

# **SIMULASI PENENTUAN BASIS OPERASI PADA SISTEM PEMANTAUAN MARITIM BERBASIS WAHANA TERBANG TAK BERAWAK (SIMULATION TO DETERMINE THE OPERATION BASE ON MARITIME SURVEILLANCE SYSTEM BASED ON UNMANNED AIR VEHICLE)**

**Prasetyo Ardi Probo Suseno, Adi Wirawan**

Pusat Teknologi Penerbangan

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Jl. Raya LAPAN Rumpin Bogor Jawa Barat

<sup>1</sup>e-mail: prasetyo.ardi@lapan.go.id

Diterima: 25 Oktober 2018; Direvisi: 1 Februari 2019; Disetujui: 7 Februari 2019

## **ABSTRACT**

This paper discuss about a method to determine the operation base on maritime surveillance system based on Unmanned Aerial Vehicle. The process to determining the operation base is created using data recorded by radarsat 2 satellite. In this research, Natuna Sea is chosen as main discussion as the Natuna Sea, currently is one of the most vulnerable region in Indonesia for illegal fishing activity. The simulation is done using software MATLAB. The result show that the operation base can be placed in such a way so that with a minimum number of operations, all areas with potential illegal fishing activities can still be included in the area of operation.

Keywords: *UAV, Surveillance, Maritime, Operation Base, Cluster, Natuna.*

## **ABSTRAK**

Paper ini mendiskusikan metode untuk menentukan basis operasi pada pemantauan maritim yang menggunakan pesawat terbang tak berawak sebagai komponen utamanya. Penentuan basis operasi disusun berdasarkan data-data yang telah direkam oleh satelit radarsat 2. Dalam penelitian ini dipilih laut Natuna sebagai fokus wilayah karena laut Natuna merupakan salah satu laut di Indonesia yang paling rawan mengalami kegiatan penangkapan ikan ilegal. Simulasi dilakukan menggunakan software MATLAB. Hasil simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa basis operasi dapat ditempatkan sedemikian rupa, sehingga dengan jumlah operasi yang minimal, seluruh daerah yang berpotensi kegiatan penangkapan ikan ilegal masih dapat tercakup dalam wilayah operasi tersebut.

Kata kunci: *UAV, Pemantauan, Maritim, Basis operasi, Gugus, Natuna.*

## 1 PENDAHULUAN

Pemantauan maritim adalah komponen vital dalam negara maritim. Kegiatan penangkapan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (Illegal, Unreported and Unregulated Fishing /IUUF) telah menjadi masalah utama di Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia (KKP) (Pudjiastuti, 2016). Aktifitas tersebut telah menyebabkan Indonesia mengalami kerugian sekitar Rp 300 Triliun per tahun (Jaelani 2014).

Hingga sampai saat ini, pemantauan maritim telah dilakukan menggunakan kapal patroli, namun permasalahannya adalah biaya untuk mengoperasikan kapal patroli sangatlah mahal. Satu unit kapal perang sekelas frigate dengan panjang sekitar 100 meter akan membutuhkan bahan bakar diesel hingga 900 juta rupiah untuk berlayar sehari penuh (Widodo, 2014). Untuk mengurangi biaya operasi pemantauan maritim, metode alternatif perlu dibangun, salah satunya adalah pemantauan maritim dengan berbasis pesawat terbang tak berawak (UAV).

Penggunaan UAV dalam pemantauan maritim tidak dapat dilakukan dengan gegabah karena UAV memiliki jangkauan dan daya tahan terbang yang terbatas. Kegagalan untuk memenuhi keterbatasan ini dapat mengakibatkan UAV jatuh di tengah laut dan tidak dapat ditemukan lagi. Di sisi lain operasi minimalis dengan waktu misi yang singkat dan area cakupan yang sempit akan membuat pemantauan maritim menjadi tidak efisien sehingga metode untuk menentukan basis operasi pemantauan perlu untuk dikembangkan.

Paper ini membahas tentang metode untuk menentukan basis operasi pada pemantauan maritim yang menggunakan pesawat terbang tak berawak. Tujuan dari penentuan basis operasi ini adalah untuk mengetahui berapa banyak jumlah operasi minimum

yang diperlukan untuk radius area operasi tertentu pada wilayah maritim tertentu.

Paper ini menggunakan laut Natuna sebagai fokus wilayah operasi. Laut Natuna dipilih karena merupakan salah satu laut di Indonesia yang paling rawan mengalami kegiatan perikanan ilegal. Batasan yang diberikan oleh kondisi geografis ditunjukkan pada persamaan (2-1) & (2-2). Paper ini memanfaatkan database satelit radarsat-2 dengan waktu pengambilan sampel yaitu selama periode bulan Maret tahun 2016. Posisi kapal yang terekam dalam radarsat-2 ditunjukkan pada Gambar 1.

## 2 METODOLOGI

Laut Natuna sangatlah luas, namun tidak semua area digunakan untuk aktifitas perikanan, sehingga diperlukan pembagian area operasi. Area operasi adalah area dalam batas wilayah operasi yang berpotensi terjadi kegiatan perikanan ilegal berdasarkan data posisi kapal yang tertangkap oleh radarsat-2.

