

# ANALISIS PARAMETER UNDERWATER SIGNATURE SEBAGAI BASIS DATA UNTUK IDENTIFIKASI KAPAL

## ANALYSIS OF UNDERWATER SIGNATURES PARAMETERS AS DATA BASE FOR SHIP IDENTIFICATION

Yudo Purnomo<sup>1</sup>, Romie O Bura<sup>2</sup>, I Nengah Putra A<sup>3</sup>

UNIVERSITAS PERTAHANAN

(nibo.yudo@gmail.com, romiebura@idu.ac.id, nengahputra35@gmail.com)

**Abstrak** – *Underwater Signatures* sebuah kapal merupakan parameter yang sangat penting sebagai data intelejen bagi pertahanan negara. Dengan parameter bawah air kita bisa membuat *database* intelejen kapal-kapal yang melewati wilayah laut NKRI dan mendeteksi identitas kapal tersebut guna mengoptimalkan pertahanan negara. Hal ini dikarenakan perkembangan dan kemajuan teknologi pertahanan yang semakin maju menjadikan timbulnya konsep-konsep baru dalam mendeteksi kehadiran sebuah kapal dilaut. Pada penelitian ini dilaksanakan pengambilan data hasil pengukuran parameter bawah air terhadap 3 buah kapal yang fungsinya sebagai sidik jari dari kapal tersebut untuk pembuatan model basis data identifikasi jenis kapal. Data yang diambil yaitu data parameter bawah air berupa Akustik, Magnetik, Elektrik, Seismik dan Tekanan. Kemudian dari data tersebut dilaksanakan pengolahan data sehingga didapat amplitudo nilai maksimum dan minimum terhadap masing-masing parameter sebagai data masukan untuk model basis data identifikasi kapal. Dalam pengolahan data dan pembuatan model basis data dibuatkan software untuk processing data audio akustik kapal serta processing data Magnetik, Elektrik, Seismik, dan Tekanan agar dapat dimasukkan sebagai basis data sidik jari identifikasi kapal.

**Kata Kunci:** *Underwater Signatures*, Identifikasi, Model, Basis Data, Parameter.

**Abstract** – *Underwater Signatures of a ship is a very important parameter for intelligence data of national defense. With the underwater parameters, we can create a database of intelligence of ships passing through the sea territory of the Republic of Indonesia and detect the identity of the ship in order to optimize national defense. This is cause of development and advancement of defense technology that is increasingly advanced makes the emergence of new concepts in detecting the presence of a ship at sea. In this study the data collection was carried out underwater parameter measurement results on 3 ships that function as fingerprints of the ship to make a database model identification of ship types. The data taken is underwater parameter data in the form of Acoustic, Magnetic, Electric, Seismic and Pressure. Then from the data processing is carried out in order to obtain the maximum and minimum amplitude values of each parameter as input data for the ship identification database model. In data processing and database modeling, software for processing acoustic audio data is made and Magnetic, Electric, Seismic, and Pressure data processing can be entered as a ship identification fingerprint database.*

**Keywords:** *Underwater Signatures, Identification, Modeling, Database, Parameters.*

---

<sup>1</sup> Teknologi Penginderaan

<sup>2</sup> Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

<sup>3</sup> Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan

## Pendahuluan

Salah satu komponen pendukung dalam pertahanan negara adalah sumberdaya alam disamping komponen utama pertahanan yaitu TNI. Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki wilayah laut seluas 63% dari seluruh wilayah Indonesia saat ini <sup>4</sup>.

Kemajuan teknologi saat ini semakin pesat dalam segala bidang, termasuk dalam bidang pertahanan. Konsep peperangan modern saat ini sudah menggunakan teknologi anti deteksi yang diterapkan pada produk-produk militer baik itu didarat, laut dan diudara. Perlombaan senjata anti deteksi bukan hanya didominasi oleh negara-negara adidaya dan negara maju saja, banyak negara-negara ketiga yang juga berusaha mengembangkan teknologi anti deteksi terhadap alutsista yang dimiliki. Perkembangan teknologi siluman yang paling terlihat saat ini adalah perlombaan antara negara maju untuk membuat dan memproduksi pesawat siluman generasi ke 5 seperti F35 USA, SU-57 Rusia, J-20 China, Mitsubishi X2 Jepang, F-22 USA, dan FC-31 China. Semua itu berlomba mengandalkan teknologi siluman agar tidak mudah dideteksi oleh musuh,

bahkan saat ini Rusia dan Amerika sudah mengembangkan pesawat tempur generasi 6 yang memungkinkan untuk dikendalikan tanpa awak seperti UAV.

