber daya air baik dalam hal konservasi sumber daya air, pemanfaatan air dan pencegahan daya rusak air untuk pengelolaan sumber daya air yang holistik. Kerusakan ini harus ditanggulangi dengan cara mengurangi daya rusak air dengan cara memperbanyak bangunan konservasi air agar waktu konsentrasi debit semakin lambat. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membuat bangunan yang dapat menampung limpasan air permukaan yang dapat berbentuk retention basin, detention basin dan retarding basin dan bangunan konservasi lainnya. Dari penjelasan di atas, didapat rumusan masalah sebagai berikut: Dengan menggunakan bantuan program HEC-RAS Apakah luas penampang saluran sekunder sawojajar mampu menampung nilai debit setelah dilakukan analisis hidrolika? Berdasarkan nilai debit pada saluran sekunder sawojajar Kecamatan Wanasari, bagaimana penggunaan program HEC-RAS untuk analisis hidrologi? Adapun tujuan yang akan hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Mengetahui berapa besar debit yang ada pada saluran sekunder sawojajar? Mengetahui analisa hidrologi laju sedimen dan analisa hidrolika dengan program HEC-RAS pada saluran sekunder sawojajar.

Tinjauan Pustaka

Penentuan Debit Saluran

Debit merupakan satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS) satuan debit yang digunakan dalam system satuan SI adalah meter kubik per detik ($m^3/detik$).

Menurut Asdak (2002), debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam system SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik. Debit saluran adalah volume air yang mengalir per satuan waktu. Data debit merupakan data yang sangat penting sekali perannya, karena merupakan variabel utama untuk menentukan sebuah saluran. Adapun penentuan pemilihan debit dapat dilakukan dengan mengetahui perbandingan luas penampang melintang saluran dengan durasi waktu. Persamaan tersebut bisa dilihat dari rumus debit berikut ini. Persamaan dasar untuk menentukan debit sungai: Rumus:

$$Q = V / T$$

Dimana:

Q = Debit sungai m^3/dt

V = Volume (m^3/dt)

T = Waktu (m^2)

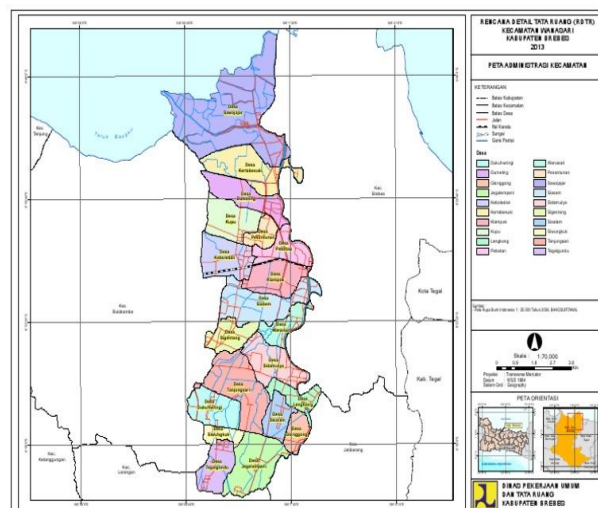
Aplikasi program HEC-RAS (Engineering Centers-River Analysis System)

Hydrologic Engineering Center (HEC) merupakan sebuah divisi dari Institute for Water Resources (IWR) dari United States Army Corps of Engineers (USACE) mengembangkan HEC-RAS, yaitu program aplikasi untuk pemodelan aliran sungai yang dikenal dengan River Analysis Sistem (RAS). HEC-RAS adalah perangkat lunak komputer yang digunakan untuk memodelkan aliran sungai, menghitung debit sungai, memprediksi banjir, dan mengevaluasi pengaruh proyek struktur sungai terhadap aliran sungai dan kondisi sungai. HEC-RAS adalah model aliran satu dimensi permanen atau tidak permanen (steady and unsteady one-dimensional flow model). Model satu dimensi terdiri dari empat komponen dalam HEC-RAS:

