

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PARTIKEL MIKROPLASTIK PADA AIR MINUM DALAM KEMASAN GALON BERMEREK DAN ISI ULANG MENGGUNAKAN ALGORITMA CONTOUR DETECTION

Nama : Ardeka Pransiska
 NPM : 2255201046
 Dosen Pembimbing : Yuza Reswan, S.Kom., M.Kom

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang dapat ditemukan pada air minum. Proses identifikasi mikroplastik melalui pengamatan mikroskop secara manual membutuhkan waktu dan dapat mengalami keterbatasan dalam proses pengamatan. Penelitian ini bertujuan menerapkan algoritma *Contour Detection* berbasis OpenCV untuk mendeteksi dan menghitung partikel mikroplastik berdasarkan karakteristik visual pada citra digital. Proses identifikasi dilakukan melalui beberapa tahapan pengolahan citra, yaitu *resize*, konversi citra ke *grayscale*, *Gaussian Blur*, *thresholding*, operasi morfologi *opening* dan *closing*, deteksi kontur menggunakan fungsi *findContours()*, serta seleksi kontur berdasarkan karakteristik geometris objek. Hasil deteksi kemudian digunakan untuk menghitung jumlah partikel, luas (*area*), dan diameter partikel. Pengujian dilakukan menggunakan 22 citra yang mewakili dua sampel penelitian, yaitu 11 citra air minum kemasan bermerek dan 11 citra air galon isi ulang. Hasil deteksi sistem dibandingkan dengan *Ground Truth* berdasarkan koordinat objek untuk memperoleh nilai *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), dan *False Negative* (FN). Berdasarkan 21 citra yang memiliki data hasil pengujian dari total 22 citra uji, diperoleh 128 titik *Ground Truth* dengan TP = 101, FP = 3, TN = 0, dan FN = 37. Hasil evaluasi menunjukkan nilai *Precision* sebesar 97,12%, *Recall* sebesar 73,19%, *Accuracy* sebesar 71,63%, dan *F1-Score* sebesar 83,47%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma *Contour Detection* dapat digunakan untuk mendeteksi dan menghitung partikel mikroplastik pada citra digital. Namun, masih terdapat beberapa objek yang belum berhasil terdeteksi, terutama objek yang berukuran kecil, tipis, atau memiliki bentuk dan batas yang kurang jelas.

Kata kunci: Mikroplastik, *Contour Detection*, OpenCV, *Digital Image Processing*, *Computer Vision*.

ABSTRACT
IDENTIFIKASI PARTIKEL MIKROPLASTIK PADA AIR
MINUM DALAM KEMASAN GALON BERMEREK DAN ISI
ULANG MENGGUNAKAN ALGORITMA CONTOUR
DETECTION

Name : Ardeka Pransiska
Student ID : 2255201046
Supervisor : Yusa Reswan, S.kom,.M.Kom

Microplastics are plastic particles measuring less than 5 mm that can be found in drinking water. The manual identification of microplastics through microscopic observation requires time and may have limitations during the observation process. This study aims to apply the OpenCV-based Contour Detection algorithm to detect and count microplastic particles based on their visual characteristics in digital images. The identification process is carried out through several image processing stages, namely resize, conversion of the image to grayscale, Gaussian Blur, thresholding, morphological operations of opening and closing, contour detection using the findContours() function, and contour selection based on the geometric characteristics of the objects. The detection results are then used to calculate the number of particles, area, and diameter of the detected particles. Testing was conducted using 22 images representing two research samples, namely 11 images of branded bottled drinking water and 11 images of refill drinking water. The system detection results were compared with the Ground Truth based on object coordinates to obtain the values of True Positive (TP), False Positive (FP), True Negative (TN), and False Negative (FN). Based on 21 images with test results out of a total of 22 test images, 128 Ground Truth points were obtained, with $TP = 101$, $FP = 3$, $TN = 0$, and $FN = 37$. The evaluation results showed a Precision value of 97.12%, Recall of 73.19%, Accuracy of 71.63%, and F1-Score of 83.47%. These results indicate that the Contour Detection algorithm can be used to detect and count microplastic particles in digital images. However, several objects were still not successfully detected, particularly objects that were small, thin, or had unclear shapes and boundaries.

