

PENGARUH SOUND VELOCITY TERHADAP PENGUKURAN KEDALAMAN MENGGUNAKAN MULTIBEAMECHOSOUNDER DI PERAIRAN SURABAYA

Eko Prakoso A S¹, Widodo S Pranowo², Ainun Pujo W³, Dian Andrianto⁴

¹Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

²Peneliti dari Badan Riset Kelautan dan Perikanan, KKP

³Peneliti dari Pushidrosal TNI-AL

⁴Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

ABSTRAK

Penentuan *kedalaman* merupakan tugas mendasar bagi seorang hidrografer. Dalam menentukan kedalaman harus memahami apa saja yang mempengaruhi kondisi suatu perairan. Tujuan utama dari sebagian besar survei hidrografi, adalah untuk mendapatkan data dasar untuk penyusunan peta laut dengan penekanan pada fitur yang dapat mempengaruhi keselamatan bernavigasi. Kondisi perairan Indonesia merupakan perairan tropis yang sangat berpengaruh terhadap perubahan kecepatan rambat suara (*sound velocity*). Dalam kegiatan survei dan pemetaan Hidro-Oceanografi, *sound velocity* termasuk bagian dari aspek Hidrografi maupun Oceanografi. Terutama pada saat Survei Batimetri, kecepatan rambat suara sangatlah berpengaruh terhadap koreksi dari hasil pengukuran kedalaman menggunakan *Multibeam Echosounder*, selain pasang surut. Pada penelitian ini *sound velocity* diukur menggunakan *Sound Velocity Profiler* (SVP), dan dilakukan perhitungan berdasarkan *in situ Conductivity Temperature and Depth* (CTD). Data CTD mewakili variabilitas musim dari INDESO Project Badan Litbang KKP turut digunakan untuk memperkaya analisis SVP. Hasil sementara menunjukkan bahwa variabilitas musiman *salinitas* dan *temperatur* sangat signifikan mempengaruhi kondisi *sound velocity*. Pengaruh *sound velocity* terbesar rata-rata terjadi pada bulan November sebesar 1546,37 m/s dengan nilai maksimum 1548,24 m/s pada stasiun 2, sedangkan pengaruh *sound velocity* yang terkecil terjadi pada bulan Agustus sebesar 1539,6 m/s dengan nilai minimum 1539,06 m/s pada stasiun 2 tahun 2015 di perairan Surabaya. Pada lapisan permukaan perairan hingga kedalaman 17 meter, *sound velocity* cenderung mengikuti pola salinitas. Untuk kedalaman yang lebih dalam dari 17 meter, *sound velocity* cenderung mengikuti pola temperatur. Namun dari kedua parameter utama tersebut, variabilitas salinitas yang sangat mempengaruhi *sound velocity*.

Kata Kunci : Sound Velocity, Kedalaman, Multibeam Echosounder, Surabaya, Salinitas, Temperatur

ABSTRACT

Determination of the depth is a fundamental task for a hydrographers. In determining the depth to understand what influences the condition of a body of water. The main goal of most of hydrographic surveys, is to establish a baseline for the preparation of a map of the sea with an emphasis on features that can affect the safety of navigation. Condition Indonesian waters are tropical waters which influenced the change of velocity of sound (sound velocity). In surveying and mapping activities Hydro-Oceanographic, sound velocity includes part of the Hydrographic and Oceanographic aspects. Especially when Bathymetry Survey, velocity of sound is very influential on the correction of the measurement results using Multibeam echosounder depth, in addition to the tides. In this study, sound velocity is measured using Sound Velocity Profiler (SVP), and the calculation is based on in situ Conductivity Temperature and Depth (CTD). CTD data representing variability season of INDESO Project Research Agency CTF co-used to enrich the analysis of SVP. Preliminary results show that the seasonal variability of salinity and temperature significantly affects the velocity of sound conditions. The influence of sound velocity on average in November of 1546.37 m / s with a maximum value of 1548.24 m / s at station 2, whereas the effect of sound velocity of the smallest occurred in August amounted to 1539.6 m / s with a value minimum 1539.06 m / s at station 2 2015 in the waters of Surabaya. On the surface layer of water to a depth of 17 meters, sound velocity tends to follow patterns of salinity. For deeper depth of 17 meters, sound velocity tends to follow the pattern of temperature. But of the two main parameters, the variability of salinity that affect sound velocity.