Untuk teknologi siluman pada kapal perang baik permukaan maupun di bawah air juga semakin berkembang. Bahkan Indonesia yang merupakan negara berkembang juga sudah membuat kapal yang mengacu pada teknologi siluman yaitu kapal jenis PKR yang hasil pengembangan dari kapal kelas Sigma buatan Belanda. Kapal PKR dibuat oleh PT PAL dengan bekerjasama dengan DAMEN Belanda untuk memperkuat teknologi dan industri pertahanan dalam negeri. Sama dengan teknologi siluman yang sudah berkembang, untuk teknologi siluman dilaut mengandalkan bentuk dari kapal serta lapisan cat yang digunakan agar tidak mudah dideteksi oleh RADAR lawan<sup>5</sup>.

Perkembangan teknologi anti deteksi juga diimbangi dengan perkembangan teknologi deteksi baik itu teknologi yang berbasis RADAR di permukaan maupun teknologi SONAR yang ada di bawah air saat ini semakin canggih juga. Seperti yang terjadi di Yugoslavia pada tahun 1999 dimana sebuah pesawat siluman

---

<sup>4</sup> Kementerian Pertahanan Indonesia. "Buku Putih". 2015

<sup>5</sup> J. Fonseca, & L. R. Correia., "Identification of underwater acoustic noise". 2002

Amerika F-117 Nighthawk berhasil ditembak jatuh oleh sistem rudal anti pesawat yang ditembakkan dari darat oleh pasukan Yugoslavia, dikarenakan saat pesawat membuka pintu bom maka pesawat secara otomatis sudah tidak siluman lagi sehingga bisa dideteksi oleh radar udara yang dimiliki oleh musuh. Hal ini membuktikan bahwa teknologi siluman masih memiliki kelemahan yang itu dapat dicari dan dipelajari dengan semakin berkembangnya teknologi saat ini.<sup>6</sup>

Kemampuan deteksi dini terhadap kekuatan asing yang akan memasuki wilayah kita haruslah ditingkatkan sesuai dengan perkembangan teknologi terkini. Saat ini peralatan RADAR, SONAR dan PERNIKA yang ada membutuhkan masukan data yang memberikan informasi terhadap obyek atau wahana yang terdeteksi oleh peralatan kita. Seperti contoh kasus yang terjadi terhadap pesawat pembom siluman milik Amerika yang dapat ditembak jatuh oleh pihak lawan walaupun pesawat tersebut sudah memiliki teknologi siluman yang tidak dapat dideteksi oleh RADAR, namun

apa yang dibuat oleh manusia pasti akan memiliki kelemahan dan tidak pernah sempurna. Begitupun dengan wahana yang ada dilaut, kapal perang saat ini dilengkapi berbagai macam alat penginderaan dan alat PERNIKA canggih guna mendukung operasi kapal perang tersebut<sup>7</sup>.

Sebuah peralatan diciptakan memiliki karakteristik masing-masing yang berbeda dengan peralatan lain, seperti contoh sebuah RADAR senjata memiliki frekuensi berbeda dari RADAR navigasi karena memang peruntukan dan peralatannya yang ada didalamnya berbeda juga. Hal ini dapat dikalsifikasikan dari jenis radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan. Bahkan dengan jenis RADAR yang sama pun akan memiliki karakteristik yang berbeda bila berbeda pabrik pembuatnya. Dengan begitu apabila kita dapat memiliki data pancaran sebuah radar maka kita dapat menjadikan data tersebut sebagai basis data yang bisa digunakan oleh peralatan PERNIKA untuk mendeteksi jenis radar apa nantinya yang

---

<sup>6</sup> I. Public, D. Skelin, & P. Vukadin., "Measurement of vessel underwater noise signature". In *ELMAR, 2008. 50th International Symposium*

<sup>7</sup> H. R. Gupta & R. Mehra, "Power Spectrum Estimation using Welch Method for various

Window Techniques". *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology*, 2(6), 389-392. Retrieved from [www.ijret.org](http://www.ijret.org). 2013

ditangkap serta pabrikan dan kapal apa saja yang dilengkapi peralatan tersebut.