Keywords: Microplastics, Contour Detection, OpenCV, Digital Image Processing, Computer Vision.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air minum merupakan kebutuhan dasar manusia yang berperan penting dalam menjaga kesehatan. Meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap air minum yang praktis menjadikan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) galon bermerek dan air isi ulang sebagai salah satu pilihan yang banyak digunakan. Penggunaan wadah plastik secara berulang berpotensi menyebabkan degradasi material plastik yang dapat menghasilkan mikroplastik, yaitu partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm. Hingga saat ini, belum terdapat batas maksimum kandungan mikroplastik dalam air minum yang dapat digunakan sebagai nilai ambang kesehatan untuk menentukan kelayakan air minum. World Health Organization (WHO) juga menyatakan bahwa informasi mengenai dampak kesehatan akibat paparan mikroplastik melalui air minum masih terbatas. Dalam proses identifikasi mikroplastik, pengamatan berbasis citra dapat digunakan untuk melihat karakteristik fisik, seperti bentuk, ukuran, dan jumlah partikel. Namun, pengamatan visual saja belum dapat memastikan jenis atau komposisi polimer dari suatu partikel. Lenz et al. (2015) menunjukkan bahwa identifikasi mikroplastik secara visual dapat mengalami kesalahan, terutama pada partikel berukuran kecil, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan Raman spectroscopy untuk memastikan identitas plastik. Identifikasi komposisi polimer mikroplastik juga dapat dilakukan menggunakan metode spektroskopi, seperti Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Raman spectroscopy, yang memberikan informasi berdasarkan karakteristik spektrum polimer. Oleh karena itu, pengolahan citra

dalam penelitian ini digunakan sebagai pendekatan untuk mendeteksi dan menghitung partikel berdasarkan karakteristik visualnya, bukan untuk memastikan komposisi kimia dari partikel tersebut. Keberadaan mikroplastik telah ditemukan pada berbagai sumber air minum. Penelitian (Koelmans et al., 2019) menunjukkan bahwa jumlah mikroplastik pada air minum masih bervariasi karena belum adanya metode standar dalam proses identifikasi dan analisis. Selain itu, World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa hingga saat ini belum terdapat batas aman mikroplastik dalam air minum sehingga penelitian mengenai keberadaannya masih terus diperlukan.

Identifikasi mikroplastik umumnya dilakukan menggunakan mikroskop stereo, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), dan Raman Spectroscopy. Meskipun akurat, metode tersebut memerlukan biaya tinggi, waktu analisis yang lama, dan tenaga ahli. Penelitian Meilany Syabrina Daulay juga menunjukkan bahwa air galon bermerek maupun air isi ulang mengandung mikroplastik, namun proses identifikasinya masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan human error.

Perkembangan Digital Image Processing dan Computer Vision memberikan alternatif untuk mengidentifikasi mikroplastik secara otomatis. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Contour Detection, yaitu algoritma yang mendeteksi batas objek pada citra sehingga partikel mikroplastik dapat dihitung dan dianalisis secara otomatis.

Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka OpenCV dan algoritma Contour Detection untuk mengidentifikasi partikel

mikroplastik pada citra hasil pengamatan mikroskop. Metode ini dipilih karena sederhana, mudah diimplementasikan, serta mampu membantu proses identifikasi secara lebih cepat dan efisien dibandingkan pengamatan manual.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi partikel mikroplastik pada air minum dalam kemasan galon bermerek dan air isi ulang menggunakan algoritma Contour Detection berbasis Digital Image Processing. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi alternatif screening awal kualitas air minum yang lebih cepat, efisien, dan mampu mengurangi kesalahan pengamatan manual.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem identifikasi partikel mikroplastik pada citra air minum dalam kemasan galon bermerek dan air minum isi ulang menggunakan algoritma Contour Detection berbasis OpenCV?
2. Bagaimana menerapkan tahapan pengolahan citra digital (*image processing*), meliputi *preprocessing*, segmentasi citra, deteksi kontur (*Contour Detection*), dan penyaringan objek (*filtering*) untuk mengidentifikasi partikel mikroplastik secara otomatis?
3. Bagaimana kemampuan algoritma Contour Detection dalam mendeteksi dan menghitung jumlah partikel mikroplastik berdasarkan dataset citra mikroplastik yang digunakan dalam penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem identifikasi partikel mikroplastik pada citra air minum dalam kemasan galon bermerek dan air minum isi ulang menggunakan algoritma Contour Detection berbasis OpenCV.
2. Menerapkan tahapan pengolahan citra digital (*image processing*), yang meliputi *preprocessing*, segmentasi citra, deteksi kontur (*Contour Detection*), dan penyaringan objek (*filtering*) untuk mengidentifikasi partikel mikroplastik secara otomatis.
3. Menganalisis kemampuan algoritma Contour Detection dalam mendeteksi dan menghitung jumlah partikel mikroplastik berdasarkan dataset citra mikroplastik yang digunakan dalam penelitian.

