

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1. Landasan Teori

##### 2.1.1. Ilmu Pertahanan Negara

Ilmu merupakan cabang pengetahuan yang mempelajari ciri-ciri tertentu (Suriasumantri, 2009). Ilmu memang berbeda dari pengetahuan-pengetahuan secara filsafat, namun tidak terdapat perbedaan yang prinsipil antara ilmu-ilmu alam dan ilmu-ilmu sosial, dimana keduanya mempunyai ciri-ciri keilmuan yang sama. Pengetahuan yang diproses menurut metode ilmiah merupakan pengetahuan yang memenuhi syarat-syarat keilmuan, dan dengan demikian dapat disebut pengetahuan ilmiah atau ilmu.

Menurut Tippe, (2016) berdasarkan tinjauan ontologi, ilmu pertahanan adalah objek dari ilmu pertahanan yang mencerminkan perilaku negara untuk menjaga dan mengembangkan keberlanjutan negara yang bersangkutan. Kebutuhan untuk mempelajari masalah-masalah pertahanan secara filosofis berangkat dari keberadaan suatu entitas yang disebut negara (state) dan kebutuhan untuk mempertahankan diri (survive) dari ancaman terhadap negara tersebut. Dengan kata lain, secara ontologis, kebutuhan sebuah negara dalam mempertahankan dan melestarikan kedaulatan, keutuhan wilayah dan keselamatan bangsa dan masyarakatnya dari berbagai ancaman merupakan perwujudan objek formal dari ilmu pertahanan. Secara epistemologi ilmu pertahanan merupakan ilmu multidisiplin, interdisiplin dan transdisiplin. Secara aksiologis, ilmu pertahanan menurut Tippe, S. (2016) merupakan suatu ilmu pertahanan yang telah berkembang sejak abad ke-20 yang telah memberikan kontribusi yang sangat berarti terhadap pengembangan kebijakan pertahanan suatu negara.

Menurut Supriyatno (2014), mendefinisikan ilmu pertahanan sebagai suatu ilmu yang mempelajari bagaimana mengelola sumber daya dan kekuatan nasional pada saat damai, perang, dan pada saat sesudah perang, guna menghadapi ancaman dari luar dan dari dalam negeri, baik berupa ancaman militer dan non militer terhadap keutuhan wilayah, kedaulatan negara, dan keselamatan segenap bangsa dalam rangka mewujudkan keamanan nasional. Terdapat dua manfaat utama dari ilmu pertahanan bagi kehidupan berbangsa dan bernegara serta hubungan antar bangsa, yaitu menurut dimensi ruang dan waktu. Menurut dimensi ruang manfaat ilmu pertahanan yaitu perang yang dilaksanakan di teritori negara sendiri dan perang yang dilaksanakan di luar negara sendiri. Kemudian manfaat ilmu pertahaan menurut dimensi waktu yaitu pertama pada masa damai, bagaimana mengelola sumber daya pertahanan pada saat damai atau jauh sebelum peperangan itu terjadi. Kedua, pada saat perang, dan yang ketiga adalah setelah peperangan selesai.

Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 merupakan dasar dalam menjalankan kehidupan berbangsa dan bernegara bagi seluruh warga negara Indonesia haruslah dijalankan secara seksama dan juga bijak. Sebagai sumber tertinggi dalam tatanan hukum, UUD Negara Republik Indonesia 1945 mengatur segala aspek jalannya pemerintahan termasuk dalam bidang pertahanan dan keamanan negara dari ancaman dari luar maupun dari dalam negara. Dalam alinea ke-4 pembukaan UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945, secara implisit bahwa Indonesia menerapkan unsur kesemestaan dalam sistem pertahanan negara yang berjalan sesuai dengan tujuan nasional terhadap perlindungan segenap bangsa Indonesia.

**a. Teori Balance Of Power**

Teori perimbangan kekuatan (Balance of Power) adalah berawal dari eksistensi system kenegaraan sebagai kelompok-kelompok yang merdeka. Negara-negara ini hidup bertetangga satu dengan lainnya

sehingga saling berinteraksi satu dengan yang lain. Kedudukan sebagai negara yang merdeka dan berdaulat ini secara relative menerapkan suatu prinsip persamaan. Selanjutnya berubah sering dengan adanya berbagai kepentingan-kepentingan dari masing-masing negara yang saling berbenturan satu dengan yang lainnya. Hans J Morgenthau, dalam konsep balance of power nilai kekuatan sebuah negara sebagai ukuran dari sebuah proses keseimbangan kekuatan. Kondisi lingkungan Indonesia yang memiliki banyak wilayah pebatasan dengan negara lain, baik wilayah pebatasan darat maupun wilayah perbatasan laut menuntut perhatian lebih dalam bidang pertahanan. Berdasarkan posisi geografisnya maka Indonesia akan berinteraksi dengan berbagai factor kepentingan dengan negara lain, yakni kepentingan untuk saling membutuhkan. Bernard KS, (2010).

b. Teori Sea Power A.T. MAHAN.