Keywords: *Sound Velocity, Depth, Multibeam echosounder, Surabaya, Salinity, temperature*

PENDAHULUAN

Tujuan utama dari sebagian besar survei hidrografi, adalah untuk mendapatkan data dasar untuk penyusunan peta laut dengan penekanan pada fitur yang dapat mempengaruhi keselamatan bernavigasi. Tujuan lainnya termasuk memperoleh informasi yang diperlukan untuk produk navigasi maritim yang terkait dan untuk pengelolaan zona pesisir, teknik, dan ilmu (C-13 Bab 1 Hal 7, 2005).

Perlunya untuk membuat layanan hidrografi. Melalui pengumpulan data yang sistematis yang dilakukan di pantai dan di laut, memproduksi dan menyebarkan informasi dalam mendukung keselamatan navigasi maritim dan pelestarian lingkungan kelautan, pertahanan dan eksploitasi.

Negara Indonesia merupakan negara maritim dan juga negara kepulauan yang 2/3 luas wilayahnya terdiri dari lautan. Indonesia juga merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau 17.499 dan dengan garis pantai sepanjang 80.791 km² (Peta Laut Indonesia, 2015). Kondisi perairan Indonesia merupakan perairan tropis yang sangat berpengaruh terhadap perubahan kecepatan rambat suara (*sound velocity*).

Dalam kegiatan survei dan pemetaan Hidro-Oseanografi, kecepatan rambat suara termasuk bagian dari aspek Hidrografi maupun Oseanografi. Terutama pada saat Survei Batimetri, kecepatan rambat suara sangatlah berpengaruh terhadap koreksi dari hasil pemeruman, selain pasang surut. Kecepatan rambat suara dapat diukur dengan alat sensor yang disebut *Sound Velocity Profiler* (SVP) maupun dengan *Conductivity Temperature and Depth* (CTD).

Lokasi penelitian kami ini merupakan rencana area lego yang telah disurvei kembali dengan menggunakan alat pemeruman *Multi Beam Echosounder* (MBES) pada bulan November tahun 2015 untuk memastikan bagaimana kondisi terkini pada lokasi tersebut. Area ini merupakan area yang cocok untuk area lego jangkar kapal – kapal peti kemas dengan bobot 60.000-80.000 DWT. Topografi dasar laut relatif landai dengan kedalaman terdangkal sekitar 14 meter disebelah Selatan, sedangkan kedalaman terdalam sekitar 37 meter disebelah Utara area survei, dengan jarak Utara – Selatan sekitar 3 NM. Selain kedalamannya, area lego ini juga bersih dari kerangka atau objek – objek yang dapat membahayakan pelayaran. Sedangkan jenis dasar lautnya berupa lumpur yang cocok untuk lego jangkar. Dan juga pada lokasi tersebut merupakan tempat alur masuk maupun keluar bagi kapal-kapal yang melintas. Sehingga bisa

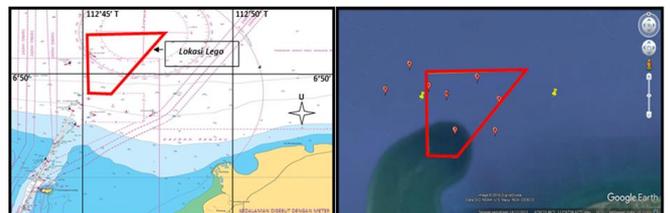
dijadikan tempat lego yang strategis dan tidak mengganggu alur pelayaran.

Adapun Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui karakteristik temperatur dan salinitas sebagai variabel pembangun *sound velocity*. Selanjutnya untuk mengetahui variabilitas salinitas, *sound velocity* dan temperatur pada bulan Februari, Mei, Agustus dan Nopember sebagai perwakilan per musim dan juga mengetahui bagaimana pengaruh *sound velocity* terhadap penentuan kedalaman di lokasi penelitian.

METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data ada 2 macam. Yang pertama pengumpulan data secara primer yaitu data survei lapangan secara langsung yang dilaksanakan pada bulan November tahun 2015. Pelaksanaan pengambilan data insitu dilaksanakan pada tanggal 4 Nopember s.d 11 Nopember 2015. Kemudian Data sekunder didapat dari INDES0 berupa data turunan Salinitas, *Sound Velocity*, Temperatur. Pada pengumpulan data sekunder, data yang diambil hanya pada bulan Februari, Mei, Agustus dan November tahun 2015 dikarenakan sebagai perwakilan dari tiap perubahan musim. Mulai dari musim kemarau, musim peralihan I, musim penghujan dan musim peralihan II. Data yang diambil meliputi data salinitas, *sound velocity*, temperatur dan kedalaman. Lokasi penelitian di perairan Alur Pelayaran Barat (APBS) Surabaya dengan koordinat :

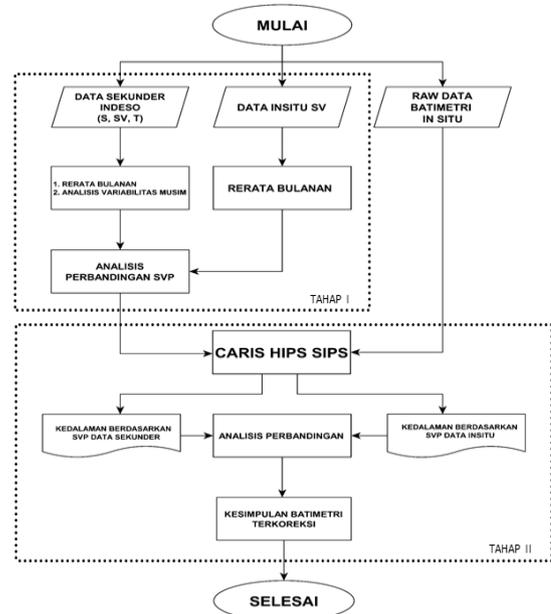
1. 6 49 05.0600" S - 112 45 16.6300"
2. 6 51 54.7000" S - 112 45 16.6300"
3. 6 51 54.7000" S - 112 47 20.3500"
4. 6 49 05.0600" S - 112 48 59.1600"



Gambar 1. Lokasi Penelitian. Sebaran stasiun data (kanan). Simbol warna kuning (Stasiun INDES0 Barat/01 dan Timur/02) dan simbol warna merah Stasiun Survei In-situ

Jenis data penelitian yang digunakan adalah data primer yang didapatkan pada saat survei in-situ pada bulan Nopember tahun 2015 dan data sekunder dengan sumber data diperoleh dari INDES0 Kementerian Kelautan Dan Perikanan berbentuk data model (N°Cfile).

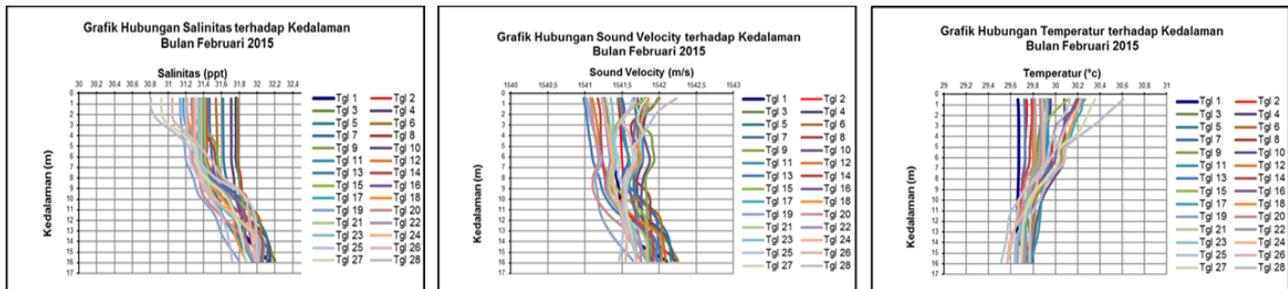
Data model yang diperoleh dari situs INDESO yaitu data salinitas, kecepatan suara (sound velocity) dan temperatur kemudian dijalankan dengan program Ocean Data View (ODV) versi 4 untuk mendapatkan nilai parameter fis dari oseanografi. Selanjutnya, data diekspor dari ODV ke bentuk Text file dalam bentuk data perkedalaman. Data yang diperoleh dalam bentuk Text file tersebut kemudian diubah ke bentuk Microsoft Office Excel (2016) untuk dilakukan proses perhitungan dengan metode perataan bulanan. Hasil dari analisis perbandingan data svp (sound velocity profile) antara data in-situ dengan data turunan kemudian diplot untuk membuat visualisasi dalam bentuk grafik dan selanjutnya dilakukan analisis perbandingan svp dalam bentuk tabulasi data per musimnya. Selanjutnya hasil olah data yang pertama tersebut digabungkan dengan raw data batimetri diproses dengan menggunakan software caris hips sips 9.0. Menghasilkan 2 (dua) citra kedalaman yaitu kedalaman berdasarkan svp data turunan dan kedalaman berdasarkan svp data in situ.



