

# jTEP

## JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No. 1, April 2017



Publikasi Resmi  
**Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia**  
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)  
bekerjasama dengan  
**Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA**  
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu pada bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap monuron baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

## Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia  
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

## Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)  
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)  
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)  
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)  
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)  
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)  
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)  
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)  
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

## Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)  
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)  
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)  
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)  
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)  
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)  
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)  
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)  
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

**Penerbit:** Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

**Alamat:** Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Darmaga, Bogor 16680.  
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,  
E-mail: [jtep@ipb.ac.id](mailto:jtep@ipb.ac.id) atau [jurnaltep@yahoo.com](mailto:jurnaltep@yahoo.com)  
Website: [web.ipb.ac.id/~jtep](http://web.ipb.ac.id/~jtep) atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

**Rekening:** BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

**Percetakan:** PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

---

## Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaan (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 1 April 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Dr.Ir. Lady Corrie Ch. Emma Lengkey, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi), Dr.Ir. Andasuryani, S.TP, M.Si (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Rudiati Evi Masithoh, STP, M.Dev.Tech (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof. Dr.Ir. Bambang Purwantana, MS (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Ir. I Made Supartha Utama, MS., Ph.D (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Sri Rahayoe, STP., MP (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr. Joko Nugroho Wahyu Karyadi. M.Eng (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Lilik Sutiarto, M.Eng (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Abdul Rozaq, DAA (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Diding Suhandy, STP.,M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Lampung), Ir. Moh. Agita Tjandra, M.Sc, Ph.D (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP (Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin), Prof.Dr.Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Suhardi, STP., MP (Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin), Dr.Ir. Hadi K. Purwadaria, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

---

*Technical Paper*

## **Pengaruh Tanaman Pada Dataran Banjir Terhadap Kekasaran Hidrolik Sungai Barabai**

### *The Effect of Plants in Floodplain on Hydrolic Roughness of Barabai River*

Fitriani Hayati, Program Studi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Institut Pertanian Bogor.

Email: fitriani\_hayati@yahoo.com

Mohammad Yanuar Jarwadi Purwanto, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan,  
Institut Pertanian Bogor. yanuar.ta@gmail.com

Hidayat Pawitan, Departemen GEOFISIKA dan Meteorologi. Email: hpawitan@gmail.com

Suria Darma Tarigan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor.

Email: surya.tarigan@yahoo.com

Latief Mahir Rachman, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor.

Email: latmara\_59@yahoo.com

### **Abstract**

*Hydraulic roughness value is a value that describes the estimation of retention towards water flow due to energy loss caused by friction between channel and water. The type, density and height of vegetation cause variations in the hydraulic roughness value. The hydraulic roughness value can be observed by using a physical model representing the real condition. The objective of this research is to figure out the effect of plants planted in floodplain by conducting a research using physical model in a laboratory. This research was conducted by carrying out experiments and observations in a laboratory on a physical model that represents the condition of the cross section of Barabai River in South Kalimantan. The model was designed with a scale of 1:110, and in the floodplain were planted bamboo plants with a space of 1.82 by 1.82 cm. The plants' diameter and length were 0.1 cm and 8 cm, respectively. The model was made in two types, namely a model with monocrops and another model with clump. The model is combined with an open channel along with its device. The research results show that there was an effect of plants on the hydraulic roughness value. This value was indicated by  $n_4$  value which increased by 65.13% if the plants were changed from monocrops into clump. This increase was caused by the increase of plants density. Besides, it was also discovered that the flow velocity decreased by 33.83% if the plants were changed from monocrops into clump.*