Mahan (1892) dalam bukunya "The Influence Of Sea Power Upon History" mengemukakan bahwa ada enam syarat utama yang mempengaruhi tingkat kekuatan laut yaitu Bentuk dari kondisi geografis suatu negara yang terdiri dari atas pulau-pulau, teluk-teluk ataupun lainnya. Bentuk fisik wilayah negara. Posisi yang dimaksud adalah posisi terhadap lingkungan negara-negara tetangga (terhadap jalur transportasi perdagangan lewat laut). Luas wilayah. Wilayah negara yang meliputi perbandingan luas tanah/daratan dengan lautnya. Jumlah penduduk. Masyarakat yang bermata pencahariannya dibidang kemariman/kelautan. Watak bangsa. Bagaimana suatu bangsa dalam memandang laut sebagai sumber penghidupan, alat pemersatu, media penghubung dan media untuk mempertahankan kedaulatan negaranya. Watak serta kebijaksanaan pemerintah. Menyangkut masalah political will yang terkait dengan kemaritiman.

c. Revolutionary in Military Affairs (RMA)

Revolution of Military Affairs, ada dua pendekatan dalam RMA yaitu Pendekatan Kesisteman (System of the systems approach) dan Pendekatan tiga komponen yaitu teknologi, doktrin dan organisasi (triad of technology, doctrine and organization). Pendekatan kesisteman (system of the systems approach) lebih menekankan pada pemanfaatan teknologi, berpandangan bahwa RMA terjadi akibat adanya integrasi Precision strike (serangan yang akurat), Information warfare (peperangan informasi), Dominating maneuvers (kebebasan untuk bermanuver) dan space warfare (peperangan ruang angkasa), semuanya sangat membutuhkan dukungan teknologi seperti satelit, network centric warfare serta sistem persenjataan yang handal (pesawat dan kapal selam siluman serta rudal-rudal cerdas). Tiga komponen yang berpengaruh dalam militer yaitu teknologi, doktrin dan organisasi, terjadi akibat adanya perubahan lingkungan strategis yang menyebabkan teknologi memiliki pengaruh dalam hubungan atau perilaku militer, hal ini akan berakibat adanya perubahan terhadap doktrin militer dan struktur organisasi. Maka kehadiran RMA akan dirasakan apabila adanya suatu perubahan yang dapat merubah karakter konflik secara dramatis pada periode waktu yang sangat singkat. Perubahan tersebut menyebabkan terjadinya perubahan yang ekstrim pada doktrin militer dan organisasi yang dibutuhkan. Dalam Peraturan Menteri Pertahanan No.15 Tahun 2009 mengenai Pembinaan Teknologi dan Industri Pertahanan, disebutkan bahwa salah satu fungsi Kementerian Pertahanan dalam pembinaan industri pertahanan dalam negeri adalah untuk melakukan analisis perkembangan teknologi dan Revolution in Military Affairs (RMA) secara terus-menerus. Pemerintah mendefinisikan RMA sebagai sebuah perubahan dan perkembangan secara signifikan keterkaitan di bidang/aspek militer, akibat suatu empiris lapangan dengan pertemuan/rekayasa teknologi dan lainnya, yang sangat berpengaruh simetris terhadap doktrin, strategi, dan postur militer dari suatu negara. Lutfi M (2012).

d. Strategi Pertahanan Mandala Bawah Laut

*Revolution in Military Affairs* (RMA) telah mensintesa sebuah konsep baru dimana perang sekarang lebih banyak menggunakan rekayasa ilmu pengetahuan dan teknologi keangkatanlautan, termasuk didalamnya membangun teknologi terbaru dalam sistem pendeteksian kapal selam lawan menggunakan metode akustik pasif yang kurang menjadi perhatian baik oleh Blok Barat maupun Blok Timur. (Harsono G, 2017)

Dalam kepentingan militer, karakteristik unik bentang alam oseanografi regionalnya menjadikan perairan Indonesia wilayah menantang untuk menguji keandalan alat-alat perang bawah air negara-negara besar. Hal ini mengingat dinamisnya sifat-sifat fisika, kimia dan biologi laut Indonesia yang tidak dijumpai di negara-negara besar dimana teknologi akustiknya sudah sangat maju. Umumnya teknologi yang mereka kuasai sangat andal digunakan di perairannya sendiri (negara barat dan Timur) yang mempunyai karakter sederhana tidak sekomplek seperti di wilayah perairan Indonesia. (Harsono G, 2017)