Satelit radarsat-2 merupakan satelit observasi bumi untuk semua cuaca dengan kemampuan pencitraan polarimetrik penuh (Moon, 2010). Satelit ini merupakan misi lanjutan dari radarsat-1 yang dirancang untuk menjamin kelangsungan pasokan data radar seperti pemetaan es di laut dan pemantauan wilayah kelautan (Singhroy, 2014). Radarsat-2 mengorbit pada ketinggian 798 km dan mengorbit bumi 14 kali dalam sehari dengan pengulangan siklus 24 hari (Livingstone, 2005). Adapun data yang dimanfaatkan dari citra radarsat-2 ini antara lain adalah data posisi dan ukuran kapal.

Langkah-langkah dalam pembuatan area operasi meliputi filtrasi dan klustering.

### 2.1 Filtrasi

Laut Natuna tidak hanya digunakan untuk kegiatan illegal fishing

namun juga merupakan jalur perdagangan strategis di semenanjung Melayu sehingga kapal yang tertangkap oleh radarsat-2 dapat tercampur antara kapal penangkap ikan dengan kapal lainnya seperti kapal transport atau kapal tanker. Data ini perlu untuk disaring sebelum digunakan untuk membuat area operasi.

Menurut Kepala Seksi Operasi Pusat Pengendalian I Ditjen Pengawasan SDKP, Adi Wicaksono, kapal ilegal yang beroperasi di Indonesia umumnya berukuran antara 15 m sampai 50 m. Kapal yang lebih besar biasanya adalah kapal tanker atau kapal transportasi sehingga dapat disusun batasan kapal seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2-3).

Data yang telah terfiltrasi ditunjukkan pada Gambar 2-2.

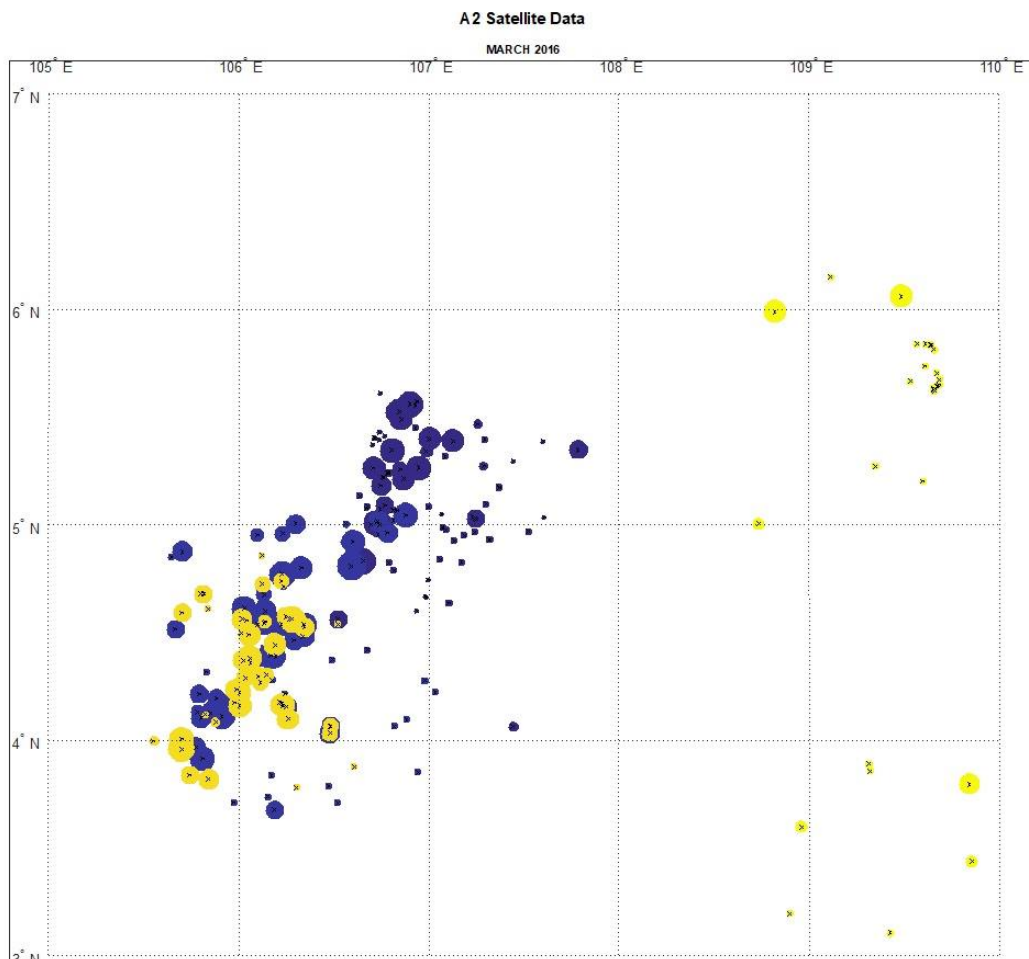
$$3^{\circ} \text{ LU} < Y < 7^{\circ} \text{ LU} \quad (2-1)$$

