

# ANALISIS PENGARUH GELOMBANG LAUT TERHADAP PENGGUNAAN BIAYA DAN JENIS KAPAL PATROLI UNTUK OPERASI PENGAMANAN LAUT NATUNA UTARA

(Analysis of The Impact of Sea Waves on The Use of The Cost and Types of Patrol Ships For Security Operations in The North of Natuna Sea)

Bambang Rudi Purwanto,<sup>1</sup> Rudi Lazuardi,<sup>2</sup> dan Widodo Setyo Pranowo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pasca Sarjana Prodi Strategi Operasi Laut Angkatan 57

<sup>2</sup> Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut

<sup>3</sup> Kementrian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia

Jalan Ciledug Raya No. 2, Komplek Seskoal, RT.4/RW.11

Cipulir, Kebayoran Lama, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12230, Indonesia

Email: [barunaalzena1@gmail.com](mailto:barunaalzena1@gmail.com)

Diterima: 9 Juli 2019; Direvisi: 16 Oktober 2020; Disetujui untuk Dipublikasikan: 28 Oktober 2020

## ABSTRAK

Kapal patroli merupakan salah satu unsur utama dalam penegakan kedaulatan di laut. Kekuatan kapal patroli saat ini sudah mengalami kemajuan yang signifikan. Kemajuan tersebut jauh dari yang diharapkan baik kuantitas maupun kualitas dihadapkan dengan luasnya daerah operasi seperti di daerah Laut Natuna Utara. Kondisi wilayah operasi di perairan Laut Natuna Utara yang sering mengalami cuaca yang tidak bersahabat terutama pada bulan Desember sampai dengan bulan Maret. Kondisi cuaca dan luasnya daerah operasi tersebut menunjukkan bahwa perlunya dilaksanakan pemilihan kapal patroli yang sesuai dan dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian ini bertujuan untuk memilih alternatif jenis kapal patroli yang sesuai untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara. Metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) dan teori gelombang laut menjadi metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan yang terjadi di Laut Natuna Utara. Berdasarkan penggunaan metode dan teori diperoleh prioritas alternatif kapal patroli yang terpilih yaitu kapal patroli jenis "C" dengan nilai bobot 1,5 dan aman untuk melaksanakan operasi berdasarkan analisis gelombang laut.

**Kata Kunci:** Pemilihan kapal patroli, operasi pengamanan, Laut Natuna Utara, metode BCR, teori gelombang laut.

## ABSTRACT

*Patrol ships are one of the main 'tools' used by countries for the enforcement of maritime sovereignty. Currently, the patrolling force have developed significantly. however the development is far from the expected results in term of quantity and quality when faced with the vastness of the area of operation such as North Natuna Sea. Which presents challenging weather conditions from December to March. Such challenging weather conditions and the vast operating area highlighted the need for an appropriate and capable patrol boat to be selected and deployed in the area. This study aims to choose alternative types of patrol ships, which is appropriate to implement operation on The North of Natuna Sea. The Benefit Cost Ratio (BCR) method and ocean wave theory are the methods used to solve problems that occur in the North Natuna Sea. Based on the sea wave analysis, this study concluded that a patrol ships type "C", with a weight value of 1.5, would be the most appropriate (and safe) vessel to be deployed for operations in The North of Natuna Sea.*

**Keywords:** Patrol ships selection, security operations, North Natuna Sea, method of BCR, sea waves theory.

## PENDAHULUAN

Kapal patroli menjadi kekuatan utama dalam usaha penegakan kedaulatan negara. Laut kapal patroli di era saat ini telah mengalami perkembangan signifikan, akan tetapi hal tersebut masih tidak sesuai dengan harapan, baik dari sisi kuantitas maupun kualitas terhadap daerah operasi yang akan dihadapi. Salah satu daerah operasi dari kantor area I berada di Laut Natuna Utara yang merupakan bagian dari wilayah Kabupaten Natuna.

Muzwardi (2016) menyebutkan bahwa luas Kabupaten Natuna adalah 264.198,37km<sup>2</sup> dimana

2.001,30km<sup>2</sup> merupakan daratan dan sisanya lautan seluas 262.197,07km<sup>2</sup>. Kantor area I memiliki tiga jenis operasi yang dilaksanakan di perairan Laut Natuna Utara diantaranya adalah operasi tipe I, operasi tipe II dan operasi tipe III. Menurut Seskoal (2019) pelaksanaan operasi yang dilaksanakan oleh kantor area I sampai dengan tahun 2019 mengalami berbagai perkembangan kondisi dan situasi. Diantaranya adalah pertama kondisi cuaca yang tidak bersahabat di perairan Laut Natuna yang terdiantara bulan Desember sampai dengan bulan Maret yang lebih dikenal dengan Musim Utara. Pada musim tersebut sering

terjadi hujan deras disertai angin dengan kecepatan  $\pm 10$  s/d 15 knot yang bergerak dari utara ke selatan. Hal-hal tersebut menyebabkan seringnya terjadi penundaan penerbangan serta pelayaran dari Natuna maupun ke Natuna, karena gelombang di perairan Laut Natuna Utara mencapai 2m- 3m bahkan pada saat-saat tertentu dapat mencapai 5m.