Kepentingan ini diperuncing dengan meningkatnya ketegangan akibat masalah perbatasan dan sengketa Laut Cina Selatan antara Cina dengan Pilipina, Vietnam, Malaysia dan juga Indonesia. Juga perebutan pengaruh Cina dengan USA dalam menguasai jalur sutera. Dalam suatu pertempuran modern apalagi yang menggunakan berbagai macam senjata perusak masal Indonesia akan mengalami kerugian yang sangat besar jika wilayahnya sampai dijadikan wilayah pertempuran, infrastruktur publik akan rusak belum lagi kerusakan lingkungan dan banyaknya korban sipil yang akan timbul seandainya war zone terjadi di wilayah Indonesia. Jika terjadi pertempuran sebisa mungkin Indonesia harus bisa menggiring agar zona perangnya terjadi jauh diluar wilayah Indonesia atau kalau bisa jadikan wilayah musuh sebagai zona perangnya. (Harsono G, 2017)

Dalam konsepsi pertahanan, perang laut masa kini tidak lagi didominasi kapal atas air yang berhadapan dengan musuh sejenis serta

pesawat udara. Namun juga harus berhadapan dengan ancaman lain yang harus diperhitungkan yang berasal dari bawah permukaan air. Satu diantaranya adalah kekuatan kapal selam, mesin perang yang hingga kini paling ditakuti oleh kapal atas air termmodern sekalipun, karena sifat kerahasiaan dan pendudukan yang sangat mematikan lawan. Aplikasi militer sistem navigasi dan persenjataan kapal selam sebagian besar menggunakan transmisi gelombang akustik yang sangat menggantungkan pada kondisi sifat fisik medium air seperti halnya suhu dan salinitas. Setiap perubahan sifat fisik air sangat ditentukan oleh kedalaman kolom air dan letak geografisnya. (Harsono G, 2017)

Konsep kemenangan perang di laut adalah ketika kita mampu menguasai mandala perang bawah air untuk memberikan keunggulan yang mampu dimanfaatkan untuk mengalahkan kekuatan lawan. Konsep peperangan bawah air lebih rumit dibanding peperangan atas air, karena bukan saja kita harus memperoleh keunggulan teknologi dari lawan, namun juga pengetahuan dan kecukupan informasi tentang karakteristik mandala tempur/operasi sendiri seperti kelengkapan data hidro-oseanografi. Sebab, keberhasilan sebuah operasi peperangan bawah air bukan lagi menggantungkan pada sektor kekuatan kapal selam/ anti kapal selam semata, namun juga pentingnya keunggulan data dan informasi kondisi mandala bawah air yang lengkap dan akurat. (Harsono G, 2017)

Teknologi sonar yang selama menjadi instrumen unggulan kapal atas air maupun kapal selam sendiri dalam peperangan bawah air, ternyata mempunyai kelemahan, seperti penyusupan kapal selam kedalam “wilayah kedap” terhadap transmisi gelombang suara yang dikenal *Shadow Zone*, sebuah lapisan bawah permukaan dimana temperatur dan salinitas laut pada lapisan tersebut mampu memberikan efek pantulan gelombang suara yang dikirim (*backschattering*) sonar musuh secara minimum. Selain dengan memanfaatkan karakter mandala bawah air tersebut, kapal selam sekarang juga dilengkapi bahan material

yang mampu mengakibatkan minimnya pemantulan gelombang suara (acoustic absorber) dan juga teknologi *jamming*, yang dapat mengacaukan hamburan gelombang suara (*backscattering*) kiriman gelombang akustik lawan serta dapat merusak sistem peralatan pada sonar sendiri. (Harsono G, 2017)

Efektivitas fungsi dan keandalan peralatan navigasi kapal selam tersebut sangat ditentukan oleh mandala lingkungan perairan sekitarnya. Sistem sonar akan bekerja dengan baik jika pergerakan stratifikasi lapisan pada kolom massa air dimana area kedap suara terdapat secara musiman dapat dipetakan dengan baik. Lapisan gambar gerombolan organisme planktonik yang sering mengacaukan deteksi navigasi kapal selam. Pola aliran arus permukaan pada lapisan Ekman lapisan masih dipengaruhi kondisi atmosfer atasnya maupun arus lapisan menengah dimana arus Geostropik berperan dapat dikenali karakteristik dan dinamika pergerakannya, gelombang laut dalam (*internal wave*) yang sering membuat kapal selam harus menghindarinya, serta dinamika lautan lainnya akibat gaya penggerak jarak jauh (Gelombang Kelvin dan Gelombang Rossby) merupakan fenomena yang harus menjadi pertimbangan dalam menentukan strategi pertahanan laut Indonesia. Penentuan jenis kapal selam dan peralatan monitoring dan surveillance harus mempertimbangkan karakteristik mandala lingkungannya. (Harsono G, 2017)