$$105^{\circ} \text{ BT} < X < 110^{\circ} \text{ BT} \quad (2-2)$$

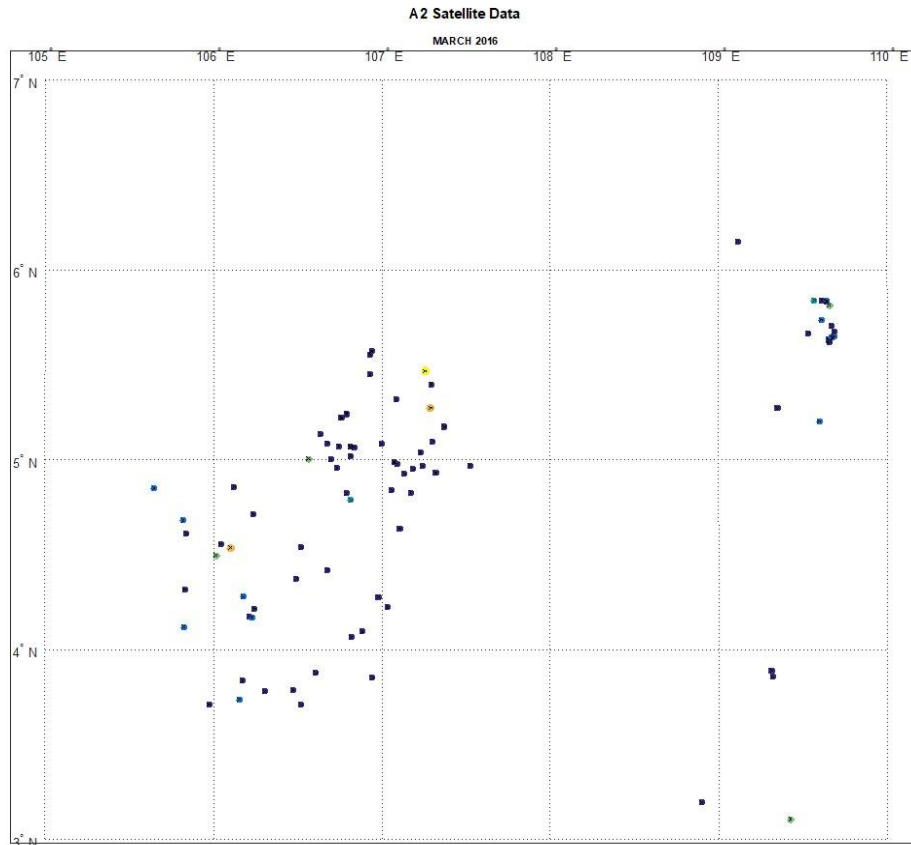
$$15 \text{ m} < L < 50 \text{ m} \quad (2-3)$$

Pada formula diatas  $Y$  adalah derajat posisi lintang kapal,  $X$  adalah derajat posisi bujur kapal dan  $L$  adalah panjang kapal dalam meter.

Pada Gambar 2-1 dan 2-2 di atas perbedaan warna menunjukkan perbedaan waktu pengambilan data sedangkan ukuran lingkaran melambangkan ukuran kapal.



Gambar 2-1: Data posisi kapal dari radarsat-2 selama bulan Maret 2016



Gambar 2-2: Data kapal dari radarsat-2 setelah filtrasi

## 2.2 Klustering

Klustering adalah proses pengelompokan suatu kelompok set objek sedemikian sehingga objek dalam kelompok yang sama cenderung memiliki identitas atau parameter yang serupa daripada objek dari kelompok yang lain. Di paper ini, metode klustering digunakan untuk mengelompokkan suatu set kapal dengan jarak yang relatif dekat satu sama lain untuk membentuk suatu area operasi. Area operasi berbentuk lingkaran dan didefinisikan dengan radius dan lokasi titik tengahnya yang disebut dengan basis operasi. Basis operasi adalah posisi yang direkomendasikan sebagai tempat kapal pembawa bersiaga.

Teknik klustering yang digunakan di paper ini berdasar pada teknik K-means klustering, namun teknik tersebut dimodifikasi sehingga jumlah kluster yang dihasilkan tidak tetap. Sebagai gantinya digunakan parameter

radius untuk membatasi ukuran kluster. Setiap member yang berada diluar radius yang ditentukan akan dikeluarkan dari kelompok kluster dan dipaksa untuk membentuk kluster baru. Hal ini akan menyebabkan setiap kluster memiliki radius yang sama.

### 2.2.1 K-means klustering

K-means klustering adalah metode klustering berbasis centroid. Metode ini sangat populer karena kemudahan dan kesederhanaan implementasi, skalabilitas, kecepatan konvergensi dan kemampuan beradaptasi terhadap data yang tersebar (Oyelade, 2010).