Keunggulan dalam pengumpulan data serta adanya data base tentang kekuatan pertahanan negara sendiri dan negara lain sangatlah penting dalam mendukung operasional alutsista yang dimiliki oleh TNI AL. Kemampuan senjata saat ini sudah melebihi dari jangkauan mata telanjang untuk dapat mendeteksinya. Saat ini konflik timbul bukan karena ingin menguasai atau menjajah negara lain, namun didorong oleh adanya kebutuhan akan sumber daya alam dan energi terutama di laut yang masih banyak belum dieksploitasi. Kemampuan dalam memasuki wilayah laut negara lain tanpa terdeteksi adalah hal yang sangat dibutuhkan guna mencapai tujuan dalam operasi militer. Penggunaan teknologi anti radar sudah semakin maju sehingga dibutuhkan parameter dan pengumpulan data yang bervariasi guna mendukung alat deteksi yang ada untuk menentukan suatu target apakah musuh atau teman<sup>8</sup>.

Parameter underwater signature bisa dijadikan sarana pengumpulan data-data kapal atas air maupun kapal selam guna dimanfaatkan sebagai data intelejen

dalam sistem pertahanan dilaut. Setiap jenis kapal angkatan laut memiliki ciri khas masing-masing karena setiap jenis kapal dibangun pasti memiliki fungsi dan kebutuhan yang berbeda beda, termasuk dalam segi bangunan kapal, peralatan kapal, senjata, sensor, sistem pendorong, dan lain-lain. Dengan adanya kemajuan teknologi saat ini setiap jenis kapal memiliki sidik jari masing-masing yang dapat dideteksi melalui parameter underwater signature setiap kapal tersebut.

#### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan melaksanakan pengambilan data pengukuran terhadap sebuah kapal, melakukan pengolahan data selanjutnya membuat simulasi database untuk data hasil pengukuran yang sudah diolah dan dianalisa. Selain itu dilaksanakan wawancara terbatas untuk melengkapi hasil analisa sehingga dapat dibuat kesimpulan hasil yang obyektif terhadap penelitian ini.

Dalam proses pengukuran kapal akan menggunakan alat ukur passive sonar yang akan digelar pada kedalaman yang

---

<sup>8</sup> H. R. Gupta., & R. Mehra., "Power Spectrum Estimation using Welch Method for various Window Techniques". *International Journal of*

*Scientific Research Engineering & Technology*, 2(6), 389–392. 2013

disesuaikan dengan kedalaman draft lunas kapal yang akan diukur, minimal 3x kedalaman draft kapal agar dapat diperoleh hasil ukur yang optimal. Sedangkan untuk pengukuran sebuah kapal minimal dilaksanakan 4x pengukuran untuk 1 kapal guna memperoleh data sampel, pengukuran akan dilaksanakan dengan mengambil 2 sampel kapal saja sebagai bahan pembuatan model basis data.

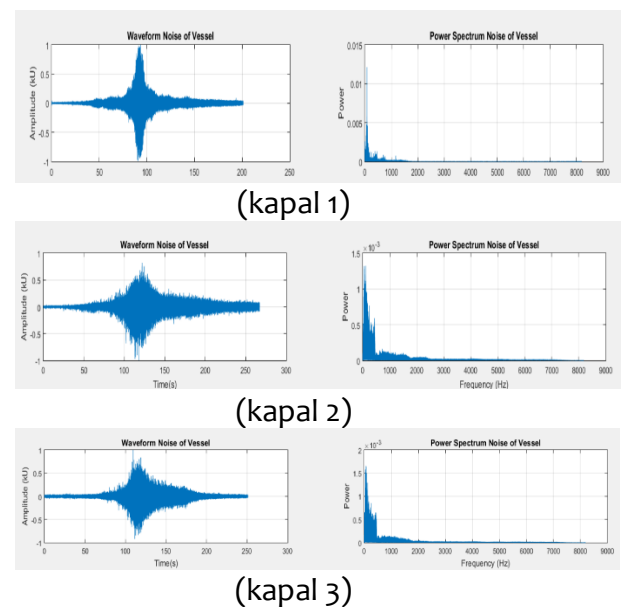
Teknik Analisis Data penelitian ini adalah hasil pengukuran parameter underwater signature sebagai data primer diolah menggunakan metode analisa spektrum Welch PSE metode serta metode BPNN guna menentukan kebenaran data yang diperoleh, serta membuat simulasi pengolahan data menjadi database yang bisa digunakan untuk kepentingan identifikasi kapal.

### Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Induk Bawah Air (Labinbair) Dislitbang TNI AL dengan menggunakan peralatan yang dimiliki oleh TNI AL yaitu PUDA (Portabel Underwater Data Acquisition) atau MIRS (Multi Influence Range System). Alat ini merupakan alat ukur parameter bawah

air kapal, baik kapal atas air ataupun kapal selam. Data yang diambil dari pengukuran 3 buah kapal yang berbeda untuk memperoleh data yang berbeda sehingga dapat dibandingkan datanya satu dengan yang lain. Adapun data tersebut meliputi data parameter radiasi Akustik, Magnetik, Elektrik, Seismik, dan Pressure (Tekanan).

