

INTISARI

Pengembangan jaringan irigasi rawa pasang surut tidak hanya bergantung pada ketersediaan air, melainkan juga pada kualitas air di dalam jaringan saluran. Indikator kualitas air yang diukur di antaranya tingkat keasaman (pH) dan konduktivitas listrik (EC) sebagai representasi salinitas berpengaruh terhadap keberhasilan produktivitas tanaman padi, karena pH rendah dan EC tinggi mampu menekan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan risiko kegagalan panen. Penelitian ini bertempat di Jaringan Irigasi Rawa Terusan Tengah dengan karakteristik wilayah dominan tanah sulfat masam dengan lapisan pirit dangkal. Penelitian ini bertujuan untuk memperjelas mekanisme dinamika kualitas air yang terjadi akibat pengaruh pasang surut dan hujan dalam jaringan..

Metode penelitian yang digunakan untuk memahami mekanisme dinamika kualitas air di dalam jaringan dilakukan melalui pemodelan hidrodinamika konservatif dengan perangkat lunak HEC-RAS versi 5.0.7 pada periode 1–14 Mei. Data model diperoleh dari pengamatan langsung kualitas air (pH dan EC) serta tinggi muka air menggunakan alat ukur digital, peilscale, dan telemetri yang merekam secara kontinu pada jaringan. Data tersebut digunakan sebagai penyusunan kondisi batas, kalibrasi, dan verifikasi model hidraulik dan kualitas air. Simulasi dilakukan dalam dua skenario, yaitu kondisi tanpa hujan (1–7 Mei) dan kondisi hujan (8–14 Mei), untuk menganalisis perbedaan respon sistem terhadap pengaruh pasang surut dan kejadian hujan. Pendekatan konservatif digunakan dengan mengabaikan reaksi kimia, konsentrasi polutan hanya dipengaruhi oleh pergerakan massa air. Selain simulasi kondisi eksisting, model juga digunakan untuk mengevaluasi skenario pengendalian melalui penerapan pola aliran satu arah dengan pengaturan pintu air pada pangkal, ujung, dan kombinasi keduanya pada saluran sekunder guna menilai potensi perbaikan distribusi kualitas air dalam jaringan.

Temuan di lapangan menunjukkan bahwa permasalahan utama di jaringan irigasi rawa Terusan Tengah lebih dipengaruhi oleh tingkat keasaman di jaringan dengan rentang sangat luar biasa asam hingga luar biasa asam serta EC dalam kategori non salin. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa hujan, dinamika keasaman di dalam jaringan terutama dikendalikan oleh pasang surut yang mengatur keluar-masuknya massa air secara berulang, sehingga membentuk pola akumulasi dan pembilasan keasaman di sepanjang saluran utama, terutama pada segmen saluran yang berada di atas lapisan pirit dangkal. Pada kondisi hujan, hujan menambah volume aliran, mengurangi durasi surut, dan meningkatkan keasaman menuju zona muara saat surut. Pada pasang berikutnya, terjadi aliran balik yang menyebabkan air asam menumpuk dan menyebar ke saluran sekunder di sekitar muara. Selanjutnya, sebagai upaya pengendalian dengan pola aliran satu arah dengan sistem pengaturan buka/ tutup pintu dengan selisih muka air di pangkal 0–0,1 dan pintu ujung 0–0,1 menunjukkan kecenderungan distribusi keasaman yang lebih stabil dan peluang pencucian yang lebih baik. Sebaliknya, untuk penerapan kombinasi pengaturan pintu di pangkal dan ujung memiliki potensi terjebaknya keasaman dalam jaringan, sehingga kejadian hujan memiliki peran signifikan untuk proses pembilasan atau pencucian air dalam sistem irigasi..

Kata kunci: irigasi rawa pasang surut, pH, curah hujan, pasang surut, HEC-RAS

ABSTRACT

The development of tidal swamp irrigation networks depends not only on water availability but also on the water quality within the canal system. Key water quality indicators measured in this study include acidity (pH) and electrical conductivity (EC) as a proxy for salinity, both of which influence rice productivity, as low pH and high EC can suppress plant growth and increase the risk of crop failure. This study was conducted in the Terusan Tengah Tidal Swamp Irrigation Network, which is characterized by acid sulfate soils with a shallow pyrite layer. The study aims to clarify the mechanisms governing water quality dynamics under tidal influence and rainfall events within the network.

The research method applied to understand the mechanisms of water quality dynamics within the network involved conservative hydrodynamic modeling using HEC-RAS version 5.0.7 for the period 1–14 May. Model input data were obtained from direct observations of water quality parameters (pH and EC) and water levels using digital measurement instruments, a peilscale, and telemetry devices that recorded data continuously within the irrigation network. These data were used to establish boundary conditions and to calibrate and verify the hydraulic and water quality models. Simulations were conducted under two scenarios: no-rain conditions (1–7 May) and rainfall conditions (8–14 May), in order to analyze differences in system response to tidal forcing and rainfall events. A conservative approach was applied by neglecting chemical reactions, such that pollutant concentrations were assumed to be influenced solely by the movement of water masses. In addition to simulating existing conditions, the model was also used to evaluate control scenarios through the implementation of a one-way flow pattern by regulating water gates at the upstream ends, downstream ends, and the combination of both within secondary canals, in order to assess potential improvements in water quality distribution within the network.

Field findings indicate that the primary issue within the Terusan Tengah tidal swamp irrigation network is acidity, with pH levels ranging from extremely to ultra-acidic conditions, while EC values remain within the non-saline category. Simulation results show that under no-rain conditions, acidity dynamics within the network are primarily controlled by tidal forcing, which regulates the repeated inflow and outflow of water masses, thereby producing patterns of acidity accumulation and flushing along the main canal, particularly in segments located above shallow pyrite layers. Under rainfall conditions, precipitation increases flow volume, shortens the ebb duration, and intensifies acidity toward the estuarine zone during ebb periods. During the subsequent tidal inflow, flow reversal occurs, causing acidic water to accumulate and spread into secondary canals near the estuary. Furthermore, as a control measure, the implementation of a one-way flow pattern with gate operation settings of 0–0.1 at both the upstream and downstream ends indicates a tendency toward more stable acidity distribution and improved flushing potential. In contrast, certain combinations of gate regulation at both upstream and downstream locations may lead to the trapping of acidity within the network, indicating that rainfall events play a significant role in facilitating the flushing process within the irrigation system.

Keywords: tidal swamp irrigation, pH, rainfall, tides, HEC-RAS