**Keywords:** hydraulic roughness, plants, floodplain.

### **Abstrak**

Nilai kekasaran hidrolik adalah nilai yang menggambarkan perkiraan retensi terhadap aliran karena kehilangan energi yang disebabkan oleh gesekan antara saluran dan air. Jenis, kerapatan, ketinggian vegetasi menyebabkan variasi nilai kekasaran hidrolik. Nilai kekasaran hidrolik dapat diamati dengan menggunakan sebuah model fisik yang mewakili kondisi sesungguhnya. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh tanaman yang ditanam pada dataran banjir dengan melakukan percobaan dengan model fisik di laboratorium. Penelitian dilakukan dengan melakukan percobaan dan pengamatan di laboratorium pada sebuah model fisik yang mewakili kondisi penampang pada Sungai Barabai di Kalimantan Selatan. Model dirancang dengan skala 1:110, pada dataran banjirnya ditanam tanaman bambu dengan jarak 1.82 x 1.82 cm. Diameter tanaman 0.1 dan panjang 8 cm. Model dibuat dalam dua jenis yaitu model dengan tanaman tunggal dan model dengan tanaman rumput. Model dipadukan dengan saluran terbuka beserta perangkatnya. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh tanaman terhadap nilai kekasaran hidrolik. Nilai ini ditunjukkan oleh nilai  $n_4$  yang meningkat sebesar 69 – 70% apabila tanaman diubah dari tanaman tunggal menjadi tanaman rumput. Peningkatan ini disebabkan meningkatnya kerapatan tanaman. Selain itu diketahui kecepatan aliran menurun sebesar 2.3 – 1.7% apabila tanaman diubah dari tanaman tunggal menjadi tanaman rumput.

**Kata Kunci:** kekasaran hidrolik, tanaman, dataran banjir

*Diterima: 29 Juni 2016; Disetujui: 04 Oktober 2016*

**Latar Belakang**

Dewasa ini, vegetasi semakin digunakan dalam usaha perbaikan sungai. Hal ini seiring dengan kesadaran terhadap perlunya menjaga kondisi alamiah sungai. Vegetasi sebagai bagian dari geomorfologi sungai mempunyai peran penting dalam menjaga hidrolis sungai, karena vegetasi mempunyai parameter-parameter yang berpengaruh dalam mengatur kekasaran hidrolis (Chow 1985). Parameter tersebut diantaranya adalah diameter batang, tinggi vegetasi, dan kerapatan vegetasi.

Nilai kekasaran hidrolis adalah nilai yang menggambarkan perkiraan hambatan terhadap aliran karena kehilangan energi yang disebabkan oleh gesekan antara saluran dan air (Huthoff et.al. 2013). Jenis, kerapatan, ketinggian vegetasi menyebabkan variasi nilai kekasaran hidrolis. Coopeland (2000) dan Freeman (2000) telah meneliti nilai kekasaran untuk vegetasi semak dan kayu. Sedangkan *Järvelä* (2002) telah melakukan penelitian penentuan kekasaran hidrolis pada saluran utama dan dataran banjir yang bervegetasi.

Model fisik merupakan perwakilan fisik dalam beberapa hal baik dalam bentuk ideal maupun dalam skala yang berbeda (Sterman 2000). Model seperti ini biasa digunakan dalam *engineering* dan manajemen. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh tanaman bambu yang ditanam pada dataran banjir dengan melakukan percobaan dengan model fisik di laboratorium.