Strategi pertahanan ALKI merupakan salah satu upaya menghadapi ancaman yang ada dengan menggunakan pertimbangan keuntungan geografi Indonesia yang banyak tersebar pulau-pulau dan celah-celah sempit. Pertahanan ALKI akan menciptakan pengendalian laut untuk meminimalisir potensi ancaman guna menjamin keamanan pertahanan nasional. Oleh karena itu dalam menentukan strategi pertahanan laut perlu mempertimbangkan karakter kompartemen mandala lingkungan laut Indonesia dengan menyelaraskan kebutuhan wahana dan

peralatan deteksi pada ketiga kawasan kompartemen strategis disesuaikan dengan karakteristik mandala lingkungan lautnya, terutama kebutuhan kapal selam dan sistem deteksi dini di selat-selat sempitnya. (Harsono G, 2017)

## 2.1.2 Teori Propagasi Akustik Bawah Air

### a. Gradien Kecepatan Suara Negatif

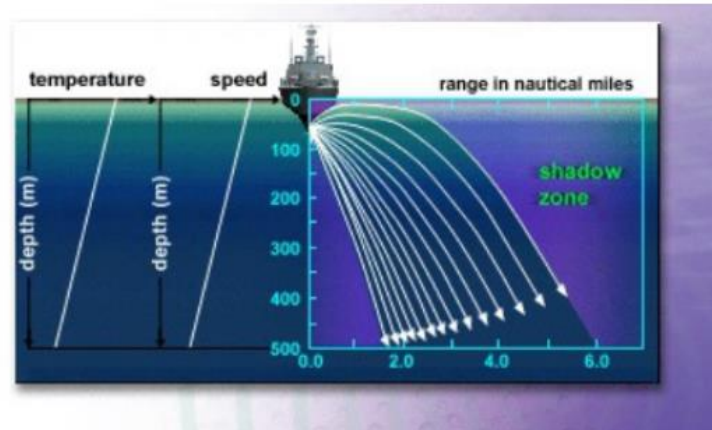
Variasi lapisan kedalaman menyebabkan perubahan dalam kecepatan bunyi (bisa bertambah dan bisa berkurang). Perubahan kecepatan bunyi ini menyebabkan bunyi bias saat bergerak di antara area dengan kecepatan bunyi yang berbeda, menekuk atau membias ke arah wilayah dengan kecepatan bunyi yang lebih rendah. Semakin besar gradien kecepatan bunyi di antara wilayah, semakin besar jumlah refraksi. Pembiasan bunyi dalam air laut merupakan aspek penting dari perambatan akustik, karena pola refraksi tertentu mengarah pada jalur perambatan karakteristik.

Dalam situasi ini, ada gradien vertikal negatif dalam kecepatan bunyi, dan kedalaman lapisan berada pada kedalaman nol. Gradien kecepatan bunyi negatif biasanya disebabkan oleh penurunan suhu pada kedalaman. Gelombang akan selalu dibiaskan atau membelok ke arah daerah-daerah dengan kecepatan bunyi yang lebih lambat, sehingga dalam gradien kecepatan bunyi yang negatif membias ke bawah. Dalam hal ini, gelombang akan cenderung merambat ke bawah sampai suhu menjadi isothermal dan peningkatan tekanan akan meningkatkan kecepatan bunyi.

Gradien kecepatan bunyi negatif biasanya disebabkan oleh penurunan suhu pada kedalaman. Gelombang akan selalu dibiaskan atau membelok ke arah daerah-daerah dengan kecepatan bunyi yang lebih lambat, sehingga dalam gradien kecepatan bunyi yang negatif membias ke bawah. Dalam hal ini, gelombang akan cenderung merambat ke bawah

sampai suhu menjadi isothermal dan peningkatan tekanan akan meningkatkan kecepatan bunyi. Untuk kasus di mana gradien negatif, sinar yang sudah mencapai batas akan dibelokkan kembali ke tengah, terlepas dari apakah sinar naik atau turun. Ketika sinar menembus di bawah lapisan, maka akan dibelokkan ke bawah. Karena itu, sinar menyimpang di atas dan di bawah lapisan. Di luar rentang minimum tertentu, sinar dari sumber tidak akan pernah mencapai lokasi tepat di bawah lapisan, ini yang disebut *Shadow Zone* Ini adalah kedalaman yang disukai bagi kapal selam untuk beroperasi. Kedalaman optimal untuk beroperasi pada kapal selam disebut kedalaman terbaik (Best Depth). Kedalaman ini akan sangat berbahaya apabila tidak dapat dideteksi.

