

Studi Pustaka : Pemodelan Kualitas Air Sungai Menggunakan Software QUAL2Kw

NABILA APRILIYANI PUTERI RIZAL¹, EKA WARDHANI¹

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional
Email: nabilaapriyani0304@gmail.com

ABSTRAK

Pencemaran air sungai merupakan masalah serius dan semakin mendapat perhatian global. Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang pesat berkontribusi pada penurunan kualitas air, mengancam kesehatan manusia dan ekosistem. Penelitian ini mengusulkan pemodelan kualitas air sungai menggunakan software QUAL2Kw sebagai solusi untuk pemantauan yang efisien. Metode studi kepustakaan digunakan untuk merinci pemodelan tersebut. Dalam penelitian ini, tiga penelitian terpilih dari berbagai lokasi (Kabupaten Cirebon Indonesia, Iran, dan Kuantan Malaysia) dengan kesamaan penggunaan model QUAL2Kw, rentang penelitian 10 tahun terakhir, dan variasi lokasi. Penelitian ini membahas permasalahan kualitas air di sungai yang menerima beban pencemar dari sektor domestik, industri, pertanian, dan peternakan. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan model dalam memprediksi kualitas air, walaupun perbedaan geografi dan karakteristik hidrologis antar negara yang mempengaruhi distribusi polutan. Kesimpulan studi ini menekankan bahwa pemodelan QUAL2Kw efektif dalam memproses kualitas air di berbagai lokasi. Pemahaman mengenai karakteristik lokal, model ini dapat diadaptasi untuk mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dan pengendalian pencemaran.

Kata kunci: Pencemaran Air Sungai, QUAL2Kw, Studi Kepustakaan, Model, Pengendalian Pencemaran

1. PENDAHULUAN

Pencemaran air sungai belakangan ini telah menjadi perhatian utama dan terus menerima perhatian serius di seluruh dunia. Peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan pembangunan secara signifikan terkait dengan penurunan kualitas air. Kualitas air telah menjadi ancaman serius terhadap kesehatan manusia dan kehidupan makhluk lainnya (Hua, 2017). Sebagian besar polusi di badan air disebabkan oleh masukan zat kimia beracun dan senyawa biologi yang tidak alami (Rachmawati, 2018). Konteks pembangunan, manajemen kualitas air dan kontrol pencemaran air harus dilaksanakan agar sumber daya air dapat memberikan manfaat secara berkelanjutan dan pembangunan dapat berlanjut dengan keberlanjutan (Nugroho, 2022).

Agar sungai dapat memberikan manfaat secara berkelanjutan sesuai dengan fungsinya, diperlukan pemantauan yang berkelanjutan terhadap kualitas air, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Pemantauan kualitas air sungai membutuhkan biaya tenaga kerja, bahan, dan waktu yang cukup lama, solusi untuk menjaga kelangsungan pemantauan adalah dengan mengadopsi pemodelan perubahan kualitas air. Pemodelan ini memungkinkan penyelidikan kondisi lingkungan di berbagai badan air, evaluasi variasi kualitas air, prediksi jangka panjang terkait kualitas air permukaan, dan melakukan penilaian dampak lingkungan dengan menggunakan skenario polusi yang beragam (Ejigu, 2021).