Anggara et al. (2017) menyebutkan tinggi gelombang selama sepuluh tahun terakhir dapat mencapai 5,5m selain itu disebutkan bahwa dengan situasi tinggi gelombang seperti itu sangat berbahaya bagi beberapa jenis kapal patroli melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara. Hasil penelitian tersebut diperkuat oleh hasil pemodelan gelombang menggunakan metode *Simulating Wave Nearshore* (SWAN) yang dilaksanakan oleh Muliati et al. (2019) di Laut Natuna Utara menunjukkan hasil bahwa gelombang maksimum di perairan Natuna terjadi pada bulan Desember, Januari, Februari dengan tinggi gelombang mencapai 3,37m. Kondisi cuaca yang tidak bersahabat tersebut sering menjadi hambatan bagi kapal patroli di dalam menjaga dan mengamankan wilayah Laut Natuna Utara. Kedua, luasnya wilayah perairan Laut Natuna juga menjadi penentu lama operasi kapal patroli. Sehingga pelaksanaan operasi hendaknya menggunakan unsur-unsur yang memiliki *endurance* yang lama untuk mengoptimalkan pelaksanaan operasi, sehingga penggunaan anggaran dan konsumsi logistik cair seperti bahan bakar juga menjadi perhitungan yang perlu untuk dianalisa.

Faktor gelombang laut dan luasnya wilayah operasi secara tidak langsung akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar dari kapal patroli yang sedang melaksanakan operasi di wilayah perairan Laut Natuna Utara. Beberapa kondisi dan situasi yang telah dijelaskan diatas dapat disimpulkan bahwa pengiriman kapal patroli menuju daerah operasi haruslah melewati pertimbangan dan pemilihan yang dapat dipertanggungjawabkan, sehingga perlu dilaksanakan penelitian untuk menentukan dan memilih jenis kapal patroli yang sesuai untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara. Adapun tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini untuk memilih alternatif jenis kapal patroli yang sesuai untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara.

Perhitungan *Analytic Network Process* (ANP) yang telah dilaksanakan peneliti pada penelitian terdahulu akan dijadikan referensi untuk melaksanakan perhitungan dalam menentukan alternatif yang akan dipilih. Jenis kapal patroli akan dipilih menggunakan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR) dengan menjadikan hasil perhitungan ANP sebagai nilai *benefit*. Setelah diperoleh alternatif kapal patroli berdasarkan metode BCR selanjutnya jenis-jenis kapal patroli tersebut akan dianalisa menggunakan teori gelombang laut untuk menghitung tingkat keamanan kapal patroli pada saat melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara.

## METODE

Rancangan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap penelitian, yang pertama menentukan langkah-langkah dan prosedur yang harus ditempuh, sumber data, waktu penelitian. Kedua menghimpun data-data yang diperoleh kemudian diolah sehingga dapat dianalisis. Suharyo, Ahmadi, & Cahyono (2017) melaksanakan penelitian kuantitatif untuk memilih jenis kapal patroli yang terbaik untuk operasi di Laut Natuna Utara berdasarkan pertimbangan gelombang laut terhadap tingkat keamanan kapal patroli pada saat melaksanakan operasi dan analisis kelayakan BCR.

Purwanto (2019) dalam penelitiannya membahas tentang pemilihan jenis kapal patroli dengan menggunakan metode *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) dan ANP. Proses pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka dan observasi sehingga diperoleh data primer dan data sekunder yang mendukung terlaksananya penelitian. Observasi merupakan kegiatan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti baik dalam menerima pemahaman ataupun hasil tes pada saat menerima pelajaran yang terkait dengan penelitian (Pungkasanti & Handayani, 2017). Kegiatan observasi dan studi pustaka menghasilkan data-data yang berupa data gelombang Laut Natuna Utara, hasil perhitungan metode DEMATEL dan ANP, data teknis kapal patroli, biaya operasi, dan lain-lain. Analisa dilaksanakan setelah proses perhitungan dan pengolahan data pada masing-masing tahapan selesai dilaksanakan. Analisa yang dilaksanakan adalah pada tahap analisa gelombang laut terhadap keamanan kapal patroli pada saat melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara.

Menurut Purba & Pranowo (2015) disebutkan bahwa gelombang laut adalah proses pergerakan naik turun dari permukaan air laut secara tegak lurus pada periode waktu tertentu hingga mencapai keseimbangan. Pengertian lain dari gelombang Laut adalah gerakan air laut baik naik maupun turun secara tegak lurus sehingga membentuk kurva/grafik sinusoidal (Dhanista 2017). Berdasarkan dua definisi tentang gelombang laut dapat disimpulkan bahwa gelombang laut adalah pergerakan naik dan turun dari permukaan air laut yang terjadi dalam periode waktu tertentu sehingga membentuk suatu kurva atau grafik sinusoidal. Gelombang laut terjadi akibat adanya pengaruh angin.