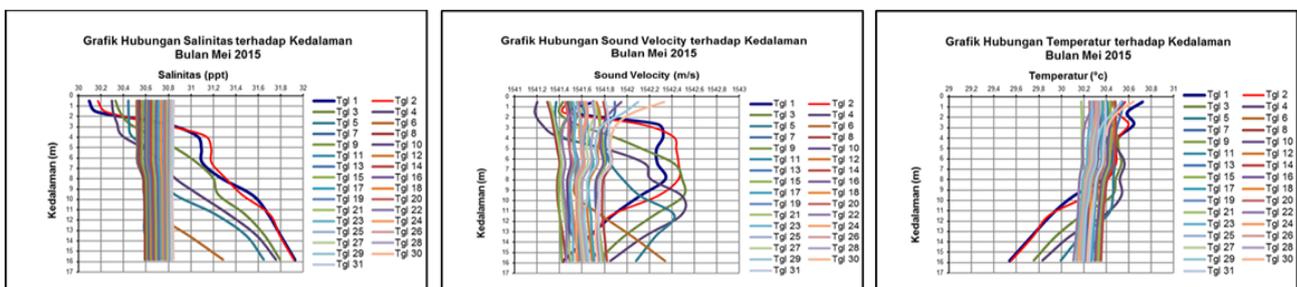
GAMBAR 2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Hasil Dan Pembahasan

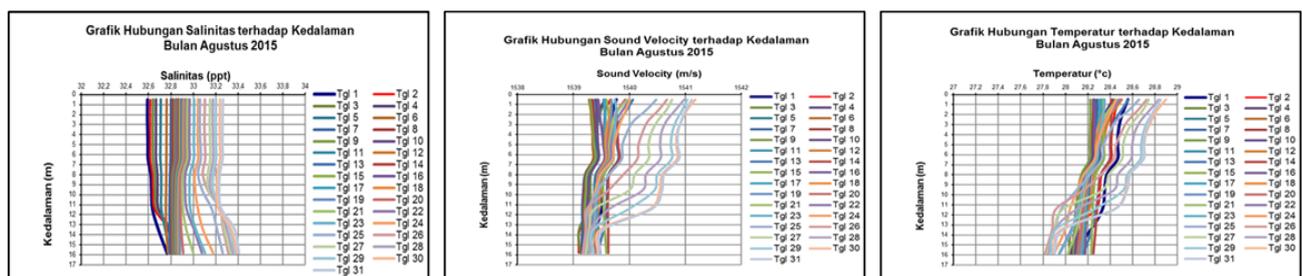
A. Hasil Pengolahan pada Stasiun 1 (INDESO Barat)



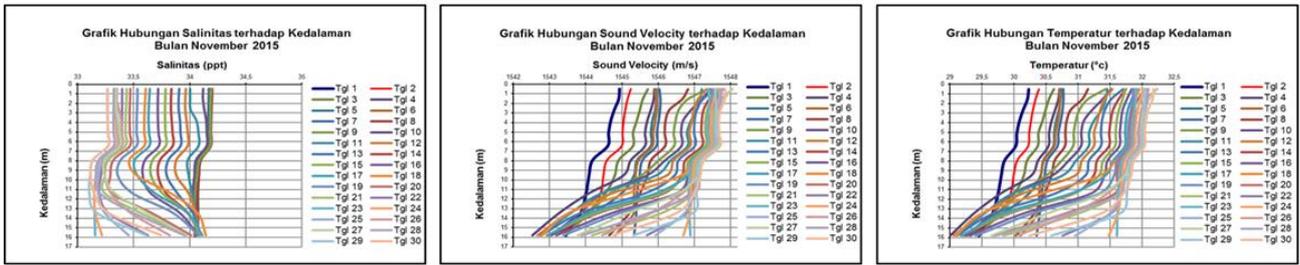
Gambar 3. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 1 Bulan Februari 2015



