

Prediksi Pergerakan Ikan Di Pesisir Pulau Madura Menggunakan Metode *Gaussian Mixture Model* Dan *K-Means Clustering*

Citra Nurina Prabiantissa

Program Studi Teknik Informatika,
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi
Informasi
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Surabaya, Indonesia
citraturina@itats.ac.id

Gusti Eka Yuliasuti

Program Studi Teknik Informatika,
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi
Informasi
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Surabaya, Indonesia
gustiekay@itats.ac.id

Abstract— *Indonesia's territory, which is mostly the sea (maritime country) has great potential in the contribution of fishery products. This potential should be well developed, especially in the coastal areas of Madura Island. To increase fish production, researchers predict the presence of fish in 2015 – 2017 using Landsat 8 satellite imagery data. data from the Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Timur. The results of this study, the presence of fish using the gaussian mixture model method is more similar to capture fisheries data from the Department of Marine Affairs and Fisheries. Especially in 2017 where there are similarities in the months of January, February, April, May, September, October, November and December.*

Keywords— *Clustering; Gaussian Mixture Model; K-Means; Prediction*

Abstrak— *Wilayah Indonesia yang sebagian besar adalah laut (negara maritim) mempunyai potensi yang besar dalam kontribusi hasil perikanan. Potensi ini yang seharusnya dapat dikembangkan dengan baik, terutama di wilayah pesisir Pulau Madura. Untuk meningkatkan produksi ikan, peneliti melakukan prediksi terhadap keberadaan ikan pada tahun 2015 – 2017 menggunakan data citra satelit Landsat 8. Dari data ini, dilakukan proses pre-processing, ekstraksi fitur, penerapan algoritma k-means dan gaussian mixture model, kemudian melakukan validasi dengan data Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Timur. Hasil dari penelitian ini, keberadaan ikan dengan menggunakan metode gaussian mixture model lebih banyak kemiripannya dengan data perikanan tangkap dari Dinas Kelautan dan Perikanan. Terutama pada tahun 2017 dimana terdapat kemiripan pada bulan bulan Januari, Februari, April, Mei, September, Oktober, November dan Desember.*

Keywords— *Clustering; Gaussian Mixture Model; K-Means; Prediksi*

PENDAHULUAN

Perikanan merupakan sektor penting yang berkontribusi dalam peningkatan ekonomi di Indonesia. Selama ini sektor perikanan belum menjadi sektor penentu. Tetapi beberapa tahun kebelakang, sektor perikanan menjadi lebih “hidup”. Perikanan berpengaruh pada peningkatan ekonomi dan menentukan ketahanan pangan nasional, dimana adanya ketersediaan pasokan ikan dengan harga yang terjangkau. Indonesia yang merupakan negara maritim, memiliki potensi untuk memproduksi ikan dengan jumlah yang banyak dibandingkan dengan negara – negara lain. Potensi

ini yang harus bisa dimanfaatkan dan dikembangkan dengan lebih baik.

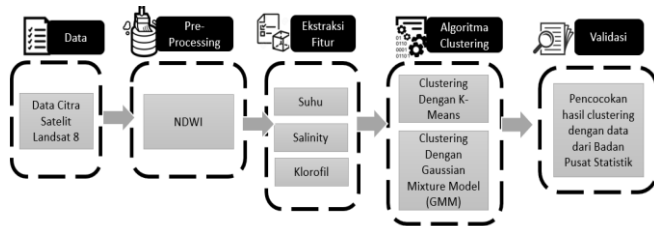
Wilayah Indonesia memiliki panjang pantai kurang lebih 2128 km. terutama di Pulau Madura, memiliki potensi untuk dapat memproduksi ikan [1]. Wilayah Madura terletak di antara 6°51' - 7°11' Lintang Selatan dan antara 112°40' - 113°08' Bujur Timur. Wilayah ini mempunyai usaha perikanan tangkap, perikanan budidaya, dan hasil olahan perikanan yang lainnya [2]. Wilayah Madura terdiri dari 4 kabupaten. Dari 4 kabupaten tersebut, keseluruhan wilayahnya bersinggungan dengan laut lepas. Masing – masing menghasilkan produksi ikan yang beragam. Hasil ikan ini tidak hanya dinikmati oleh masyarakat Indonesia, tetapi sudah merambah pasar Internasional dimana ekspor ikan dilakukan tiap tahunnya. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, jumlah produksi ikan sebanyak 102.398,6 ton yang didapatkan dari jumlah triwulan 1 sampai triwulan 4 pada tahun 2017 [3]. Dari data tersebut, bahwa jumlah dari produksi ini harus ditingkatkan untuk menjaga ketersediaan pangan bagi masyarakat. Meningkatkan jumlah produksi dapat dilakukan dengan mengetahui keberadaan ikan. Keberadaan ikan akan lebih mudah dipantau dengan menggunakan penginderaan jarak jauh yaitu dengan satelit. Satelit akan menangkap citra laut dan dengan tambahan beberapa parameter maka identifikasi ikan dapat dilakukan.

