



P-ISSN: 2716-2656, E-ISSN: 2985-9638

JOURNAL MARINE INSIDE

VOLUME 6, ISSUE. 2, DECEMBER 2024

Web: <https://ejournal.poltekpel-banten.ac.id/index.php/ejmi/>

Pemetaan jalur pipa bawah laut di wilayah perairan Pulau Pabelokan, Kepulauan Seribu menggunakan data *side scan sonar* dan *sub bottom profiler*

Shang Bhetari Monika Maharani^{1*}, Bandi Sasmito², Ainun Pujo Wiryawan²

¹Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro

²Pusat Hidro-Oseanografi Tentara Nasional Indonesia – Angkatan Laut (Pushidrosal)

E-mail: *monimaharani06@gmail.com

ABSTRAK

Sumber daya alam laut sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, terutama sumber daya minyak dan gas (migas) yang berada di dasar laut. Untuk memanfaatkan sumber daya alam tersebut, diperlukan media penyaluran yang tepat. Salah satu media yang digunakan adalah pipa bawah laut, yang berfungsi menyalurkan migas dari bawah laut ke daratan. Keberadaan pipa bawah laut ini berpotensi menimbulkan risiko, terutama di wilayah perairan atau kepulauan padat penduduk. Oleh karena itu, diperlukan monitoring terhadap pipa bawah laut. Metode survei batimetri dengan alat hidroakustik menjadi salah satu metode yang efektif untuk memperoleh informasi terkait posisi dan jalur pipa dasar laut serta jenis dasar laut sebagai bagian dari monitoring. Penelitian ini mengusulkan penggunaan alat hidroakustik Side Scan Sonar (SSS) dan Sub Bottom Profiler (SBP) untuk monitoring pipa bawah laut. Data yang diperoleh dari SSS dan SBP akan diolah menggunakan perangkat lunak SonarWiz 7, dan hasil pengolahan akan dianalisis secara spasial serta diuji menggunakan uji Wilcoxon. Penelitian ini menghasilkan peta jalur dan posisi pipa dasar laut yang akurat.

Kata Kunci: Hidroakustik, pipa bawah laut, Sonarwiz 7.

ABSTRACT

Marine resources, particularly oil and gas deposits on the seabed, play a crucial role in human life. To efficiently extract and transport these resources, specialized distribution systems are required. One such system is the underwater pipeline, which facilitates oil and gas transfer from the seabed to the mainland. However, underwater pipelines can pose risks, especially in densely populated coastal and island regions, making regular monitoring essential. The bathymetric survey method, utilizing hydroacoustic technology, provides a practical approach for mapping and assessing the location and path of seabed pipelines and the characteristics of the surrounding seabed environment. This study introduces hydroacoustic tools—Side Scan Sonar (SSS) and Sub Bottom Profiler (SBP)—for monitoring underwater pipelines. Data collected from SSS and SBP will be processed with SonarWiz 7 software, followed by spatial analysis and validation through the Wilcoxon test. The study aims to produce an accurate map detailing the route and positioning of seabed pipelines.

Keywords: Hydroacoustics, subsea pipes, Sonarwiz 7.



Journal Marine Inside is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Disubmit pada 27/06/2024

Direview pada 16/07/2024

Direvisi pada 05/09/2024

Diterima pada 11/09/2024

Diterbitkan pada 13/11/2024

PENDAHULUAN

Indonesia, dengan garis pantai yang sangat panjang, menjadikan sektor maritim dan kelautan sebagai sektor strategis dengan keunggulan komparatif. Potensi sumber daya laut dan maritim seharusnya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Salah satu sumber daya yang penting bagi kehidupan manusia adalah minyak dan gas bumi. Pemanfaatan sumber daya alam di perairan laut Indonesia memang mampu meningkatkan pendapatan masyarakat, tetapi eksploitasi berlebihan dapat berdampak negatif pada lingkungan [1-2].

Fasilitas infrastruktur minyak dan gas di wilayah perairan Indonesia berkembang pesat, seiring meningkatnya aktivitas industri. Industri minyak dan gas bumi merupakan sektor berisiko tinggi, termasuk dalam kegiatan transportasi minyak dan gas melalui pipa penyalur di bawah laut yang terletak di jalur pelayaran. Pipa bawah laut ini menghubungkan platform-platform atau mengalirkan minyak dan gas dari laut ke daratan. Untuk menjaga kondisi pipa bawah laut dan mencegah kerugian material serta dampak lingkungan, diperlukan pemeliharaan intensif [3-4].