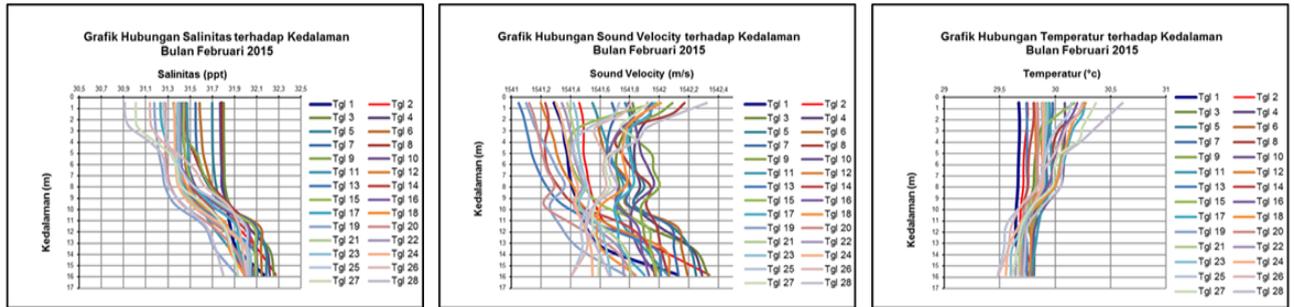
Gambar 4. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 1 Bulan Mei 2015



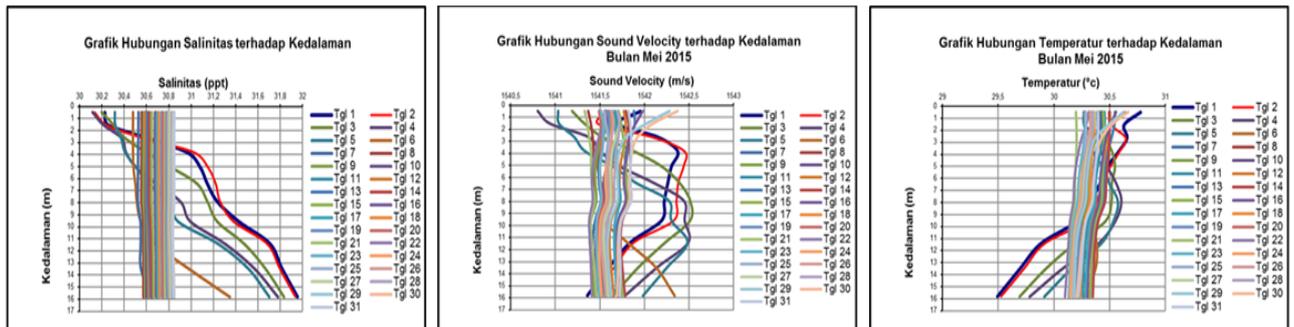
Gambar 5. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 1 Bulan Agustus 2015



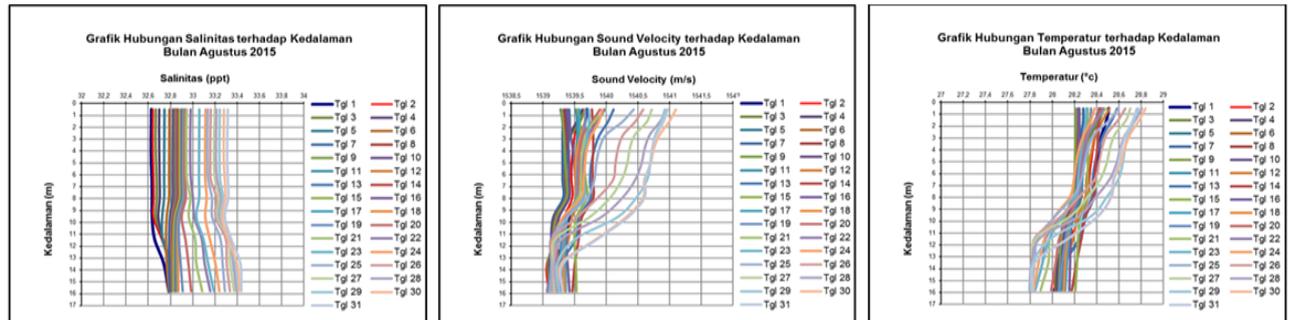
Gambar 6. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 1 Bulan Nopember 2015