Penelitian pertama menggunakan metode k-means, sebagai metode yang dipilih untuk menyelesaikan permasalahan pada pengawasan penangkapan ikan. Dimana metode ini menunjukkan performa yang baik untuk mendeteksi ikan dengan jenis tertentu yaitu *Mackerel dan Horse Mackerel* [4]. Pada penelitian kedua, metode yang digunakan adalah gaussian mixture model (GMM) dimana metode tersebut memiliki performa yang baik saat dibandingkan dengan metode K-Means menggunakan dataset multidimensional tentang penjualan video game di beberapa negara [5]. Dari kedua penelitian tersebut peneliti mengkombinasikan metode k-means dan gaussian mixture model dikarenakan performanya yang baik dalam menyelesaikan permasalahan pada masing – masing jurnal. Walaupun dalam penelitian kedua K-Means dan GMM sudah dibandingkan, tetapi data yang digunakan pada penelitian ini memiliki dataset dan proses yang berbeda, sehingga dapat dinyatakan sebagai keterbaruan (*novelty*).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendeteksi pola pergerakan ikan khususnya di wilayah Madura dengan menggunakan citra satelit. Pola pergerakan ini akan diamati dan dianalisa kemudian di validasi dengan membandingkan data produksi ikan pada daerah tersebut.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa proses yang dilakukan. Terdiri dari pengumpulan data, proses pre-processing, ekstraksi fitur, penggunaan algoritma klustering, dan validasi. Berikut desain sistem dari penelitian ini :



Gambar 1. Metodologi Penelitian

A. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra satelit Landsat 8 yang diunduh dari website *earthexplorer.usgs.gov*. Data satelit memiliki format GeoTIFF terdiri dari 11 gambar dan 1 metadata. Setiap bulannya, NASA merilis data gambar sebanyak 2 kali, yaitu pada awal bulan dan akhir bulan. Pemilihan data diambil dengan mempertimbangkan banyak atau tidak awan yang menutupi daerah yang diinginkan. Data yang digunakan dimulai dari bulan Januari sampai bulan Desember tahun 2015, 2016, dan 2017.

B. Pre-Processing

Pre-processing dilakukan dengan menghitung nilai NDWI (*Normalized Difference Water Index*). Proses ini memiliki tujuan untuk memisahkan area laut dan area daratan. Sehingga nanti dapat fokus ke area laut atau lebih spesifik ke area pesisir. Penghitungan dapat dilakukan dengan mengubah nilai digital number pada gambar menjadi nilai reflektan dengan rumus berikut ini :

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (1)$$

Dimana M_p merupakan konstanta dari rescaling (*REFLECTANCE_MULT_BAND_x*. Band yang digunakan dilambangkan dengan x) dan A_p adalah konstanta penambah. Serta Q_{cal} adalah nilai piksel dari data citra. Kemudian melakukan penghitungan NDWI dengan rumus :

$$NDWI = \frac{R_{ss3} - R_{ss5}}{R_{ss3} + R_{ss5}} \quad (2)$$

Dimana R_{ss} merupakan hasil pengolahan digital number yang telah dikonversi ke nilai reflektan dan dibagi dengan 3.14, untuk angka 5 dan angka 3 adalah penggunaan band 5 pada Landsat 8 dan band 3 pada Landsat 8.

C. Ekstraksi Fitur Suhu

Suhu merupakan indikator penting dalam kehidupan organisme. Perubahan suhu pada air laut berpengaruh besar kepada sifat air dan organisme yang hidup di laut. Suhu juga mempengaruhi gas CO₂ dan O₂ yang diperlukan untuk fotosintesis. Panas yang diterima permukaan laut dari sinar

matahari menyebabkan suhu di permukaan perairan bervariasi berdasarkan waktu. Perubahan suhu ini dapat terjadi secara harian, musiman, tahunan atau dalam jangka waktu panjang.

Suhu permukaan merupakan bagian terluar dari suatu objek dan merupakan unsur pertama yang dapat didefinisikan dari citra satelit *thermal*, dan dalam mengidentifikasi suhu permukaan, gelombang yang digunakan adalah gelombang *thermal*, dalam Landsat 8, band *thermal* terdapat pada band 10 dan band 11. Langkah pertama dalam menentukan suhu permukaan adalah mengubah Digital number ke Spektral Radian, dalam tahap awal melakukan kalibrasi radiometric pada citra band 10, nilai suhu permukaan dihitung dari nilai spectral radian citra, oleh karena itu citra band 10 yang pikselnya masih berupa digital number harus dikalibrasi kedalam spektral radian [6]. Setelah itu, konversi ke dalam bentuk *brightness temperature* dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{Lk} + 1\right)} \quad (3)$$

Dimana nilai $K1$ dan $K2$ tercantum pada metadata dari data citra satelit Landsat 8.