**Bahan dan Metode**

**Pengambilan Data Penampang Sungai Barabai**

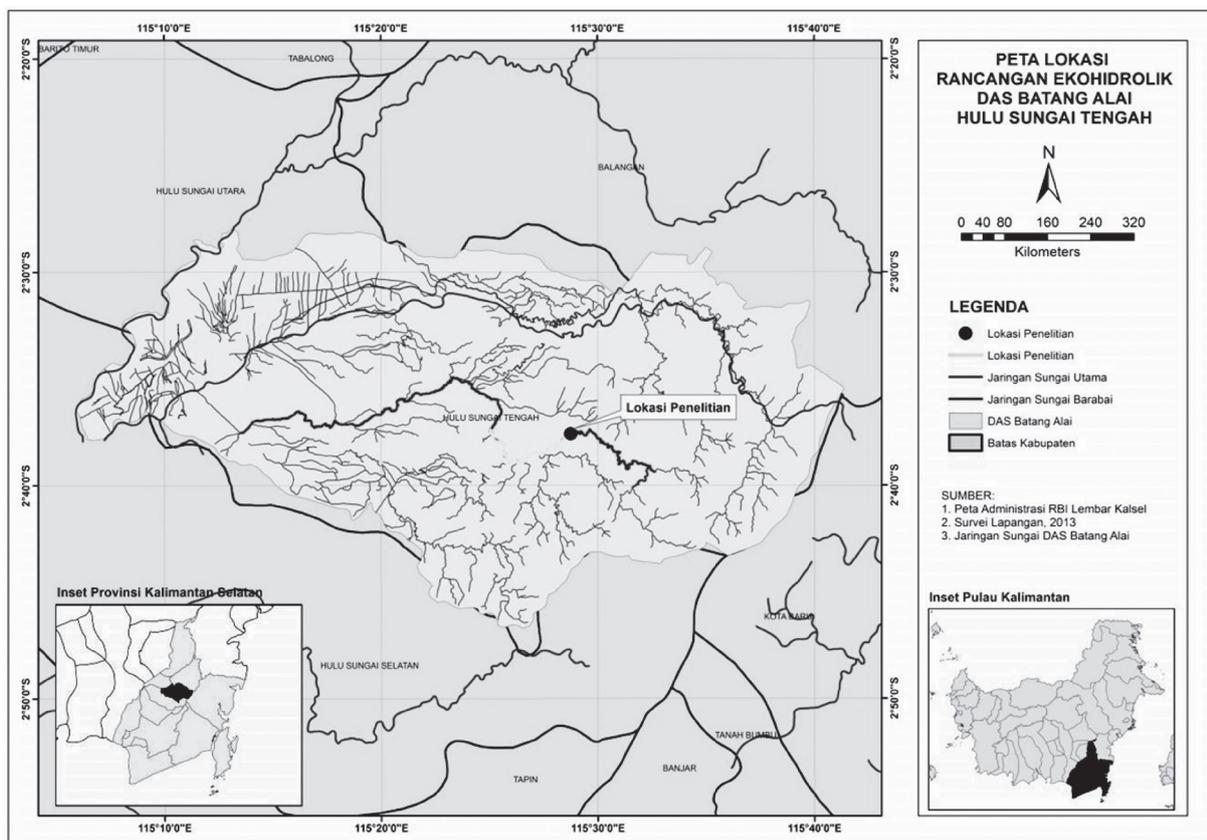
Lokasi yang diambil untuk data karakteristik model adalah Sungai Barabai yang terletak di Kabupaten Hulu Sungai Tengah Kalimantan Selatan. Data penampang Sungai Barabai diambil pada koordinat 2°37'30.395" LS dan 115°29'30.350" BT sampai 2°38'21.842" LS dan 115°25'40.379" BT (Gambar 1). Parameter yang diukur adalah penampang melintang sungai dan dataran banjirnya. Adapun alat yang dibutuhkan adalah tali tambang, tongkat, meteran, kamera digital dan alat tulis. Selain itu diambil data material dasar sungai dan informasi tanaman yang tumbuh di sepanjang Sungai Barabai tersebut.

**Persiapan Model**

Penelitian ini menggunakan model fisik yang mewakili bentuk penampang Sungai Barabai beserta dataran banjirnya dengan asumsi :

1. Segmen sungai yang diambil mempunyai penampang dan dataran banjir yang seragam sepanjang model yang dibuat.
2. Kemiringan sungai tetap.
3. Sungai dalam kondisi lurus.

Model dirancang dalam skala lebar 1:110. Model yang digunakan Model diletakkan dalam saluran terbuka dengan panjang 6 meter, lebar 0.4 m dan tinggi 0.6 m serta terdapat pintu air *Thompson* yang bersudut 90° di hulu salurannya. Adapun rancangan yang dilakukan adalah :



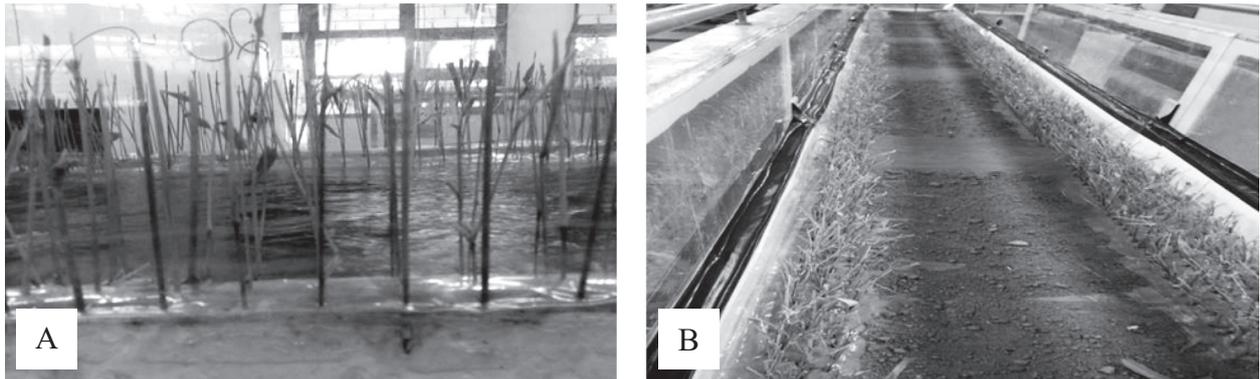
Gambar1. Lokasi pengambilan data penampang sungai di Sungai Barabai.

