



## Evaluasi Sebaran Salinitas Jaringan Irigasi Tambak Sei Teras Kalimantan Tengah

### *Evaluation of Salinity Distribution in the Irrigation Network of Sei Teras Brackish Ponds, Central Kalimantan*

A. D. P. Duhita<sup>1\*</sup>, A. P. Rahardjo<sup>2</sup>, dan Istiarto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Magister Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281.

<sup>2</sup> Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281.

---

#### Article Info:

Received: 02-03-2022

Accepted: 30-09-2022

**Kata kunci:** HEC-RAS, jaringan irigasi tambak, sebaran salinitas, udang vaname.

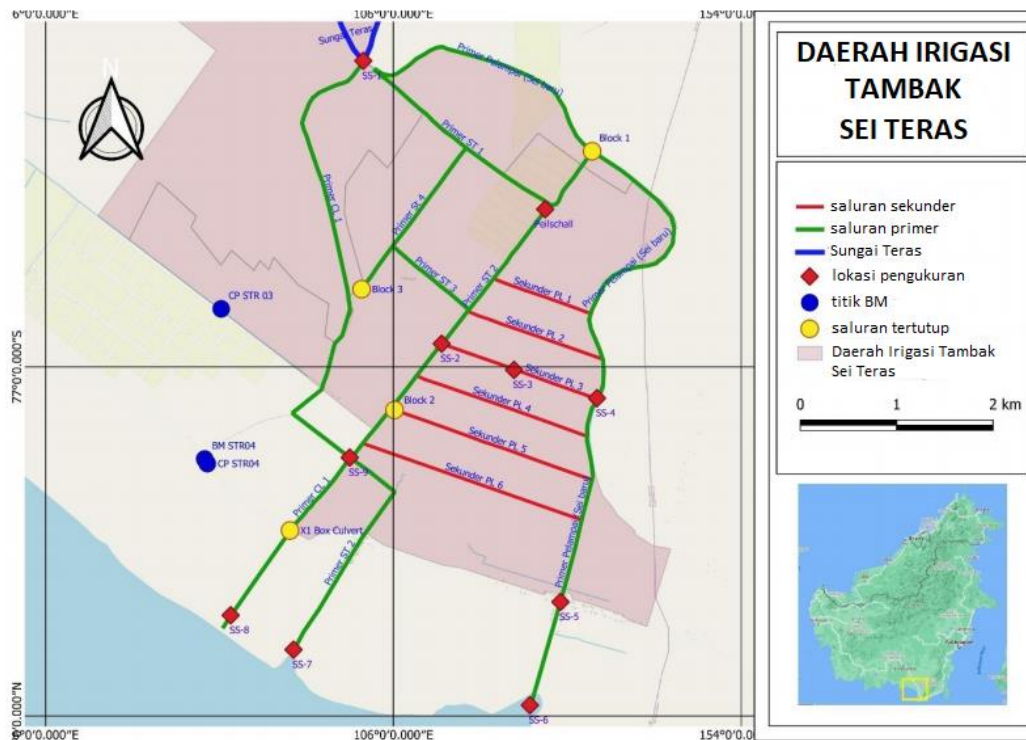
**Keywords:** HEC-RAS, pond irrigation network, salinity distribution, whiteleg shrimp.

**Abstrak:** Daerah Irigasi Tambak (DIT) Sei Teras dimanfaatkan untuk budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan termasuk area pengembangan food estate. Produktivitas DIT Sei Teras masih rendah karena faktor kualitas air, termasuk salinitas sehingga perlu dievaluasi. Titik-titik sampel pengukuran salinitas tersedia, tetapi sebaran salinitas diperlukan untuk mengetahui distribusi salinitas secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sebaran salinitas di DIT Sei Teras sebagai langkah awal upaya meningkatkan produktivitas. Evaluasi sebaran salinitas dilakukan dengan simulasi pemodelan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Prosedur penelitian yakni penyesuaian data geometri, kalibrasi model, simulasi aliran tidak permanen, dan simulasi kualitas air. Hasil simulasi sebaran salinitas dievaluasi berdasarkan pedoman yang berlaku. Nilai  $n$  Manning hasil kalibrasi model yaitu 0,03. Sebaran salinitas pada saluran primer menunjukkan salinitas minimal tingkat budidaya semi intensif (10 ppt) tercapai hingga jarak 4,7 km dan 5,9 km dari muara untuk Saluran Primer Sei Teras dan Pelampai. Sebaran salinitas pada saluran sekunder menunjukkan 80% ruas Saluran Sekunder Cemara Labat, 56% ruas Saluran Sekunder Pelampai, dan 68% ruas Saluran Sekunder Sei Teras memenuhi salinitas minimal untuk tingkat budidaya semi intensif. Sebaran salinitas di DIT Sei Teras bervariasi sehingga upaya peningkatan sebaran salinitas diperlukan guna meningkatkan produktivitas.