D. Ekstraksi Fitur Salinitas

Pengukuran salinitas digunakan untuk menentukan polusi dan sirkulasi di daerah pesisir [7]. Dengan menggunakan citra satelit Landsat-8, identifikasi level salinitas dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma salinitas [8]. Persamaannya adalah:

$$\text{Salinitas} = 10^{(-0.141 \times \log_{10}(Cp) + 1.45)} \quad (4)$$

(Cp) adalah koefisien pelemahan sinar yang masuk ke permukaan air. (Cp) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Cp = 10^{[0.70 \times MNDCI^3 + 0.96 \times MNDCI^2 + 1.14 \times MNDCI - 0.25]} \quad (5)$$

dimana MNDCI (*Maximum Normalized Difference Carbon Index*) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$MNDCI = \frac{[R_{ss}(555) - \max(R_{ss}(412), R_{ss}(443), R_{ss}(490))]}{[R_{ss}(555) + \max(R_{ss}(412), R_{ss}(443), R_{ss}(490))]} \quad (6)$$

Keterangan :

R_{ss} adalah hasil pengolahan digital number yang telah dikonversi ke nilai reflektan dan dibagi dengan 3.14. Angka 412, 443, 490, dan 555 adalah nilai *wavelength*.

E. Ekstraksi Fitur Klorofil

Parameter klorofil memiliki korelasi kuat dengan perairan tertentu [9]. Klorofil merupakan indikator keberadaan fitoplankton di lingkungan akuatik. Pengukuran klorofil digunakan untuk mengetahui kesuburan dari wilayah perairan [10]. Dalam penelitian ini, untuk mengekstraksi nilai klorofil dari satelit Landsat 8 menggunakan algoritma :

$$[Chl-a] = 446 \frac{R_{560}}{R_{440}} - 0.55 \quad (7)$$

F. K-Means Clustering

K-Means termasuk *partitioning clustering* yang memisahkan data ke bagian daerah terpisah. K-Means memiliki kemudahan dan kemampuannya untuk meng-

cluster data besar dan data outlier dengan cepat. Berikut ini merupakan cara kerja dari metode K-Means :

1. Tentukan jumlah cluster (kelompok) yang akan dibentuk
2. Tentukan pusat cluster (centroid) awal, dapat dilakukan secara acak atau random
3. Melakukan penghitungan terhadap jarak dari setiap objek ke centroid masing – masing cluster menggunakan rumus Euclidian Distance [11][12], dengan rumus seperti berikut ini :

$$d(x, y) = ||x - y|| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (8)$$

4. Lakukan iterasi dengan menentukan centroid baru
5. Ulangi iterasi sampai centroid tidak berubah

G. Gaussian Mixture Model

Gaussian Mixture Model (GMM) adalah mixture model yang menggunakan distribusi Gaussian. Misalkan diberikan data masukan X dan jumlah mixture M, kemudian data tersebut disusun sebaik mungkin menggunakan distribusi Gaussian dari M mixture. Distribusi Gaussian diperoleh dimana $\alpha_j > 0$ dan $\sum_{j=0}^k \alpha_j = 1$, α_j dimana adalah mean (rata-rata), \sum_j adalah covariance dan y adalah citra (matriks). Berikut merupakan proses menerapkan metode ini :

1. Pertimbangkan nilai kelas Gaussian j dengan random μ dan σ [13]
2. Hitunglah kemungkinan setiap pixel untuk setiap kelas
3. Masukkan pixel ke kelas yang memiliki kemungkinan terbesar
4. Update μ dan σ tiap kelas

H. Validasi

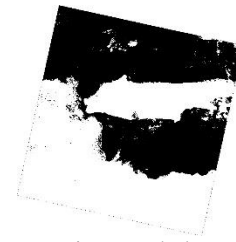
Validasi yang dilakukan setelah menerapkan 2 metode dengan data yang sama. Tujuan dari validasi ini adalah melihat hasil clustering apakah sesuai atau tidak dengan hasil produksi ikan pada tahun yang ditentukan, yaitu 2015-2017. Kemudian dari kedua metode, metode apa yang sesuai prediksinya dengan data hasil produksi. Setelah itu akan dilakukan analisis metode mana yang terbaik dari kedua metode tersebut.

HASIL PEMBAHASAN

Pada pengujian dan pembahasan akan diuraikan hasil penelitian yang sudah dilakukan. Terdiri dari hasil pre-processing, ekstraksi fitur, penerapan dua algoritma, dan validasi.