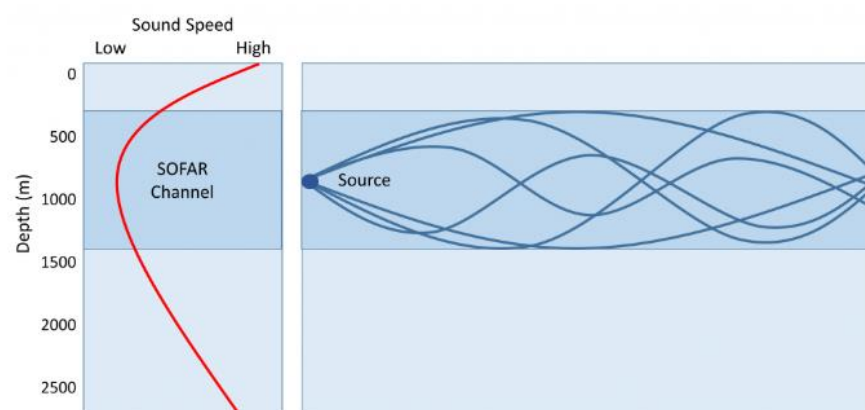
Gradien negatif terjadi pada saat terjadi penurunan suhu terhadap kedalaman. Dimana penurunan suhu ini lebih dominan mempengaruhi kecepatan suara dibanding dengan peningkatan tekanan terhadap penambahan kedalaman. Pada gradien negatif ini, lintasan suara akan dibelokkan / dibiaskan ke arah daerah yang memiliki kecepatan suara yang lebih rendah, sehingga pada gradien negatif, lintasan suara akan dibelokkan ke bawah. Perlu diketahui adanya daerah bayangan (*Shadow Zone*), Besarnya gradien negatif yang ditimbulkan akan menentukan intensitas / jumlah refraksi yang terjadi yang akan mempengaruhi jarak terbentuknya *Shadow Zone* tersebut secara langsung. *Shadow Zone* ini dapat digunakan oleh kapal selam untuk mendekati kontak permukaan tanpa terdeteksi.



**Gambar 2.1 Profil Gradien Suara negative. Zainuddin L, (2015).**

b. Sound Fixing and Ranging (SOFAR)

Lapisan SOFAR (Sound Fixing and Ranging) merupakan daerah dengan akumulasi temperature dan kedalaman, sehingga kecepatan suara menjadi berkurang atau biasa disebut lapisan C (kecepatan suara) minimum. Pada lapisan C minimum ini, gelombang suara dapat merambat dalam gerak yang cukup besar sehingga tidak banyak energy yang hilang dan akhirnya akan terperangkap pada lapisan SOFAR.



**Gambar 2.2 Profil SOFAR**

Sumber: <https://rwu.pressbooks.pub/webboceanography/chapter/6-4-sound/>

c. Teori Pasang Surut Air Laut

Pasang surut air laut dibedakan dalam dua kondisi, yaitu air permukaan laut naik yang disebut pasang dan air permukaan laut turun yang disebut surut. Perubahan bentuk permukaan air laut tersebut disebabkan oleh gravitasi bulan. Permukaan air laut sering mengalami naik turun atau memunculkan gelombang secara berkala, Keadaan tersebut salah satunya disebabkan adanya pasang surut air laut. Air merupakan zat cair yang mudah berubah jika dikenai gaya. Akibat gaya gravitasi bulan pada suatu laut, maka bisa menyebabkan gelombang air laut naik atau turun. Terjadinya proses pasang surut air laut tersebut, laut akan mengalami beberapa kali pasang dan beberapa kali surut akibat dari rotasi bumi. Pada saat terjadi bulan purnama, bagian bumi yang menghadap bulan akan mengalami pasang naik tertinggi, Sedangkan bagian bumi yang membelakangi bulan mengalami surut terdalam.

Pasang naik atau pasang purnama umumnya terjadi dua kali dalam sebulan, tepatnya di bulan baru dan bulan purnama. Ketika bulan baru, posisi bumi, bulan, dan matahari berada pada satu garis lurus (konjungsi), sehingga gaya gravitasi bulan dan matahari menarik bumi.

Sedangkan saat bulan purnama, posisi bulan, bumi, dan matahari berada pada satu garis (oposisi), sehingga gaya gravitasi bulan akan menabrak bumi. Jenis pasang surut air laut selanjutnya adalah pasang perbani. Kondisi ini disebut juga pasang naik dan pasang surut terendah. Pasang perbani terjadi saat bulan di kuartal I dan III. Bulan kuartal adalah posisi bulan berada pada tegak lurus dengan garis penghubung bulan dan matahari (membentuk sudut  $90^\circ$ ), tidak sejajar dengan bumi. Pasang ini juga terjadi dua kali pada setiap bulannya. Tipe pasang surut air laut digolongkan menjadi 3 macam berdasarkan waktunya. Tipe tersebut antara lain tipe harian tunggal (diurnal type), tipe harian ganda atau tengah harian (semi diurnal type), dan tipe campuran (mixed tides).

Pengertian pasang surut tipe harian tunggal yaitu, pasang surut yang terjadi apabila dalam sehari (24 jam) hanya terjadi satu kali pasang

dan surut pada air laut. Pasang surut harian ganda adalah kondisi apabila terjadi dua kali pasang dan surut dalam waktu 24 jam atau satu hari. Tipe ini yang sering terjadi.