Pada metode ini setiap kluster direpresentasikan oleh sebuah vektor pusat, yang belum tentu termasuk sebagai anggota set data. Sebagian besar tipe algoritma K-means membutuhkan jumlah kluster – k – untuk dispesifikasi terlebih dahulu. Hal ini dianggap sebagai

salah satu kekurangan terbesar dari algoritma ini. Sifat lain dari metode klustering ini adalah algoritma yang digunakan cenderung untuk membuat kluster memiliki ukuran yang sama dikarenakan setiap objek ditarik oleh centroid terdekat. Dengan kata lain algoritma yang dipakai mengoptimalkan pusat kluster, bukan batas kluster, sehingga perpotongan batas kluster menjadi pertimbangan sekunder. Beberapa algoritma klustering telah diajukan dalam literatur: ISODATA (Memarsadeghi, 2007), CLARA (Saket, 2016) dan ECLARANS (Vijayarani, 2011).

Apabila diberikan set data sejumlah  $n$  titik data  $x_1, x_2, \dots, x_n$  sedemikian sehingga setiap titik data masuk dalam  $\mathbf{R}^d$ , permasalahan menemukan klustering dengan varian minimum dari set data kedalam cluster  $k$  adalah menemukan titik  $k$   $\{m_j\}$  ( $j=1,2, \dots, k$ ) dalam  $\mathbf{R}^d$  sedemikian sehingga:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\min_j d^2(x_i, m_j)] \quad (2-4)$$

diminimalkan, dimana  $d(x_i, m_j)$  menyatakan jarak Euclidean antara  $x_i$  dan  $m_j$ . Titik  $\{m_j\}$  ( $j=1,2, \dots,k$ ) adalah titik centroid kluster. Secara umum algoritma K-means klustering adalah sebagai berikut

1. Spesifikasi jumlah kluster  $K$  yang diinginkan
2. Distribusikan tiap titik data ke kluster secara random
3. Hitung centroid tiap kluster
4. Distribusi ulang tiap titik pada kluster dengan centroid terdekat
5. Hitung ulang centroid tiap kluster
6. Ulangi langkah 4 and 5 sampai perbaikan tidak lagi dimungkinkan.

Ketika sudah tidak ada pergantian titik data antara dua kluster atau dua perulangan berurutan, ini akan

menandai penghentian algoritma jika tidak disebutkan secara eksplisit.

### 2.2.2 Modifikasi K-Means Klustering

K-Means klustering tidak memperhatikan ukuran kluster, sedangkan di paper ini area operasi dibatasi oleh radius. Munculnya batas ini adalah sebagai konsekuensi akibat kemampuan UAV yang terbatas, terutama dari segi telemetri dan daya tahan terbang.

Jumlah kluster dalam metode K-means biasanya telah ditetapkan sebagai parameter awal, sedangkan di paper ini jumlah kluster akan menjadi output sehingga tidak dapat ditetapkan. Idenya adalah agar kluster yang berukuran lebih besar dari parameter yang telah diberikan untuk membuang set objek yang berjarak melebihi batas parameter. Objek tersebut kemudian diseleksi untuk membuat kluster baru. Apabila ini tidak dilakukan maka objek yang telah dikeluarkan akan masuk ke kluster yang telah ditempati sebelumnya dan mengalami perulangan tak berujung. Algoritma kemudian diulang sehingga semua objek berada di dalam radius kluster yang diikuti. Modifikasi algoritma untuk K-means klustering diberikan sebagai berikut:

1. Cari kandidat kluster
2. Jika kandidat kluster ditemukan, pilih kandidat dengan anggota terbanyak sebagai kluster baru
3. Hitung centroid tiap kluster
4. Distribusi ulang tiap titik pada kluster dengan centroid terdekat
5. Hitung ulang centroid tiap kluster
6. Ulangi langkah 1 and 5 sampai perbaikan tidak lagi dimungkinkan.

## 3 HASIL PEMBAHASAN

Untuk menguji model yang telah dibuat, dilakukan simulasi. Pada simulasi awal ditunjukkan perbandingan