2. METODOLOGI

Penelitian ini, menggunakan pendekatan yaitu studi kepustakaan (*Library research*). Studi kepustakaan merupakan metode yang digunakan untuk mengumpulkan informasi dan data melalui berbagai sumber seperti perpustakaan, dokumen, buku, majalah (Khaesarani, 2021). Studi kepustakaan memahami isi referensi dan penelitian sebelumnya yang sejenis, sebagai dasar teoritis untuk memahami isu yang akan diteliti. Adapun langkah-langkah dalam metode studi kepustakaan ini yaitu penentuan tujuan dan lingkup studi kepustakaan, identifikasi sumber literatur yang relevan dengan topik penelitian, menyeleksi sumber literatur yang paling relevan, mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan, menganalisis informasi dari literatur yang telah dikumpulkan, menyusun landasan teori berdasarkan temuan dan kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan mencari jurnal yang relevan dengan judul penelitian. Hasilnya, ditemukan beberapa jurnal penelitian yang relevan. Dari sekian banyaknya penelitian mengenai pemodelan kualitas air menggunakan *software* QUAL2Kw dipilih tiga penelitian berdasarkan kriteria yaitu memiliki kesamaan pemodelan menggunakan QUAL2Kw, penelitian yang terpilih merupakan penelitian 10 tahun terakhir, dan lokasi penelitian yang berbeda. Terdapat 3 penelitian yang terpilih berikut merupakan uraiannya:

1. Pemodelan Kualitas Air Sungai Menggunakan Berdasarkan BOD dan COD Menggunakan *software* QUAL2Kw di Kabupaten Cirebon

Terjadinya pencemaran di Sungai Cimanis yang diakibatkan oleh limbah domestik, pertanian dan industri disebabkan tidak adanya pengolahan limbah dari sektor domestik, pertanian dan industri. Penelitian yang telah dilakukan pada Sungai Cimanis mengkategorikan Sungai Cimanis tercemar berat. Berdasarkan hal tersebut perlu pemantauan kualitas air sungai dapat dikendalikan salah satunya dengan memodelkan kualitas air Sungai Cimanis. Proses model kualitas air di Sungai Cimanis melibatkan proses kalibrasi data dimana koefisien disesuaikan sesuai dengan kondisi Sungai Cimanis. Penelitian ini bertujuan dapat memodelkan kualitas air sungai seiring waktu. Hasil penelitian menunjukkan:

- Hasil validasi menggunakan dua metode yaitu RMSPE dan NSE menginterpretasikan model dapat diterima dan hasil model sangat baik.
- Simulasi model yang dilakukan hanya dilakukan pada satu musim yaitu musim kemarau.
- Berdasarkan simulasi yang diterapkan pada proses pemodelan terjadinya peningkatan konsentrasi pencemar dalam lima tahun mendatang hal ini dikarenakan asumsi terjadinya peningkatan pencemaran dari berbagai sektor.
- Hasil model parameter BOD maupun COD mendapatkan hasil yang melebihi baku mutu air yang telah ditetapkan di Indonesia
- Adanya simulasi dengan adanya pengendalian beban pencemaran mengurangi beban pencemar hasil model, walaupun belum diterapkan di seluruh sektor hal ini dapat dijadikan acuan untuk mengoptimalkan strategi pengendalian supaya kualitas air Sungai Cimanis memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

2. *Water Quality Simulation of Dez River in Iran Using QUAL2Kw Model*

Permasalahan dari penelitian ini yaitu Adanya kontaminasi semua jenis limbah di Sungai Dez Iran yang menjadi ancaman serius. Dimana terjadinya peningkatan pengambilan air dan pembangunan beberapa bendungan di hulu Sungai Dez, sehingga berdampak pada pengaliran air dari hulu ke cekungan di negara ini. Cekungan ini merupakan kunci dari tempat makanan hewan dan tumbuhan serta permurnian air untuk regenerasi tanah dan pengendalian banjir. Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu untuk pengendalian kualitas air di Sungai Dez. Adapun metode penelitian yang digunakan yaitu dengan mensimulasikan kualitas air sungai dalam parameter debit, suhu, konduktivitas, listrik, pH, dan BOD menggunakan QUAL2Kw. Hasil dari penelitian ini yaitu :

- Hasil kalibrasi dan validasi model relatif akurat.
- Debit simulasi menunjukkan variasi yang lebih besar antar stasiun, variasi ini disebabkan pengambilan air.
- Suhu air meningkat dikarenakan pelebaran sungai perbedaan suhu air-udara mempengaruhi keadaan seimbang antara air dan udara.
- Parameter BOD menunjukkan tren penurunan karena konsumsi oksigen dan oksidasi biologis
- Aliran masukan saluran air dari industri, pertanian dan air limbah industri ke dalam sungai memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sungai.