Pulau Pabelokan, salah satu dari 12 pulau di Kepulauan Seribu, berfungsi khusus sebagai pusat operasi eksplorasi dan produksi gas alam lepas pantai. Pulau ini terletak di Kepulauan Seribu, sekitar 90 km dari Pantai Utara Jakarta. Monitoring pipa bawah laut menjadi solusi penting dalam memperoleh informasi akurat tentang komposisi dasar laut, termasuk lapisan sedimen, topografi, dan potensi bahaya di perairan dalam. Salah satu metode pemantauan yang digunakan adalah survei batimetri dengan peralatan *Side Scan Sonar* (SSS) dan *Sub Bottom Profiler* (SBP). SSS adalah sistem akustik yang memanfaatkan pantulan gelombang suara untuk memetakan dasar laut, sedangkan SBP menggunakan gelombang akustik untuk mengidentifikasi lapisan sedimen dan batuan di bawah dasar laut [5-6].

Penelitian ini menggunakan *Side Scan Sonar* (SSS) dan *Sub Bottom Profiler* (SBP) sebagai teknologi utama dalam memetakan posisi pipa bawah laut di perairan Pulau Pabelokan. Alat SSS dimanfaatkan untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai topografi dan tekstur dasar laut dengan memanfaatkan pantulan gelombang akustik pada permukaan dasar laut, sehingga dapat diidentifikasi struktur dasar laut dan kondisi pipa secara lebih detail. Di sisi lain, SBP digunakan untuk mengidentifikasi lapisan sedimen serta komposisi batuan yang berada di bawah permukaan dasar laut, yang sangat penting dalam memahami karakteristik geologi dan stabilitas area di sekitar jalur pipa.

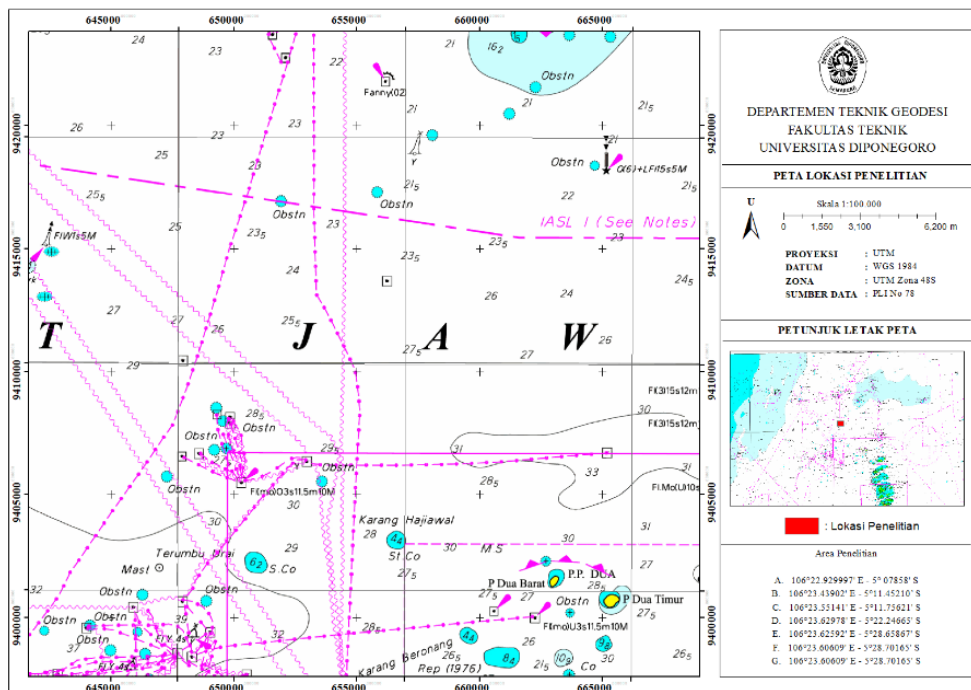
Selain itu, penelitian ini juga melakukan evaluasi hasil survei yang dilakukan terhadap standar survei hidrografi internasional, yaitu S-44, yang ditetapkan oleh Organisasi Hidrografi Internasional (IHO), serta panduan survei hidrografi C-13 yang menjadi pedoman untuk pelaksanaan survei batimetri secara teknis. Standar ini memastikan bahwa survei yang dilakukan memenuhi kriteria presisi, akurasi, dan keselamatan yang dibutuhkan dalam pemetaan bawah laut, terutama di wilayah yang berpotensi menimbulkan risiko tinggi seperti perairan dengan jalur pelayaran dan infrastruktur kritis.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa teknik yang dilakukan diantaranya adalah teknik kajian literatur, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dan tahap penyajian data. Penelitian ini yang menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yaitu pengolahan data hasil survei dilapangan menggunakan software SonarWiz 7 yang kemudian dilakukan analisis menggunakan analisis spasial menggunakan software ArcGIS untuk dapat diperoleh sebuah kesimpulan [7-8]. Dalam penelitian ini dilakukan uji validasi dari hasil pengolahan data SSS dan SBP menggunakan software SPSS berupa uji Wilcoxon untuk memperoleh kesesuaian dari ketiga koordinat hasil pengolahan dari posisi dan lajur pipa bawah laut. Pada proses perolehan dimensi citra pada pengolahan dilakukan koreksi-koreksi.

