

NORMALISASI SUNGAI BATANG BILUAN KABUPATEN PASAMAN BARAT

Della Putri Septiani¹

Universitas Bung Hatta
dellapseptiani86@gmail.com

Zahrul Umar²

Universitas Bung Hatta
zahrul_umar@yahoo.co.id

ABSTRAK

Dalam beberapa tahun terakhir, salah satu sungai yang terdapat di Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat, yaitu Sungai Batang Biluan, mengalami berbagai permasalahan yang cukup serius. Permasalahan tersebut meliputi degradasi kualitas air, sedimentasi, serta alih fungsi lahan pada daerah aliran sungai (DAS) yang berpotensi menimbulkan banjir ketika musim penghujan tiba. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghitung curah hujan rencana, debit banjir rencana, kapasitas tampung penampang eksisting sungai, serta merencanakan perkuatan tebing pada saluran sungai. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengumpulan data primer berupa pengukuran debit lapangan, dokumentasi, dan pengambilan sampel tanah, serta data sekunder berupa peta topografi dan data curah hujan. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan empat jenis distribusi probabilitas yang kemudian diuji dengan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan rencana pada periode ulang tertentu menghasilkan debit banjir yang melampaui kapasitas tampung eksisting. Berdasarkan hasil analisis hidraulika, direncanakan dimensi penampang sungai dengan tinggi jagaan 1 meter, lebar sungai 20 meter, serta perkuatan tebing menggunakan pasangan batu kali.

Kata Kunci: Normalisasi Sungai, Debit Banjir, Curah Hujan, Perkuatan Tebing

ABSTRACT

In recent years, the Batang Biluan River, a river in West Pasaman Regency, West Sumatra Province, has experienced several serious problems. These problems include water quality degradation, sedimentation, and land conversion within the river basin (DAS), which can potentially cause flooding during the rainy season. Therefore, this study aimed to calculate the design rainfall, design flood discharge, and the capacity of the existing river channel, as well as to plan for strengthening the riverbanks. The research methods used included primary data collection in the form of field discharge measurements, documentation, and soil sampling, as well as secondary data in the form of topographic maps and rainfall data. Hydrological analysis was conducted using four types of probability distributions, which were then tested using the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods. The results showed that the design rainfall for a specific return period resulted in a flood discharge exceeding the existing capacity. Based on the hydraulic analysis, the river cross-section dimensions were planned

with a 1-meter embankment height, 20-meter width, and riverbank reinforcement using river stones.

Keywords: *River Normalization, Flood Discharge, Rainfall, Cliff Reinforcement*

PENDAHULUAN

Sungai Batang Biluan merupakan salah satu aliran sungai yang terdapat di kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat. Sungai ini memiliki peran penting bagi masyarakat sebagai sumber air untuk kebutuhan pertanian dan rumah tangga. Namun, dalam beberapa tahun terakhir sungai batang Biluan mengalami degradasi kualitas air, sedimentasi, dan alih fungsi lahan yang mengakibatkan banjir pada musim penghujan.