Kurniawan et al. (2011) menyebutkan bahwa gelombang laut merupakan fenomena alam yang sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan bagi kegiatan kelautan, sehingga informasi terhadap variasi dan karakteristik gelombang laut tentu sangat diperlukan. Gelombang laut pada waktu tertentu menyimpan ancaman bagi kapal-kapal yang berlayar di atasnya. Gelombang akan memiliki energi potensial untuk merobohkan kapal

apabila ketinggian gelombang mencapai 30% dari panjang kapal (Tredup 2011). Informasi prakiraan cuaca sangat dibutuhkan sebelum melaksanakan pelayaran untuk mengetahui ketinggian gelombang yang akan dilalui serta untuk memperhitungkan tingkat bahaya gelombang terhadap kapal. Tinggi gelombang berbahaya dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1** dan **Persamaan 2**.

Rumus tinggi gelombang berbahaya ( $H_D$ ):  
 $H \geq 30\% \times LOA$ .....(1)

Gelombang pecah (HB) jika:  
 $L \leq 7 \times H$ .....(2)

Di mana:

- H : Tinggi Gelombang (m).
- LOA : Panjang Keseluruhan Kapal (m).
- L : Panjang Gelombang (m).

Berdasarkan **Persamaan 1** dan **Persamaan 2** di atas tinggi gelombang berbahaya dapat diklasifikasikan sebagaimana **Tabel 1**. Proses pengolahan dilaksanakan setelah seluruh data yang dibutuhkan diperoleh. Pengolahan data pada penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yaitu tahap perhitungan menggunakan metode BCR dan tahap analisa gelombang laut terhadap keamanan kapal patroli pada saat beroperasi.

**Tabel 1.** Klasifikasi tingkat keamanan area.

Level	Algoritma	Warna
Sangat Berbahaya	$H_s \geq 30\% LOA$	Merah muda
Berbahaya	$H_s \geq HH$	Merah
Waspada	$L \geq LWL$	Kuning
Aman	$H_s \leq HH$ dan $L \leq LWL$	Hijau

dimana:  $H_s$ : tinggi gelombang representatif (m).  
 $HH$ : tinggi lambung kapal (m).  
 $LWL$ : panjang kapal pada garis air (m).  
 $L$ : Panjang Kapal (m).

BCR adalah cara praktis untuk menaksir kemanfaatan proyek, di mana untuk hal ini diperlukan tinjauan yang panjang dan luas. BCR biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari suatu proyek pada masyarakat umum terhadap ongkos-ongkos yang dikeluarkan (Haas & Meixner 2005). Metode BCR dihitung menggunakan software Microsoft Excel. Berikut persamaan yang digunakan.

$BCR = B / C$ .....(3)

di mana:

- B = Nilai Bobot ANP.
- C = Total Biaya Operasi

Suatu proyek dikatakan layak atau bisa dilaksanakan apabila perbandingan antara manfaat terhadap biaya yang dibutuhkannya  $> 1$  (Daulay, Yulinda, & Bathara 2014). Sedangkan Rukmana (2017) mengklasifikasikan kelayakan berdasarkan

teori BCR diantara adalah jika nilai  $BCR < 1$  maka manfaat yang ditimbulkan proyek lebih kecil dari biaya yang diperlukan secara ekonomi, proyek tersebut tidak layak untuk dijalankan, jika nilai  $BCR = 1$  maka manfaat yang ditimbulkan proyek sama dengan biaya yang diperlukan secara ekonomi, proyek tersebut layak untuk dijalankan, dan jika nilai  $BCR > 1$  maka manfaat yang ditimbulkan lebih besar dari biaya yang diperlukan secara ekonomi proyek tersebut layak untuk dijalankan. Pendekatan menggunakan BCR pada ANP sama dengan pendekatan BCR pada umumnya, jika pada ANP yang akan dilakukan perbandingan adalah prioritas keunggulan dan prioritas harga, sehingga yang akan dipilih adalah nilai perbandingan dengan nilai terbesar.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Legal Status Perairan Indonesia**

Susmoro (2019) menjelaskan bahwa secara geografis Indonesia berada diantara dua benua yaitu benua Australia dan benua Asia, serta diantara dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Selain itu Indonesia memiliki total luas wilayah sebesar 8,3 jutakm<sup>2</sup> dengan luas perairan 6,4 juta km<sup>2</sup> dan luas daratan sebesar 1,9 juta km<sup>2</sup> serta jumlah pulau yang dimiliki sebanyak 17.504 pulau. Berdasarkan kondisi geografis tersebut Indonesiaditetapkan sebagai negara kepulauan seperti yang tercantum dalam *Law of The Sea Convention* (LOSC) dalam pasal 2 dan 49. Dalam pasal tersebut menyebutkan bahwa negara kepulauan mempunyai kedaulatan di wilayah perairan pedalaman, perairan kepulauan dan laut teritorial (Buntoro 2012).