**Abstract:** Sei Teras Pond Irrigation Area (PIA) is utilized to cultivate whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and is included in the food estate area. Sei Teras PIA productivity still needs to improve due to water quality factors, including salinity, so it needs to be evaluated. Salinity measurement samples are available, but a salinity distribution is needed to determine salinity distribution comprehensively. This study aims to evaluate salinity distribution in Sei Teras PIA. Salinity distribution was evaluated by modeling simulations using HEC-RAS software. The research procedures are geometric data adjustment, model calibration, unsteady flow simulation, water quality simulation, and evaluation using the applicable guidelines. The  $n$  Manning model calibration result is 0.03. Salinity distribution evaluation in the primary canal showed that the minimum salinity at the semi-intensive cultivation level (10 ppt) reached 4.7 and 5.9 km from the estuary for Sei Teras and Pelampai Primary Canals. Salinity distribution evaluation in the secondary canal showed that 80% of the Cemara Labat Secondary Canal, 56% of the Pelampai Secondary Canal, and 68% of the Sei Teras Secondary Canal met the minimum salinity level for semi-intensive cultivation. Salinity distribution in Sei Teras PIA varies, so efforts to increase salinity distribution are needed to increase productivity.

## 1. Pendahuluan

Daerah Irigasi Tambak (DIT) Sei Teras merupakan salah satu daerah pesisir yang dimanfaatkan untuk perikanan budidaya. DIT Sei Teras masuk ke dalam area pengembangan *food estate* atau Program Peningkatan Penyediaan Pangan Nasional, salah satu Program Strategis Nasional yang terletak di Kabupaten Kuala Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah (Hermanto dkk. 2020). DIT Sei Teras merupakan tambak air payau yang terdiri dari tiga area tambak yaitu Sei Teras, Pelampai dan Cemara Labat. Total luas ketiga daerah irigasi tambak tersebut adalah 3,278 ha. Area Irigasi Tambak Sei Teras berada di sebelah utara dari dua area irigasi lainnya dan terhubung dengan sumber air tawar yakni Sungai Teras, anak Sungai Kapuas. Dua area irigasi lainnya berada di selatan terhubung langsung dengan laut sebagai sumber air asin di Muara Pelampai dan Muara Begadang. Tata letak DIT Sei Teras dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Tata letak Daerah Irigasi Tambak Sei Teras  
(Sumber: Ciptadi dkk., 2021)

Komoditas utama yang dibudidayakan di DIT Sei Teras adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Ciptadi dkk. (2021) menyatakan bahwa produktivitas DIT Sei Teras masih tergolong rendah yakni di bawah 500 kg/ha. Salah satu faktor yang memengaruhi hal tersebut adalah kualitas air, selain juga faktor kondisi dan pengelolaan tambak serta kualitas tanah yang berpengaruh terhadap produktivitas tambak (Athirah dkk., 2013).

Permasalahan kualitas air pada DIT Sei Teras berupa kurangnya salinitas di saluran yang menyuplai air untuk kolam tambak. Hasil pengukuran dalam penelitian Ciptadi dkk. (2021) dan Hermawanto dkk. (2023) menunjukkan bahwa salinitas di DIT Sei Teras bervariasi dan terdapat beberapa lokasi yang tidak memenuhi kriteria salinitas optimal untuk pertumbuhan udang vaname. Eddiwan dkk. (2019) menyebutkan kualitas air, termasuk salinitas, berdampak positif terhadap produktivitas tambak udang. Hal tersebut dikarenakan air merupakan media hidup, tempat bertumbuh dan berkembang bagi udang sebagai hewan budidaya tambak, sebelum dipanen. Oleh karena itu, kualitas air, salah satu parameternya salinitas, perlu dievaluasi sesuai baku mutu peruntukannya (Aurilia dkk., 2021; Putranda & Saraswati, 2017; Saraswati dkk., 2019).

