

Segmentasi Citra Bawah Air dengan Algoritma GMM (*Gaussian Mixture Model*)

Sri Dianing Asri

Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara, Indonesia

sri.dianing.asri@undira.ac.id

Article Info

Article history:

Received, 2024-05-15

Revised, 2024-05-31

Accepted, 2024-06-07

Kata Kunci:

Gaussian Mixture Model

Lamun

Segmentasi

Autonomous surface vehicles

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur kinerja *teknik Gaussian Mixture Model* (GMM) untuk segmentasi citra bawah air dari objek lamun berdasarkan dataset dari *from autonomous surface vehicles* (ASV dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor). Dataset berupa data gambar 640 x 480 piksel untuk mendukung riset segmentasi citra. Ada tiga kategori citra air bawah air: (a) citra bawah air yang menampilkan lamun dan latar belakang air laut; (b) citra bawah air yang menampilkan lamun, ikan jernih, dan latar belakang air laut; dan (c) citra bawah air yang menampilkan lamun, ikan samar, dan latar belakang air laut. Berdasarkan hasil eksperimen, objek lamun dalam tipe gambar (a) memiliki warna yang hampir identik dengan setiap piksel dalam gambar bawah air, model GMM mampu membedakannya dari latar belakang dan latar belakang air laut. Model GMM dapat membedakan antara latar belakang dan latar belakang air laut pada tipe gambar (b), namun tidak dapat menghilangkan object ikan di dalam citra. Hasil segmentasi pada tipe citra (c) tidak sempurna karena model GMM menghilangkan objek lamun yang memiliki warna pixel hijau.

ABSTRACT

The purpose of this study was to measure the performance of *Gaussian Mixture Model* (GMM) technique for underwater image segmentation of seagrass objects based on datasets from *autonomous surface vehicles* (ASV from the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Bogor Agricultural University). The dataset is 640 x 480 pixel image data to support image segmentation research. There are three categories of underwater imagery: (a) underwater imagery featuring seagrass and seawater backgrounds; (b) underwater imagery featuring seagrasses, clear fish, and seawater backgrounds; and (c) underwater imagery featuring seagrasses, faint fish, and seawater backgrounds. Based on the experimental results, seagrass objects in image type (a) have almost identical colors to each pixel in the underwater image, the GMM model was able to distinguish them from the background and seawater background. The GMM model can distinguish between the background and the seawater background in image type (b), but cannot eliminate fish objects in the image. The segmentation results in image type (c) are not perfect because the GMM model removes seagrass objects that have green pixel color.

Keywords:

Gaussian Mixture Model

Seagrass

Segmentation

Autonomous surface vehicles

This is an open access article under the [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Sri Dianing Asri,

Fakultas Teknik dan Informatika,

Universitas Dian Nusantara, Indonesia

Email: sri.dianing.asri@undira.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini telah mendukung penyelesaian permasalahan diberbagai bidang kehidupan [1]–[10]. Sebagai contoh, teknologi citra bawah air berperan penting dalam berbagai bidang seperti eksploitasi sumber daya laut, penelitian ekologi, dan aplikasi pertahanan. Namun, pengolahan citra bawah air memiliki tantangan seperti kontras rendah, noise hamburan tinggi, dan kualitas gambar buruk yang disebabkan oleh penyerapan cahaya dan pembiasan di lingkungan bawah air [11].

Lingkungan bawah air juga memiliki kompleksitas yang tinggi, yang muncul secara alamiah karena penyerapan dan penyebaran gelombang cahaya oleh air dan partikel lain yang mengambang dalam air, sehingga citra bawah air yang dihasilkan dari perangkat kamera digital memiliki visibilitas rendah seperti kontras rendah, buram, dan tidak jelas. Citra berkualitas rendah ini akan menyulitkan pengenalan maupun klasifikasi objek dilaut. Citra yang diambil langsung dari perangkat digital kamera yang diletakkan pada kapal mini dan bergerak secara dinamis (ASV) memiliki tantangan sendiri untuk meningkatkan kualitas citranya [12].

Lingkungan bawah air yang kompleks mengakibatkan cahaya matahari yang masuk ke dalam air mengalami penyerapan dan penyebaran gelombang cahaya oleh air, sehingga citra yang dihasilkan oleh kamera di bawah air akan memiliki visibilitas rendah seperti kontras rendah, buram, dan tidak jelas. Keadaan ini merupakan tantangan tersendiri untuk melakukan pengamatan bawah air dengan menggunakan baik underwater image maupun video [13].