1. menghitung profil permukaan aliran permanen,
2. melakukan simulasi aliran tidak permanen,
3. menghitung transportasi sedimen, dan
4. menghitung kualitas air.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bagian hilir Aliran Irigasi Sekunder Sawojajar tepat nya di Desa Pandansari Kecamatan Wanasri Kabupaten Brebes ± 15 km dari titik Kota Brebes. Kabupaten Brebes terletak di bagian Utara paling Barat Provinsi Jawa Tengah, di antara koordinat $108^{\circ} 41'37,7''$ – $109^{\circ} 11'28,92''$ Bujur Timur dan $6^{\circ} 44'56'5''$ – $7^{\circ} 20'51,48$ Lintang Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan bahan penelitian

Hasil observasi lapangan ke saluran Sekunder Sawojajar tanggal 12 Juli 2023 dilakukan pengamatan dan mengukur saluran irigasi berupa saluran primer. Dalam kegiatan alat yang digunakan adalah:

1. Pita dengan panjang 150 meter untuk mengukur saluran, sebanyak 1 buah
2. Botol plastik ukur 250 ml (isi air setengah) sebagai pelampung, sebanyak 1 buah,
3. Mistar ukur berupa pipa ukuran panjang 150 cm untuk mengukur kedalaman saluran, sebanyak 1 buah.
4. Stop watch dengan menggunakan smartphone, sebanyak 1 buah.
5. Kamera dengan menggunakan smartphone, sebanyak 1 buah.

Metode pengukuran debit

Ada beberapa metode pengukuran debit aliran sungai yaitu :

1. Area-Velocity Method. Metode kecepatan area adalah yang paling umum dan berlaku untuk sebagian besar aliran air sungai untuk mengukur debit dengan flow meter. Metode ini biasanya disebut sebagai debit meter. Kotak perekam (monitor yang akan mencatat jumlah putaran selama baling-baling berada di dalam air) dihubungkan dengan flow meter yang berbentuk baling-baling. Kotak perekam kemudian dimasukkan ke sungai, di mana kecepatan aliran akan diukur. Ekor instrumen yang berbentuk seperti sudu akan berputar akibat perkembangan aliran air sungai. Kecepatan aliran air tidak sepenuhnya ditentukan oleh jumlah siklus setiap siklus berikutnya yang kemudian ditentukan dan akan ditampilkan di layar laju aliran air selama rentang waktu tertentu. Kedalaman sungai dibagi menjadi beberapa bagian dengan lebar permukaan yang bervariasi untuk pengukuran. Kedalaman menentukan seberapa cepat sungai bergerak melalui setiap bagian



Gambar 2. 2 Current Meter

2. Pengukuran Debit dengan cara Apung (float area method). Pengukuran debit dengan cara ini memiliki prinsip : Kecepatan aliran (V) ditetapkan berdasarkan kecepatan pelampung (U) luas penampang (A) ditetapkan berdasarkan pengukuran lebar saluran (L) dan kedalaman saluran (D) debit sungai (Q) = A x V atau A = a x k dimana k adalah konstanta.

$$Q = A \times k \times U$$

Dimana:

Q = debit (m³/det)

U = kecepatan pelampung (m/det)

A = luas penampang basah sungai (m²)

K = koefisien pelampung

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran data primer yang telah dilakukan dilapangan, yakni berupa dimensi saluran dalam hal ini saluran sekunder dan kecepatan aliran dengan menggunakan Pengukuran Debit dengan cara Apung, serta kondisi disekitar daerah

pengamatan pada Daerah saluran sekunder sawojajar, yang selanjutnya menjadi dasar dalam pengolahan data untuk mendapatkan laju sedimennya.

Analisa Debit Rencana Banjir

Dalam estimasi pemeriksaan debit banjir rancangan ditentukan oleh Informasi jumlah curah hujan yang direncanakan diperoleh dengan memeriksa hubungan antara banjir yang terjadi dan distribusi curah hujan yang direncanakan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Teknik empiris, termasuk strategi Weduwen, digunakan dalam rencana ini untuk memperkirakan debit banjir.