1. Tanaman yang dipilih adalah bambu dengan tinggi 8 cm dan diameter 0.1 cm.
2. Tanaman bambu ditanam pada dataran banjir dengan jarak 1.82 x 1.82 cm.
3. Jenis model terdiri dari dua macam, yaitu model dengan 1 batang bambu (model tunggal) dan model dengan 5 batang bambu (model rumpun) (Gambar 2).

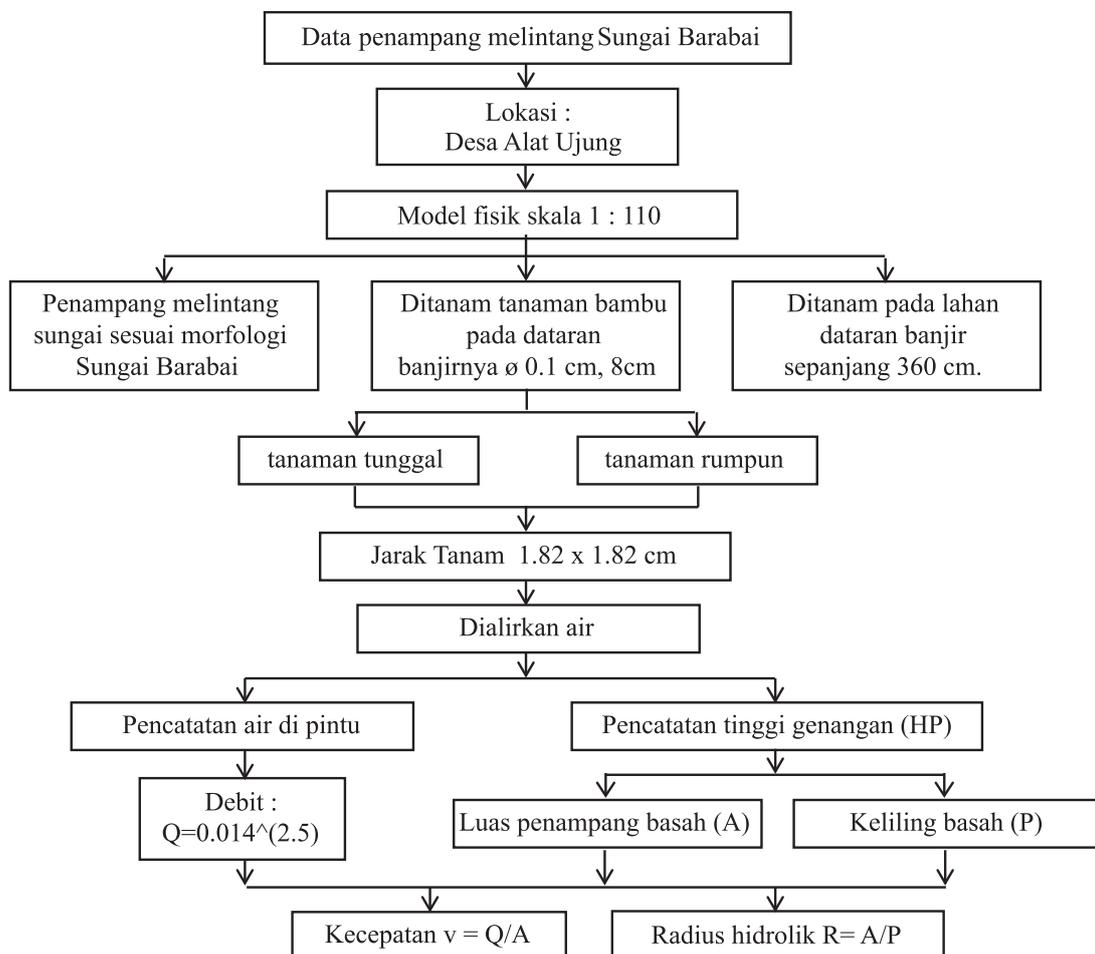
**Prosedur Pengambilan Data**

Percobaan dilakukan dengan mengalirkan debit ke masing-masing model sebanyak dua kali