3. *Application of QUAL2Kw for water quality modeling in the Tunggak River, Kuantan, Pahang, Malaysia*

Penelitian ini dilakukan dengan adanya permasalahan di Sungai Tunggak dimana sungai menerima air limbah dari kawasan industri yang disebut dengan industri Gebeng (GIE) dan dari beberapa daerah pertanian dan pemukiman di Kuantan, Malaysia. Pembuangan limbah industri yang mengandung polutan konvensional dan non-konvensional dengan bahan organik dan nutrisi yang dapat terurai telah mengakibatkan penurunan konsentrasi DO di sepanjang sungai. Tujuan dari penelitian ini untuk memodelkan kualitas air sungai dan aliran satu dimensi QUAL2Kw dikalibrasi dan dikonfirmasi dengan menggunakan data untuk periode 2012-2013. Simulasi dilakukan pada musim kemarau dan hujan. Hasilnya penelitian menunjukkan :

- Hasil Validasi RMSE menunjukkan kesesuaian yang baik antara nilai eksisting dengan model
- Konsentrasi DO sangat rendah disemua bagian sungai
- BOD dan COD sangat tinggi dibandingkan dengan standar kualitas air di Malaysia
- Parameter kualitas air tidak jauh berbeda dari musim kemarau ke musim hujan
- Karena nilai DO sangat rendah hal ini dapat diperbaiki dengan diterapkan pengelolaan berdasarkan simulasi yang telah dilakukan

Ketiga penelitian diatas terdapat alasan dilakukannya penelitian pemodelan kualitas air sungai menggunakan *software* QUAL2Kw yaitu adanya beban pencemar yang masuk ke dalam aliran sungai dimana adanya pencemar yang terjadi akibat sektor domestik, industri, pertanian dan peternakan. Banyaknya beban pencemar yang masuk ke dalam sungai menyebabkan sungai tidak mampu melakukan *self purification*. Proses yang terjadi yaitu deoksigenisasi dimana proses ini terjadi karena adanya masukan beban pencemar yang mengandung bahan organik yang mana beban pencemar ini akan diurai oleh bakteri atau mikroorganisme dalam air sehingga proses ini menyebabkan oksigen di dalam air berkurang (Wahyuningsih, 2018). Proses *self purification* membutuhkan kandungan oksigen dalam air maka perlu dilakukan peningkatan laju reaerasi

(penambahan oksigen) dengan cara mengubah dimensi saluran atau membangun bangunan. Apabila tidak memungkinkan maka dapat digunakan alat yang dapat mensuplai oksigen kedalam air yang disebut dengan aerator (Yusuf dan Utomo, 2013).

Hasil validasi model dari ketiga penelitian menunjukkan hasil yang baik atau nilai model yang sesuai dengan kondisi eksisting. Hal ini dikarenakan proses sebelumnya dilakukan kalibrasi data, dimana kalibrasi data dilakukan dengan mengubah koefisien data hidraulik dan koefisien data kualitas air sungai. Dalam melakukan kalibrasi data hidraulik dilakukan *trial and error* dengan mengubah *manning formula* pada *worksheet reach*, sedangkan kalibrasi data kualitas air yaitu dengan mengubah nilai koefisien sesuai parameter yang dimodelkan pada *worksheet reach rates* (Ulfa, dkk., 2022).