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang Computer Vision, Digital Image Processing, dan pemanfaatan algoritma Contour Detection untuk identifikasi partikel mikroplastik. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengolahan citra digital dan identifikasi objek mikroskopis.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang mampu membantu proses identifikasi partikel mikroplastik secara otomatis pada citra air minum dalam kemasan galon bermerek dan air minum isi ulang. Selain itu,

sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi alternatif metode *screening* awal yang lebih sederhana, cepat, dan efisien serta menjadi bahan referensi bagi mahasiswa atau peneliti yang ingin mengembangkan penelitian sejenis di masa mendatang.

1.5 Framework Penelitian

Table 1.1. Framework Penelitian

No	Tahapan Penelitian	Proses yang Dilakukan	Output
1	Input Dataset Citra Mikroplastik (Data Sekunder)	Mengumpulkan dan memasukkan dataset citra mikroplastik yang berasal dari penelitian terdahulu atau laboratorium yang telah dipublikasikan.	Dataset citra mikroplastik siap digunakan.
2	Seleksi Dataset Citra	Memilih citra yang sesuai dengan kriteria penelitian, seperti format gambar, kualitas citra, dan kelengkapan data.	Dataset citra yang valid dan siap diproses.
3	Preprocessing Citra	Melakukan tahapan <i>resize</i> , konversi ke <i>grayscale</i> , <i>Gaussian Blur</i> , <i>thresholding</i> , dan operasi morfologi (<i>opening</i> dan <i>closing</i>) untuk meningkatkan kualitas citra dan mempermudah proses deteksi.	Citra hasil <i>preprocessing</i> yang lebih jelas dan minim <i>noise</i> .

No	Tahapan	Proses yang Dilakukan	Output
Penelitian			
4	Contour Detection	Mendeteksi batas atau kontur setiap objek pada citra menggunakan algoritma Contour Detection.	Kontur partikel mikroplastik berhasil teridentifikasi.
5	Filtering Partikel	Menyaring hasil deteksi berdasarkan parameter Area, Circularity, Aspect Ratio, dan Solidity untuk mengurangi objek selain mikroplastik.	Objek yang memenuhi karakteristik mikroplastik.
6	Perhitungan Jumlah Partikel, Luas, dan Diameter	Menghitung jumlah partikel yang terdeteksi serta menghitung luas (<i>area</i>) dan diameter masing-masing partikel.	Data jumlah partikel, luas, dan diameter mikroplastik.
7	Visualisasi Hasil Deteksi	Menampilkan citra hasil deteksi beserta informasi jumlah partikel dan penandaan kontur pada setiap objek yang teridentifikasi.	Hasil deteksi dalam bentuk visual dan informasi pengukuran.
8	Analisis dan Evaluasi Sistem	Menganalisis hasil identifikasi berdasarkan kemampuan sistem dalam mendeteksi partikel, jumlah partikel yang berhasil diidentifikasi, serta hasil visualisasi yang diperoleh.	Kesimpulan mengenai kinerja sistem identifikasi partikel mikroplastik.

Berdasarkan penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan sehingga menghasilkan sistem identifikasi partikel mikroplastik berbasis pengolahan citra digital. Adapun penjelasan dari setiap tahapan adalah sebagai berikut.

1. Input Dataset Citra Mikroplastik

Tahap ini mengumpulkan dataset citra mikroplastik dari Zenodo, Kaggle, GitHub, dan Laboratorium FMIPA Biologi Universitas Bengkulu sebagai data pengembangan dan pengujian sistem.

2. Seleksi Dataset Citra

Dataset diseleksi berdasarkan kualitas citra, format file, dan kesesuaian dengan kebutuhan penelitian agar menghasilkan data yang layak diproses.

3. Preprocessing Citra

Citra diproses melalui *resize*, *grayscale*, *Gaussian Blur*, *thresholding*, serta operasi morfologi (*opening* dan *closing*) untuk mengurangi *noise* dan meningkatkan kualitas citra.

4. Contour Detection

Algoritma *Contour Detection* digunakan untuk mendeteksi batas setiap objek sehingga partikel mikroplastik dapat dipisahkan dari latar belakang.

5. Filtering Partikel

Objek hasil deteksi disaring menggunakan parameter *Area*, *Circularity*, *Aspect Ratio*, dan *Solidity* agar hanya partikel yang memenuhi kriteria yang diproses.

6. Perhitungan Partikel

Sistem menghitung jumlah partikel, luas (*area*), dan diameter setiap partikel yang berhasil dideteksi.

7. Visualisasi Hasil

Sistem menampilkan citra hasil deteksi beserta informasi jumlah partikel, luas, diameter, dan waktu pemrosesan.

8. Analisis dan Evaluasi Sistem

Hasil deteksi dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan jumlah partikel yang terdeteksi, hasil visualisasi, dan waktu pemrosesan.