perubahan debit. Debit diatur hingga menggenangi dataran banjir. Selanjutnya dilakukan pengamatan dan pencatatan untuk setiap debit yang dialirkan. Data yang diamati dan dicatat adalah tinggi air di pintu dan saluran. Nilai tinggi air pada pintu digunakan untuk perhitungan debit aliran, dan tinggi air di saluran dibutuhkan untuk perhitungan luas penampang basah saluran (A) dan keliling basah saluran (P). Pencatatan tinggi genangan dilakukan setiap jarak 20 cm sepanjang saluran. Prosedur percobaan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Model fisik dengan skala 1:110 dimana A: Model penanaman dalam bentuk tanaman tunggal dan B: Model penanaman dalam bentuk tanaman rumpun.



Gambar 3. Prosedur percobaan yang dilakukan di laboratorium.

Tabel 1. Hasil pengolahan data yang didapat dari percobaan di laboratorium.

	Debit (l/dt)	Jenis Penanaman	A (cm <sup>2</sup> )	P (cm)	R (cm)	Jumlah tanaman yang terkena genangan
1.	1.69	Tunggal	59.15	36.67	1.61	597
2.	1.69	Rumpun	92.29	40.04	2.31	2985
3.	3.13	Tunggal	108.00	41.48	2.60	1194
4.	3.13	Rumpun	158.23	43.03	3.68	5970

### Analisis Data

#### Menghitung Nilai Kekasaran Hidrolik Di Dataran Banjir ( $n_4$ )

Freeman *et al.* pada tahun 2004 telah mengembangkan dua persamaan untuk prediksi nilai kekasaran hidrolik Manning yang disebabkan vegetasi (Fischenich 2000; Copeland 2000; Järvelä 2004). Salah satu persamaannya ditujukan untuk tanaman yang muncul di perairan seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (1). Persamaan ini memperhitungkan nilai diameter tanaman, tinggi tanaman, kerapatan tanaman dan kecepatan aliran.

$$n_4 = (3.487 * 10^{-5}) k_n \left( \frac{E_s A_s}{\rho A_i^* u_*^2} \right)^{0.150} (M A_i^*)^{0.166} \left( \frac{R u_*}{v} \right)^{0.622} \left( \frac{R^{2/3} S_0^{1/2}}{u_*} \right) \quad (1)$$

Nilai Es dicari dengan persamaan (2).

$$E_s = 7.648 * 106 \left( \frac{h_p}{D_s} \right) + 2.174 * 104 \left( \frac{h_p}{D_s} \right)^2 + 1.809 * 103 \left( \frac{h_p}{D_s} \right)^3 \quad (2)$$

Keterangan :

$E_s$  adalah modulus kekakuan tanaman (N/m<sup>2</sup>);

$D_s$  adalah diameter tanaman (m);

$h_p$  adalah tinggi total tanaman (m);

$k_n$  adalah faktor koreksi bernilai 1.0 m<sup>1/3</sup>/dt (Fischenich 2000 dan Mc Kay 2011);

$\rho$  adalah kerapatan cairan dimana untuk air bernilai 1000 kg/m<sup>3</sup>;

$A_s$  adalah luas penampang total semua batang tanaman yang diukur pada ketinggian  $h_p/4$

$A_i^* = |H - (h_p - h'_p)| W_e$  dimana  $h'_p$  merupakan tinggi massa daun dan  $W_e$  lebar massa daun;

$M$  adalah kerapatan tanaman (tanaman/m<sup>2</sup>);

$U$  adalah kecepatan aliran permukaan;

$v$  adalah kecepatan aliran (m/dt);

$R$  adalah radius hidrolik (m).