Proses pengolahan dilakukan di Pushidrosal TNI-AL dengan data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah raw data SSS dengan tipe c_{max} cm^2 dan SBP Strata Box 3510 yang diperoleh dari hasil survei di wilayah perairan Pulau Pabelokan pada tanggal 26 Mei s.d 5 Juni 2023. Selain *raw data* terdapat alat yang diperlukan dalam mendukung proses pengolahan data penelitian seperti Laptop, Microsoft Word dan Microsoft Excel.

Pada penelitian ini lokasi yang dijadikan penelitian adalah objek pipa dan peta laut yang digunakan adalah peta laut No. 78 yang dikeluarkan oleh Pusat Hidro dan Oseanografi TNI AL (Pushidrosal). Lokasi penelitian digambarkan pada Gambar 1 sebagai berikut:



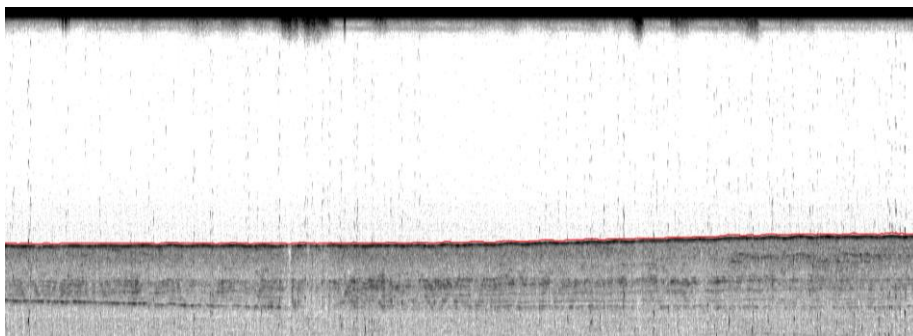
Gambar 1. Lokasi penelitian.

- A. 106°22.929997' E - 5° 07858' S
- B. 106°23.43902' E - 5°11.45210' S
- C. 106°23.55141' E - 5°11.75621' S
- D. 106°23.62978' E - 5°22.24665' S
- E. 106°23.62592' E - 5°28.65867' S
- F. 106°23.60609' E - 5°28.70165' S
- G. 106°23.60609' E - 5°28.70165' S

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengolahan SBP

Hasil dan analisis Sub Bottom Profiler tipe seg.y dengan pengolahan menggunakan software SonarWiz pada Perairan Pulau Pabelokan dalam pendeteksian posisi pipa. Pada proses pengolahan dilakukan koreksi slant range dan bottom tracking untuk memperjelas jarak antara kolom air dengan permukaan dasar laut dan menghilangkan rambatan gelombang pada kolom air. Proses Bottom tracking juga menghasilkan garis dasar bawah laut di sepanjang jalur survei sehingga memperoleh data kedalaman dasar laut. Selain koreksi tersebut dilakukan koreksi TVG yang digunakan untuk memperbaiki kualitas tampilan data atau citra dari SBP [9-0].



Gambar 2. Pengolahan SBP.

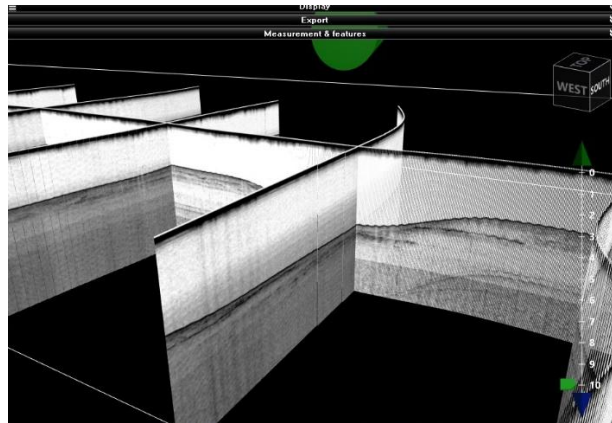
Hasil pengolahan data SBP dengan tipe seg.y menggunakan SonarWiz pada wilayah perairan Pulau Pabelokan tahun 2023 pada Gambar 2 memperlihatkan tampilan kualitatif dari tahapan koreksi pada gambar yang ditunjukkan pada panah A merupakan dasar laut dan gambar yang ditunjukkan oleh panah B merupakan kolom air (*water coloumn*) yang telah melewati proses bottom tracking dan tvg sehingga tampilan terlihat lebih jelas. Hasil dari proses koreksi tersebut dilakukan digitasi objek yang menghasilkan koordinat dari hasil *export* objek atau target yang teridentifikasi sebagai objek atau target penelitian pada Tabel 1. Tampilan dari target atau objek penelitian dapat dianalisis menggunakan analisis kualitatif pada proses pengolahan dalam bentuk 3 dimensi sehingga lapisan atau layer sedimen dari wilayah penelitian dapat terlihat secara jelas.

Tabel 1. Sistem Koordinat UTM *Zone 48S*.