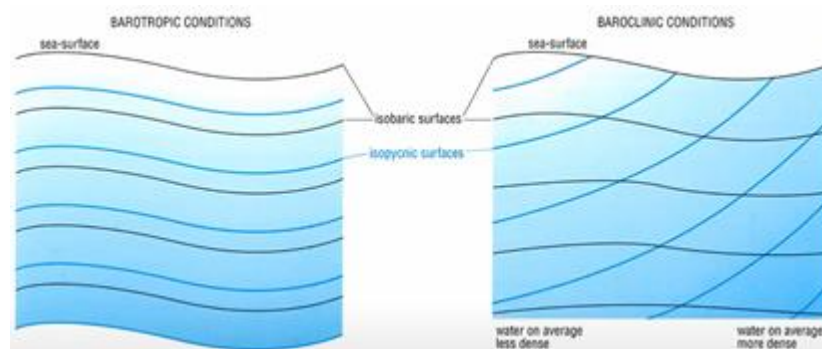
Sedangkan pasang surut tipe campuran adalah, pasang surut ada yang cenderung ke tipe harian tunggal atau ke tipe tengah harian. Jika condong ke tipe harian tunggal, maka dalam 24 jam akan terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut rata-ratanya yaitu 12 jam 24 menit. Sedangkan pasang surut tipe campuran yang condong ke tipe harian ganda adalah, dalam sehari akan terjadi dua kali pasang dan dua kali surut pada air laut. Tetapi periode dan tinggi gelombangnya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terjadi di perairan Indonesia bagian timur. Peristiwa pasang surut air laut sudah banyak dimanfaatkan manusia dari sejak dulu. Manfaat utama adalah para nelayan bisa menentukan kapan waktu yang tepat untuk berlayar. Pada saat air laut pasang atau naik, para nelayan tersebut akan jauh lebih mudah dalam menangkap ikan di laut.

Perbedaan ketinggian air laut pada interval waktu tertentu tersebut juga bisa dimanfaatkan untuk pembangkit listrik. Gerakan air laut dapat digunakan untuk menghidupkan generator sebagai sumber listrik. Pembangkit listrik dengan bantuan pasang surut air laut sudah banyak dijumpai seperti PLTU. Informasi tentang pasang surut air laut di atas menunjukkan bahwa fenomena tersebut sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia sehari-hari.

Pasang surut adalah salah satu sumber utama energi untuk pencampuran di dalam lautan. Energi pasang surut barotropik diubah menjadi baroklinik melalui serangkaian proses pencampuran yang penting. Ketika aliran pasang surut barotropik mengalir di atas fitur topografi yang kasar, sebagian dari energi barotropik akan langsung melalui pencampuran lokal, sementara bagian lainnya diubah menjadi energi baroklinik melalui pembangkitan pasang surut internal (baroklinik).

Energi baroklinik yang dihasilkan ini didisipasi baik secara lokal atau memancar ke laut terbuka, dan kemudian mengalir ke skala yang lebih kecil di sepanjang spektrum gelombang internal dan akhirnya berubah menjadi turbulensi laut dalam.

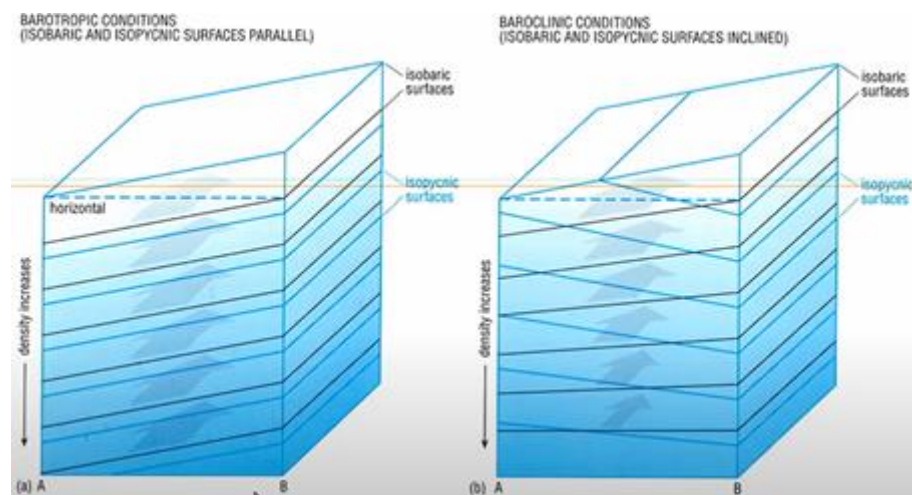
Barotropik dan Baroklinik merupakan kondisi tekanan dan densitas di lautan. Kedua parameter utama tersebut digambarkan dengan garis yang menunjukkan permukaan tekanan dan densitas dengan nilai yang. Permukaan tekanan yang sama disebut dengan Isobarik sedangkan permukaan dengan nilai densitas yang sama disebut Isopycnic. Hubungan permukaan tekanan dan densitas tersebut dapat digambarkan seperti di bawah.