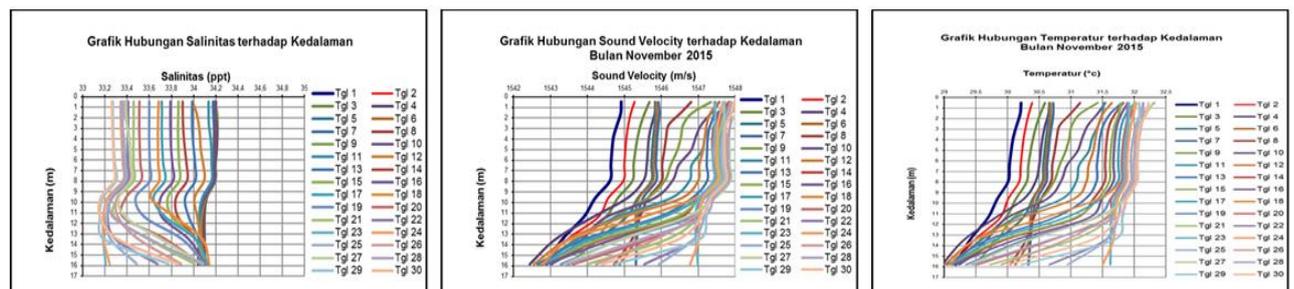
Gambar 7. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 2 Bulan Februari 2015



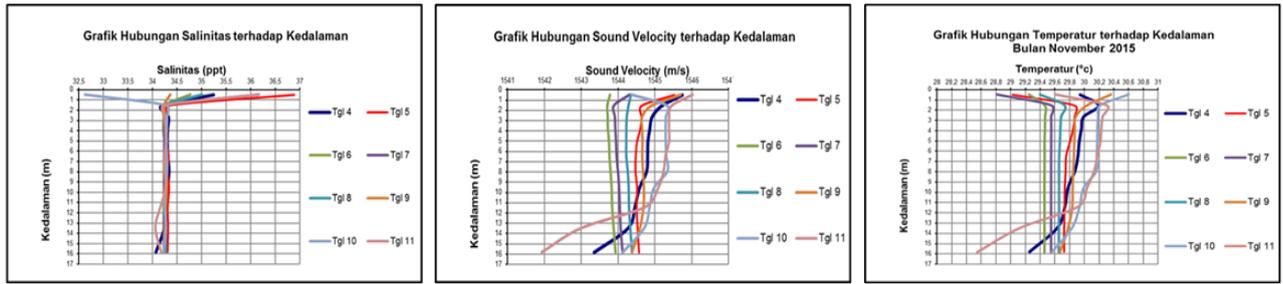
Gambar 8. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 2 Bulan Mei 2015



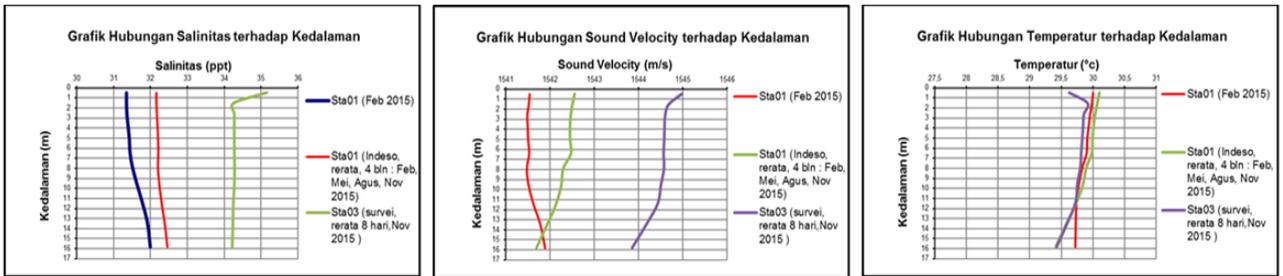
Gambar 9. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 2 Bulan Agustus 2015