#### Menghitung Nilai Kekasaran Hidrolik Seluruh Bagian Saluran ( $n$ )

Nilai kekasaran hidrolik seluruh bagian saluran dihitung dengan persamaan Cowan (Arcement, 1989). Persamaan Cowan diperlihatkan pada Persamaan (3).

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m \quad (3)$$

Keterangan :

$n_b$  adalah nilai  $n$  untuk dasar saluran yang lurus, seragam, material alami;

$n_1$  adalah faktor koreksi untuk efek ketidakteraturan tepi saluran;

$n_2$  adalah variasi nilai untuk bentuk dan ukuran penampang melintang saluran;

$n_3$  adalah nilai untuk hambatan;

$n_4$  adalah nilai kondisi vegetasi dan aliran;

$m$  adalah faktor koreksi meander saluran.

Model fisik yang dibuat dalam penelitian ini tidak terdapat ketidakteraturan tepi saluran, tidak ada perubahan bentuk penampang yang terjadi dengan tiba-tiba, dan tidak mempunyai hambatan, sehingga nilai  $n_1$ ,  $n_2$  dan  $n_3$  tidak diperhitungkan. Model ini juga tidak terdapat meander, sehingga  $m$  bernilai 1. Oleh karena nilai-nilai yang tidak diperhitungkan tersebut, Persamaan (3) berubah menjadi Persamaan (4).

$$n = (n_b + n_4) m \quad (4)$$

#### Kalibrasi Model

Proses kalibrasi dilakukan untuk melihat kesesuaian pengamatan pada model dengan perhitungan. Kalibrasi yang dilakukan pada model penelitian ini adalah nilai kecepatan pada percobaan dengan nilai kecepatan hasil perhitungan menggunakan persamaan Manning.

Kalibrasi nilai kecepatan dihitung dengan Persamaan (5).

$$\Delta v = \frac{|v_p - v_s|}{v_p} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

$\Delta v$  = kesesuaian model dengan pengamatan

$v_p$  = nilai kecepatan hasil pengamatan

$v_s$  = nilai kecepatan hasil perhitungan

## Hasil dan Pembahasan

### Pengolahan Data Hasil Percobaan

Nilai tinggi muka air di pintu air digunakan untuk mendapatkan nilai debit aliran. Selain itu, data tinggi air yang menggenangi saluran dan dataran banjir diolah untuk memperoleh beberapa parameter, yaitu a) Luas penampang basah (A); b) *Perimeter* (P); c) Jari-jari hidrolik (R); d) Jumlah tanaman yang terkena genangan. Hasil pengolahan data disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai kekasaran hidrolik di dataran banjir ( $n_4$ ) dan nilai kekasaran hidrolik total ( $n$ ).

Percobaan	As cm <sup>2</sup>	Ai* cm <sup>2</sup>	$u_*$ m/dt	M Tanaman/cm <sup>2</sup>	$n_4$	$n$
1	4.691	1.924	0.013	0.344	0.043	0.065
2	23.454	1.184	0.015	1.056	0.120	0.142
3	9.381	0.854	0.016	0.364	0.074	0.096
4	46.907	0.714	0.019	1.822	0.215	0.237
Rata-rata nilai $n_4$ dan $n$ untuk tanaman tunggal					0.059	0.081
Rata-rata nilai $n_4$ dan $n$ untuk tanaman rumpun					0.168	0.190

### Perhitungan Nilai Kekasaran Hidrolik Dataran Banjir ( $n_4$ )

Nilai kekasaran hidrolik dataran banjir ( $n_4$ ) pada penelitian ini adalah kekasaran hidrolik yang diakibatkan oleh pengaruh tanaman yang telah dirancang dengan menggunakan model fisik. Ada empat nilai  $n_4$  yang didapat, yaitu dua nilai  $n_4$  untuk jenis penanaman tunggal dan dua nilai  $n_4$  untuk jenis penanaman rumpun (Tabel 2).

Nilai rata-rata  $n_4$  dalam penelitian ini adalah 0.059 untuk jenis penanaman tunggal dan 0.168 untuk jenis penanaman rumpun (Tabel 2). Menurut Chow (1985), nilai kekasaran hidrolik pada dataran banjir ( $n_4$ ) berkisar antara 0.02 – 0.20. Demikian pula menurut Aldridge dan Garret (1973) yang dilaporkan dalam penelitian Arcement (1989), nilai  $n_4$  untuk vegetasi berkisar antara 0.001 – 0.20, sedangkan penelitian Fischenich (1997) menghasilkan nilai kekasaran hidrolik berkisar antara 0.05 – 0.329. Mengacu pada hasil penelitian sebelumnya, maka nilai  $n_4$  pada penelitian ini bisa diterima.