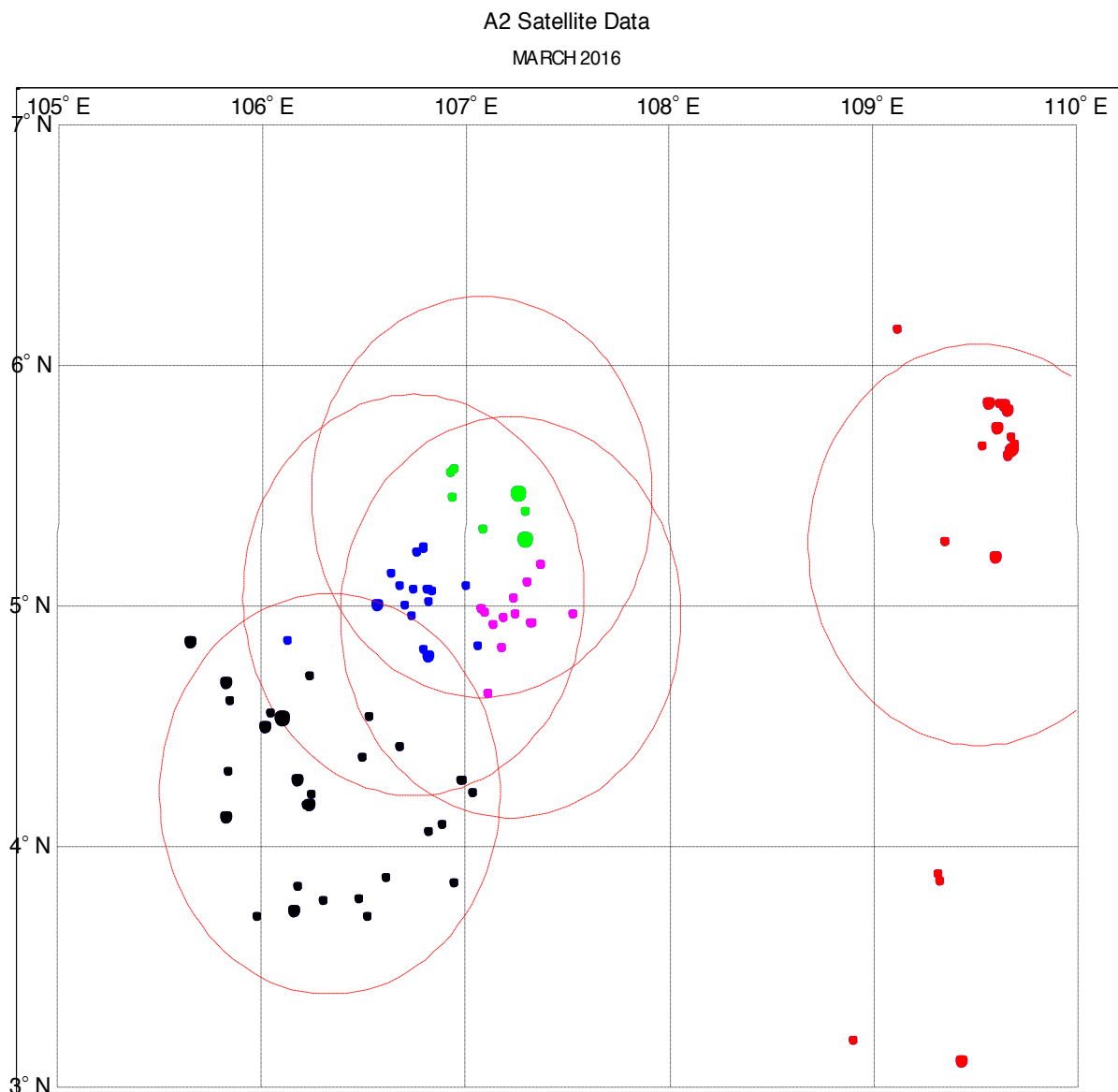
hasil dari metode k-means klustering yang belum dimodifikasi dan setelah dilakukan modifikasi.

Input simulasi adalah posisi kapal dalam lintang dan bujur. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3-1a dan 3-1b.

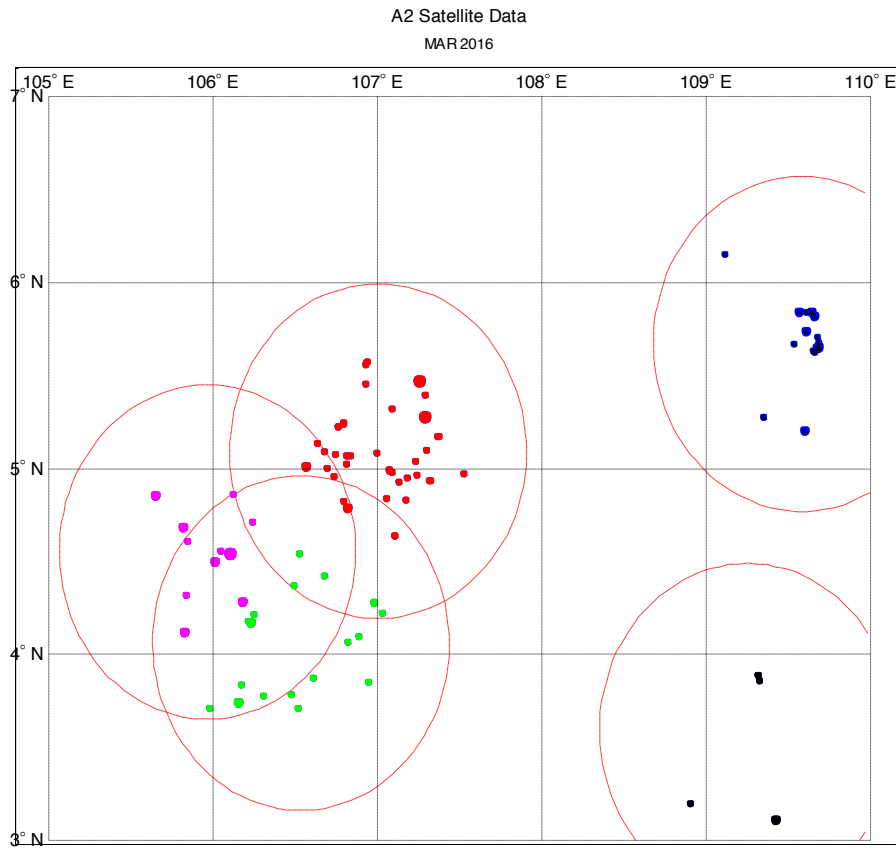
Simulasi kemudian dilanjutkan dengan memvariasikan radius operasi. Hal ini dilakukan untuk menentukan

jumlah area operasi yang diperlukan untuk radius area operasi tertentu. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3-2, 3-3 dan 3-4.

