

River Cleanliness Measured on Lots of Waste Based on Digital Image Processing Using a Deep Convolutional Neural Network

Penentuan Tingkat Kebersihan Sungai Berdasarkan Banyak Sampah Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Deep Convolutional Neural Network

Aditya Yuli Setyawan

Department of Informatics, Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya

Yosi Kristian

Department of Informatics, Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya

River environmental pollution by industrial waste and household waste is common today. In its function, the river is an ecosystem of various living things, including humans who often use rivers to support their daily activities. Along with the automatic development of the era, many technological inventions have been used to solve the problem of waste in rivers. This study discusses how to obtain a river cleanliness level using a Deep Convolutional Neural Network based on digital image processing as a method of detecting waste based on the amount of garbage in the river. To achieve this goal, several stages are required. The first stage begins with preprocessing, namely the process of making learning data which results in two categories, namely garbage and non-waste. The second stage is the process of recognizing objects on a computer that functions as a program dataset. The third stage is creating a selection area on the river surface which is given the term ROI (Region Of Interest). The next step is calculating the average detected waste in pixels in the video from the average pixel results obtained as a reference to determine the level of river cleanliness. In this study, the level of river cleanliness was modeled uniformly into four classes, including the very dirty category with the percentage of waste detected 76% -100%, dirty with 51% -75% detected waste process, quite dirty with a percentage of detected waste 26% -50%, clean with a percentage of detected waste from 0% -25%. Furthermore, the calculation is simulated with a desktop-based application with the Python programming language.

Pendahuluan

Secara visual tingkat pencemaran sungai dapat deteksi dan dinilai dari banyaknya sampah pada sungai tersebut. Sampah dan limbah industri secara visual juga dapat dikenali oleh mata manusia tanpa bantuan peralatan tambahan, baik dalam segi bentuk objek sampah yang beraneka macam maupun warna objek sampah yang beraneka ragam. Tampilan visual tersebut dapat dilihat seperti [Figure 1](#)

Figure 1. Sungai dengan sampah yang terbawa aliran air

Dengan mengetahui informasi dasar seperti tingkat kebersihan sungai berdasarkan banyaknya sampah di sungai, dinas terkait dapat dengan sigap sehingga tidak sampai berakibat bencana dan menimbulkan kerugian. Dengan adanya karakteristik visual tersebut maka memungkinkan proses tersebut dapat dikenali oleh komputer, dengan menggunakan pengolahan citra digital.

Proses pengenalan objek termasuk dalam ilmu klasifikasi, yang mana dalam klasifikasi objek akan

dapat dikenali dengan menggunakan pengetahuan (data) yang telah dikenalkan sebelumnya pada sebuah komputer. Pengetahuan (data) tersebut dikenal dengan istilah data learning. Pada permasalahan ini data learning yang digunakan adalah beberapa jenis sampah yang meliputi sampah rumah tangga maupun sampah yang lainnya, sehingga diharapkan dengan menggunakan data learning ini objek akan dapat dikenali serta dapat dikelompokkan sebagai sampah atau objek bukan sampah. *Deep Learning* adalah salah satu contoh bidang *Machine Learning* yang menggunakan jaringan syaraf tiruan pada penerapan permasalahan dengan dataset yang besar^{1, 2}. Teknik *Deep Learning* sangat mendukung proses *Supervised Learning* pada komputer dikarenakan pengenalan data set yang sangat kuat sehingga mampu menjadi pondasi dalam proses klasifikasi^{3, 4}. *Convolutional Neural Network* merupakan salah satu jenis *neural network* yang juga merupakan bagian dari *Deep Learning*^{5, 6}. Pada umumnya *Convolutional Neural Network* digunakan pada pengolahan data yang berupa image atau data lainnya^{7, 8, 9}. *Convolutional neural network* ini juga diklaim sebagai algoritma terbaik dan paling banyak digunakan untuk mendeteksi objek dari data citra digital¹⁰. Dari uraian permasalahan tersebut di dalam jurnal ini membahas tentang bagaimana cara menghitung tingkat kebersihan dengan menggunakan *Deep Convolutional Neural Network* berbasis pengolahan citra digital dengan tahap awal adalah menentukan objek dengan kategori sampah dan objek kategori non sampah, diteruskan oleh tahap kedua berupa penentuan ROI (*Region Of Interest*) dan selanjutnya tahap ketiga adalah deteksi sampah yang terbawa arus air sungai yang mengalir. Terakhir adalah penghitungan tingkat kebersihan sungai berdasarkan prosentase sampah dengan sungai pada ROI (*Region of Interest*).

Metodologi Penelitian

Arsitektur Sistem

Secara garis besar sistem penelitian menggunakan 2 tahapan yaitu dengan pemodelan data learning untuk mendapatkan output data learning sampah maupun non sampah dan tahap berikutnya yaitu penentuan tingkat kebersihan sungai.