Berdasarkan UU Nomor 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia ketiga zona maritim tersebut tersebut tergabung menjadi satu istilah yang dikenal sebagai Perairan Indonesia (Republik Indonesia, 1996). UU Nomor 6 Tahun 1996 juga menyebutkan bahwa Perairan Indonesia mempunyai kedaulatan (*sovereignty*) di Perairan Indonesia tersebut. Pengaturan penetapan batas wilayah laut suatu negara terdapat dalam UNCLOS 1982 di mana zona laut ditetapkan sebagai berikut diantaranya adalah perairan pedalaman, perairan kepulauan, laut territorial, zona tambahan, Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), landas kontinen, laut lepas dan Kawasan dasar laut internasional. Bagian zona – zona perairan Indonesia digambarkan seperti pada **Gambar 1**.

**Gambaran Umum Wilayah Natuna**

Berdasarkan UU Nomor 33 Tahun 2008, Kabupaten Natuna memiliki luas wilayah 264.198,37km<sup>2</sup> yang terdiri dari 2.001,30km<sup>2</sup> berupa luas daratan dan 262.197,07km<sup>2</sup> luas lautan dengan Ranai sebagai Ibukota Kabupaten Natuna. Secara geografis, Natuna berada pada posisi 01° 16' – 7° 19' LU dan 105° 00' – 110° 00' BT. Batas wilayah Kabupaten Natuna, diantaranya adalah

wilayah sebelah utara berbatasan dengan negara Vietnam dan Kamboja, wilayah sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Kepulauan Anambas dan Malaysia Barat, wilayah sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Tambelan, Kabupaten Bintan, dan wilayah sebelah timur berbatasan dengan Malaysia Timur dan Propinsi Kalimantan Barat (Republik Indonesia, 2008). Kabupaten Natuna memiliki 154 pulau, dengan 27 pulau atau tepatnya 17,53% yang telah berpenghuni. Diantara pulau-pulau tersebut terdapat dua pulau dengan ukuran yang besar yaitu Pulau Bunguran dan Pulau Serasan. Deretan pulau-pulau tersebut dikelompokkan menjadi dua gugusan di antaranya adalah gugusan Pulau Natuna yang terdiri dari pulau-pulau di wilayah Bunguran, Sedanau, Midai, Pulau Laut, dan Pulau Tiga. Gugusan bagian kedua merupakan gugusan Pulau Serasan yang terdiri dari pulau-pulau di wilayah Serasan, Subi Besar dan Subi Kecil. Kabupaten Natuna memiliki iklim yang sangat dipengaruhi oleh perubahan arah angin. Musim kemarau di wilayah tersebut pada umumnya terjadi di bulan Maret sampai dengan bulan Juli. Pada musim hujan, curah hujan dalam satu tahun sekitar 198,9mm dengan kelembapan udara sekitar 88% serta temperatur udara berkisar diantara 22,80°C sampai dengan 31,90°C. Kabupaten Natuna terletak di wilayah iklim Tropika Basah dan sangat dipengaruhi oleh perubahan arah angin sehingga terdapat 4 musim yaitu Musim Utara, Musim Timur, Musim Selatan dan Musim Barat. Diantara keempat musim tersebut musim Utara merupakan musim yang paling berbahaya dibandingkan dengan keempat musim lainnya. Pada musim tersebut sering terjadi hujan deras dan angin kencang sehingga sering menyebabkan terjadinya

penundaan penerbangan serta pelayaran, pembatalan pelayaran dari Natuna maupun ke Natuna yang diakibatkan oleh gelombang tinggi di Perairan Laut China Selatan dan Laut Natuna Utara yang mencapai 2-3m dan pada saat tertentu dapat mencapai 5m.