Evaluasi kualitas air, termasuk salinitas untuk budidaya tambak diawali dengan pengambilan sampel pada saluran maupun kotak tambak (Ciptadi dkk. 2021; Eddiwan dkk. 2019; Hermawanto dkk. 2023). Titik-

titik sampel mewakili suatu lokasi pada daerah tambak. Sebaran kualitas air dari hasil uji sampel diperlukan untuk mengetahui distribusi kualitas air pada jaringan irigasi tambak secara komprehensif. Sebaran kualitas air dapat diketahui dengan melakukan simulasi pemodelan kualitas air menggunakan perangkat lunak seperti MIKE 21 dan HEC-RAS (Fan dkk., 2012; Loitzenbauer & Mendes, 2019; Marois & Mitsch, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sebaran kualitas air, khususnya salinitas, di DIT Sei Teras sebagai langkah awal upaya peningkatan salinitas guna meningkatkan produktivitas tambak.

## 2. Metode Penelitian

Evaluasi sebaran salinitas di DIT Sei Teras dilakukan dengan melakukan simulasi pemodelan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 5.0.7. HEC-RAS merupakan perangkat lunak yang dikeluarkan oleh US Army Corps of Engineers (USACE), khususnya *Hydrologic Engineering Center* (HEC) sebagai sistem untuk melakukan analisis sungai, *River Analysis System* (RAS). Terdapat beberapa komponen analisis yang dapat dilakukan dengan menggunakan HEC-RAS antara lain, (1) simulasi aliran permanen (*steady flow*) untuk mengetahui profil muka air, (2) simulasi aliran tidak permanen (*unsteady flow*) untuk menyimulasikan kondisi hidraulika pada keseluruhan jaringan sungai, (3) perhitungan transport sedimen yang dihasilkan dari erosi dan deposisi sedimen, serta (4) analisis kualitas air dengan beberapa parameter acuan (US Army Corps of Engineers, 2016). Simulasi pemodelan hanya dilakukan pada saluran, tidak dilakukan pada petak tambak. Simulasi dilakukan untuk memodelkan jaringan irigasi tambak Sei Teras yaitu saluran primer dan sekunder sebagai jaringan sungai.

Komponen analisis HEC-RAS yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi aliran tidak permanen (*unsteady flow*) dan analisis kualitas air. Simulasi aliran tidak permanen pada HEC-RAS didasarkan pada penyelesaian persamaan kontinuitas (Persamaan 1) dan persamaan momentum (Persamaan 2) sebagai berikut.

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_1 = 0$$

$$\sum F_x = \frac{dM}{dt}$$

Keterangan:

$A_T$  : Total area

$Q$  : Debit aliran

$q_1$  : Aliran lateral per satuan panjang

$F$  : Gaya Tekan

$M$  : Momentum

Pemodelan kualitas air pada HEC-RAS didasarkan pada penggunaan skema numerik eksplisit untuk menyelesaikan persamaan satu dimensi adveksi-dispersi. Model persamaan untuk koefisien dispersi ditunjukkan pada Persamaan 3 berikut. Salinitas dimodelkan sebagai arbitrary constituent parameter dengan pola sebaran menggunakan pilihan conservative.

$$D = m 0,11 \frac{u^2 w^2}{y u^*}$$

Keterangan:

$m$  : Koefisien pengali

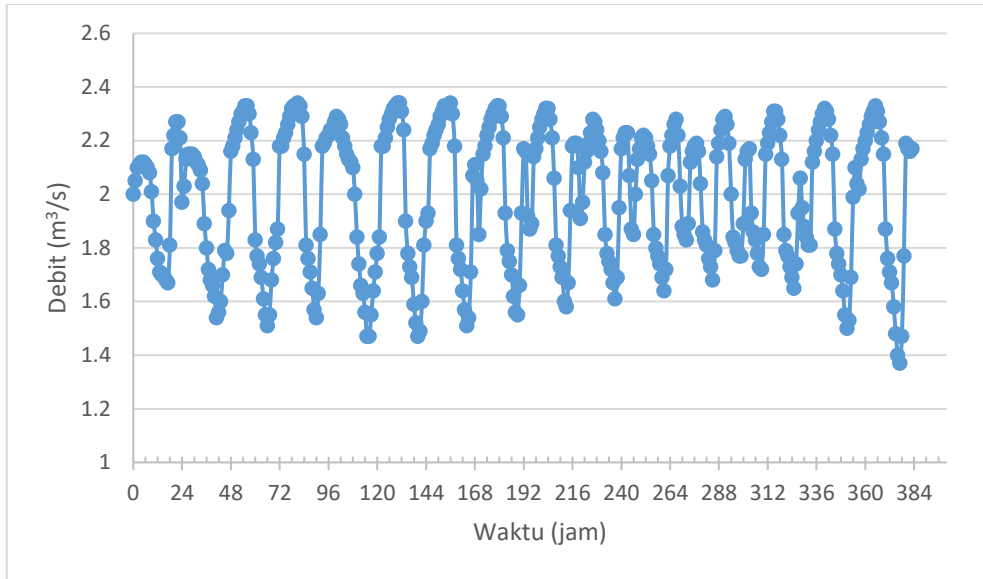
$u$  : Kecepatan aliran

$w$  : Lebar saluran rata-rata

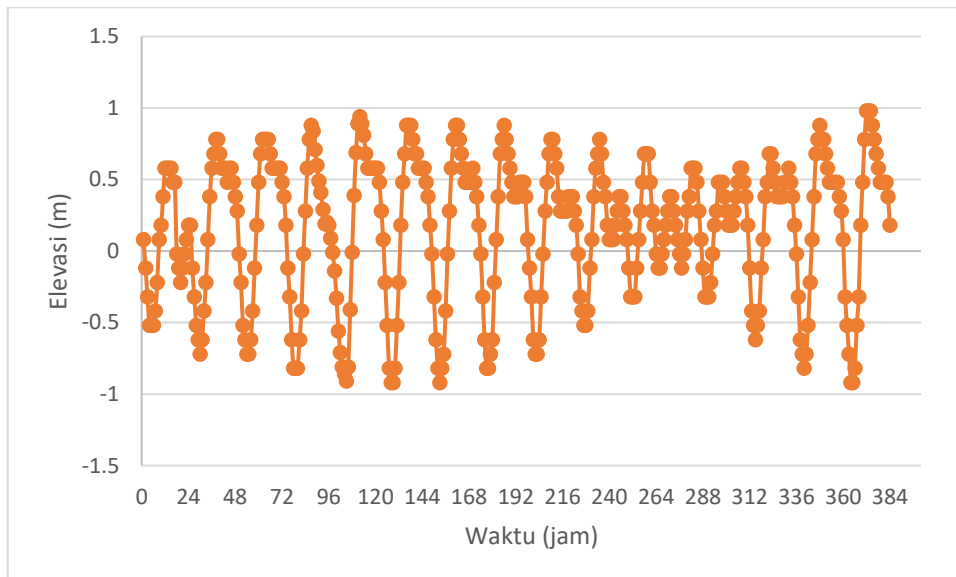
$y$  : Kedalaman saluran rata-rata

$u^*$  : Kecepatan geser

Data yang digunakan yaitu data geometri jaringan irigasi tambak Sei Teras hasil pengukuran dalam Ciptadi dkk. (2022), data aliran Sungai Teras sebagai kondisi batas hulu (**Gambar 2**), elevasi pasang surut Muara Pelampai sebagai kondisi batas hilir (**Gambar 3**), dan nilai kualitas air hasil pengukuran dalam Hermawanto dkk. (2023).



**Gambar 2.** Debit Sungai Teras 10 – 25 Maret 2022  
(Sumber: Hermawanto dkk., 2023)



**Gambar 3.** Elevasi pasang surut Muara Pelampai 10 – 25 Maret 2022  
(Sumber: Hermawanto dkk., 2023)

Prosedur penelitian diawali dengan perbaikan dan penyesuaian data geometri dilanjutkan dengan kalibrasi model untuk menentukan besarnya nilai kekasaran yang digunakan saat simulasi pemodelan. Parameter kekasaran yang digunakan adalah *n Manning*. Kalibrasi bertujuan agar model yang dihasilkan mendekati kondisi sebenarnya pada titik kontrol pengukuran. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan parameter debit terukur dengan debit hasil simulasi menggunakan beberapa persamaan yakni persamaan *Root Mean Square Error (RMSE)*, *Mean Absolute Difference*, dan *Relative Error* seperti ditunjukkan pada Persamaan 4, Persamaan 5, dan Persamaan 6.

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [Q_o - Q_s]^2}{n}}$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n |(Q_o - Q_s)|}{n}$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_s)}{\sum_{i=1}^n Q_o}$$

Keterangan:

- R : Nilai eror  
 Q<sub>o</sub> : Debit observasi jam ke-i  
 Q<sub>s</sub> : Debit simulasi jam ke-i  
 n : Jumlah data

Langkah selanjutnya setelah model terkalibrasi adalah melakukan simulasi aliran tidak permanen dengan kondisi batas hulu dan hilir sesuai data yang tersedia dilanjutkan dengan simulasi kualitas air untuk parameter salinitas menggunakan hasil simulasi aliran tidak permanen dan data kualitas air yang tersedia. Hasil simulasi sebaran salinitas dievaluasi berdasarkan Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 75/PERMEN-KP/2016 (Tabel 1).