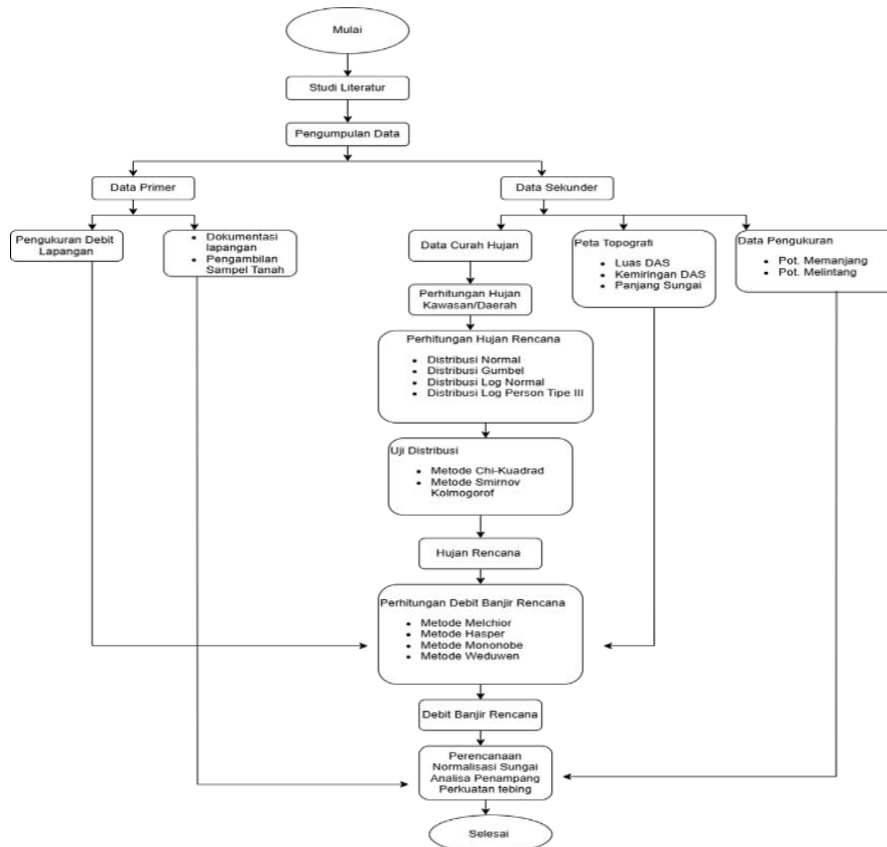
Banjir di sungai batang biluan disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi, akibat hujan deras ini mengakibatkan aliran sungai batang biluan meluap. Oleh karena itu, dilakukan lah upaya normalisasi sungai yang bertujuan untuk memperbaiki dan mengembalikan fungsi secara normalnya sekaligus untuk mengatasi permasalahan banjir di lokasi sekitar sungai batang biluan.

METODE PENELITIAN

Tahapan Pengumpulan data nya yakni Pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer nya berupa pengukuran debit lapangan dan dokumentasi lapangan serta pengambilan sampel tanah, sedangkan data sekunder berupa Data curah hujan dan peta topografi. Sedangkan data sekunder berupa Data curah Hujan dari PSDA Sumbar dan Peta Topografi. Analisa data yakni menghitung hujan kawasan dilanjutkan dengan menghitung curah hujan rencana menggunakan 4 distribusi probabilitas (Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Person Type III), lalu diuji keempat distribusi probabilitas tersebut menggunakan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof. Kemudian menghitung debit rencana setelah di dapatkan debit banjir rencana tersebut dilanjutkan dengan perencanaan normalisasi sungai serta analisa perkuatan tebing.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Rencana Kerga Tugas Akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Curah Hujan

Pada analisa curah hujan menggunakan data 15 tahun, Curah Hujan terbesar terjadi pada tahun 2024 dengan 149,89 mm sedangkan Curah hujan terkecil terjadi pada tahun 2017 dengan 10,84 mm

Tabel 1. Data Curah Hujan

No	Tahun	Hujan Maksimum
1	2010	60.46
2	2011	81.21
3	2012	121.01
4	2013	101.26
5	2014	99.25
6	2015	72.19
7	2016	86.87
8	2017	10.84
9	2018	99.25
10	2019	104.72
11	2020	84.82
12	2021	84.82
13	2022	198.5
14	2023	199.9
15	2024	149.89

Analisa Distribusi Frekuensi

Untuk mendapatkan besarnya hujan rencana berdasarkan data hujan yang terjadi, maka dilakukan analisis statistik distribusi curah hujan haria maksimum dengan analisis frekuensi. Menggunakan distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Person Type III.

Tabel 2. Resume Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	T	Distribusi Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log.Normal	Distribusi Log Pearson
1	2	3	4	5	6
1	2	103.7	96.63	89.2	111.50
2	5	144.9	151.13	157.20	146.20
3	10	166.5	187.22	211.6	158.20
4	25	187.6	229.29	282.8	162.40
5	50	204.3	266.63	355.6	163.70

Uji Distribusi Probabilitas

Bertujuan untuk mengetahui apakah persamaan probabilitas yang terpilih dapat mewakili distribusi probabilitas. Dengan cara Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan (X²cr) dan (X²)