A. Pre-Processing

Pada tahap ini, pre-processing dilakukan untuk menerapkan pembatasan/pembagian wilayah antara laut dan daratan. Proses ini dilakukan dengan menghitung nilai NDWI. Dimana jika nilai NDWI ≤ 0 maka didefinisikan sebagai wilayah daratan. Jika nilai NDWI > 0 didefinisikan sebagai wilayah laut. Hasil segmentasi tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Hasil segmentasi NDWI bulan November 2016

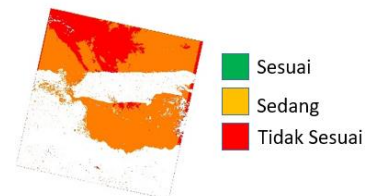
B. Ekstraksi Fitur

Dari hasil segmentasi NDWI, proses selanjutnya yaitu melakukan ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur dilakukan dengan melakukan segmentasi pada masing – masing parameter. Parameter yang digunakan yaitu suhu, salinitas, dan klorofil. Ekstraksi fitur pada ketiga parameter dilakukan dengan menerapkan segmentasi seperti pada proses pre-processing. Tetapi ada perbedaan indikator yang digunakan. Pada proses segmentasi ini, setiap parameter dibagi menjadi 3 kriteria, yaitu sesuai, sedang, dan tidak sesuai untuk ikan hidup pada indikator tertentu. Berikut ini tabel parameter yang menjadi indikator segmentasi :

Tabel I. Indikator Segmentasi

Parameter	Sesuai	Sedang	Tidak Sesuai
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28 – 32	20 – 27	<20 & >32
Salinitas (‰)	31 - 32	29 - 31	<29 & >32
Klorofil (mg/m^3)	≥ 0.14	0.07 - 0.14	<0.07

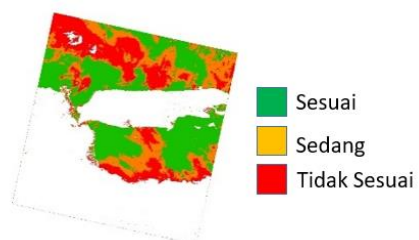
Hasil segmentasi di visualisasikan pada gambar berikut :



Gambar 3. Hasil segmentasi parameter suhu



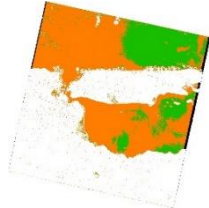
Gambar 4. Hasil segmentasi parameter salinitas



Gambar 5. Hasil segmentasi parameter klorofil

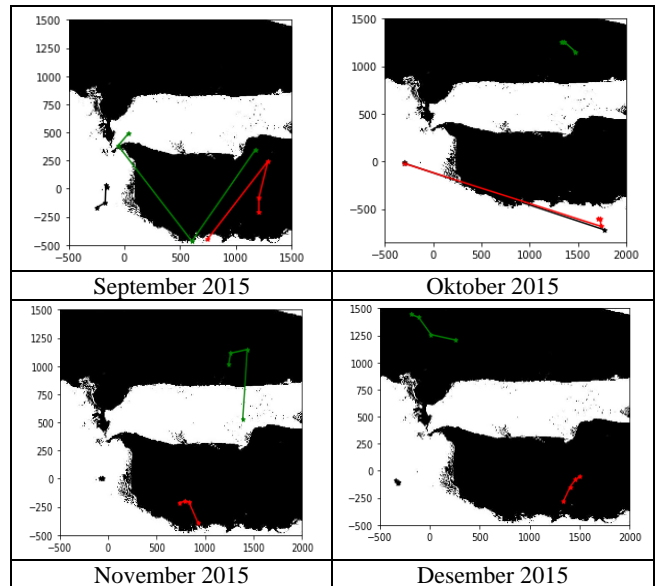
C. Algoritma Clustering

Pada proses ini, sebelum menerapkan kedua algoritma, data hasil masing – masing parameter digabungkan menjadi satu, proses ini disebut overlay. Overlay bertujuan untuk mencari kemiripan titik dari ketiga parameter, sehingga saat diproses dengan metode akan menjadi lebih mudah untuk dianalisa. Hasil dari overlay dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Hasil overlay