Kerapatan tanaman mempengaruhi nilai kekasaran hidrolik dataran banjir. Hal ini bisa dibuktikan dengan dengan meningkatnya nilai  $n_4$  ketika terjadi perubahan dari tanaman tunggal menjadi tanaman rumpun. Besarnya peningkatan yaitu sebesar 65.13%.

Kerapatan tanaman juga mempengaruhi kecepatan aliran, apabila kerapatan tanaman meningkat, maka kecepatan aliran akan menurun. Hasil penelitian ini menunjukkan kecepatan aliran menurun sebesar 33.83%. Kecepatan aliran berpengaruh pada besarnya erosi pada badan perairan dan bangunan sungai. Tingginya kecepatan aliran juga menyebabkan sedimentasi di hilir sungai (Bathrust, 1985). Oleh karenanya penurunan kecepatan akan bermanfaat mengendalikan erosi sehingga mengurangi daya rusak sungai akibat aliran air. Penurunan kecepatan juga berarti menahan air di hulu sehingga memberi kesempatan air untuk menghidupi biota perairan yang ada di sepanjang sungai. Kecepatan aliran air yang tidak merusak bermanfaat dalam sirkulasi air menjadi pembawa mineral terlarut yang berdampak pada organisme perairan.

### Perhitungan Nilai Kekasaran Hidrolik Total ( $n$ )

Nilai kekasaran hidrolik total ( $n$ ) dihitung dengan

menggunakan Persamaan 4. Penentuan nilai  $n_b$  dilakukan dengan mengklasifikasikan saluran kedalam saluran dengan material yang kokoh dan saluran dengan material pasir. Saluran dengan material yang kokoh seperti saluran dengan material tanah keras, kerikil, batu atau batuan dasar (Buffington, 1999). Selain itu merupakan saluran yang stabil dalam suatu rentang aliran. Sedangkan saluran dengan material berpasir adalah saluran dengan material pasir dengan ukuran 0.062 sampai 2 mm. Hambatan terhadap aliran bervariasi dalam saluran berpasir, karena material dasar bergerak dengan mudah dan membentuk konfigurasi dasar saluran yang berbeda. Konfigurasi dasar saluran merupakan fungsi dari kecepatan aliran, ukuran butir, gaya geser pada dasar saluran dan suhu. Kecepatan aliran menghasilkan bentuk dasar saluran yang diklasifikasikan kedalam *regime* aliran bawah dan *regime* aliran atas. *Regime* aliran bawah terjadi saat debit rendah dan *regime* aliran atas terjadi saat debit tinggi. Bentuk dasar saluran pada *regime* aliran bawah bisa berbentuk biasa (*plain bed*), riak (*ripples*) atau bukit pasir (*dunes*), sedangkan pada *regime* aliran atas bentuk dasar saluran terdiri dari dasar yang biasa (*plain bed*) dan terjadi gelombang tinggi dan bukit pasir yang rapat (*standing waves and antidunes*). Material dasar sungai pada penelitian ini adalah pasir dengan asumsi aliran yang terjadi adalah *regime* aliran atas dengan bentuk dasar saluran yang biasa (*plain bed*). Ukuran pasir dari contoh yang diambil di Sungai Barabai berdiameter 0.5 mm. Penentuan nilai  $n_b$  untuk saluran berpasir adalah 0.022. Nilai  $n_b$  dan nilai  $n_4$  yang telah didapat pada perhitungan sebelumnya dimasukkan kedalam Persamaan (4) dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

*Regime* aliran dan ukuran butir mempunyai hubungan dengan kekuatan aliran. Kekuatan aliran untuk ukuran butir 0.5 mm dengan bentuk dasar saluran adalah biasa (*plain bed*) di *regime* aliran atas, maka kekuatan aliran adalah sekitar 0.006 Nm/dt (Arcement, 1989). Nilai ini menggambarkan kekuatan aliran yang dihasilkan oleh model termasuk dalam kategori rendah.