No	Distribusi Probabilitas	X ² terhitung	X ² kritis	Keterangan
1	Normal	3.333	5.991	Diterima
2	Gumbel	7.333	5.991	Tidak diterima
3	Log Normal	10.667	5.991	Tidak diterima
4	Log Pearson III	5.333	5.991	diterima

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Probabilitas Smirnov-Kolmogorof

Distribusi Probabilitas	Δ phitung	Δ pkritis	Keterangan
Normal	0.4014	0.338	Tidak diterima
Gumbel	0.1405	0.338	diterima
Log Normal	0.1943	0.338	diterima
Log Pearson III	0.6334	0.338	Tidak diterima

Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit puncak banjir di sungai ataupun saluran dengan periode ulang tertentu, Adapun metode yang digunakan dalam menghitung debit banjir rencana yakni Metode Hasper, Rasional, dan Weduwen.

Tabel 5. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana

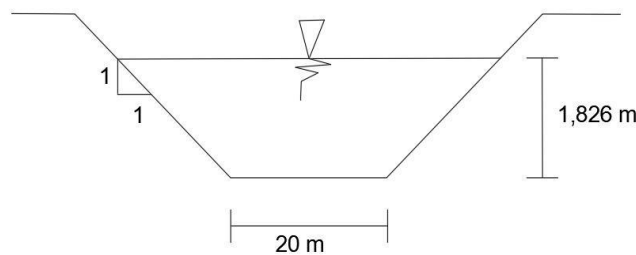
No	T	HASPER	RASIONAL	WEDUWEN
1	2	115.58	47.162	393.85
2	5	166.10	67.789	566.004
3	10	200.84	81.985	684.369
4	25	241.82	98.706	824.035
5	50	280.06	114.308	954.34

Analisa Debit Banjir Lapangan

Saat pengukuran di lapangan Penulis mendapatkan tinggi muka air 1,5 meter. Ini merupakan Q dengan frekuensi yang selalu terjadi setiap tahun atau Q5, dan nilai ini mendekati nilai debit banjir rencana dengan menggunakan metode Hasper periode ulang 5 tahun sebesar 166,10 m/det. Dengan demikian debit banjir rencana periode ulang 25 tahun mengikuti metode Hasper yaitu sebesar 241,82 m/det.

Dimensi Sungai Rencana

Dimensi sungai ini direncanakan berdasarkan Perhitungan Q25 sebelumnya



Gambar 3. Dimensi sungai rencana

- a. Luas penampang basah (A)

$$\begin{aligned}
 A &= (b+mh) h \\
 &= (20 + 1 \times 1,826) \times 1,826 \\
 &= 39,854 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- b. Keliling basah (p)

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h \sqrt{1 + M^2} \\
 &= 20 + 2 \times 1,826 \sqrt{1 + 1^2} \\
 &= 25,165 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- c. Jari-jari hidrolis (R)

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{39,854}{25,165}
 \end{aligned}$$

$$= 1,584 \text{ m}$$

d. Kecepatan Aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= K_s \times R_3^2 \times I_2^1 \\ &= 35 \times 1,584^2 \times (0,0167)^1 \\ &= 6,147 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Dengan syarat :

$$\frac{Q_{25}}{K_s \times I_2^1} = \frac{A_3^5}{P_3^2} = \frac{\{(b+m.h)h\}^{2/3}}{(b+2h)\sqrt{2}}^{2/3}$$

$$\frac{245,00}{35 \times 0,0167^1} = \frac{39,854^{\frac{5}{3}}}{25,165^{\frac{2}{3}}} = \frac{\{(20+1.1,826)1,826\}^{5/3}}{(20+2 \times 1,826)\sqrt{2}}^{2/3}$$

$$54,168 = 54,158 \text{ m}^3/\text{detik OK}$$

Perhitungan Dalamnya Gerusan

Perhitungan kedalaman gerusan ini umumnya didasarkan pada teori Lacey Regime Channels yaitu: saluran yang dibentuk pada material dasar yang mudah tererosi tapi tidak mengalami degradasi atau aggradasi dalam jangka panjang, bentuk penampang melintang dapat bervariasi dalam jangka pendek dan saluran dapat berpindah kesamping karena proses erosi dan pengendapan yang terjadi terus menerus.