**Tabel 1.** Parameter salinitas air sumber dan pemeliharaan udang vaname

Parameter Air	Tingkat Teknologi			
	Sederhana	Semi intensif	Intensif	Super intensif
Salinitas	5 – 40	10 – 35	26 – 32	26 – 32

Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan (2016)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Kalibrasi Pembahasan

Hasil kalibrasi model jaringan irigasi tambak Sei Teras menggunakan persamaan *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Difference*, dan *Relative Error* seperti yang dilakukan Pandya dkk. (2021) dan Xue dkk. (2021) ditunjukkan pada **Tabel 2** berikut.

**Tabel 2.** Hasil kalibrasi model Jaringan Irigasi Tambak Sei Teras

<i>n Manning</i>	RMSE	<i>Mean Absolute Difference</i>	<i>Relative Error</i>
0.044	0.437	0.289	0.116
0.03	0.297	0.202	0.080
0.02	0.421	0.275	0.106

**Tabel 2** menunjukkan bahwa hasil simulasi dengan nilai *n Manning* 0,03 memiliki nilai eror paling kecil. Hasil tersebut bermakna model hasil simulasi paling mendekati kondisi sebenarnya dengan menggunakan nilai *n Manning* sebesar 0,03. Nilai *n Manning* 0,03 merupakan nilai kekasaran untuk saluran alami yang cenderung lurus dengan material lempung kepasiran menurut Chow (1959) dalam Arseni dkk. (2019). Hal tersebut sesuai dengan kondisi Sungai Teras yang merupakan lokasi titik kalibrasi. Kondisi tersebut juga selaras dengan Ciptadi dkk. (2021) yang menyatakan bahwa tanah di DIT Sei Teras diklasifikasikan sebagai tanah lempung berpasir. Namun, hasil kalibrasi yang diperoleh menunjukkan perbedaan dengan penelitian Hermawanto dkk. (2023), yang memperoleh nilai *n Manning* 0,02 sebagai hasil kalibrasi. Hal tersebut dapat disebabkan perbedaan lokasi kalibrasi. Lokasi kalibrasi yang digunakan dalam penelitian ini terletak di ruas Sungai Teras, sedangkan lokasi kalibrasi pada penelitian Hermawanto dkk. (2023) terletak di Saluran Primer Pelampai.

#### B. Sebaran Salinitas

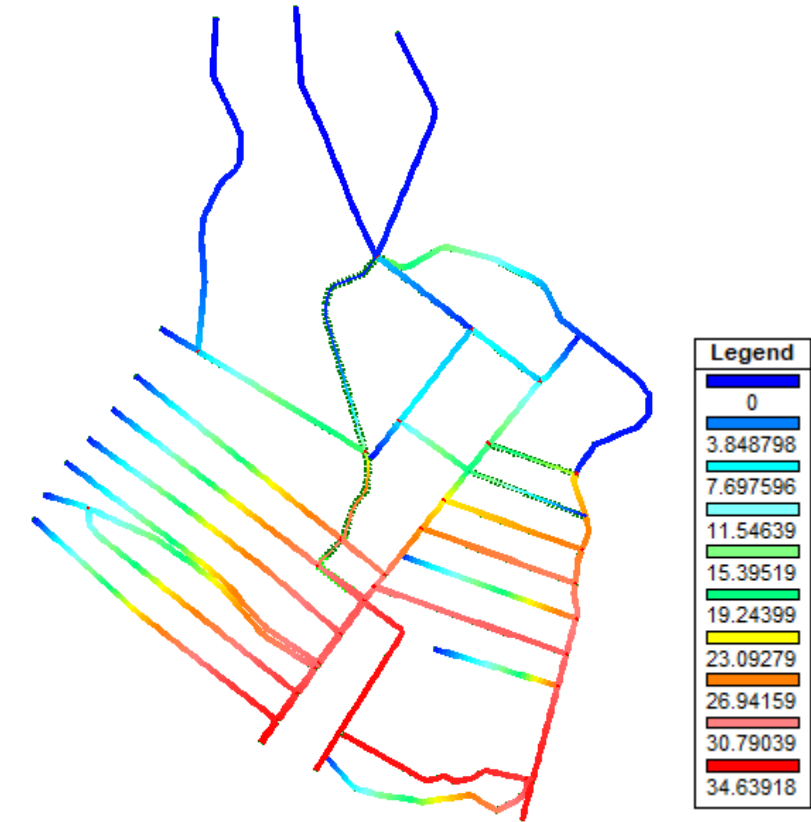
DIT Sei Teras mendapat pasokan air asin yang bersumber dari Laut Jawa. Air asin disalurkan ke DIT Sei Teras melalui tiga saluran primer yakni Saluran Primer Cemara Labat, Saluran Primer Sei Teras dan Saluran Primer Pelampai. Air asin yang bersumber dari Laut Jawa memiliki rata-rata potensi salinitas sebesar 32,0 – 34,74 ppt dengan kondisi homogen (Meirinawati & Iskandar, 2019; Najid dkk., 2012; Siregar dkk., 2017). Kondisi tersebut sudah memenuhi syarat baku mutu parameter kualitas air sumber untuk pemeliharaan udang vaname pada tingkat teknologi semi intensif, intensif, hingga super intensif sesuai