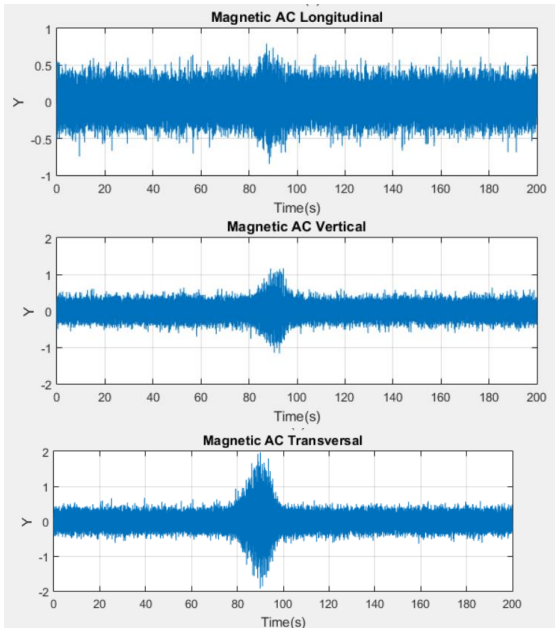
### Data Akustik



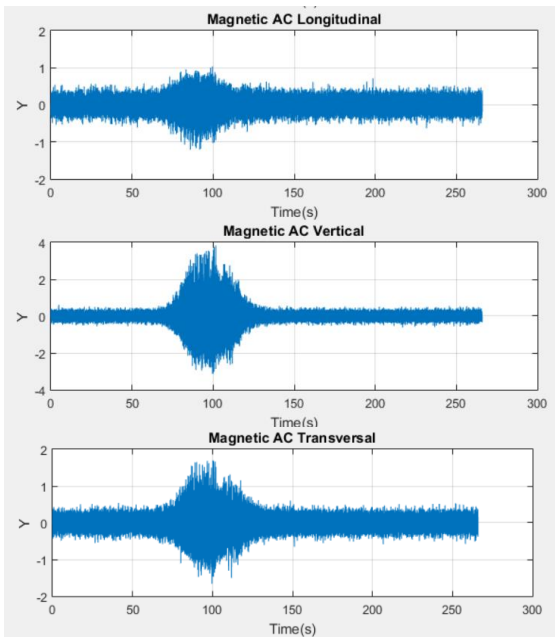
Gambar 1 Hasil pengukuran sinyal akustik (Diolah Peneliti, 2020)

Dari hasil pengukuran Akustik kapal 1, 2 dan 3 diatas bisa dilihat bahwa terjadinya perubahan yang besar terhadap amplitudo sinyal Akustik kapal saat kapal berada tepat diatas sensor sehingga pada saat kapal masih jauh dari sensor maka data masih belum bisa didapatkan yang akurat. Hal ini berlaku dengan parameter yang lain yaitu Magnetik, Elektrik, Seismik dan Tekanan.

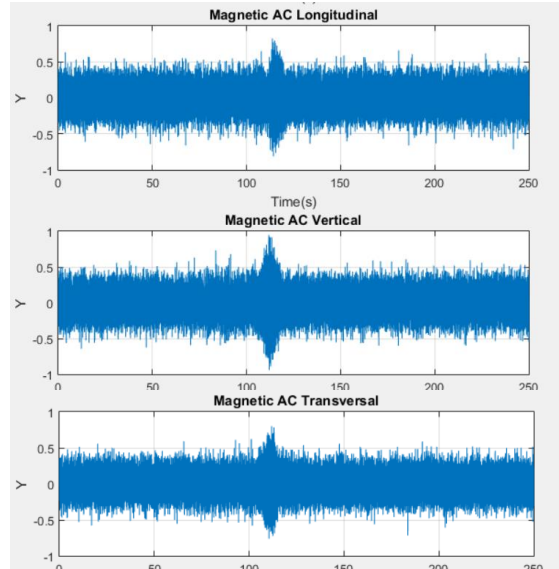
## Data Magnetik



Gambar 2 Hasil pengukuran sinyal magnetik kapal 1 (Diolah Peneliti, 2020)