No	<i>Easting</i>	<i>Northing</i>
1	654589.2	9396253
2	654524.7	9395951
3	654452.3	9395656
4	654382.6	9395356
5	654380.5	9395147
.....

Analisis kualitatif pada proses pengolahan dalam bentuk 3 dimensi yang memperlihatkan tampilan dari layer sedimen wilayah penelitian terdapat pada Gambar 3. Ketebalan sedimen dapat diketahui dengan proses *accoustic reflector*. Analisa objek atau target penelitian yang

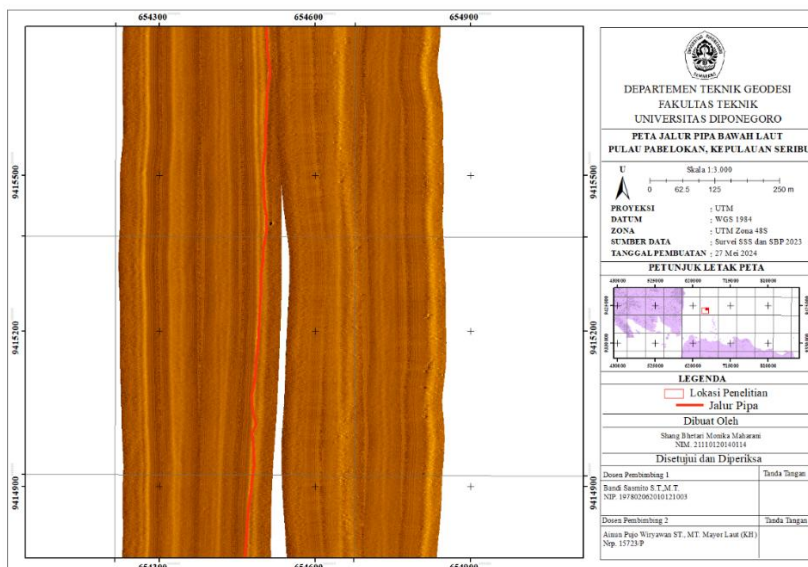
berada di dalam sendimen dapat diperoleh karena sifat objek atau target penelitian yang berada di dalam sendimen memiliki sifat hiperbolik dan masking sehingga objek dapat teridentifikasi dengan baik. Terdapat beberapa objek yang memiliki sifat sama seperti objek penelitian sehingga saat proses analisis secara visual memiliki bentuk atau interpretasi yang sama. Ketebalan dari layer sendimen hasil *acoustic reflector* dapat dilakukan konturisasi yang diperoleh dari digitasi target. Sehingga hasil dari konturisasi akan berupa peta isopach atau ketebalan layer sendimen dari objek penelitian atau wilayah penelitian.



Gambar 3. Hasil 3 dimensi SBP.

Hasil Pengolahan SSS

Hasil dari pengolahan data SSS tipe cmax 2 dan jumlah *file* sebanyak 142 dengan format file *.xtf* menggunakan *software* SonarWiz pada Perairan Pulau Pabelokan dalam pendeteksian posisi pipa bawah laut. Pada saat proses pengolahan tampilan data citra bawah laut dari SSS menunjukkan bagian dari sisi kiri (*port*) dan sisi kanan (*starboard*), serta pada bagian tengah terdapat *blindzone*. Proses pengolahan SSS juga melakukan koreksi *bottom tracking* dan *slant range* serta koreksi koreksi TVG (*Time Varying Gain*) dengan *output* data hasil *export* berupa GeoTiff. Terdapat hasil interpretasi kualitatif data SSS pada kenampakan tekstur dasar laut terlihat bagian yang lebih kasar dan halus.



Gambar 4. Hasil pengolahan SSS.

Hasil dari proses pengolahan SSS berupa GeoTiff yang memvisualisasikan data yang memiliki 2 tekstur yang berbeda yaitu lebih kasar dan halus seperti pada tampilan Gambar 4 yang menginterpretasikan salah satu objek penelitian yang dilambangkan dengan garis berwarna merah yang ditunjukkan pada panah A, objek atau target penelitian tersebut terlihat timbul dan memiliki tekstur kasar pada dasar laut sehingga dapat diasumsikan sebagai jalur pipa bawah laut dikarenakan terdapat objek atau target dengan bentuk memanjang dan diperoleh posisi objek dengan koordinat dari hasil digitasi pada software ArcGIS pada Tabel 2 dibawah berikut:

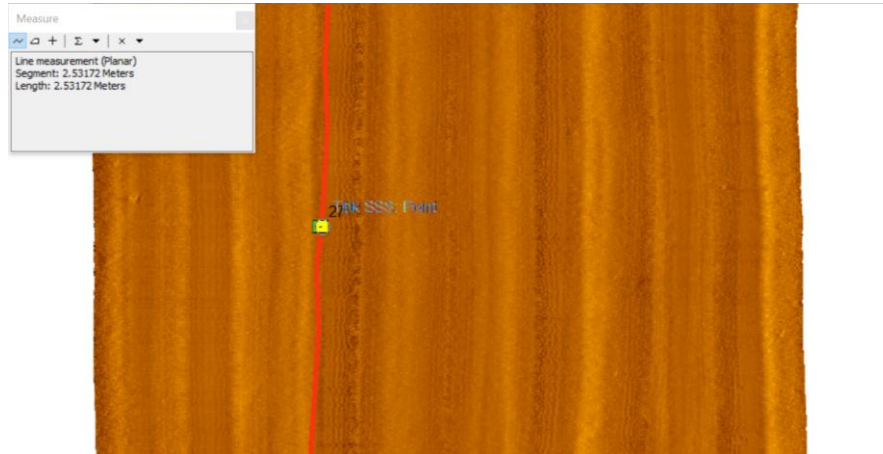
Tabel 2. Sistem koordinat UTM Zone 48S.

No	Easting	Northing
1	654637	9396250
2	654362.8	9396254
3	654147.1	9396267
4	654520.8	9395952
5	654444.4	9395657
.....

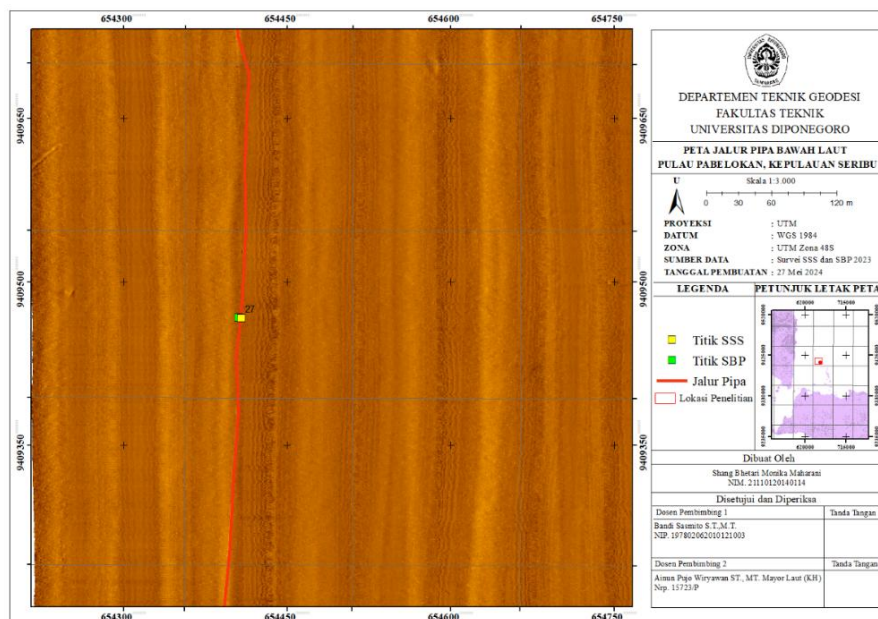
Hasil dan Analisis Uji Wilcoxon dan Spasial

Hasil dan Analisis Spasial

Hasil *overlay* data dari SSS dengan SBP diperoleh dari jarak terdekat dengan titik koordinat SBP dengan proses digitasi untuk memperoleh jarak terdekat antara koordinat SBP dengan posisi pipa yang terinterpretasi dari data SSS. Pada koordinat SBP objek yang diasumsikan sebagai pipa berada pada pada jarak sekitar 2 meter dari titik digitasi SSS. Pada Gambar 6 memperlihatkan hasil visualisasi dari *overlay* hasil pengolahan kedua data dengan titik berwarna kuning mempresentasikan posisi pipa yang diperoleh dari hasil digitasi pada ArcGIS dengan menarik jarak terdekat dari titik SBP yang dipresentasikan dengan warna hijau sedangkan warna merah yang tegak lurus dengan titik SBP dan SSS merupakan jalur dari pipa bawah laut.



Gambar 5. Hasil Overlay SSS dan SBP.



Gambar 6. Overlay SSS dan SBP.

Hasil Uji Wilcoxon SBP dengan SSS

Hasil rata-rata dari koordinat jalur dan posisi pipa data SSS dan SBP yang merupakan hasil *overlay* dari data SSS yang kemudian dilakukan digitasi sehingga diperoleh koordinat posisi yang diasumsikan pipa bawah laut dari jarak terdekat dengan koordinat SBP perhitungan antara data SBP dan SSS dan dilakukan pengujian rata-rata menggunakan uji Wilcoxon dengan *statistical product and service solutions* (SPSS) versi 26 dapat juga dilakukan menggunakan microsoft excel. Pada Tabel 3 nilai signifikan posisi easting-northing SSS dengan SBP nilainya lebih besar dari α (0.05) yaitu $0.815 > \alpha$ (0.05) dan $0.088 > \alpha$ (0.05) maka H_0 diterima H_1 ditolak. Maka dari hasil uji Wilcoxon diperoleh tidak ada perbedaan posisi kedudukan pipa hasil SSS dan SBP secara signifikan pada taraf α (0.05).