**Tabel 3.** Parameter salinitas air sumber dan pemeliharaan udang vaname

Parameter Air	Tingkat Teknologi			
	Sederhana	Semi intensif	Intensif	Super intensif
Salinitas	5 – 40	10 – 35	26 – 32	26 – 32

Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan (2016)

Hasil simulasi pemodelan sebaran salinitas di DIT Sei Teras dievaluasi pada kondisi pasang tertinggi untuk melihat jangkauan salinitas dapat terdistribusi di DIT Sei Teras. Hal lain yang juga menjadi pertimbangan adalah pengoperasian tambak DIT Sei Teras memasukkan air ke dalam kotak tambak saat pasang (Ciptadi dkk., 2022). Dari kondisi batas hilir yang digunakan untuk melakukan simulasi, pasang tertinggi terjadi pada 25 Maret 2022 pukul 11:00 – 13:00 dengan elevasi +0,98 m. Hasil simulasi pemodelan sebaran salinitas pada pasang tertinggi dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Hasil simulasi sebaran salinitas DIT Sei Teras

Evaluasi hasil simulasi sebaran salinitas pada saluran primer menunjukkan salinitas minimal untuk tingkat budidaya semi intensif (10 ppt) dapat mencapai hingga jarak 4,7 km dari muara pada Saluran Primer Sei Teras dan 5,9 km dari muara pada Saluran Primer Pelampai. Terdapat perbedaan hasil simulasi dengan hasil pengukuran Ciptadi dkk., (2021) yang memperoleh nilai salinitas sebesar 24,3 ppt di Saluran Primer Sei Teras pada jarak 5,9 km tersebut. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan elevasi pasang tertinggi yang digunakan sebagai kondisi batas simulasi dengan pasang tertinggi yang terjadi saat pengukuran sebesar +2,5 m. Perbedaan elevasi pasang tertinggi tersebut menyebabkan perbedaan elevasi permukaan air yang terjadi pada Saluran Primer Sei Teras sehingga salinitas yang terbawa sampai ke saluran primer juga berbeda. Saluran primer perlu menjadi perhatian karena merupakan saluran yang menyuplai air ke saluran sekunder. Lokasi-lokasi yang lebih jauh dari muara pada saluran tersebut perlu menjadi perhatian apabila produktivitas DIT Sei Teras diharapkan meningkatkan dengan menerapkan tingkat teknologi yang lebih tinggi. Ciptadi dkk. (2021) menyatakan saat ini DIT Sei Teras masih menerapkan tingkat budidaya ekstensif atau tradisional (sederhana).

Hasil simulasi sebaran salinitas pada saluran sekunder bervariasi. Salinitas pada 80% ruas Saluran Sekunder Cemara Labat sudah memenuhi kriteria minimal salinitas untuk tingkat budidaya semi intensif (10 ppt). Saluran Sekunder Cemara Labat mendapat suplai air asin dari Saluran Primer Cemara Labat yang merupakan hilir dari Saluran Primer Sei Teras pada jarak 3,2 km dari muara dan berada pada sisi barat DIT Sei Teras. Sebaran salinitas pada setiap saluran Sekunder Cemara Labat cenderung sama. Hal yang berbeda ditunjukkan pada sebaran salinitas di Saluran Sekunder Pelampai yang berada di bagian timur DIT Sei Teras. Sebaran salinitas di setiap saluran Sekunder Pelampai lebih bervariasi. Terdapat empat dari sembilan (44%) saluran Sekunder Pelampai dengan