$$D_{50} = 3,5 \text{ mm (analisa saringan lihat pada lampiran)}$$

$$Q_{25} = 245,00 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = 20 \text{ m}$$

$$h = 1,826 \text{ m}$$

a. Menggunakan persamaan lacey (R.J Garde 2006)

$$\begin{aligned} f_1 &= 1,76 \times \sqrt{3,5} \\ &= 3,29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{LQ} &= 0,47 \times (Q/f)^{1/3} \\ &= 0,47 \times (245,00 / 3,29)^{1/3} \\ &= 1,97 \text{ m} \end{aligned}$$

$$K = 1,76 - 2,59 \text{ dan rata-rata } 1,76$$

$$\begin{aligned} D_{se} &= 1,79 \times 1,97 \\ &= 3,52 \text{ m dari muka air banjir} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi dalamnya gerusan} = 3,52 - 2,763 = 0,757 \text{ m}$$

b. Menggunakan persamaan Blodgett (1986)

$$K = 0,84 - 3,8 \text{ ambil } K = 0,84$$

$$Z_t = K \cdot D_{50}$$

$$= 0,84 \times 3,5$$

$$= 0,73 \text{ m dari dasar Sungai}$$

c. Menggunakan persamaan Lacey (Direktorat Jendral Sumber Daya Air 2003)

$$f = 1,76 \sqrt{dm}$$

$$= 1,76 \sqrt{3,5}$$

$$= 3,29$$

$$R = 0,47 \times (Q/f_1)^{1/3}$$

$$= 0,47 \times (245,00/3,29)^{1/3}$$

$$= 1,99 \text{ m}$$

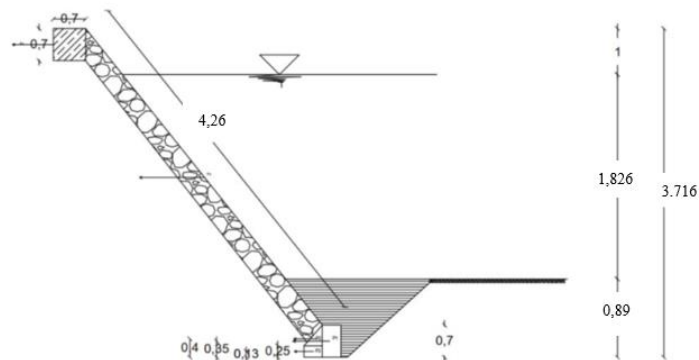
$$R \text{ total} = 2 \times 1,99 = 3,98 \text{ m dari muka air banjir}$$

$$\text{Jadi kedalaman gerusan} = 3,98 - 2,763 = 1,21 \text{ m}$$

Dari perhitungan gerusan tersebut didapat jumlag dari semua metode yaitu 5,1 meter . jadi kedalaman rata-rata gerusan = $0,757 + 0,73 + 1,21 = 0,89 \text{ m}$. Dari kedalaman gerusan tersebut didapat kedalam untuk pelaksanaan dinding penahan tanah yaitu $0,89 \text{ m} \times 1,5 = 1,335 \text{ meter}$ dari kedalaman gerusan.

Perhitungan Stabilitas Perkuatan Tebing Sungai

Dengan perhitungan rencana dimensi dinding penahan tanah tersebut berdasarkan SNI 8460 : 2017 tentanf persyaratan perancangan geoteknik tipe dinding penahan tanah. Menghitung stabilitas perkuatan tebing bertujuan untuk memeriksa stabilitas perkuatan tebing terhadap guling dan geser serta memeriksa tegangan tanah yang timbul akibat gaya yang ditimbulkan oleh beban konstruksi.