Tabel 3. Hasil Wilcoxon SBP dengan SSS.

Test Statistics^a

EASTSSS – EASTSBP	NORTSSS - NORTSBP
--------------------------	--------------------------

Z	-.234 ^b	-1.706 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.815	.088

a. *Wilcoxon Signed Ranks Test*

b. *Based on positive ranks.*

Hipotesis:

H₀: tidak ada perbedaan posisi pipa dari data SSS dengan SBP.

H₁: terdapat perbedaan posisi pipa dari data SSS dengan SBP.

Dengan ketentuan yang diperoleh dari hipotesis

Jika nilai sig. < α (0.05) maka H₀ ditolak dan H₁ diterima.

Jika nilai sig. > α (0.05) maka H₀ diterima dan H₁ ditolak.

Hasil Uji Wilcoxon SBP dengan PLI

Hasil rata-rata dari koordinat jalur dan posisi pipa data SBP dan Peta PLI No 78. koordinat PLI No 78. Koordinat PLI No 78 merupakan hasil digitasi sehingga diperoleh koordinat posisi yang diasumsikan sebagai jalur dan posisi pipa bawah laut yang kemudian dilakukan perhitungan uji rata-rata dengan data koordinat dari SBP diperoleh menggunakan uji Wilcoxon dengan *statistical product and service solutions* (SPSS) versi 26 diperoleh dengan hasil uji sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Wilcoxon SBP dengan PLI.

	Test Statistics ^a	
	EASTPLI - EASTSBP	NORTPLI - NORTSBP
Z	-1.578 ^b	-2.242 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.115	.025

a. *Wilcoxon Signed Ranks Test*

b. *Based on positive ranks.*

c. *Based on negative ranks.*

H₀: tidak ada perbedaan posisi pipa dari data PLI dengan SBP.

H₁: terdapat perbedaan posisi pipa dari data PLI dengan SBP.

Ketentuan

Jika nilai sig. < α (0.05) maka H₀ ditolak dan H₁ diterima.

Jika nilai sig. > α (0.05) maka H₀ diterima dan H₁ ditolak.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa nilai signifikan posisi easting pipa pada PLI dengan posisi pipa hasil SBP nilainya lebih besar dari α (0.05) yaitu 0.115 > α (0.05). H₀ diterima dan H₁ ditolak. Pada nilai posisi easting PLI secara signifikan tidak berbeda dengan nilai posisi easting dari SBP. Sedangkan pada tabel nilai signifikansi untuk posisi northing PLI dengan SBP lebih kecil dari α (0.05) yaitu 0.025 < 0.05 maka H₀ ditolak dan H₁ diterima. Sehingga diperoleh perbedaan yang signifikan nilai posisi northing PLI dengan SBP.

Hasil Uji Wilcoxon SSS Dengan PLI

Hasil rata-rata dari koordinat jalur dan posisi pipa data SSS dan Peta PLI No 78 dilakukan perhitungan uji rata-rata diperoleh menggunakan uji Wilcoxon dengan *statistical product and service solutions* (SPSS) versi 26 diperoleh dengan hasil uji sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Wilcoxon SSS Dengan PLI

	Test Statistics ^a	
	EASTPLI - EASTSSS	NORTPLI - NORTSSS
Z	-1.404 ^b	-2.785 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	.160	.005

a. *Wilcoxon Signed Ranks Test.*

b. *Based on positive ranks.*

c. *Based on negative ranks.*

H₀: tidak ada perbedaan posisi pipa dari data PLI dengan SSS.

H₁: terdapat perbedaan posisi pipa dari data PLI dengan SSS.

Ketentuan

Jika nilai sig. < α (0.05) maka H₀ ditolak dan H₁ diterima

Jika nilai sig. > α (0.05) maka H₀ diterima dan H₁ ditolak

Pada Tabel 5 nilai signifikan posisi easting pipa pada PLI dengan posisi pipa hasil SSS nilainya lebih besar dari α (0.05) yaitu $0.160 > \alpha$ (0.05) H₀ diterima dan H₁ ditolak. Sehingga diperoleh nilai posisi easting PLI secara signifikan tidak berbeda dengan nilai posisi easting dari SSS. Sedangkan pada tabel nilai signifikansi untuk posisi northing PLI dengan SSS lebih kecil dari α (0.05) yaitu $0.005 < 0.05$ maka H₀ ditolak dan H₁ diterima. Sehingga hasil dari uji wilcoxon terdapat perbedaan yang signifikan nilai posisi northing PLI dengan SSS.