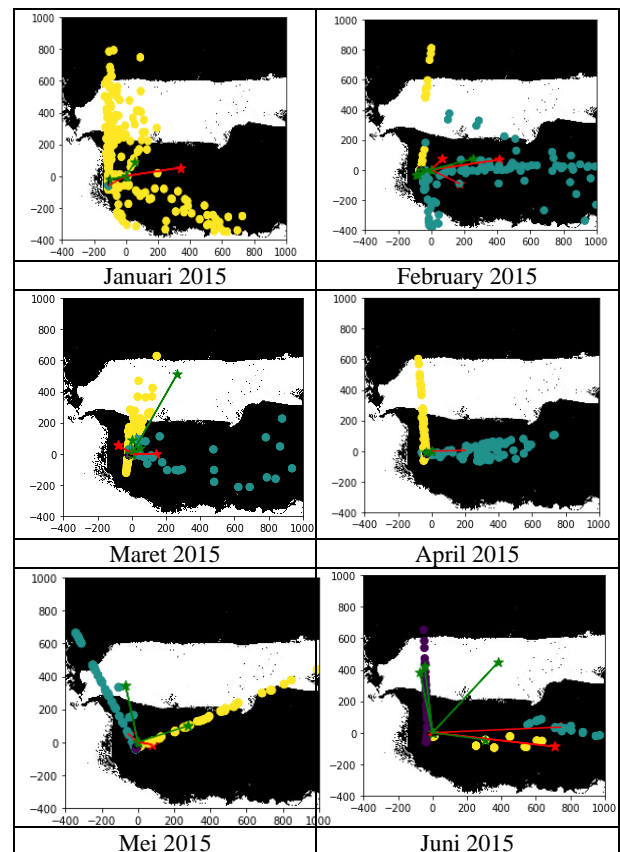
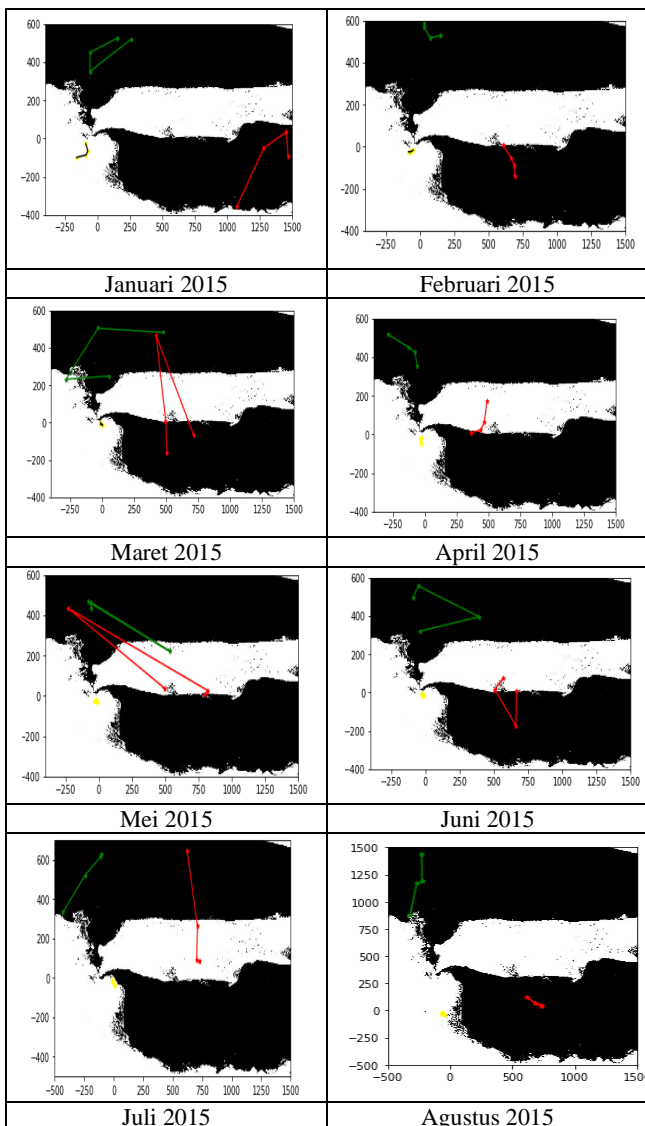
Pada gambar diatas, warna hijau menandakan keberadaan ikan. Sedangkan untuk warna oranye menandakan kemungkinan akan keberadaan ikan, tetapi tidak sebanyak wilayah yang ditunjukkan warna hijau. Selanjutnya data overlay akan diproses dengan menggunakan metode K-Means. Jumlah k ditentukan berjumlah 2. Berikut ini merupakan contoh hasil dari metode K-Means pada tahun 2015 :

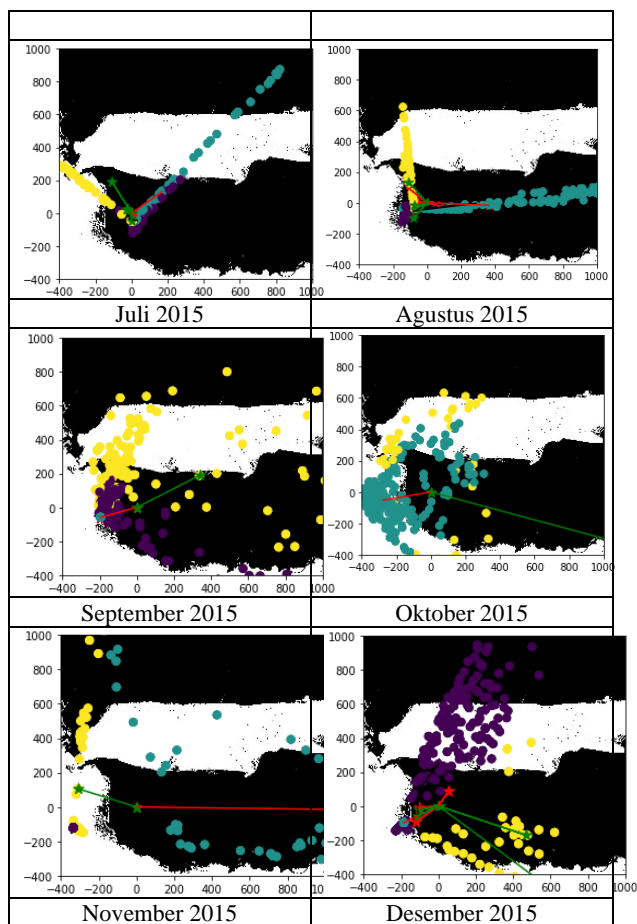


Gambar 7. Hasil penerapan metode K-Means tahun 2015

Pada gambar 7, menampilkan pergerakan ikan yang ditunjukkan dengan warna hijau dan merah. Warna hijau dan merah menggambarkan hasil clustering menggunakan K-Means. Tiap bulannya ikan selalu melakukan pergerakan dari tempat satu ke tempat yang lain.