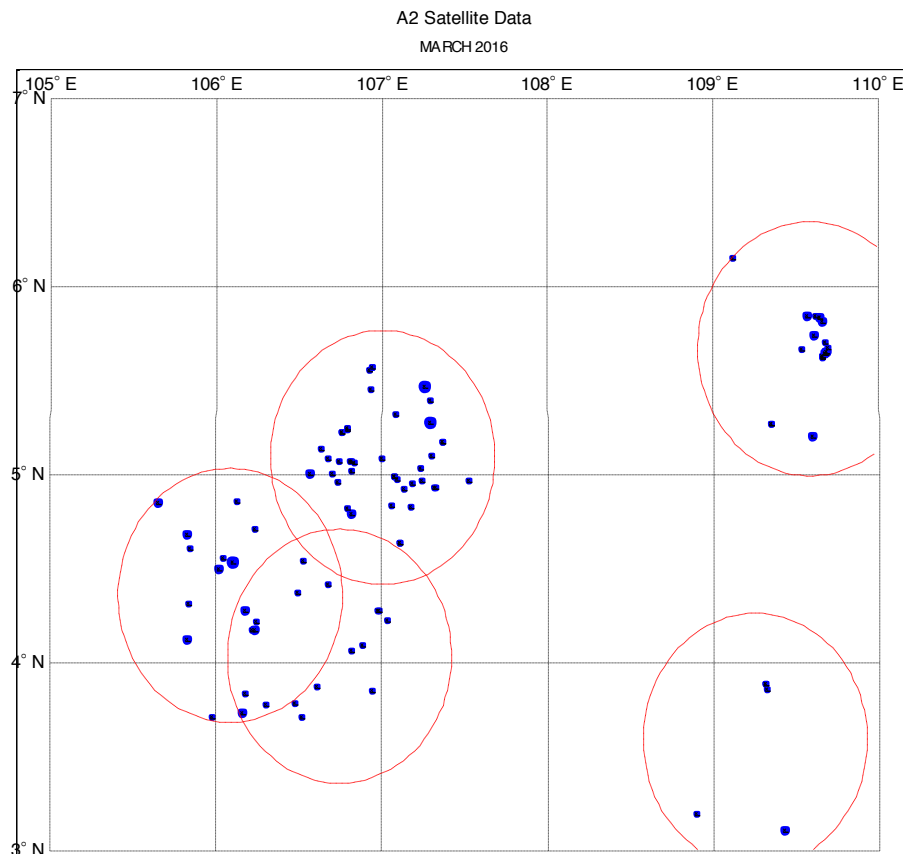
Dari simulasi yang telah dilakukan dapat dibuat grafik hubungan antara radius area operasi dengan jumlah area operasi yang diperlukan. Ini ditunjukkan pada Gambar 3-5.



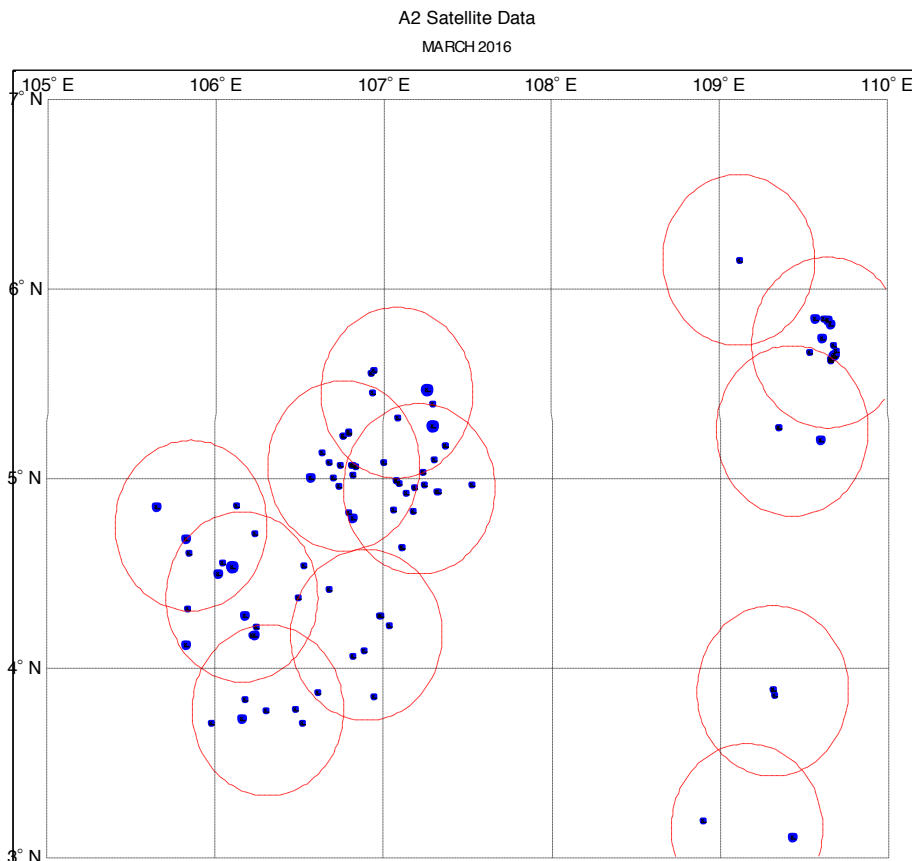
Gambar 3-1a: Area Operasi dengan metode k-means clustering untuk radius operasi 100 km