Berbagai metode segmentasi telah diusulkan untuk segmentasi gambar bawah laut. Sebagai contoh, pendekatan model DeepLab v3+, dengan fokus pada fitur semantik untuk meningkatkan kinerja segmentasi [14]. Metode lain menggunakan multi-scale residual attention network (MSR-Net) dan ResNet50 yang secara signifikan meningkatkan kemampuan segmentasi [15]. Selain itu, metode Mask R-CNN telah digunakan mengelompokkan objek bawah air individu dari latar belakang yang kompleks [16].

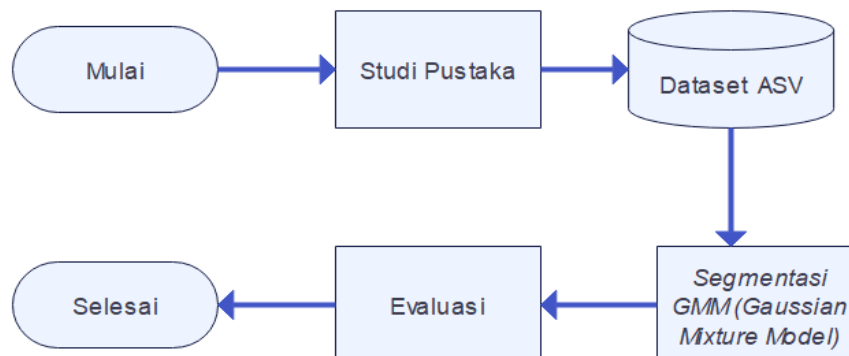
Pada penelitian ini akan menggunakan metode lain dari penelitian sebelumnya yaitu menggunakan metode *gaussian mixture model* (GMM). Metode ini dapat digunakan untuk klustering atau segmentasi antara *foreground* dan *background*. GMM sebagai sebuah tipe density model yang terdiri dari komponen fungsi Gaussian. Komponen fungsi ini terdiri dari *weight* yang berbeda untuk menghasilkan multi-model density. Metode gaussian mixture model yang diusulkan sangat efisien dalam memisahkan antara *foreground* dan *background dari input frame sequence* [17], [18].

Selain itu citra mengandung *foreground* dan *background* yang disebabkan oleh penempatan kamera yang sulit untuk berdekatan dengan objek pengamatan, sehingga objek pengamatan akan lebih kecil dibanding *background* citra. Hal ini dapat menimbulkan bias pada proses deteksi objek. Oleh itu diperlukan suatu teknik segmentasi untuk memisahkan *foreground* dan *background*. Algoritma klustering seperti *Gaussian Mixture Model (GMM)* dapat digunakan untuk klustering atau segmentasi antara *foreground* dan *background* [19].

Kemajuan teknologi kamera digital memungkinkan akuisisi data *underwater image* melalui berbagai perangkat, seperti *autonomous surface vehicle* (ASV). ASV adalah perangkat atau kendaraan berbentuk kapal mini yang berjalan di permukaan air dan dapat bergerak tanpa awak di dalamnya secara otomatis. Seperangkat kamera digital dapat diletakkan dalam ASV untuk pengamatan padang lamun dan biota yang ada dibawahnya, bergerak secara dinamis sesuai dengan waypoint dan dilengkapi dengan Global Positioning System (GPS) [20]. Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian akan melakukan penelitian untuk segmentasi citra bawah air terhadap objek lamun (*seagrass*) berdasarkan dataset dari *autonomous surface vehicle* (ASV).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian bertujuan untuk untuk segmentasi citra bawah air terhadap objek lamun (*seagrass*) berdasarkan dataset dari *autonomous surface vehicle* (ASV) menggunakan algoritma *gaussian mixture model* (GMM). Tahapan penelitian diperlihatkan dalam gambar **Gambar 1**.



Gambar 1 Tahap Penelitian

Penelitian ini menggunakan data yang diambil langsung di permukaan air yang berasal dari perangkat ASV (Autonomous Surface Vehicle) milik Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan IPB. Data video ini di ubah menjadi data citra dengan dimensi 640 x 480 piksel untuk dilakukan segmentasi. Sampel yang berasal dari ASV (Autonomous Surface Vehicle) dengan area latar belakang dan latar depan yang tidak dapat dibedakan di mana gambar objek lamun dan area latar belakang laut biru.