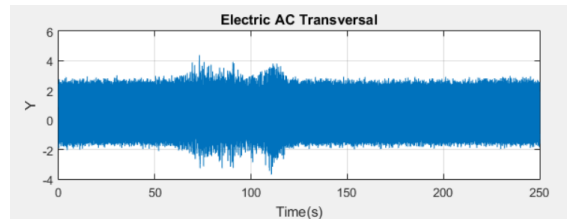
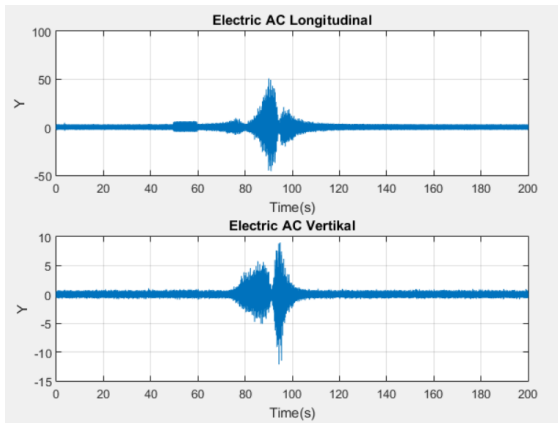
Gambar 3 Hasil pengukuran sinyal magnetik kapal 2 (Diolah Peneliti, 2020)



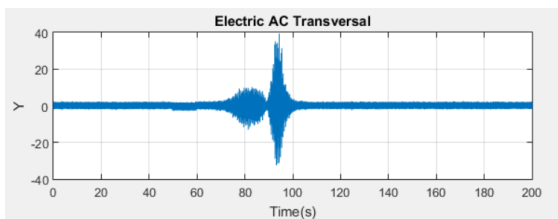
Gambar 4 Hasil pengukuran sinyal magnetik kapal 3 (Diolah Peneliti, 2020)

## Data Elektrik

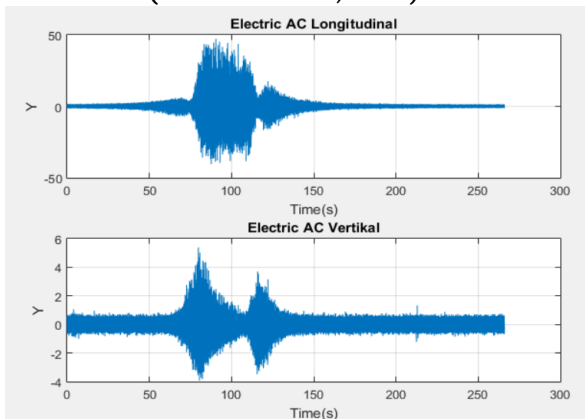
Data Elektrik yang diambil dari hasil pengukuran masing-masing kapal oleh peralatan PUDA atau MIRS meliputi data Elektrik AC dan data Elektrik DC. Pada masing-masing data tersebut juga terdapat 3 jenis data pengukuran yaitu Longitudinal, Transversal, dan Vertikal. Adapun data yang didapat dapat dilihat pada Lampiran 3 serta untuk tampilan data berupa grafik dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



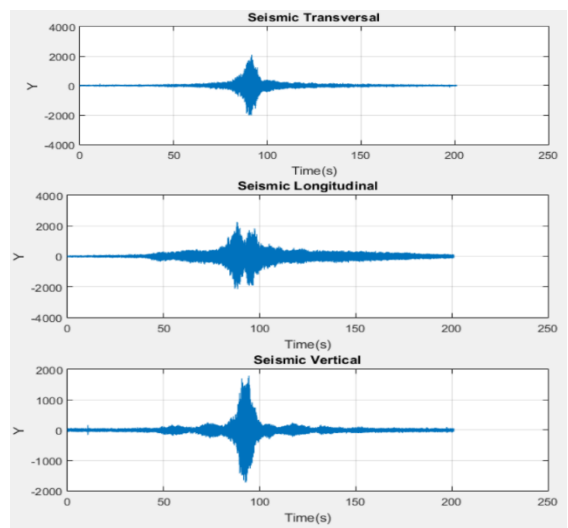
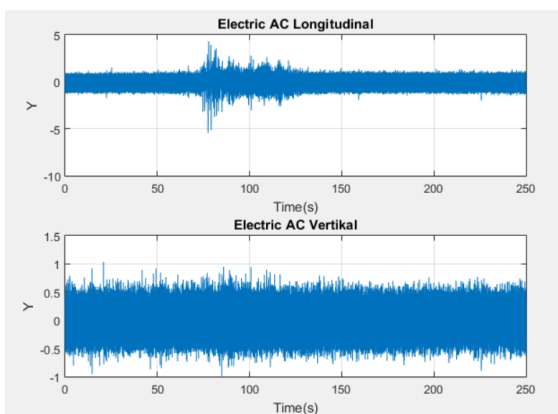
Gambar 7 Hasil pengukuran sinyal elektrik kapal 3 (Diolah Peneliti, 2020)