Metode Weduwen

Metode Weduwen yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A$$

Dicoba untuk $t_i = 4,5$ jam dan hitung α , β , I dan t sebagai berikut :

a) Menghitung koefisien reduksi

$$\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} \times A}{120 + A}$$

$$\beta = \frac{120 + \frac{4,5+1}{4,5+9} \times 35}{120 + 35}$$

$$\beta = \frac{725}{837} = 0,86$$

b) Menghitung intensitas hujan

$$I = \frac{67,65}{t+1,45}$$

$$I = \frac{67,65}{4,5+1,45} = 11,37 \text{ (m}^3/\text{dtk/km}^2\text{)}$$

c) Menghitung koefisien pengairan

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{I+7}$$

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{11,37+7} = 0,777$$

d) Menghitung lamanya hujan

$$t = \frac{0,467 \times A^{3/8}}{(a \times \beta \times I)^{1/8} \times (s)^{1/4}}$$

$$t = \frac{0,467 \times 35^{3/8}}{(0,777 \times 0,86 \times 11,37)^{1/8} \times (0,5)^{1/4}}$$

$$t = 1,634 \approx 2,03 \text{ jam}$$

Dari perhitungan diatas : (t_i) coba = 4,5 $\neq$ (t) hitung = 0,52 jam. Oleh karena itu, di coba lagi untuk t_i sehingga diperoleh $t_i \approx t$ yaitu pada saat

$$t = 3,02 \text{ jam ; } \beta : 0,86$$

$$I = 15,13 \text{ (m}^3/\text{dt/km}^2\text{)} ; \alpha : 0,815$$

2. Hitung Qmaks

$$Q_{maks} = \alpha \times \beta \times I \times A$$

$$= 0,815 \times 0,96 \times 15,13 \times 35$$

$$= 414,32 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

3. Menghitung debit banjir rencana (Q_2)

$$Q_2 = Q_{maks} \times \frac{R_2}{240}$$

$$Q_2 = 414.32 \times \frac{354.32}{240} = 612.53$$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan

Tabel 1. Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Weduwen

No	T	RT (mm)	Q Maks	Q m ³ / dtk
1	2	354.81	414.32	612.53
2	5	433.03	414.32	747.56
3	10	480.66	414.32	829.78
4	25	523.50	414.32	903.74
5	50	576.97	414.32	996.04
6	100	616.58	414.32	1064.42

Tabel 2. Rekap Data Debit Banjir Rencana

No	T	Metode Empiris m ³ / Detik
		Weduwen
1	2	612.53
2	5	747.56
3	10	829.78
4	25	903.74
5	50	996.04
6	100	1064.42

4) Anlisa debit normal

Menghitung debit normal Diketahui :

Langkah – langkah perhitungan debit normal :

$$\text{Luas (A)} = (b+m.h).h$$

$$= (11 + 0,5 \times 0,75) \times 0,75$$

$$= 9.18 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling (P)} = b + 2.h.\sqrt{1 + m^2}$$

$$= 11 + (2 \times 0,75 \times \sqrt{1 + 0.5^2})$$

$$= 12.8 \text{ m}^2$$

Menghitung debit normal yaitu :

Untuk mencari nilai V

$$\text{Uji 1} = 45 \text{ detik}$$

$$\text{Uji 2} = 37 \text{ detik}$$

$$\text{Uji 3} = 40 \text{ detik}$$

$$V = \frac{45+37+40}{3} = 40.6$$

$$V = \frac{10}{40.6}$$
$$V = 0,246 \text{ m/dt}$$
$$Q = A \times V$$
$$= 9.18 \times 0.246$$
$$= 2.26 \text{ m}^3/\text{dt}$$

5) Analisa debit banjir

Dari pengukuran yang dilakukan dan diinterogasi langsung di dasar sungai diketahui bahwa kedalaman air pada saat air tinggi (h) adalah 2 m. Rencana debit banjir kemudian disesuaikan. Limpasan banjir yang disebabkan oleh hujan dihitung.