Citra air bawah laut dibagi menjadi dari tiga kasus berbeda, yaitu (a) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass) dan latar belakang air laut; (b) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass), ikan yang jelas dan latar belakang air laut; (c) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass), ikan yang samar dan latar belakang air laut. Eksperimen ini akan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan diproses dengan menggunakan komputer dalam prosesor Intel CoreTMi7 dengan menggunakan sistem operasi Windows 10 621-bit dengan memori DDR 32 GB.

3. HASIL DAN ANALISIS

Ide dasar GMM adalah bahwa informasi warna antara piksel pada citra bawah air (tidak berkorelasi, dan pemrosesan setiap piksel independen satu sama lain. Warna setiap piksel pada citra bawah air diwakili oleh superposisi distribusi K Gaussian (biasanya K adalah antara 3 dan 5). Jika kita menganggap warna X pada citra bawah air disajikan oleh piksel sebagai variabel acak, dan kemudian pada waktu $T = 1, 2, \dots, t$ nilai piksel pada citra bawah air sama dengan nilai sampling variabel acak X . Gabungan distribusi K Gaussian digunakan agar sesuai dengan nilai piksel pada citra bawah air. Kemudian, jarak antara nilai piksel saat ini dan model campuran Gaussian dihitung untuk menilai latar depan dan latar belakang dari citra yang akan dilakukan segmentasi.

Hasil segmentasi akan ditunjukkan dari perwakilan jenis citra yaitu (a) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass) dan latar belakang air laut; (b) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass), ikan yang jelas dan latar belakang air laut; (c) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass), ikan yang samar dan latar belakang air laut.

Pada hasil segmentasi pada citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (*seagrass*) dan latar belakang air laut menggunakan *gaussian mixture model* (GMM) hasil segmentasi cukup bagus. Model GMM mampu untuk memisahkan latar belakang dan latar belakang air laut dengan objek lamun lamun (*seagrass*) meskipun memiliki hampir kesamaan warna setiap piksel pada citra bawah air. Hasil dari segmentasi pada citra bawah air untuk kondisi citra tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Segmentasi citra dengan kondisi terdapat lamun (*seagrass*) dan latar belakang air laut

Pada hasil segmentasi pada citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass), ikan yang jelas dan latar belakang air laut menggunakan *gaussian mixture model* (GMM) hasil segmentasi tergabung antara segmentasi lamun dan ikan. Model GMM mampu untuk memisahkan latar belakang dan latar belakang air laut namun tidak dapat mengeleminasi objek ikan pada ikan. Hal ini dikarenakan objek ikan memiliki *warna edge object* yang menyerupai warna lamun. Hasil dari segmentasi pada citra bawah air untuk kondisi citra tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Segmentasi citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun, ikan yang jelas dan latar belakang air laut

Pada hasil segmentasi pada citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (seagrass), ikan yang samar dan latar belakang air laut menggunakan *gaussian mixture model* (GMM) hasil segmentasi dapat memisahkan antara segmentasi lamun dan ikan. Namun, model GMM mengeleminasi lamun yang memiliki warna pixel total hijau pada setiap object lamun sehingga hasil segmentasi tidak sempurna. Hasil dari segmentasi pada citra bawah air untuk kondisi citra tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Segmentasi citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun, ikan yang samar dan latar belakang air laut

4. KESIMPULAN

Penelitian bertujuan untuk untuk segmentasi citra bawah air terhadap objek lamun (*seagrass*) berdasarkan dataset dari autonomous surface vehicle (ASV) menggunakan *algoritma gaussian mixture model* (GMM). Data video ini di ubah menjadi data citra dengan dimensi 640 x 480 piksel yang berasal dari ASV (*autonomous surface vehicle*) milik Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan IPB. Citra air bawah laut dibagi menjadi dari tiga kasus berbeda, yaitu (a) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (*seagrass*) dan latar belakang air laut; (b) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (*seagrass*), ikan yang jelas dan latar belakang air laut; (c) citra bawah air dengan kondisi terdapat lamun (*seagrass*), ikan yang samar dan latar belakang air laut. Pada jenis citra (a), model GMM mampu untuk memisahkan latar belakang dan latar belakang air laut dengan objek lamun lamun (*seagrass*) meskipun memiliki hampir kesamaan warna setiap piksel pada citra bawah air. Pada jenis citra (b), model GMM mampu untuk memisahkan latar belakang dan latar belakang air laut namun tidak dapat mengeleminasi objek ikan pada ikan. Pada jenis citra (c), model GMM mengeleminasi lamun yang memiliki warna pixel total hijau pada setiap object lamun sehingga hasil segmentasi tidak sempurna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (LRPM) Universitas Dian Nuntara (UNDIRA) yang telah mendanai penelitian ini melalui skema penelitian internal.