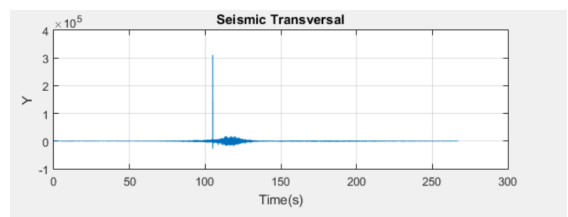
Gambar 5 Hasil pengukuran sinyal elektrik kapal 1 (Diolah Peneliti, 2020)

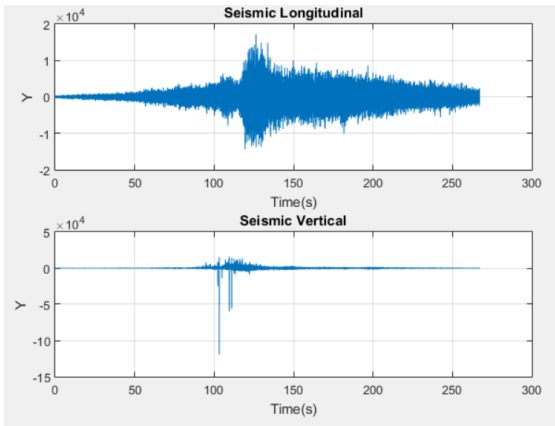


Gambar 6 Hasil pengukuran sinyal elektrik kapal 2 (Diolah Peneliti, 2020)

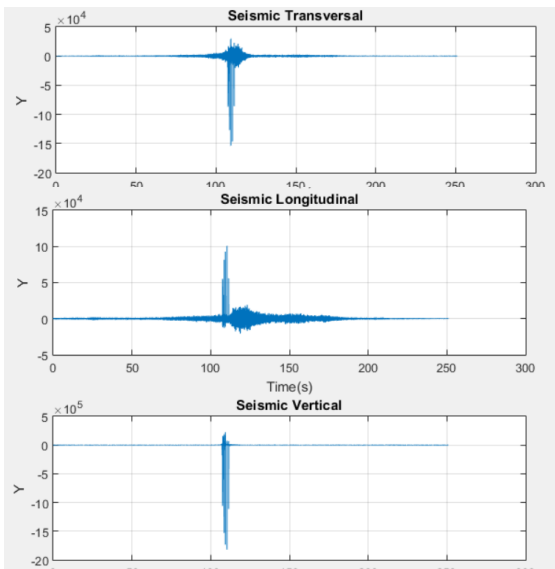


Gambar 8 Hasil pengukuran sinyal elektrik kapal 1 (Diolah Peneliti, 2020)





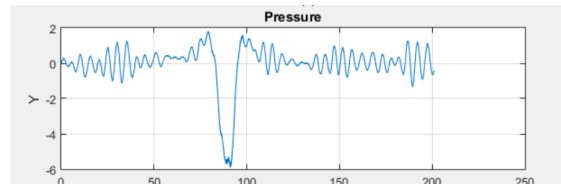
Gambar 9 Hasil pengukuran sinyal elektrik kapal 2 (Diolah Peneliti, 2020)



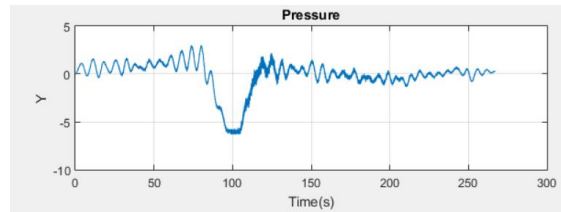
Gambar 10 Hasil pengukuran sinyal elektrik kapal 3 (Diolah Peneliti, 2020)

### Data Tekanan

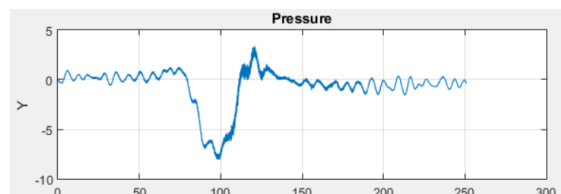
Data Tekanan yang diperoleh dari hasil pengukuran masing-masing kapal oleh peralatan PUDA atau MIRS merupakan data tekanan yang ditimbulkan oleh kapal terhadap waktu. Adapun data yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran 5 serta untuk tampilan grafik data dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 11 Hasil pengukuran sinyal tekanan kapal 1 (Diolah Peneliti, 2020)