**Gambar 2.3 Hubungan permukaan tekanan dan densitas. (Lutfi rangga 2014)**

Gambar menunjukan kondisi Barotropik. Pada kondisi tersebut air laut tercampur sempurna dan densitasnya homoge. Densitas tidak bertambah terhadap kedalaman sehingga permukaan isobarik tidak hanya sejajar pada permukaan laut tetapi juga pada permukaan Isopiknik. variasi temperatur terhadap permukaan horizontal ditentukan hanya oleh kemiringan permukaan laut, sehingga permukaan isobarik sejajar pada permukaan laut. Namun, variasi densitas tergantung pada berat air dan kemudian tekanan bekerja pada permukaan horizontal. Pada Gambar B terdapat variasi lateral densitas sehingga permukaan isobarik tidak sejajar

dengan permukaan laut. Permukaan isobarik berpotongan dengan isopiknik dan dua kemiringan tersebut berlawanan arah. Kondisi ini disebut Baroklinik. Pada kondisi barotropik, distribusi densitas tidak mempengaruhi permukaan isobarik. Sebaliknya pada kondisi baroklinik, variasi lateral densitas mempengaruhi permukaan isobarik. Kondisi Barotropik sudut slope yg terbentuk pada isobar selalu sama sedangkan pada kondisi Baropiknik sudutnya mengecil dan cenderung menjadi datar dengan semakin dalamnya kedalaman laut.



**Gambar 2.4 Barotropik sudut slope yg terbentuk pada isobar selalu sama sedangkan pada kondisi Baropiknik sudutnya mengecil dan cenderung menjadi datar dengan semakin dalamnya laut (Lutfi rangga 2014)**

### 2.1.3 Tugas dan fungsi kapal selam

Melaksanakan Anti-Submarine Warfare (ASW), Anti-Surface Warfare (ASuW), Offensive Mining, Intelligence Surveillance and Reconnaissance (ISR) dan Spec Ops kapal selam harus memiliki konsep operasi yang mampu menjawab tantangan dan tuntutan tugas yang diberikan serta mampu memberikan perimbangan kekuatan (balance of power) di kawasan regional. Disamping itu perkembangan lingkungan strategis yang sangat dinamis baik pada skala internasional, regional dan nasional disertai perkembangan teknologi yang demikian cepat sangat mempengaruhi pola operasi kapal selam itu sendiri. Kemampuan sensor,

deteksi serta sistem senjata yang dimiliki oleh lawan kapal selam baik helikopter anti kapal selam, kapal permukaan maupun kapal selam sendiri telah meningkat pesat baik akurasi, sensitivitas, jarak jangkauan maupun daya hancur. Hal-hal tersebut tentu saja menjadi tantangan tersendiri bagi kapal selam yang saat ini dimiliki oleh TNI AL untuk mampu meningkatkan kemampuannya agar tetap mampu melaksanakan tupoksi. Sunarwan (2016)

Kapal selam kelas Naga Pasa berbobot 1400 ton dan memiliki panjang keseluruhan 61,3 meter dan lebar 7,6 meter. Desain lambung kapal selam telah mengadopsi model "teardrop" hull shape, sehingga dapat bermanuvra lebih cepat di bawah permukaan. Kecepatan bermanuvra di permukaan 11 knot dan pada saat menyelam dapat mencapai kecepatan 21++ knot. Konstruksi lambung kapal bagian badan tekan menggunakan material baja HY 80 yang mempunyai spesifikasi kedalaman operasional 250 meter, maksimum kedalaman 300 meter dan collapse depth pada 500 m (safety factor 2). Reserve of buoyancy dari kapal selam kelas ini diketahui sebesar 8,8 %. Sunarwan (2016)

Sistem kendali senjata didesain mampu menembakkan torpedo Blackshark masih membutuhkan beberapa updating software dari pihak KONGSBERG dan WARTSILA. Sistem Kendali Senjata belum mampu menembakkan Sub-Missile yang tentunya membutuhkan adanya modernisasi pada electronica interface dan mechanical interface. Disamping itu Sistem Kendali Senjata belum dilengkapi dengan Sistem Torpedo Counter Measure sebagai sistem penangkal terhadap serangan torpedo lawan. Sunarwan (2016)

Sedangkan untuk Sistem komunikasi terkendala adanya sinkronisasi antara radio HMK dan peralatan crypto yang sampai saat ini seluruh fitur komunikasi taktikal yang berkaitan dengan peralatan crypto khususnya MMC3000 tidak dapat terlaksana. Efektifitas pengoperasian BWA juga menjadi salah satu kendala karena harus dilaksanakannya penggantian

antenna antara antenna Reception dan antenna Emission, peralatan sensor untuk bernavigasi sejenis MOAS (Mine Obstacle Avoidance Sonar) yang peruntukannya untuk membantu komandan atau perwira jaga untuk mencegah terjadinya tubrukan pada saat surfacing dan membantu bernavigasi dibawah air. Sunarwan (2016)