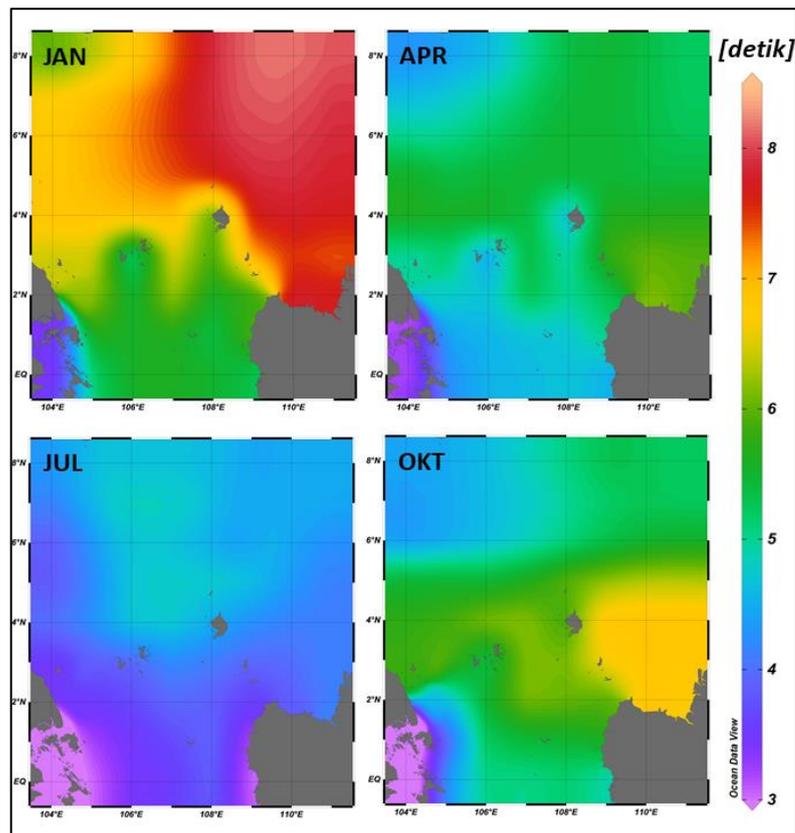
Posisi geografis Indonesia menjadikan Laut Natuna Utara memiliki potensi sumberdaya ekonomi terutama potensi yang berasal dari sektor pertambangan terutama cadangan minyak dan gas bumi. Menurut Nugrohadhi et al. (2013) kandungan gas alam di Laut Natuna mencapai volume 222 *trillion cubic feet* selain itu potensi gas hidrokarbon yang ada di Laut Natuna Utara mencapai 46 *trillion cubic feet*. Potensi tersebut terdapat di lading gas D-Alpha atau yang lebih dikenal dengan *Blok East Natuna*.

Bukan hanya berjaya di sektor gas alam, Natuna juga diselimuti minyak bumi yang seolah tiada pernah ada habisnya. Sumur-sumur off shore yang berada di bagian timur Natuna itu terus memancarkan minyaknya. Purwatiningsih (2012) menyebutkan bahwa cadangan minyak bumi Natuna diperkirakan mencapai 14.386.470 barel. Berdasarkan pendapat jumlah tersebut Indonesia berhasil mendapatkan gas dan minyak alam lebih besar dari gas Arun di Nanggroe Aceh Darussalam (Shalimah 2018). Sedangkan Blok Natuna Sea A yang terletak di Laut Natuna Barat memproduksi sekitar 145MMscfd gas dan minyak alam dari Lapangan Anoa, 75 MMscfd dari Gajah Baru dan 2.350 barel per hari minyak. Sehingga total cadangan terbukti dan potensi cadangan (2P) diperkirakan sebesar 209 juta barel (Akmal, 2015).



Sumber: Susmoro, (2019).

Gambar 1. Zona wilayah perairan indonesia peta laut terbitan Pushidrosal tahun 2019.



Sumber: Anggara et al (2017) divisualisasi dan dianalisis ulang menggunakan perangkat lunak Ocean Data View  
**Gambar 2.** Periode gelombang laut rata-rata 10 tahun (Juli 2007-Juni 2017) di Laut Natuna.

**Analisis Gelombang Laut Bagi Operasi Kapal Patroli**

Gelombang Laut merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dengan kegiatan pelayaran kapal dilaut. Ketinggian dan panjang gelombang sangat menentukan dalam pelaksanaan pelayaran. Semakin tinggi gelombang maka semakin besar pula bahaya bagi kapal untuk melaksanakan pelayaran. Gelombang di Laut Natuna Utara yang berbahaya tersebut memiliki periode rata-rata antara 6,6 detik hingga 8,5 detik, artinya hantaman gelombang

tersebut frekuensinya sangat tinggi (**Gambar2**). Hal ini juga berlaku bagi kapal-kapal patroli yang sedang melaksanakan operasi. Penelitian tentang tinggi gelombang dan panjang gelombang telah dilaksanakan oleh Anggara et al(2017)dengan stasiun penelitian yang diamati memiliki titik koordinat sebagai berikut: Stasiun 1 berada pada posisi 05° 30' 00" LU, 109° 45' 00" BT, dan Stasiun 2 berada pada posisi 07° 15' 00" LU, 110° 30' 30" BT (**Gambar 3**).Adapun data tinggi Gelombang Signifikan dan Panjang gelombang di wilayah stasiun 1 dan stasiun 2 dapat dilihat pada **Tabel 2**.



**Gambar 3.** Stasiun penelitian yang diamati di Laut Natuna Utara, lihat Stasiun 1 dan Stasiun 2 untuk analisis karakter gelombang laut.