Gambar 11 Hasil pengukuran sinyal tekanan kapal 2 (Diolah Peneliti, 2020)



Gambar 12 Hasil pengukuran sinyal tekanan kapal (Diolah Peneliti, 2020)

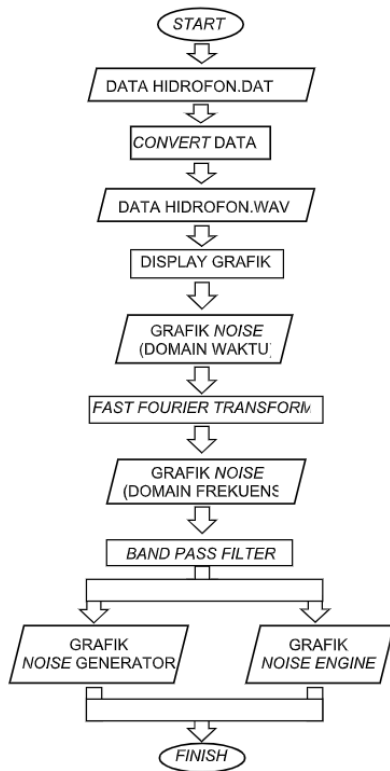
### Pembahasan

Pembuatan model data base guna identifikasi kapal dengan mengambil data hasil pengukuran radiasi bawah air sebuah kapal memberikan gambaran nyata bahwa setiap jenis kapal memiliki karakteristik tertentu berdasarkan radiasi bawah air masing-masing kapal. Hal ini dapat disebut sebagai sidik jari dari sebuah kapal yang bisa digunakan untuk indentifikasi terutama untuk kebutuhan pertahanan.

Saat dilaksanakan pengukuran, dari 3 (tiga) sampel jenis kapal yang berbeda dilaksanakan pengambilan data radiasi



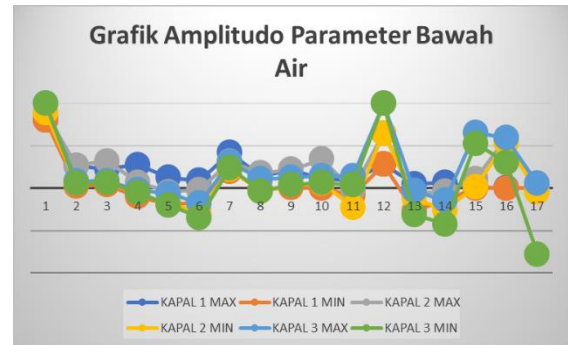
bawah air yang meliputi Akustik, Magnetik, Elektrik, Seismik dan Tekanan dapat diperoleh data yang masing masing kapal berbeda satu dengan yang lain.



Gambar 13. Pengolahan data Akustik (Diolah Peneliti, 2020)

Pada Tabel Lampiran 1 dapat dilihat data amplitudo Maximum dan amplitudo Minimum yang digunakan sebagai dasar masukan ke software data base untuk mengidentifikasi jenis kapal yang di deteksi. Dalam penelitian ini mengapa nilai Max dan min yang digunakan acuan untuk masukan data karena dengan jumlah data yang diambil dalam rentang waktu hanya 200 detik sudah didapatkan data dengan jumlah ribuan, sehingga data yang memiliki amplitudo Max dan Min

saat pengukuran diasumsikan adalah saat kapal pas berada di tengah-tengah alat ukur serta saat sensor berada dalam kondisi menerima data dengan baik.



Gambar 14 Grafik Amplitudo Parameter Bawah Air masing-masing Kapal (Diolah Peneliti, 2020)

Dari gambar grafik diatas bisa dilihat, pola perubahan amplitudo pada masing-masing kapal memiliki pola yang umumnya hampir sama, setiap kenaikan maupun penurunan dapat terlihat memiliki pola yang sama. Hal ini bisa disimpulkan secara umum bahwa pola karakteristik parameter bawah air tiap kapal karakteristiknya satu sama lain, yang membedakan hanya nilai amplitudo dari masing-masing parameter kapal yang berbeda

### Kesimpulan Rekomendasi dan Pembatasan

Analisa parameter sinyal Akustik bahwa sinyal akustik dari 3 (tiga) Kapal memiliki frekuensi yang sama yaitu 8192 Hz yang pada umumnya dihasilkan dari noise sistem pendorongan kapal. Analisa

parameter sinyal Magnetik menggambarkan bahwa sinyal magnetik yang diukur dari 3 (tiga) kapal merupakan pengaruh dari kelistrikan yang dihasilkan oleh arus listrik AC dan DC. Analisa parameter sinyal Seismik merupakan hasil pengukuran yang data yang disebabkan oleh getaran akustik kapal yg merambat didalam air sehingga menghasilkan gelombang seismik. Analisa parameter sinyal Pressure atau tekanan kapal disebabkan oleh 3 komponen kapal yaitu bagian HP (high pressure) pada haluan dan buritan kapal sedangkan bagian tengah kapal membentuk LP (low Pressure) sehingga secara umum dari ketiga kapal, nilai HP pada haluan dan buritan kurang lebih sama.