Selain menggunakan K-Means, penelitian ini menggunakan pendekatan dengan metode lain yaitu Gaussian Mixture Model. Berikut ini merupakan hasil pola penyebaran ikan pada tahun 2015 menggunakan metode Gaussian Mixture Model dengan jumlah $n = 3$:





Gambar 8. Hasil penerapan metode GMM tahun 2015

Data gambar diatas menunjukkan hasil dari clustering menggunakan 2 metode, yaitu K-Means dan Gaussian Mixture Model. Setiap bulan memiliki pola yang berbeda. Hasil dari pola tersebut menunjukkan suatu daerah di Pulau Madura. Garis hijau dan merah merupakan centroid dimana menunjukkan pergerakan ikan dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Node atau titik berwarna disekitar garis menunjukkan anggota dari sebuah cluster setelah dilakukan proses clustering. Hasil pola penyebaran ikan ditunjukkan dalam tabel berikut:

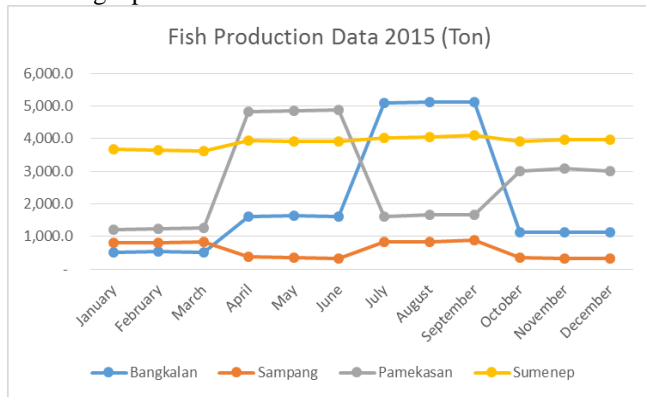
Tabel I. Hasil Penerapan Metode K-Means dan GMM

Bulan	K-Means			Gaussian Mixture Model		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Januari	Bangkalan, Sumenep	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang
Februari	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang	Sampang	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang
Maret	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang, Pamekasan	Bangkalan, Sampang
April	Bangkalan	Bangkalan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang, Pamekasan	Bangkalan
Mei	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang, Pamekasan
Juni	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Pamekasan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang, Pamekasan	Bangkalan	Bangkalan, Sampang

Juli	Bangkalan, Pamekasan	Bangkalan	Bangkalan	Bangkalan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang
Agustus	Bangkalan, Pamekasan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang
September	Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep	Sampang	Bangkalan	Bangkalan, Sampang,	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep
Oktober	Pamekasan	Sampang	Bangkalan, Sampang, Pamekasan	Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep	Bangkalan, Sampang	Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep
November	Bangkalan, Pamekasan	Sampang, Pamekasan	Sampang, Pamekasan , Sumenep	Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep	Bangkalan, Sampang, Pamekasan	Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep
Desember	Bangkalan, Sampang, Pamekasan	Sampang, Pamekasan, Sumenep	Sampang, Pamekasan	Bangkalan, Sampang, Pamekasan	Sampang, Pamekasan, Sumenep	Bangkalan

D. Validasi

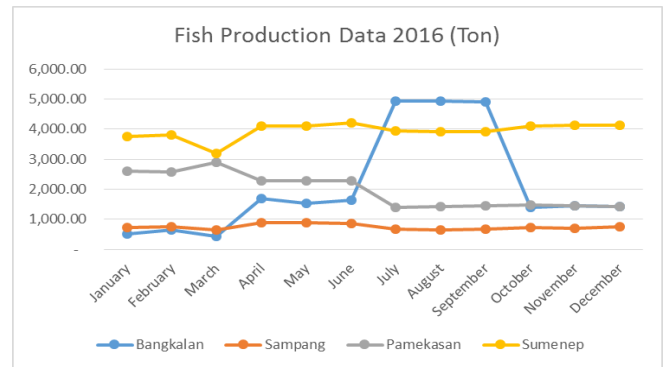
Validasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu membandingkan dan menganalisa hasil pada tabel I dengan data perikanan tangkap dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur. Berikut ini menunjukkan grafik data ikan tangkap tahun 2015:



Gambar 9. Data Produksi Ikan Tahun 2015

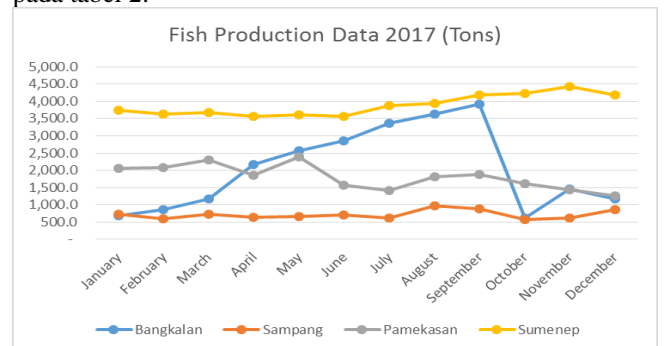
Data pada Gambar 9, pada kuartal pertama (Januari, Februari, dan Maret), Sumenep menjadi wilayah dengan produksi ikan terbanyak, yang menurut peta, pola dari hasil K-Means Clustering yang mendominasi adalah wilayah Sumenep. Berarti ada kemiripan pada jumlah produksi ikan yang paling banyak pada hasil prediksi dan data real dari Dinas Perikanan dan Kelautan. Pada kuartal kedua (April, Mei, Juni) hasil produksi ikan terbanyak adalah Pamekasan. Prediksi ini tidak sesuai dengan data produksi ikan pada bulan April, Mei dan Juni. Untuk kuartal ketiga (Juli, Agustus, September), data produksi ikan memiliki perbedaan, yaitu Bangkalan sebagai daerah yang memiliki produksi ikan terbanyak. Pada kuartal keempat (Oktober, November, dan Desember), produksi ikan dalam tiga bulan ini yang dicapai oleh wilayah Sumenep dengan kisaran 4.000 ton.

Dengan metode Gaussian Mixture Model, memiliki kesamaan pola dengan menggunakan metode K-Means. Pada Kuartal I (Januari, Februari, dan Maret), hasil estimasi memiliki kesamaan dimana wilayah Sumenep memiliki produksi ikan yang terbanyak. Pada Kuartal II (April, Mei, Juni) bulan Juni hasil estimasi menunjukkan Sumenep sebagai daerah dengan jumlah produksi terbanyak, sedangkan pada data real Pamekasan menjadi daerah dengan produksi ikan terbanyak. Pada Kuartal III (Juli, Agustus, September) ketiga bulan tersebut memiliki perbedaan hasil estimasi dan hasil produksi. Hasil estimasi menunjukkan Sumenep dan data hasil produksi menunjukkan daerah Bangkalan. Pada Kuartal IV (Oktober, November, dan Desember), bulan Oktober, November, dan Desember memiliki kesamaan pola dan hasil produksi yang mencapai 3.000 – 4.000 ton. Berikut ini menunjukkan grafik Data Produksi Ikan pada tahun 2016 yang akan dibandingkan dengan hasil estimasi produksi ikan sesuai dengan peta pada tabel 2:



Gambar 10. Data Produksi Ikan Tahun 2016

Dalam grafik di atas, pada kuartal pertama (Januari, Februari, dan Maret), Sumenep menunjukkan produksi ikan terbanyak. Ini sesuai dengan hasil pola pada peta yang menunjukkan Bangkalan dan Sampang sebagai daerah yang seharusnya memiliki banyak produksi ikan. Pada kuartal kedua (April, Mei, Juni), Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep menurut hasil estimasi memiliki jumlah yang sama. Sedangkan pada hasil produksi menunjukkan Sumenep dengan daerah produksi terbanyak. Pada kuartal ketiga (Juli, Agustus, September), hasil estimasi dan produksi ikan memiliki hasil yang berbeda yaitu Bangkalan menjadi wilayah dengan produksi ikan terbanyak dan menurut hasil estimasi, Sumenep menjadi daerah dengan produksi ikan terbanyak. Pada kuartal keempat (Oktober, November, dan Desember), hasil estimasi dan hasil produksi memiliki hasil yang serupa yaitu wilayah Sumenep. Dengan metode Gaussian Mixture Model, ada beberapa pola yang berbeda dengan pola dari K-Means Clustering. Pada Kuartal I (Januari, Februari, dan Maret), memiliki kesamaan antara hasil estimasi dan hasil produksi. Pada Kuartal II (April, Mei, Juni) memiliki kesamaan antara hasil estimasi dan hasil produksi. Pada Kuartal III (Juli, Agustus, September) ketiga bulan tersebut juga memiliki kesamaan hasil estimasi dan hasil produksi. Pada Kuartal IV (Oktober, November, dan Desember), ketiga bulan tersebut memiliki kesamaan hasil estimasi dan hasil produksi. Berikut ini menunjukkan grafik Data Produksi Ikan pada tahun 2017 yang akan dibandingkan dengan hasil pola ikan sesuai dengan peta pada tabel 2:



Gambar 11. Data Produksi Ikan Tahun 2016

Dengan metode K-Means clustering, hasil estimasi yang memiliki kesamaan jumlah dengan hasil produksi yaitu pada bulan November. Sedangkan untuk bulan yang lain ada daerah dengan jumlah produksi yang sama, sehingga tidak bisa dikatakan bahwa wilayah tersebut memiliki jumlah terbanyak. Dengan metode Gaussian Mixture Model hasil estimasi memiliki beberapa bulan dengan jumlah hasil produksi yang sama. Bulan Januari, Februari, April, Mei, September, Oktober, November dan Desember memiliki jumlah yang sama dengan hasil produksi. Sedangkan Maret, Juni, Juli dan Agustus, hasil estimasi menunjukkan bahwa 4 daerah tersebut memiliki hasil yang sama.

KESIMPULAN

Perbandingan metode K-Means Clustering dan Gaussian Mixture Model menunjukkan Gaussian memiliki hasil yang lebih baik dimana banyak kemiripan antara hasil estimasi dan data hasil produksi ikan. Terutama pada tahun 2017 dimana jika menggunakan K-Means hanya bulan November yang memiliki kemiripan dengan data produksi ikan dari Dinas. Sedangkan dengan metode Gaussian Mixture Model kemiripan pola dan data produksi ikan terlihat bulan Januari, Februari, April, Mei, September, Oktober, November dan Desember.

REFERENSI

- [1] N. Rosana and Viv Djanat Prasita, "Potensi Dan Tingkat Pemanfaatan Ikan Sebagai Dasar Pengembangan Sektor Perikanan Di Selatan Jawa Timur," *J. Kelaut.*, vol. 8, no. 2, pp. 71–76, 2015.
- [2] R. R. Hur, T. Ruchimat, and Y. Nuraini, "Analisis Potensi dan Permasalahan Pengembangan Wilayah Pesisir di Kecamatan Arosbaya Kabupaten Bangkalan Madura Provinsi Jawa Timur," *J. Penyul. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 14, no. 2, pp. 137–157, 2020, doi: 10.33378/jppik.v14i2.202.
- [3] C. Kusumaningtyas, *Statistik Perikanan Provinsi Jawa Timur 2019*. 2019.
- [4] A. Correia, R. Moura, P. Agua, and V. Lobo, "K-Means clustering for information dissemination of fishing surveillance," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 1137 AISC, no. January 2021, pp. 84–93, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-40690-5_9.
- [5] S. Rashid, A. Ahmed, I. Al Barazanchi, and Z. A. Jaaz, "Clustering algorithms subjected to K-mean and gaussian mixture model on multidimensional data set," *Period. Eng. Nat. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 448–457, 2019.
- [6] B. C. Gao, "NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space," *Remote Sens. Environ.*, vol. 58, no. 3, pp. 257–266, 1996, doi: 10.1016/S0034-4257(96)00067-3.
- [7] B. Balaguru, S. S. Ramakrishnan, R. Vidhya, and P. Thanabalan, "A comparative study on utilization of multi-sensor satellite data to detect Potential Fishing Zone (PFZ)," in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 2014, vol. 40, no. 8, pp. 1017–1026, doi: 10.5194/isprsarchives-XL-8-1017-2014.
- [8] L. Oli, R. Bay, and T. Trieu, "Spatiotemporal Variation of Turbidity Based on[1] L. Oli, R. Bay, and T. Trieu, "Spatiotemporal Variation of Turbidity Based on.,"" doi: 10.3390/w9080570.
- [9] D. Fitriannah, A. N. Hidayanto, J. L. Gaol, H. Fahmi, and A. M. Arymurthy, "A Spatio-Temporal Data-Mining Approach for Identification of Potential Fishing Zones Based on Oceanographic Characteristics in the Eastern Indian Ocean," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, vol. 9, no. 8, pp. 3720–3728, 2016, doi: 10.1109/JSTARS.2015.2492982.
- [10] Y. Sakuno and H. Kunii, "Chlorophyll-a estimation in Lake Shinji from Landsat-8 OLI data using Linear Combination Index (LCI) algorithm," *Int. Geosci. Remote Sens. Symp.*, vol. 2015-Novem, no. Lci, pp. 715–718, 2015, doi: 10.1109/IGARSS.2015.7325864.
- [11] G. Gustientiedina, M. H. Adiya, and Y. Desnelita, "Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 17–24, 2019, doi: 10.25077/teknosi.v5i1.2019.17-24.
- [12] W. Afifi, D. R. Nastiti, and Q. Aini, "Clustering K-Means Pada Data Ekspor (Studi Kasus: Pt. Gaikindo)," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 45–50, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3568.
- [13] U. Baid, S. Talbar, and S. Talbar, "Comparative Study of K-means, Gaussian Mixture Model, Fuzzy C-means algorithms for Brain Tumor Segmentation," vol. 137, pp. 592–597, 2017, doi: 10.2991/iccasp-16.2017.85.