Ketiga penelitian diatas memiliki perbedaan dalam memodelkan parameter kualitas air. Selain itu perbedaan negara yang dijadikan tempat penelitian juga mempengaruhi hasil model, dimana setiap negara memiliki karakteristik hidrologis yang berbeda beda seperti pola aliran dan tingkat air. Perbedaan ini dapat mempengaruhi dalam pendistribusian transportasi polutan dalam air. Sifat-sifat air seperti suhu, oksigen terlarut dan nutrien dapat bervariasi antar negara karena perbedaan geografi iklim dan jenis tanah. Sehingga model QUAL2kw ini harus mampu menangkap perbedaan untuk memberikan hasil yang akurat. Pola penggunaan lahan yang berbeda dimana dapat mempengaruhi beban pencemar yang dihasilkan. Dilakukannya pemodelan QUAL2Kw ini model kualitas air dapat dikalibrasi sesuai dengan karakteristik lokal dan kondisi negara tertentu. Perbedaan dari hasil model yang telah dilakukan dari penelitian di atas selain dari masukan beban pencemar disebabkan oleh kondisi sungai sesuai dengan daerah penelitian.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari studi pustaka ini yaitu penelitian ini menunjukkan bahwa pemodelan kualitas air menggunakan QUAL2Kw dapat dilakukan dengan sukses di berbagai lokasi dan kondisi. Penelitian memberikan wawasan unit tentang masalah kualitas air termasuk sumber pencemaran, dampak perubahan lingkungan, dan strategi pengendalian. Adanya faktor perbedaan antar negara, termasuk karakteristik hidrologis, sifat-sifat air, dan pola penggunaan lahan, dapat memengaruhi hasil model dan perlu dipertimbangkan. Penggunaan model QUAL2Kw ini dapat membantu mengidentifikasi dan merencanakan strategi pengendalian pencemaran yang efektif di berbagai lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ejigu, M. T. (2021). "Overview Of Water Quality Modeling." Cogent Engineering 8(1): 1891711
- Ghorbani, Z., Amanipoor, H., & Battaleb-Looie, S. (2022). Water quality simulation of Dez River in Iran using QUAL2KW model. Geocarto International, 37(4), 1126-1138.
- Hua, A. (2017). "Identifying The Source Of Pollutants In Malacca River Using Gis Approach." Applied Ecology & Environmental Research 15(4).
- Hossain, M. , I. Sujaul dan M. Nasly (2014). "Application of QUAL2Kw for water quality modeling in the Tunggak River, Kuantan, Pahang, Malaysia." Research Journal of Recent Sciences. ISSN 2277: 2502.

- Khaesarani, I. R. (2021). Studi Kepustakaan Tentang Model Pembelajaran Think Pair Share (TPS) Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 15(3), 37-49.
- Nugroho, A. P. (2022). Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Citarum Hilir Di Daerah Aliran Sungai (Das) Citarum Kabupaten Karawang. *Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Bandung*. S1.
- Rachmawati, D. R. B. H. P., Dosen Pwk (2018). Arahan Sistem Pengelolaan Limbah Domestik Di Sepanjang Daerah Aliran Sungai Jamblang Dalam Mendukung Kegiatan Pertanian Di Kabupaten Cirebon, Fakultas Teknik Unpas.
- Rizal, N. A. P. (2024). Pemodelan Kualitas Air sungai Berdasarkan Parameter BOD dan COD Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus : Sungai Cimanis, Kabupaten Cirebon). Program Studi Teknik Lingkungan. Bandung, Institut Teknologi Nasional.
- Ulfa, Q. A. , N. Marlina Dan N. I. Wantoputri (2022). "Kajian Perhitungan Daya Tampung Sungai Winongo Segmen Tengah-Hilir Berdasarkan Parameter BOD dan COD Dengan Program QUAL2Kw." *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)* 8(1).
- Wahyuningsih. (2018). Analisis Daya Tampung Beban Pencemar (BOD) Sungai Bedadung di Desa Balung Lor Kabupaten Jember Menggunakan *Streeter-Phelps*. Jurusan Teknik Pertanian. Jember, Universitas Jember.
- Yusuf, M. P. S. W. dan K. P. Utomo (2013). "Perencanaan Saluran Primer Parit Tokaya dengan Kemampuan Swa Purifikasi Saluran terhadap Beban Pencemar Organik." *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 1(1).