Penelitian ini hanya dititik beratkan pada identifikasi kapal, yang selanjutnya untuk fungsi daripada underwater signature selain sebagai sidik jari kapal juga bisa digunakan sebagai data masukan untuk identifikasi kerusakan pada sistem pemeliharaan kapal serta masukan untuk sistem peperangan ranjau laut pintar (Smart Mine) yang teknologi ranjau laut pintar saat ini dapat mengidentifikasi sasaran melalui underwater signature kapal yang bersangkutan sehingga dapat dipilih sasaran tertentu tanpa membahayakan

kapal lain yang bukan merupakan sasaran.

## Daftar Pustaka

### Buku

Kementerian Pertahanan. 2015. "Buku Putih Pertahanan".  
Doktrin Jalesveva Jayamahe.pdf. (n.d.).

### Jurnal

Fonseca, J., & Correia, L. R. (2002). Identification of underwater acoustic noise. <https://doi.org/10.1109/oceans.1994.364112>

Bublic, I., Skelin, D., & Vukadin, P. (2008). Measurement of vessel underwater noise signature. In *ELMAR, 2008. 50th International Symposium*.

Gupta, H. R., & Mehra, R. (2013). Power Spectrum Estimation using Welch Method for various Window Techniques. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology*, 2(6), 389–392. Retrieved from [www.ijrsret.org](http://www.ijrsret.org)

United Nations Convention on the Law of the Sea (adopted 10 December 1982, entered into force 16 November 1994)1833 UNTS 3 (UNCLOS), 7–208.

### Peraturan Perundangan

Undang-undang RI Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara, 550–561.

## Lampiran 1

NO	AMPLITUDO	KAPAL 1		KAPAL 2		KAPAL 3	
		MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
1	Akustik Amplitudo	0,012137942	1,88961E-10	0,001321862	1,86665E-10	0,001657894	2,09334E-11
2	Elektrik AC Longitudinal	50,77061954	-45,70013028	47,20189254	-40,41683921	4,325210227	-5,453036287
3	Elektrik AC Transversal	39,38343018	-32,42717174	49,11459749	-45,05635678	4,373706863	-3,685556003
4	Elektrik AC Vertikal	8,991635567	-12,16213103	5,390463383	-3,926448252	1,035451919	-0,989493129
5	Elektrik DC Longitudinal	66,22372683	-164,0122766	75,85204902	-74,62702336	66,10700134	-74,07010608
6	Elektrik DC Transversal	43,56782387	-124,7493389	73,77108468	-119,6060583	40,57365054	-80,83135482
7	Elektrik DC Vertikal	31,63632253	-16,65829167	8,871353155	-6,924962828	6,4769801	-5,135329764
8	Magnetik AC Logitudinal	0,792506083	-0,844975074	1,037491741	-1,208018693	0,826240335	-0,811633111
9	Magnetik AC Transversal	1,970074013	-1,92885989	1,970074013	-1,661427064	0,800980036	-0,760691987
10	Magnetik AC Vertikal	1,166009031	-1,167556099	3,823977662	-3,126357264	0,946307138	-0,94113333
11	Magnetik DC Longitudinal	9,68E+17	-1,82E+18	6,19E+17	-2,09E+18	3,81E+18	-1,07E+18
12	Magnetik DC Transfersal	200,96875	0	266,96875	0	250,96875	0
13	Magnetik DC Vertikal	417,7520505	-2574,590673	1676,379134	-458,3365626	689,3101038	-2271,388218
14	Tekanan	1,809885	-5,912291	3,00354725	-6,30443275	3,395689	-8,049679
15	Seismik Longitudinal	2260,856375	-2144,376308	17130,32338	-14373,00996	100716,1089	-20528,14176
16	Seismik Transversal	2088,395723	-2027,056072	310973,1924	-27874,80654	29709,79398	-153762,8111
17	Seismik Vertikal	1791,749271	-1731,78174	15689,11259	-119353,6174	223598,4081	-1819971,022