Gambar 4. Stabilitas Perkuatan Tebing Sungai

Akibat Beban Sendiri

Berat beban sendiri adalah berat beban yang di akibatkan oleh bangunannya. Berat beban sendiri perkuatan tebing adalah berat yang di akibatkan oleh bangunan perkuatan tebing tersebut adalah pasangan batu kali dengan jenis (γ_{bt}) = $2,2 \text{ ton} / \text{m}^3$,

Perhitungan pembebanan akibat beban sendiri :

$$\alpha_1 = 45^\circ$$

$$\begin{aligned}
 \text{lengan momen } W_1 &= \frac{1}{2} \times 0,4 \\
 &= 0,2 \text{ m} \\
 \text{Luas 1 } W_1 &= 0,4 \times 0,7 \\
 &= 0,28 \text{ m} \\
 \text{Berat sendiri } W_1 &= \text{Luas} \times \gamma_c \\
 &= 0,28 \times 2,4 \\
 &= 0,672 \text{ t} \\
 \text{Momen} &= \text{Berat Sendiri } W_1 \times \text{lengan momen} \\
 &= 0,67 \times 0,2 \\
 &= 0,134 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

Akibat Gaya Gempa

Gaya yang di akibatkan oleh gempa harus diperhitungkan terhadap kekuatan bangunan. Gaya gempa ini bekerja kearah yang berbahaya dengan garis kerja melewati titik bangunan dalam mendatar. Pada peta zona gempa dapat dilihat pembagian wilayah gempa yang berbeda. Berdasarkan zona gempa zona beradda pada gambar berwarna merah yang memiliki koefisieen gempa sebesar 1. 60.

Perhitungan gaya terhadap gempa :

Menghitung besarnya gaya gempa

$$\begin{aligned}
 E1 &= E \times W \\
 &= 0,142 \times 0,033 \\
 &= 0,443 \text{ t}
 \end{aligned}$$

Menghitung lengan momen

$$\begin{aligned}
 E1 &= 1/2 \times t \text{ m} \\
 &= 1/2 \times 0,7 \\
 &= 0,35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menghitung momen

$$\begin{aligned}
 W1 &= \text{gaya} \times \text{lengan momen} \\
 &= 0,443 \text{ ton} \times 0,35 \text{ m} \\
 &= 0,033 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

Akibat Tekanan Tanah

Gaya yang di akibatkan oleh tekanan tanah menggunakan rumus :

$$K = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h^2 \cdot K_a$$

Dimana :

$$H = \text{Tinggi Max}$$

K = Gaya akibat tekanan tanah (t)

γ_t = Berat jenis tanah efektif (t/m³)

ka = Tekanan tanah aktif

$\gamma_t = \gamma_s - \gamma_w$

Dimana

γ_t = Berat jenis tanah efektif (t/m³)

γ_s = Berat jenis tanah (t/m³)

γ_w = Berat jenis air (t/m³)

Tekanan Tanah Aktif :

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right)$$

$$K_a = 0,333$$

$$K_{a1} = \frac{1}{2} \times \gamma_t \times h \times k_a$$

$$\begin{aligned} K_{a1} &= \frac{1}{2} \times 0,9 \times 7,15 \times 0,333 \\ &= 1,071 \text{ t} \end{aligned}$$

Momen Tanah Aktif :

$$\text{Momen} = K_{a1} \times \text{Lengan Momen}$$

$$= 1,071 \times 2,38$$

$$= 2,55 \text{ t}$$

Tekanan Tanah pasif :

$$K_p = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right)$$

$$K_p = 3$$

$$\gamma_t = \gamma_s - \gamma_w$$

$$= 1,9 - 1$$

$$= 0,9 \text{ t/m}^3$$

$$K_{p1} = \frac{1}{2} \times \gamma_t \times h^2 \times k_p$$

$$\begin{aligned} K_{p1} &= \frac{1}{2} \times 0,9 \times 0,7^2 \times 3 \\ &= 0,66 \text{ t} \end{aligned}$$

Momen tanah pasif :

Momen = $Kp1 \times \text{Lengan Momen}$

$$= 0,66 \times 0,23$$

$$= 0,15 \text{ t}$$

Akibat Beban Terbagi Rata

Beban jalan dapat dihitung berdasarkan gaya yang bekerja di atas jalan tersebut .

$$q = 0,5 \text{ t/m}$$

$$\text{Gaya} = q \cdot K_a \cdot H$$

$$= 0,5 \times 0,333 \times 7,15$$

$$= 1,191 \text{ t.m}$$

Kontrol Stabilitas Terhadap Tebing

Setelah dilakukan perhitungan terhadap gaya gaya yang bekerja, selanjutnya dilakukan perhitungan stabilitas terhadap tebing .