## **2.2 Hasil Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang *Shadow Zone* yang pernah dilakukan beberapa diantaranya adalah sesuai yang tertera pada Table 2.1

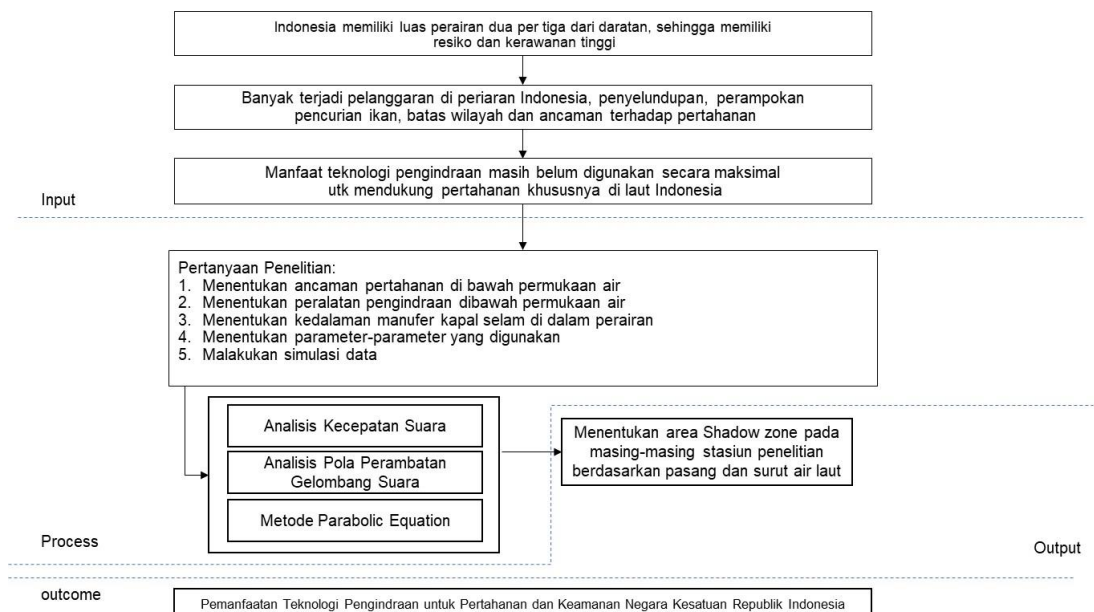
**Tabel 2.1** Hasil Penelitian Terdahulu

No	Peneliti, Tahun, Judul	Tujuan Penelitian	Ringkasan Penelitian	
			Persamaan	Perbedaan
1	Hilda Isnawati Nela Bada, Fahmi Amhar, Amarulla Octavian,(2017) Deteksi <i>Shadow Zone</i> dengan metode parabolic equation dalam mendukung patroli TNI AL di Selat Makasar.	mendeteksi <i>Shadow Zone</i> terbanyak dengan menggunakan frekuensi 500 Hz baik pada Musim Barat maupun Musim Timur.	Mendapatkan informasi mengenai luasan dan posisi (kedalaman, dan jarak) <i>Shadow Zone</i>	Lokasi penelitian yang berbeda serta beberapa parameter yang digunakan dalam analisis berbeda.
2	Ricky Gusnia Darmawan C54170034 April 2022. Pemetaan <i>Shadow Zone</i> Akustik Dengan Metode <i>Parabolic Equation</i> di Wilayah Perairan Selat Lifamatola	Memetakan <i>Shadow Zone</i> berdasarkan profil kecepatan suara dan kedalaman operasional kapal selam selama	Operasional kapal selam sebagai salah satu penentuan parameter	Sumber data dan lokasi yang digunakan berbeda yaitu di perairan Lifamatola Maluku Utara

		Musim Timur di Perairan Selat Lifamatola		
3	Tri Aji. (2016). Studi karakteristik air untuk menentukan <i>Shadow Zone</i> di Selat Sunda.	Mengetahui Karakteristik masa air untuk menentukan variasi <i>Shadow Zone</i> secara spasial dan temporal.	Menggunakan persamaan parabolic dan analisis <i>Shadow Zone</i>	Pelaksanaan penelitian di wilayah ALKI I, sedangkan penelitian ini di wilayah ALKI III
4	Agustinus. (2016). Studi karakteristik masa air untuk menentukan <i>Shadow Zone</i> di Selat Makasar	Mengidentifikasi perubahan lapisan termoklin akibat angin muson timur dan angin muson barat	Penentuan titik ekstrim dan besaran nilai masa air, digunakan pada analisis <i>Shadow Zone</i>	Lokasi dan sumber data yang digunakan berbeda, dari RV Mirai dengan analisis pada pasang dan surut

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan landasan teori dan penelitian terdahulu yang berhasil dikumpulkan, maka peneliti membuat kerangka berpikir (Gambar 2.7) sebagai panduan dalam menyusun metode penelitian dan kerangka kerja.



**Gambar 2.5 Kerangka Berpikir**