sebaran salinitas yang tidak homogen sehingga terdapat bagian saluran yang tidak memenuhi syarat baku mutu parameter salinitas untuk pemeliharaan udang vaname. Hal tersebut disebabkan karena saluran-saluran tersebut hanya terhubung dengan saluran primer pada satu sisi. Sebaran salinitas pada saluran-saluran tersebut sesuai dengan hasil pengukuran Hermawanto dkk. (2023). Meski demikian, terdapat lima dari sembilan (56%) saluran Sekunder Pelampai telah memenuhi syarat baku mutu parameter salinitas untuk pemeliharaan udang vaname mulai dari tingkat teknologi semi intensif pada bagian hulu dan intensif hingga super intensif pada bagian tengah dan hilir dekat muara. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin dekat muara, nilai salinitas akan semakin tinggi. Begitu pula ditunjukkan pada saluran Sekunder Sei Teras yang merupakan saluran sekunder paling hulu dari DIT Sei Teras. Salinitas tertinggi di saluran Sekunder Sei Teras sebesar 20 ppt dengan 68% bagian saluran yang memenuhi syarat baku mutu parameter salinitas untuk pemeliharaan udang vaname pada tingkat budidaya semi intensif.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Sebaran salinitas di DIT Sei Teras dievaluasi dengan melakukan simulasi pemodelan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 5.0.7. Nilai  $n$  Manning yang digunakan sebagai nilai kekasaran hasil kalibrasi model yaitu 0,03. Simulasi pemodelan sebaran salinitas DIT Sei Teras dilakukan untuk durasi data selama 15 hari. Hasil simulasi sebaran salinitas dievaluasi pada kondisi pasang tertinggi dengan acuan syarat baku mutu parameter kualitas air untuk pemeliharaan udang vaname dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 75/PERMEN-KP/2016. Evaluasi sebaran salinitas pada saluran primer menunjukkan salinitas minimal untuk tingkat budidaya semi intensif (10 ppt) dapat mencapai hingga jarak 4,7 km dari muara pada Saluran Primer Sei Teras dan 5,9 km dari muara pada Saluran Primer Pelampai. Evaluasi sebaran salinitas pada saluran sekunder menunjukkan 80% ruas Saluran Sekunder Cemara Labat, 56% ruas Saluran Sekunder Pelampai, dan 68% ruas Saluran Sekunder Sei Teras sudah memenuhi salinitas minimal untuk tingkat budidaya semi intensif (10 ppt). Hasil tersebut menunjukkan sebaran salinitas di DIT Sei Teras bervariasi dan masih terdapat saluran dari jaringan irigasi tambak DIT Sei Teras belum memenuhi syarat baku mutu salinitas minimal untuk tingkat budidaya semi intensif. Upaya peningkatan sebaran salinitas diperlukan guna meningkatkan produktivitas DIT Sei Teras. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dengan menerapkan tingkat teknologi yang lebih tinggi seperti melakukan pengaturan air, terutama pada saluran-saluran yang belum memenuhi baku mutu parameter kualitas air untuk pemeliharaan udang vaname sebagai komoditas utama.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rahmat Ciptadi, S.T., M.Eng., dan Bapak Hanny Adityanta Hermawanto, S.T., M.Eng. yang telah megawali penelitian pada lokasi penelitian di Daerah Irigasi Tambak Sei Teras, Kalimantan Tengah..

#### Daftar Pustaka

- Arseni, M., Roşu, A., Murariu, G., Georgescu, L. P., Iticescu, C., Calmuc, M., & Calmuc, V. (2019). The role of river channel roughness for water level modeling during the 2005 year flood on Siret river using HEC-RAS model. *Annals of the "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle II, Mathematics, Physics, Theoretical Mechanics*, 42(1), 68–76. <https://doi.org/10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2019.1.10>
- Athirah, A., Asaf, R., & Ratnawati, E. (2013). Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Produktivitas Menggunakan Aplikasi Analisis Jalur di Tambak Bandeng Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Kelautan Nasional*, 8(1), 35–47.
- Aurilia, M., Santoso, D., & Sungkowo, A. (2021). Analisis Karakteristik dan Kualitas Mata Air di Desa Redin, Kecamatan Gebang, Air menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat. Selain digunakan untuk minum, air juga dimanfaatkan untuk keperluan domestik, MCK, irigasi, ternak, dan sebagainya. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*, 3(2), 1–12.
- Ciptadi, R., Rahardjo, A. P., & Kamulyan, B. (2021). Evaluation and Enhancement of Sustainable Organic Fishpond Farming in the Sei Teras Fishpond Irrigation Area, Central Kalimantan. *The 4th International Conference of Water Resources Development and Environmental Protection (ICWRDEP 2021)*. Malang: Universitas Brawijaya. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/930/1/012009>
- Ciptadi, R., Rahardjo, A. P., & Kamulyan, B. (2022). Finding an Optimal Use of Tides for Leaching of Pond Waters in Channel Networks with Various Size and Simultaneous Opening Number of Gates, Case Study of Sei Teras Fishpond Irrigation Area, Central Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and*