Hasil dan Analisis Jalur dan Posisi Pipa Bawah Laut

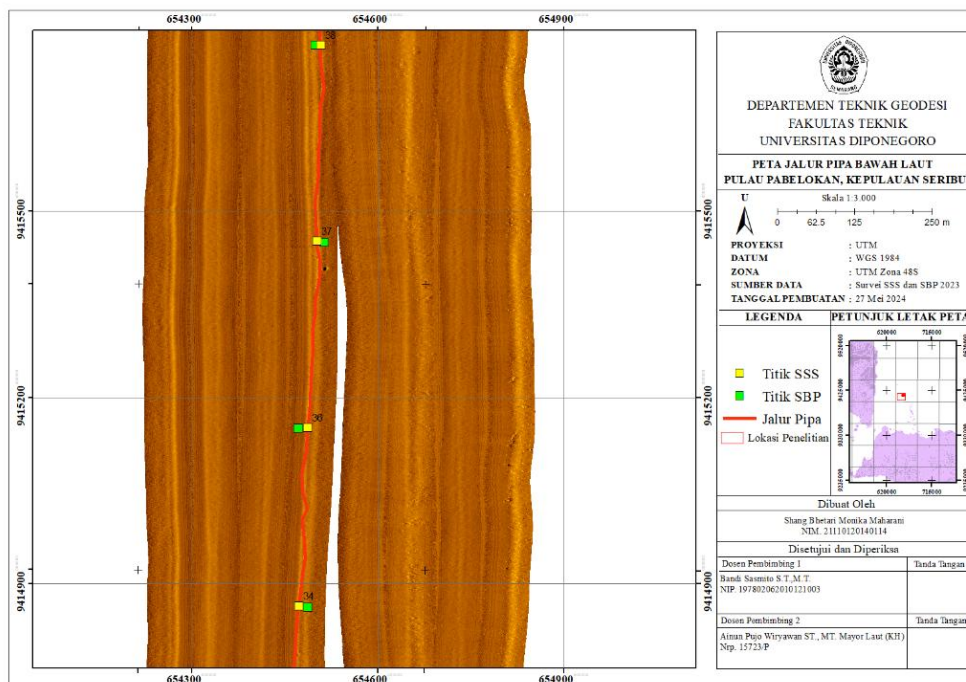
Hasil dari perolehan data survei SSS dan SBP pada identifikasi pipa dan jalur pipa ditandai pada kotak berwarna merah yaitu hasil dari analisis *overlay* bahwa diperoleh bahwa jarak antara koordinat SBP dan koordinat SSS sejauh 2.531 meter. Pada hasil metode wilcoxon dari koordinat SS dan SBP diperoleh tidak adanya perbedaan secara signifikan pada taraf α (0.05) atau posisi letak pipa easting northing dari hasil SSS dan SBP dengan jarak antara 2.531 meter tidak mengalami perpindahan secara signifikan. Penelitian menggunakan data SSS dan SBP terhadap jalur dan posisi pipa memiliki keunggulan dan keterbatasan dari masing-masing alat.

Penggunaan SBP pada penelitian ini digunakan untuk identifikasi pipa yang berada dibawah dasar laut atau berada di lapisan sendimen. Pengambilan data dengan SBP tidak memperlihatkan kondisi dasar laut dan hanya memperlihatkan lapisan dasar laut dengan objek yang bersifat hiperbolik dan masking sehingga diperlukan penggunaan SSS pada penelitian ini sebagai identifikasi pipa yang berada diatas dasar laut. Pada penggunaan SSS ini memperlihatkan kondisi dasar laut yang dan objek yang bersifat halus dan kasar tetapi tidak dapat memperlihatkan objek yang berada di dalam dasar laut atau lapisan sendimen. Sehingga penggunaan kedua alat pada penelitian ini saling mendukung dalam identifikasi objek penelitian.

Pada hasil SBP dan SSS dengan PLI diperoleh hasil yang sama pada posisi northing diperoleh perbedaan yang signifikan karena untuk posisi northing. PLI dengan SBP lebih kecil dari α (0.05) yaitu $0.025 < 0.05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima dan PLI dengan SSS lebih kecil dari α (0.05) yaitu $0.005 < 0.05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Pada hasil SBP dan SSS dengan PLI diperoleh hasil yang sama pada posisi easting posisi pipa hasil SBP nilainya lebih besar dari α (0.05) yaitu $0.115 > \alpha$ (0.05). H_0 diterima dan H_1 ditolak dan posisi northing PLI dengan SSS lebih kecil dari α (0.05) yaitu $0.005 < 0.05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sehingga posisi pipa pada northing tidak sesuai dengan jalur pipa bawah laut.

Pada Gambar 7 memvisualisasikan posisi jalur dan titik koordinat dari SSS dan SBP pada 26 Mei – 5 Juni 2023 dengan hasil analisis dari uji wilcoxon dan analisis spasial bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada hasil survei sehingga posisi pipa masih berada pada jalur pipa bawah laut dan kesesuaian jalur pipa dan posisi pipa pada S-44 IHO termasuk kedalam special atau exclusive orde yang diperoleh dari uji Wilcoxon dengan nilai $0.815 > \alpha$ (0.05) dan $0.088 > \alpha$ (0.05) di wilayah Perairan Pulau Pabelokan dan hasil uji rata-rata dari data SSS dan SBP menunjukkan hasil yang tidak signifikan sehingga masih terdapat toleransi pada perpindahan posisi pipa. Pengertian dari masih terdapat toleransi pada perpindahan pipa adalah perpindahan posisi pipa hanya berjarak 2.531 meter.