**Table 2.** Panjang Gelombang dan Tinggi Gelombang Signifikan Bulanan Selama 10 Tahun (Juli 2007 -Juni 2017).

Bulan	Panjang Gelombang (m)		Tinggi Gelombang Signifikan (m)	
	STA 1	STA 2	STA 1	STA 2
Januari	29,4-179,6	29,4-169,9	0,5-4,6	0,5-5,3
Februari	25,5-167,2	24,8-156,9	0,4-4,7	0,4-4,8
Maret	21,4-172,9	21,5-161,5	0,3-3,1	0,3-3,2
April	17,9-139,4	16,9-138,4	0,2-2,1	0,2-2,4
Mei	15,9-139,8	17,3-127,7	0,2-2,0	0,2-2,4
Juni	10,7-88,1	10,9-81,3	0,2-1,5	0,2-1,9
Juli	13,2-104,9	14,6-92,4	0,2-2,4	0,2-2,9
Agustus	14,2-67	15,5-76,2	0,2-1,9	0,2-2,7
September	12,6-110,5	11,7-110,9	0,1-2,6	0,2-3,2
Oktober	19,9-183,2	22,2-194	0,3-2,6	0,3-3,3
November	30,8-187,4	29,9-193,4	0,5-3,4	0,5-4,1
Desember	40,8-200,9	36,8-196,6	0,5-4,8	0,6-5,5

Sumber: Hasil pengolahan ulang dari data penelitian Anggara et al (2017).

**Table 3.**Data karakteristik jenis kapal patroli yang akan dipilih.

Tipe Kapal	LOA (m)	LWL (m)	HH (m)	Hb (m)
Tipe "A"	75,2	69	5,3	22,6
Tipe "B"	113,42	109,76	8,6	34
Tipe "C"	90,71	83,52	8,75	27,2
Tipe "D"	95	89,9	7,2	28,5

**Tabel 4.**Analisis tingkat keamanan kapal patrol di Laut Natuna Utara.

Stasiun	Jenis "A"		Jenis "B"		Jenis "C"		Jenis "D"	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Januari	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Februari	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Maret	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
April	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Mei	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Juni	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Green
Juli	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Green
Agustus	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Green
September	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Oktober	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
November	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Desember	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Keterangan:

Sangat berbahaya  
 Waspada  
 Aman  
 Bahaya  
 Stasiun I  
 Stasiun II

Pada **Tabel 3** selain menampilkan data panjang dan tinggi gelombang laut diperlukan data karakteristik kapal dari masing-masing jenis kapal patroli diantaranya adalah panjang kapal keseluruhan (LOA), panjang pada garis air (LWL), panjang gelombang (L) dan tinggi lambung (HH). Berikut data karakteristik jenis kapal patroli yang akan digunakan untuk menganalisa keamanan jenis kapal patroli tersebut dalam melaksanakan operasi. Berpedoman pada **Tabel 4** maka langkah selanjutnya adalah melaksanakan analisa keamanan masing-masing jenis kapal patroli menggunakan data karakteristik yang ada. Berdasarkan analisis antara tinggi gelombang, panjang gelombang dipadukan dengan data karakteristik kapal diperoleh bahwa gelombang yang dapat merobohkan kapal tidak ada kemungkinan terjadi di seluruh wilayah stasiun-stasiun penelitian karena tinggi gelombang berbahaya yang terjadi berada di bawah 22,6m (H<sub>b</sub> kapal patroli terendah). Setelah dilaksanakan

analisis antara karakteristik kapal dengan panjang gelombang serta tinggi gelombang diperoleh tingkat keamanan area bagi jenis kapal patroli tertentu adalah sebagai berikut.

**Tabel 4** menggambarkan bahwa seluruh kapal yang akan dipilih untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara adalah memiliki keamanan yang baik dalam menghadapi gelombang laut meskipun terdapat kapal patroli di bulan-bulan tertentu yang masih berbahaya untuk melaksanakan operasi yaitu kapal patroli jenis "A" terutama pada bulan-bulan Desember sampai dengan Januari. Berdasarkan hasil analisis pada keempat jenis kapal patroli yang akan dipilih untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara terdapat satu jenis kapal patroli yang berdasarkan analisis tingkat keamanan dalam melaksanakan operasi yang masih dinilai memiliki potensi bahaya yaitu kapal patroli jenis "A" hal ini disebabkan karena tinggi lambung kapal patroli jenis ini lebih rendah dari

tinggi gelombang signifikan didaerah Laut Natuna Utara terutama di wilayah stasiun 2.

**Analisis Keekonomisan Operasi Kapal Patroli**

Purwanto (2019) memperoleh prioritas kapal patrol menggunakan metode ANP menggunakan *Tools Software Super Decision* sebagai berikut kapal patroli jenis “C” dengan bobot 0,42177, kapal patroli jenis “D” dengan bobot 0,30779, kapal patroli jenis “B” dengan bobot 0,18484 dan yang terakhir adalah kapal patroli jenis “A” dengan bobot 0,08560. Dari hasil prioritas tersebut dilaksanakan langkah selanjutnya untuk menentukan prioritas alternatif menggunakan metode BCR. Nilai bobot pada alternatif yang diperoleh pada perhitungan ANP merupakan nilai input untuk nilai *benefit*.