- Environmental Science, 1091(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1091/1/012023>
- Eddiwan, Sukendi, Siregar, Y. I., & Saam, Z. (2019). Pengaruh Variabel Kualitas Air Terhadap Produktivitas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Kawasan Pertambakan di Desa Sungai Pinang, Kecamatan Lingga Timur, Kabupaten Lingga, Provinsi Kepulauan Riau. *Prosiding Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan*, 632–639. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Fan, C., Wang, W. S., Liu, K. F. R., & Yang, T. M. (2012). Sensitivity Analysis and Water Quality Modeling of a Tidal River Using a Modified Streeter-Phelps Equation with HEC-RAS-Calculated Hydraulic Characteristics. *Environmental Modeling and Assessment*, 17(6), 639–651. <https://doi.org/10.1007/s10666-012-9316-4>
- Hermanto, Sativa, M., Alihamsyah, T., Noor, M., Subiksa, I. G. M., Mulyani, A., ... Elfitri. (2020). Grand Design Pengembangan Kawasan Food Estate Berbasis Korporasi Petani di Lahan Rawa Kalimantan Tengah (Hermanto, ed.). Jakarta Selatan: Biro Perencanaan Kementerian Pertanian.
- Hermawanto, H. A., Rahardjo, A. P., & Kamulyan, B. (2023). Water Management Model of Sei Teras Fishpond Irrigation Area in Central Kalimantan Food Estate Program. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1200/1/012023>
- Hermawanto, H., Rahardjo, A., & Kamulyan, B. (2023). Water Quality Study for Supporting an Advanced Aquaculture Technology in Sei Teras Fishpond Irrigation Area, Central Kalimantan. *Proceedings of the International Conference on Sustainable Environment, Agriculture and Tourism (ICOSEAT 2022)*, 26, 759–769. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-086-2\\_100](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-086-2_100)
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2016). Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jakarta.
- Loitzenbauer, E. W., & Bulhões Mendes, C. A. (2019). Appropriate unit limits for integrated coastal and river basin management: An application to the Itajaí River basin, SC, Brazil. *Ocean and Coastal Management*, 168(October 2018), 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.10.032>
- Marois, D. E., & Mitsch, W. J. (2017). A mangrove creek restoration plan utilizing hydraulic modeling. *Ecological Engineering*, 108, 537–546. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.06.063>
- Meirinawati, H., & Iskandar, M. R. (2019). Karakteristik Fisika dan Kimia Perairan di Laut Jawa – Ambang Dewakang. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 4(1), 41. <https://doi.org/10.14203/oldi.2019.v4i1.140>
- Najid, A., Pariwono, J. I., Bengen, D. G., Nurhakim, S., & Atmadipoera, A. S. (2012). Pola Musiman dan Antar Tahunan Salinitas Permukaan Laut Di Perairan Utara Jawa-Madura. *Maspari Journal*, 4(2), 168–177. Retrieved from [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int).
- Pandya, U., Patel, D. P., & Singh, S. K. (2021). A flood assessment of data scarce region using an open-source 2D hydrodynamic modeling and Google Earth Image: a case of Sabarmati flood, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(21), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08504-2>
- Putranda, J., & Saraswati, S. P. (2017). Identification of Water Quality Significant Parameter With Two Transformation/Standardization Methods on Principal Component Analysis and Scilab Software. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 2(3), 223. <https://doi.org/10.22146/jcef.26642>
- Saraswati, S. P., Ardion, M. V., Widodo, Y. H., & Hadisusanto, S. (2019). Water Quality Index Performance for River Pollution Control Based on Better Ecological Point of View (A Case Study in Code, Winongo, Gajah Wong Streams). *Journal of the Civil Engineering Forum*, 5(1), 47. <https://doi.org/10.22146/jcef.41165>
- Siregar, S. N., Sari, L. P., Purba, N. P., Pranowo, W. S., & Syamsuddin, M. L. (2017). Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Depik*, 6(1), 44–59. <https://doi.org/10.13170/depik.6.1.5523>
- US Army Corps of Engineers. (2016). HEC-RAS River Analysis System, User's Manual Version 5.0. US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, Davis CA, (January), 1–960.
- Xue, B., Zhang, H., Wang, Y., Tan, Z., Zhu, Y., & Shrestha, S. (2021). Modeling water quantity and quality for a typical agricultural plain basin of northern China by a coupled model. *Science of the Total Environment*, 790, 148139. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148139>.