Hasil kalibrasi model pada parameter kecepatan menunjukkan nilai 16.34% untuk model yang dialiri debit 1.69 l/dt dan 54.16% untuk model yang dialiri debit 3.13 l/dt. Nilai ini menggambarkan model

cukup akurat untuk debit yang kecil, tetapi model belum bisa direkomendasikan ketika debit aliran ditambah.

### Simpulan

1. Nilai kekasaran hidrolis pada dataran banjir ( $n_4$ ) dalam penelitian ini adalah 0.059 untuk jenis penanaman tunggal dan 0.168 untuk jenis penanaman rumput.
2. Nilai kekasaran hidrolis total Sungai Barabai (n) berkisar antara 0.081 untuk jenis penanaman tunggal dan 0.190 untuk jenis penanaman rumput.
3. Nilai kekasaran hidrolis pada dataran banjir ( $n_4$ ) meningkat sebesar 65.13% apabila jenis penanaman diubah dari penanaman tunggal menjadi tanaman rumput.
4. Kecepatan aliran menurun sebesar 33.83% apabila kerapatan tanaman meningkat.
5. Hasil kalibrasi model pada parameter kecepatan menunjukkan nilai 16.34% untuk model yang dialiri debit 1.69 l/dt dan 54.16% untuk model yang dialiri debit 3.13 l/dt. Nilai ini menggambarkan model cukup akurat untuk debit yang kecil, tetapi model belum bisa direkomendasikan ketika debit aliran ditambah.

### Daftar Pustaka

- Arcement, G.J.J. and V.R.S., 1989. Guide for Selecting Manning  $n$  s Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains United States Geological Survey Water-supply Paper 2339. *Area*, 2339(2339), p.39.
- Barnes Jr., H.H., 1967. Verified Roughness Characteristics of Natural Channels. , p.96.
- Buffington, J.M., 1995. Effects of hydraulic roughness and sediment supply on surface textures of gravel-bedded rivers. *Department of Geological Sciences*, 35(11), p.184.
- Chow, V.T., 1959. Open Channel Hydraulics. *McGraw-Hill Book Company*, p.728.
- Fathi-Maghadam, M. et al., 2011. Determination of friction factor for rivers with non-submerged vegetation in banks and floodplains. *Scientific Research and Essays*, 6(22), pp.4714–4719.
- Fischenich, C., 1997. Hydraulic Impacts of Riparian Vegetation; Summary of the Literature. , (May).
- Fischenich, C., 2000. Value as a Design Tool Cost Resistance Due to Vegetation. , pp.1–9.
- Freeman, G.E., Rahmeyer, W.J. & Copeland, R.R., 2000. Determination of Resistance Due to Shrubs and Woody Vegetation Coastal and Hydraulics Laboratory. , (October), p.62.
- Huthoff, F. et al., 2013. Evaluation of a Simple Hydraulic Resistance Model Using Flow Measurements Collected in Vegetated Waterways. , 2013(January), pp.28–37.
- Järvelä, J., 2002. Determination of flow resistance of vegetated channel banks and floodplains. *River flow*, (1991), pp.311–318. Available at: [http://www.ncche.olemiss.edu/~wuw/VegetationReferences/12 Determination of flow resistance of vegetated channel banks and floodplains.pdf](http://www.ncche.olemiss.edu/~wuw/VegetationReferences/12%20Determination%20of%20flow%20resistance%20of%20vegetated%20channel%20banks%20and%20floodplains.pdf).
- Järvelä, J., 2004. Determination of flow resistance caused by non-submerged woody vegetation. *International Journal of River Basin Management*, 2(1), pp.61–70.
- Mckay, K. & Fischenich, C., 2011. Robust Prediction of Hydraulic Roughness. , (March), pp.1–19.
- Nitsche, M. et al., 2012. Macroroughness and variations in reach-averaged flow resistance in steep mountain streams. *Water Resources Research*, 48(12).
- Sterman, J.D., 2002. System Dynamics: Systems Thinking And Modeling For A Complex World. , p.31.
- Wilson, C.A.M.E. & Horritt, M.S., 2002. Measuring the flow resistance of submerged grass. *Hydrological Processes*, 16(13), pp.2589–2598.