Perhitungan *cost* akan diambil dari penggunaan BBM kapal patroli dan biaya operasi yang terdiri dari uang makan, dan tunjangan layar lainnya. Perhitungan BCR pada pemilihan jenis kapal patroli dapat dilihat pada **Tabel 5** yang menggunakan beberapa asumsi diantaranya nilai *cost* atau biaya dihitung selama satu bulan operasi dengan rincian kegiatan operasi dilaksanakan tiga hari layar dan tiga hari sandar dan saat sandar diasumsikan menggunakan aliran listrik darat sehingga tanpa konsumsi bahan bakar. Harga

bahan bakar solar Pertamina pada tahun 2019 di area Kepulauan Riau adalah Rp. 10.000. Seluruh data biaya yang telah dihitung diatas dilaksanakan normalisasi sebelum digunakan dalam perhitungan BCR.

Berdasarkan hasil perhitungan pada **Tabel 5** di atas diperoleh urutan prioritas terbaik alternatif pemilihan jenis kapal patroli dari hasil perhitungan BCR adalah kapal patroli jenis “C” dengan bobot nilai 1,5; kapal patroli jenis “D” dengan nilai bobot 1,3; kapal patroli jenis “B” dengan nilai bobot 0,6; dan kapal patroli Jenis “A” dengan nilai bobot 0,5. Maka secara keseluruhan kapal patroli jenis “C” merupakan kapal patrol yang terbaik untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara karena lebih efisien dan lebih aman terhadap pengaruh gelombang di Laut Natuna Utara.

Kapal patroli jenis “C” terpilih sebagai alternatif terbaik untuk melaksanakan operasi di wilayah Laut Natuna Utara setelah dilaksanakan perhitungan menggunakan metode BCR meskipun dalam penggunaan biaya operasi selama 30 hari berada pada urutan ketiga hal ini disebabkan oleh nilai *benefit* yang diperoleh dari data perhitungan ANP berada pada prioritas pertama dengan nilai yang cukup tinggi sehingga pada saat diolah menggunakan metode BCR tetap berada pada posisi yang terbaik.

**Tabel 5.** Perhitungan BCR pemilihan jenis kapal patroli.

Keterangan		Jenis Kapal Patroli			
Jenis Biaya	Rincian	Jenis "A"	Jenis "B"	Jenis "C"	Jenis "D"
1	2	3	4	5	6
<b>Biaya Bbm</b>					
	Harga Bbm	Rp.10.000	Rp .10.000	Rp.10.000	Rp.10.000
	Konsumsi Bbm/Hari	11040	10800	26400	17760
	Dalam Ton				
	Biaya Bbm 1 Hari	Rp 110.400.000	Rp .108.000.000	Rp.264.000.000	Rp.177.600.000
	Lama Patroli 1 Bln	30	30	30	30
	(3 Hr Sandar, 3 Layar)	15	15	15	15
	Total Biaya Bbm 15 Hari	Rp 1.656.000.000	Rp 1.620.000.000	Rp 3.960.000.000	Rp.2.664.000.000
<b>Biaya Uang Layar</b>					
	Uang Makan	Rp .83.000	Rp.83.000	Rp.83.000	Rp.83.000
	Tunj. Layar	Rp.18.000	Rp. 18.000	Rp. 18.000	Rp. 18.000
	Jumlah Personel	65	162	86	85
	Biaya Uang Layar	Rp.6.565.000	Rp. 16.362.000	Rp. 8.686.000	Rp. 8.585.000
	Total Biaya Uang Layar	Rp. 196.950.000	Rp. 490.860.000	Rp. 260.580.000	Rp. 257.550.000
	Total Biaya Layar 30 Hari	Rp. 307.350.000	Rp. 598.860.000	Rp. 524.580.000	Rp. 435.150.000
	<b>Normalisasi (Cost)</b>	<b>0,1647</b>	<b>0,3209</b>	<b>0,2811</b>	<b>0,2332</b>
	<b>Nilai Anp (Benefit)</b>	<b>0,0856</b>	<b>0,18484</b>	<b>0,42177</b>	<b>0,30779</b>
	<b>Nilai Bcr</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>

*Keterangan: Nilai bobot benefit diperoleh berdasarkan hasil perhitungan ANP*

## KESIMPULAN

Berdasarkan Analisa gelombang laut terhadap operasi Kapal Patroli di Laut Natuna Utara diperoleh bahwa seluruh alternatif Kapal Patroli yang akan dipilih tersebut merupakan jenis kapal patroli yang relatif aman untuk melaksanakan operasi meskipun kapal patroli jenis "A" pada bulan-bulan tertentu masih berbahaya untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara terutama pada bulan Desember dan Januari. Sedangkan berdasarkan tahapan dan penggunaan metode BCR diperoleh prioritas alternatif kapal patroli yang terpilih yaitu kapal patroli jenis "C". Kapal patroli jenis "C" merupakan Kapal patroli yang paling sesuai untuk melaksanakan operasi di Laut Natuna Utara dengan nilai bobot 1,5 diikuti oleh kapal patroli jenis "D", kapal patroli jenis "B" dan yang terakhir kapal patroli jenis "A".