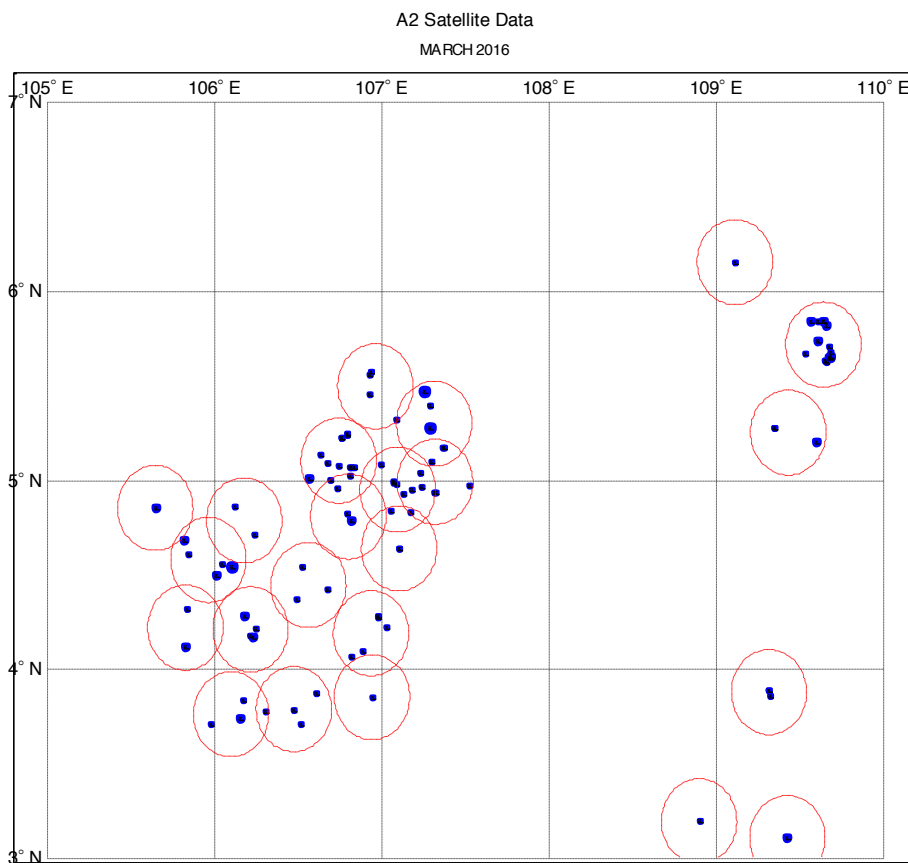
Gambar 3-1b: Area Operasi dengan metode k-means clustering termodifikasi untuk radius operasi 100 km