Hasil wilcoxon data SBP dan SSS dengan Peta PLI No 78 diperoleh posisi easting tidak memiliki perbedaan yang signifikan tetapi pada posisi northing memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan posisi northing secara signifikan pada peta PLI NO 78 Tahun 2022 dapat disebabkan terdapat beberapa area yang memiliki tingkat keselamatan dan keamanan rendah sehingga peta PLI NO 78 Tahun 2022 diasumsikan sebagai peta perencanaan jalur pipa.



Gambar 7. Jarak SBP dan SSS.

KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan data survei dari Side Scan Sonar (SSS) dan Sub Bottom Profiler (SBP) untuk mengidentifikasi posisi pipa bawah laut yang sebelumnya tidak diketahui.

SSS dan SBP digunakan untuk pengambilan data pada permukaan dasar laut dan lapisan sedimen di bawahnya. Hasil olahan data SBP berupa koordinat easting dan northing, yang menunjukkan posisi pipa di atas permukaan dasar laut dengan karakteristik hiperbolik dan masking pada sedimen. Sementara itu, data SSS menghasilkan citra GeoTiff yang, setelah analisis spasial, memperlihatkan objek memanjang dengan tekstur kasar yang diasumsikan sebagai pipa bawah laut.

Penggunaan SSS dan SBP secara bersama-sama, meski metode keduanya berbeda, bertujuan untuk saling melengkapi dalam pengambilan data. Hasil overlay analisis spasial menunjukkan objek yang diduga sebagai pipa dengan jarak koordinat SSS sebesar 2.531 meter dari koordinat SBP. Uji Wilcoxon antara data SSS dan SBP menunjukkan kesesuaian posisi easting-northing, sehingga hipotesis nol diterima, menandakan tidak ada perbedaan signifikan pada jalur dan posisi pipa. Hasil uji Wilcoxon antara data SSS dan SBP dengan peta laut PLI No. 78 menunjukkan kesesuaian pada koordinat easting, namun terdapat perbedaan signifikan pada koordinat northing dalam pemetaan jalur dan posisi pipa bawah laut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vinata, R. T. (2016). Power of sharing sumber daya kelautan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Hukum Legalitas*, vol. 24, no. 2, pp. 213-223. <https://doi.org/10.22219/jihl.v24i2.4272>.
- [2] Anasiru, R. H. (2016). Analisis spasial dalam klasifikasi lahan kritis di kawasan Sub-DAS Langge Gorontalo. *Informatika Pertanian*, vol. 25, no. 2, pp. 261-272.
- [3] Pratomo, D. G., Khomsin, K., & Pambudhi, D. (2018). Deteksi pipa bawah laut dengan data multibeam echosounder (Studi Kasus: Muara Bekasi). *Geoid*, vol. 13, no. 2, pp. 115-120. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v13i2.3685>.
- [4] Aziz, L. (2011). Analisis hasil survei side scan sonar untuk peletakan pipa gas bawah laut (Studi Kasus: Re-Route Pipa PGN di Perairan Tanjung Priok). *Tugas Akhir*. Bandung: Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, Institut Teknologi Bandung.
- [5] Rohana, U., Alam, T. M., & Brodjonegoro, I. S. (2015). Analisis spasial sebaran sedimen permukaan dasar laut dari data citra sidescan sonar (Studi Kasus Perairan Pulau Setokok Selatan Batam). *Jurnal Chart Datum*, vol. 1, no. 1, pp. 21-28. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v1i1.8>.
- [6] Nurdin, N., Noviatio, A., Santoso, A. I., Rexano, L., & Bachrodin, I. (2019). Perencanaan operasi survei dan pemetaan hidro-oseanografi berdasarkan ketelitian C-13 dan pemeliharaan peta laut sesuai dengan S-4 B600 IHO. *Jurnal Hidropilar*, vol. 5, no. 1, pp. 10-17.
- [7] Sun, K., Cui, W., & Chen, C. (2021). Review of underwater sensing technologies and applications. *Sensors*, vol. 21, no. 23, pp. 1–28. <https://doi.org/10.3390/s21237849>.
- [8] Plets, R., Dix, J., & Bates, R. (2013). *Marine Geophysics Data Acquisition, Processing and Interpretation: Guidance Notes*. Belfast: English Heritage.
- [9] Arikunto, S. (1992). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik (Revised ed.)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [10] Rinaldi, A., Novalia, S. P., & Syazali, M. (2021). *Statistika inferensial untuk ilmu sosial dan pendidikan*. Bogor: Penerbit IPB Press.