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Komandan Seskoal Laksamana Muda TNI Dr. Amarulla Octavian, S.T., M.Sc., D.E.S.D. yang telah mendukung pelaksanaan penulisan dan penelitian serta penerbitan artikel ini. Artikel ini merupakan bagian dari Tesis penulis pertama yang disupervisi oleh penulis kedua dan ketiga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akmal. (2015). Strategi Indonesia Menjaga Keamanan Wilayah Perbatasan Terkait Konflik Laut Cina Selatan Pada Tahun 2009-2014. *Doctoral dissertation*, Riau University.
- Anggara, P. D., Adrianto, D., Pranowo, W.S., & Alam, T.M. (2017). Analisis Karakteristik Gelombang Laut Guna Mendukung Data Informasi Operasi Keamanan Laut Di Wilayah Laut Natuna Dan Laut Natuna Utara." *Jurnal Chart Datum*, 3(2), 107-131..
- Buntoro, K. (2012). Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI): Prospek Dan Kendala. Jakarta: *Sekolah Staf dan Komando TNI AL (Seskoal)*. 330.
- Daulay, I. F. D. F., Yulinda, E., & Bathara, L. (2014). Prospect of Enlargement of Business Development Goldfish in a Pool of Water Rushing in the Village Aek Libung District of Sayur Matinggi South Tapanuli Province of North Sumatra. *Doctoral dissertation*, Riau University
- Dhanista. (2017). Gelombang Laut. retrived: <https://www.its.ac.id/tkelautan/gelombang-laut/>. Diakses tanggal 23 Maret 2019, pukul 05.05 WIB.
- Haas, R., & Meixner, O. (2005). An Illustrated Guide to the Analytic Hierarchy Process. *Vienna: University of Natural Resources and Applied Life Sciences*.
- Kurniawan, R., & Habibie, M. N., & Suratno, S.(2011). Variasi Bulanan Gelombang Laut di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(3).
- Muliati, Y., Tawekal, R. L., Wurjanto, A., Kelvin, J., & Pranowo, W. S. (2019). Wind Wave Modeling In Natuna Sea: A Comparison Among Swan, Seafine, And Era-Interim. *International Journal of Geomatics* 16(54):176–84.
- Muzwardi, A. (2016). Analisa Pengelolaan Manajemen Perbatasan (Studi Kasus: Illegal Fishing Di Perairan Natuna)." in *Prosiding Seminar Bersama*. (p.94).
- Nugrohadi, I. A. W., Nuryantono, N, Tambunan, M., & Maulanan, A.(2013). Strategi dan Kebijakan Membangun Daya Saing Perikanan Kabupaten Natuna. *Doctoral Dissertation*, Institute Pertanian Bogor.
- Pungkasanti, P. T., & Handayani, T. (2017). Penerapan Analytic Network Process (ANP) Pada Sistem Pendukung Keputusan. *Jurnal Transformatika*, 14(2):66–71.
- Purba, N. P., & Pranowo, W. S. (2015). Dinamika Oseanografi, Deskripsi Karakteristik Massa Air Dan Sirkulasi Laut. *Universitas Padjajaran, Bandung*.
- Purwatingsih, A. (2012). "Eksplorasi dan Eksploitasi Pertambangan Minyak dan Gas Bumi di Laut Natuna Bagian Utara Laut Yuridiksi Nasional Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Kepulauan Natuna." *Reformasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 2(2).
- Purwanto, B. R. (2019). "Analisis Pemilihan Jenis KRI di Jajaran Satkor pada Operasi di Laut Natuna Utara Menggunakan Metode Dematel dan ANP. *Tesis*, Sekolah Staff dan Komando TNI AL Jakarta.
- Republik Indonesia (2008) Undang Undang No 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia
- Republik Indonesia (2008) Undang Undang No 33 Tahun 2008 tentang Pembentukan Kepulauan Anambas di Provinsi Kepulauan Riau.
- Rukmana, S. H. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Tender Proyek Menggunakan Metode Benefit Cost Ratio. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 5(2).
- Seskoal. (2019). *Laporan Kuliah Kerja Dalam Negeri Ke Batam Pasis Dikreg Seskoal Angkatan Ke – 57 TA. 2019*. Jakarta: Sekolah Staf dan Komando TNI AL.
- Shalimah. (2018). Strategi Indonesia Dalam Menghadapi Klaim 'Nine-Dash Line' Tiongkok Di Wilayah Perairan Kepulauan Natuna Pada Tahun 2014-2017. *Bachelor's Thesis*, FISIP UIN Jakarta.
- Suharyo, O. S., Ahmadi, A., & Cahyono, D. W. (2017). Analisa Pemilihan Tipe Kapal Patroli Di Perairan Indonesia Dengan Integrasi Metode Life Cycle Cost Dan MCDM. *Asro Journal-STTAL* 7, 1–15.
- Susmoro. (2019). "Strategi Maritim Kontemporer." *Seskoal*. Jakarta.
- Tredup, (2011) Dangerous waves and your boat. retrived: <http://www.oceannavigator.com/Ocean-Voyager-2011/>. Diakses tanggal 23 Maret 2019, pukul 05.30 WIB.