$$M_t = 25,416 \text{ t.m}$$

$$M_g = 7,069 \text{ t.m}$$

$$\Sigma H = 8,836 \text{ t.m}$$

$$\Sigma V = 2,857 \text{ t.m}$$

Kontrol Stabilitas Terhadap Guling

$$SF_1 = \frac{M_t}{M_g} \geq 1.5$$

$$= \frac{25,416}{7,063} \geq 1.5$$

$$= 3,59 \geq 1.5 \text{ (aman terhadap geser)}$$

Kontrol Stabilitas Terhadap Geser

$$Sf = \frac{F \cdot \Sigma V}{\Sigma H}$$

$$= \frac{0,6 \cdot 8,836}{2,857} \geq 1.5$$

$$= 1,856 \geq 1.5 \text{ (aman terhadap geser)}$$

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan tugas akhir yang penulis buat, maka dapat disimpulkan mengenai upaya mengurangi banjir yang terjadi di Sungai Batang Biluan sebagai berikut :

- a. Perhitungan curah hujan rencana dengan empat metode yaitu Metode Distribusi Probabilitas Gumbel, Metode Distribusi Probabilitas Normal, Metode Distribusi Probabilitas Log Normal,

Metode Distribusi Probabilitas Log person Type III. Dari hasil uji kecocokan Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov maka didapat curah hujan rencana menggunakan Metode Distribusi Probabilitas Log Normal.

- b. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Hasper. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana 5 tahun metode Hasper sebesar $Q_5 = 166,10 \text{ m}^3/\text{detik}$ dikarenakan mendekati debit lapangan $Q = 153,01 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan debit banjir rencana yang dipakai adalah debit banjir rencana Q_{25} Metode Hasper sebesar $Q_{25} = 241,82 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- c. Dengan debit banjir rencana $Q_{25 \text{ (desain)}} = 245,000 \text{ m}^3/\text{detik}$. Maka direncanakan Dimensi penampang sungai trapesium dengan ketinggian air 1,826 m tinggi jagaan 1 m dan lebar sungai 20 m
- d. Tipe perkuatan tebing pada sungai Batang Biluan menggunakan tipe perkuatan tebing pasangan batu kali, dengan nilai stabilitas terhadap guling $3,59 \geq 1,5$ (aman terhadap guling) dan stabilitas geser $1,856 \geq 1,5$ (aman terhadap geser).

Daftar Pustaka

- Salsabila, A., & Nugraheni, I. L. (2020). Pengantar Hidrologi. *Pengantar Hidrologi*, 134. http://repository.lppm.unila.ac.id/26780/1/PENGANTAR_HIDROLOGI
- Triatmodjo, Bambang. 2013. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.
- Breusers, H. N. C. dan Raudkivi, A. J. 1991. Scouring. IAHR Hydraulic Structures Design Manual No. 2.
- Chow, Ven Te. 1970. Hydraulic Engineering. New York: McGraw-Hill.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2020. Panduan Perhitungan Debit Banjir dan Perencanaan Sungai.
- Garde, R. J. dan Raju, K. G. R. 2006. Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems. New Delhi: New Age International.
- Graf, Walter H. 1998. Fluvial Hydraulics: Flow and Transport Processes in Channels of Simple Geometry. John Wiley & Sons.
- Kamiana. 2011. Hidrologi Teknik. Surabaya: Unesa University Press.
- Kodatie, S. 2010. Pengantar Hidrologi. Yogyakarta: ANDI.
- Loebis, Joesron. 1992. Hidrologi Dasar. Medan: USU Press.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2012. Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS).
- Salsabila, Annisa dan Nugraheni, Anisa Sri. 2020. Pengantar Hidrologi. Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka.
- Soewarno. 1991. Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Hidrologi. Bandung: Nova.
- Sri Harto. 1993. Analisis Hidrologi. Bandung: Penerbit Nova.
- Umar, Zahrul. 2020. Perhitungan Bendung Irigasi: Teori dan Aplikasi. Padang: Universitas Bung Hatta.