Gambar 3-2: Area Operasi untuk radius operasi 75 km

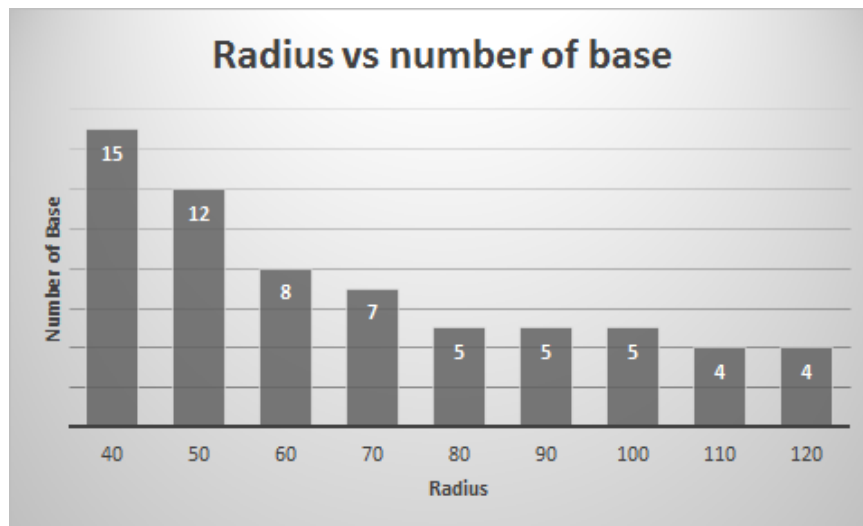


Gambar 3-3: Area Operasi untuk radius operasi 50 km



Gambar 3-4: Area Operasi untuk radius operasi 25 km





Gambar 3-5: Hubungan antara radius operasi dengan jumlah basis operasi

Pada Gambar 3-1 dapat kita bandingkan hasil metode k-means clustering yang belum dimodifikasi (Gambar 3-1a) dengan hasil metode k-means clustering setelah dimodifikasi (Gambar (3-1b)). Nampak pada Gambar 3-1a bahwa terdapat objek yang tidak masuk dalam area operasi. Hal ini terjadi karena metode k-means clustering tidak memiliki batas radius sehingga muncul kemungkinan adanya objek diluar area operasi. Pada metode k-means clustering termodifikasi (Gambar (3-1b) hal ini tidak terjadi sama sekali karena objek diluar batas operasi akan secara otomatis membentuk kluster baru. Pada Gambar 3-1a dapat kita lihat pula bahwa area operasi memiliki daerah irisan yang relatif lebih besar daripada pada Gambar 3-1b, ini menunjukkan bahwa metode k-means klustering yang dimodifikasi menempatkan area operasi secara lebih efisien.

Pada Gambar 3-1 sampai 3-4 dapat dilihat bahwa semakin besar radius operasi maka jumlah basis operasi akan berkurang, namun pada radius operasi 75 km dan 100 km ternyata memiliki jumlah basis operasi yang sama. Pada grafik Gambar 3-5 dapat dilihat bahwa penambahan radius menjadi tidak signifikan untuk radius di atas 80 km. Adapun penambahan radius operasi

akan menambah beban operasi (bahan bakar, kemampuan telemetri, dll), sehingga di atas 80 km penambahan radius operasi tidak direkomendasikan.

#### 4 KESIMPULAN

Metode untuk menentukan basis operasi pada pemantauan maritim berbasis wahana terbang tak berawak telah berhasil dirancang.

Basis operasi dapat ditempatkan sedemikian rupa, sehingga dengan jumlah operasi yang minimal, seluruh daerah yang berpotensi kegiatan penangkapan ikan ilegal masih dapat tercakup dalam wilayah operasi tersebut.

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, radius operasi optimal yang disarankan untuk wilayah laut Natuna adalah tidak lebih dari 80 km. Untuk radius operasi di atas 80km menjadi tidak efektif karena jumlah basis operasi yang dibutuhkan tidak berkurang secara signifikan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Gunawan S.P. yang telah membantu penyediaan data dan kepada Tim Redaksi Jurnal Teknologi Dirgantara.

Riset ini didanai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia melalui program

Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (Insinas)

#### DAFTAR RUJUKAN

- Abdul Qodir Jaelani & Udiyo Basuki. (2014). *Illegal Unreported and Unregulated (IUU) Fishing: Upaya Mencegah dan Memberantas Illegal Fishing dalam Membangun Poros Maritim Indonesia*. Jurnal Supremasi Hukum Vol.3, No.1, Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Livingstone, C.E., I. Sikaneta, C. Gierull, S. Chiu, P. Beaulne, (2005). *RADARSAT-2 System and Mode Description*, Meeting Proceedings RTO-MP-SCI-150, Paper 15.
- Memarsadeghi, nargess. (2007). *a Fast Implementation of the ISODATA Clustering Algorithm*. International Journal of Computational Geometry & Applications.
- Moon, Wooil M., Gordon Staples, Duk-jin Kim, Sang-Eun Park, and Kyung-Ae Park, (2010). *RADARSAT-2 and Coastal Applications: Surface Wind, Waterline, and Intertidal Flat Roughness*, Proceedings of the IEEE, Vol. 98, No. 5, May 2010, DOI: 10.1109/JPROC.2010.2043331
- Oyelade, O.J., O.O. Oladipupo, I.C. Obagbuwa, (2010). *Application of k-Means Clustering algorithm for prediction of Students' Academic Performance*, International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS), Vol. 7, No. 1.
- Saket, Swarndeep, Dr. Sharnil Pandya. (2016). *An Overview of Partitioning Algorithms in Clustering Techniques*. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Vol. 5, Issue 6. ISSN: 2278 – 1232.
- Singhroy, Vern and Francois J. Charbonneau. (2014). *RADARSAT: Science and Applications. La Physique Au Canada/Vol. 70, No. 4*.
- Susi Pudjiastuti. (2016). *Laporan Kinerja Kementrian Kelautan dan Perikanan Tahun 2015*. Kementrian Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Widodo & Moeldoko dalam Tempo.co. *Berapa Biaya Patroli Kapal TNI AL per Hari?*. (2014). <https://nasional.tempo.co/read/630262/berapa-biaya-patroli-kapal-tni-al-per-hari/full&view=ok>. Diakses: 12 September 2018
- Vijayarani, S., S. Nithya. (2011). *An Efficient Clustering Algorithm for Outlier Detection*. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Vol 32 – No 7.