Langkah – langkah perhitungan debit banjir :

$$\text{Luas (A)} = (b + m.h).h$$
$$= (11 + 0,5 \times 1,2) 1,2$$
$$= 13.92 \text{ m}^2$$
$$\text{Keliling (P)} = b + 2.h.\sqrt{1 + m^2}$$
$$= 11 + (2 \times 1.2 \times \sqrt{1 + 0.5^2})$$
$$= 13.68 \text{ m}$$

$$\text{Jari – jari (R)} = \frac{A}{P}$$
$$= \frac{13.92}{13.68}$$
$$= 1.02$$

Menghitung debit banjir yaitu :

$$Q = A \times V$$
$$= 13.92 \times \frac{1}{n} R^{2/3} \times I^{1/2}$$
$$= 13.92 \times \frac{1}{0.03} \times (1.02)^{2/3} \times 0.5^{1/2}$$
$$= 332.46 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Mempertimbangkan perhitungan drainase banjir di atas, metode Weduwen adalah metode drainase banjir yang tepat. Mengingat bahwa strategi penilaian banjir Weduwen masuk akal untuk daerah tangkapan air $\leq 50 \text{ km}^2$. Nilai Q yang didapat untuk debit banjir lapangan adalah $677,11 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga periode ulang banjir yang digunakan adalah 10 tahun karena nilai Q lapangan mendekati nilai Q desain.

Analisa Hidraulika dengan Pemodelan HEC-RAS 6.4.1

Untuk menganalisis fenomena perilaku hidraulik aliran di saluran sungai, maka diperlukan simulasi atau analisis numeric yang dapat menggambarkan keadaan saluran bangunan air. Analisa yang dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS 6.4.1. HEC-RAS merupakan software dengan model satu dimensi aliran yang permanen maupun tak-permanen (steady and unsteady one dimensional flow model). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi diantaranya : 1. Hitungan profil muka air aliran permanen / tetap; 2. Simulasi aliran tak permanen / tidak tetap; 3. Hitungan Transpor sedimen dan 4. Hitungan kualitas (temperatur) air.

KESIMPULAN

Hasil Analisis Hidrolika

Analisis Hidrolika saluran sekunder sawojajar dengan pemodelan HEC-RAS 6.4.1 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :Saluran Sekunder yang memiliki aliran tetap atau

permanen maka dalam analisisnya digunakan mode running steady flow dan menggunakan data debit konstan sebagai debit input.

Saran

Beberapa saran diberikan sebagai masukan untuk penelitian sejenis. Saran –saran tersebut yaitu:

1. Perlu adanya normalisasi pada saluran sekunder sawojajar supaya luas penampang yang ada mampu menampung debit pada kala ulang 25 tahun.
2. Hendaknya analisa hidrolika dilakukan untuk beberapa ruas sungai yang berbeda untuk memastikan perbedaan antara penggunaan mode running steady flow maupun unsteady flow dalam HEC-RAS.
3. Analisis hidrolika dari HEC-RAS sebaiknya dicek dengan hitungan manual untuk mengetahui keefektifan model.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani, Rahmatia. 2021. "Skripsi analisis debit sungai menggunakan model soil and water assessment tool di sub das malino, das jeneberang."
- Kasus, Studi, D. I. Cipicung Subang, dan Deny Ernawan. 2023. "Analisis Volume Sedimen Terhadap Pendangkalan Di Dalam Saluran Primer Jaringan Irigasi." 4(2):1–11.
- Profesi, Jurnal, dan Insinyur Jpi. 2022. "Rekayasa Pengendalian Banjir Dan Konservasi Sumber Daya Air Pada Daerah Hulu." 3(2).
- Studi, Jenjang, dan Program Studi. n.d. "Analisis laju sedimentasi pada sungai layapan kecamatan wanasari kabupaten brebes dengan program hec-ras 6.4.1."
- Tingkat, Dengan, Kerapatan Berbeda, dan D. I. Pulau. 2014. "<http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>." 3:73–79.
- Udin, Untung, Abdul Khamid, Muhammad Taufiq, dan Dwi Denny Apriliano. 2021. "Optimasi Debit Air Saluran Irigasi pada Bendung Sungapan Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Studi Kasus Saluran Induk Simangu 844 , 74 Ha Optimization of Water Discharge of Irrigation Canals at Sungapan Weir , Pemalang District , Pemalang Regency Case ." 2(1):42–48.