REFERENSI

- [1] U. Rusmawan and I. Mulya, "Sistem Informasi Koperasi Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)," *J. Inf. Syst. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [2] G. Purnama and D. Ramayanti, "Aplikasi ChatBot Sistem Parental Control berbasis IoT," *Arcitech J. Comput. Sci. Artif. Intell.*, vol. 1, no. 2, pp. 127–138, 2021.
- [3] D. Ramayanti, Y. Jumaryadi, D. M. Gufron, and D. D. Ramadha, "Sistem Keamanan Perumahan Menggunakan Face Recognition," *TIN Terap. Inform. Nusant.*, vol. 3, no. 12, pp. 486–496, 2023.
- [4] H. Noprisson, E. Ermatita, A. Abdiansah, V. Ayumi, M. Purba, and H. Setiawan, "Fine-Tuning Transfer Learning Model in Woven Fabric Pattern Classification," *Int. J. Innov. Comput. Inf. Control.*, vol. 18, no. 06, p. 1885, 2022.
- [5] V. Ayumi, "Performance Evaluation of Support Vector Machine Algorithm for Human Gesture Recognition," *Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 6, pp. 204–210, 2020.
- [6] A. Ratnasari, Y. Jumaryadi, and G. Gata, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Ginekologi Menggunakan Metode Forward Chaining," *Resolusi Rekayasa Tek. Inform. dan Inf.*, vol. 3, no. 5, pp. 321–327, 2023.
- [7] B. Y. Geni, A. Supriyadi, H. Khotimah, and W. I. Yanti, "Rancang Bangun Company Profile Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall (Studi Kasus: APM Frozen Food)," *J. RESTIKOM Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 75–85, 2024.
- [8] B. Yuliadi and A. Nugroho, "Integration between management capability and relationship capability to boost supply chain project performance," *Int. J. Supply Chain Manag.*, vol. 8, no. 2, pp. 241–252, 2019.
- [9] S. Hesti, "The effects of relational social capital and technological factors on knowledge sharing in an online community," *Int. J. Innov. Creat. Chang.*, vol. 13, no. 4, 2020.
- [10] I. Kamil, M. Ariani, and I. A. Irawan, "The influence of lifestyle and financial literacy on online paylater system and its impact on spending behavior," *J. Econ. Bus. Lett.*, vol. 4, no. 2, pp. 51–62, 2024.
- [11] M. Jian, X. Liu, H. Luo, X. Lu, H. Yu, and J. Dong, "Underwater image processing and analysis: A review," *Signal Process. Image Commun.*, vol. 91, p. 116088, 2021.
- [12] N. Kapetanović, A. Vasiljević, Đ. Nađ, K. Zubčić, and N. Mišković, "Marine robots mapping the present and the past: Unraveling the secrets of the deep," *Remote Sens.*, vol. 12, no. 23, p. 3902, 2020.
- [13] M. K. Moghimi and F. Mohanna, "Real-time underwater image enhancement: a systematic review," *J. Real-Time Image Process.*, vol. 18, no. 5, pp. 1509–1525, 2021.
- [14] Y. Yuan and Y. Tian, "Semantic segmentation algorithm of underwater image based on improved DeepLab v3+," in *International Conference on Computer Graphics, Artificial Intelligence, and Data Processing (ICCAID 2022)*, 2023, vol. 12604, pp. 862–867.
- [15] J. Chen *et al.*, "Underwater image segmentation based on multi-scale residual attention," in *AOPC 2022: Atmospheric and Environmental Optics*, 2023, vol. 12561, pp. 86–91.
- [16] S. Song, J. Zhu, X. Li, and Q. Huang, "Integrate MSRCR and mask R-CNN to recognize underwater creatures on small sample datasets," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 172848–172858, 2020.
- [17] N. A. Alqahtani and Z. I. Kalantan, "Gaussian mixture models based on principal components and applications," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2020, pp. 1–13, 2020.
- [18] F. Riaz *et al.*, "Gaussian mixture model based probabilistic modeling of images for medical image segmentation," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 16846–16856, 2020.
- [19] S. Rakesh *et al.*, "Moving object detection using modified GMM based background subtraction," *Meas. Sensors*, vol. 30, p. 100898, 2023.
- [20] Y. Qiao, J. Yin, W. Wang, F. Duarte, J. Yang, and C. Ratti, "Survey of deep learning for autonomous surface vehicles in marine environments," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 24, no. 4, pp. 3678–3701, 2023.