Penentuan data learning dimulai dengan membuat potongan gambar dari beberapa frame video dan gambar dari media lain. Potongan - potongan gambar dengan berbagai kondisi tersebut selanjutnya dilakukan proses seleksi dengan metode CNN untuk disamakan ukuran pixelnya sehingga didapatkan data yang homogen dengan ukuran 64 X 64. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam bentuk diagram pada [Figure 2](#) :

Figure 2. Membuat 2 kategori sampah dan non sampah yang digunakan untuk data learning.

untuk menentukan besaran objek sampah yang terbawa aliran air sungai. Proses pendeteksian tersebut diawali dengan memasukkan video dengan durasi waktu yang telah ditentukan. Dilanjutkan dengan penentuan luas area ROI (*Region Of Interest*) yang digunakan sebagai parameter perbandingan untuk menentukan tingkat kebersihan sungai. Luas area ROI diberikan satuan hitung berupa piksel. Tahapan berikutnya adalah melakukan deteksi dengan sliding window meliputi penyesuaian warna dan ukuran objek. Dilanjutkan kembali dengan proses prediksi oleh CNN yang berfungsi menentukan objek sampah dan non sampah dengan memanfaatkan data learning yang telah terbentuk pada proses sebelumnya. Hasil prediksi diakumulasikan sehingga terbentuk kumpulan piksel sampah terdeteksi. Langkah terakhir adalah proses penghitungan sampah yaitu dengan membandingkan sampah yang terdeteksi dengan luas area ROI yang terbentuk. Dari perbandingan akumulasi jumlah piksel sampah terdeteksi dengan jumlah piksel luas area ROI maka didapatkan prosentase volume kebersihan sungai yang terdeteksi. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam bentuk arsitektur pada [Figure 3](#).

Figure 3. *Arsitektur Sistem Penghitung Volume Sampah*

Pengumpulan Data

Data diambil dari beberapa sumber yang meliputi video dan gambar – gambar yang terdapat pada media online. Setelah itu dilakukan proses pemotongan gambar secara random baik itu gambar sampah dan non sampah dengan ukuran piksel yang berbeda. Data uji yang berupa video diambil dengan menggunakan batasan durasi 1-2 menit.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian data learning didapatkan angka f1-score yang baik. Dapat dilihat pada [Figure 4](#) yang menunjukkan nilai 0,83 untuk f1-score.

Figure 4. *Akurasi CNN*

Dari data hasil F1-score tersebut dapat disimpulkan jika metode CNN baik untuk digunakan sebagai deteksi objek. Berikut contoh gambar hasil pengujian data training yang dapat menunjukkan klasifikasi objek sampah dan objek bukan sampah seperti ditunjukkan [Figure 5](#)

Figure 5. *Hasil Uji Data Training*

Setelah mendapatkan data pada proses awal maka dilanjutkan pada langkah berikutnya yaitu melakukan uji coba data sample yang telah direkam oleh peneliti. Pada penelitian ini uji coba dilakukan dengan menggunakan 4 sample video sungai berbeda dengan durasi 1-2 menit. Untuk masing – masing kondisi sungai dapat dilihat pada [Figure 6](#) yang merupakan frame awal dari setiap video sample.

Figure 6. *Potongan Frame Awal Video*

Proses dimulai dengan menginputkan salah satu dari keempat video tersebut. Dari masing- masing frame akan dilakukan pendeteksian oleh CNN untuk mengenali objek sampah dan bukan sampah. Proses ini akan terus berulang hingga durasi video habis. Dari proses pendeteksian ini didapatkan angka f1-score untuk sistem sebesar 0,82. f1-score didapatkan dari penghitungan confusion matrix, yaitu suatu cara untuk mengevaluasi performance algoritma. Dengan confusion matrix dapat menentukan accuracy, precission, recall, dan specificity. Untuk confusin matrix dapat dilihat pada [Figure 7](#)

Figure 7. *Confusion Matrix*

Angka – angka yang terdeteksi diambil dari penghitungan manual frame sebanyak 100 frame dan ditentukan berapa besaran dari masing – masing muatan confusion matrix tersebut yang digunakan sebagai pencari f1-score untuk uji performance algoritma. Untuk alur perhitungan dapat di tuliskan pada [Table 1](#)

--	--

Proses berikutnya adalah perhitungan tingkat kebersihan sungai tiap frame diperoleh dengan menggunakan persamaan (6). Sedangkan tingkat kebersihan keseluruhan diperoleh dari kondisi 100% bersih dikurangi rata-rata tingkat kekotoran seluruh frame dari video input.

$$\text{Tingkat kebersihan sungai} = 100 \% - \frac{\text{jumlah piksel sampah}}{\text{jumlah piksel ROI}}$$

Dari proses penghitungan diperoleh kondisi sungai sangat bersih dengan tingkat prosentase kebersihan sungai mencapai 88,636 %. Dengan hasil output video yang dapat dilihat pada [Figure 8](#)

Figure 8. Hasil Output Video

Hal yang sama dilakukan pada tiga sample video sungai yang lain. Didapatkan hasil akhir dari keempat video sample dapat dilihat pada [Table 2](#)

Table 2. Hasil Uji coba

Kesimpulan

Dari uji coba tersebut diperoleh hasil keadaan sungai yang berbeda - beda yang bergantung pada banyak sampah yang terdeteksi. Penelitian ini masih mungkin untuk dikembangkan lagi menjadi lebih kompleks, karena masih banyak kekurangan di beberapa hal.

References