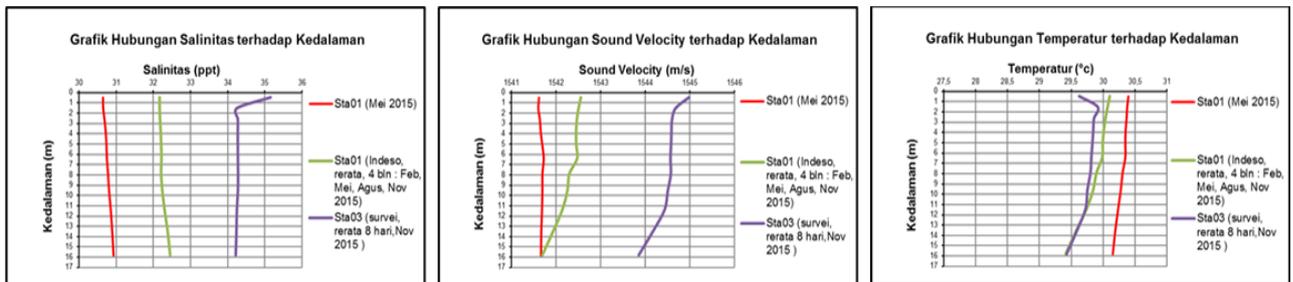
Gambar 10. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 2 Bulan Nopember 2015



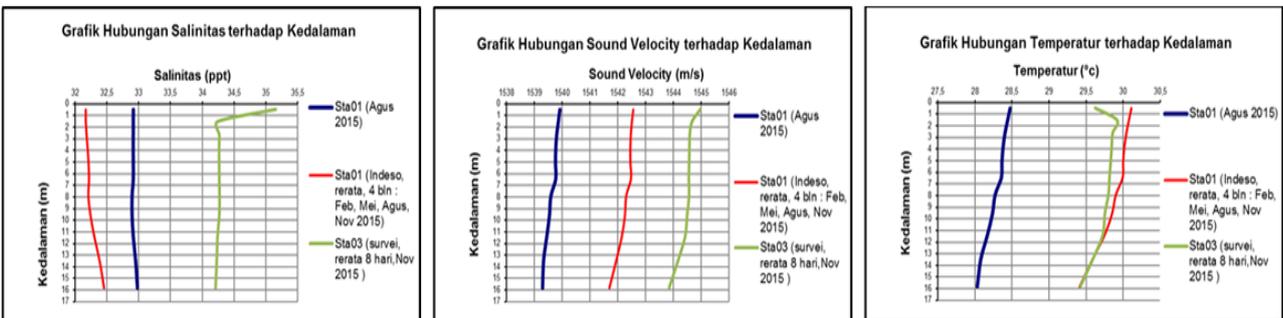
Gambar 11. Visualisasi Hubungan Salinitas, Sound Velocity dan Temperatur terhadap Kedalaman pada Stasiun 3 Bulan November 2015



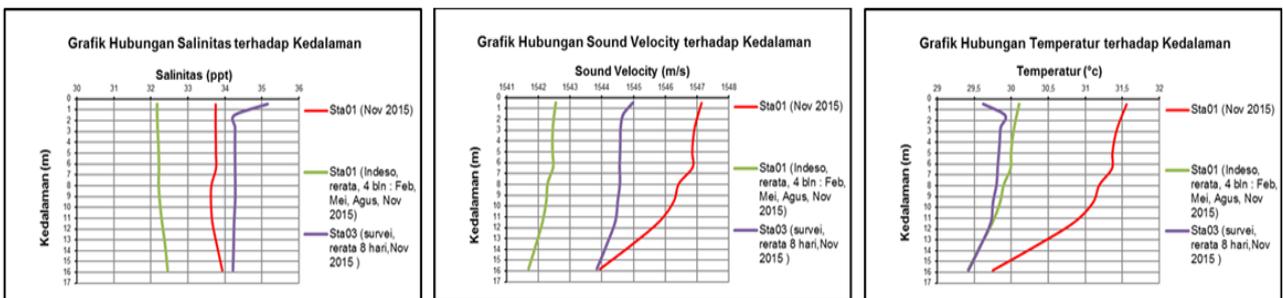
Gambar 12. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 1 Bulan Februari 2015, Stasiun 1 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3



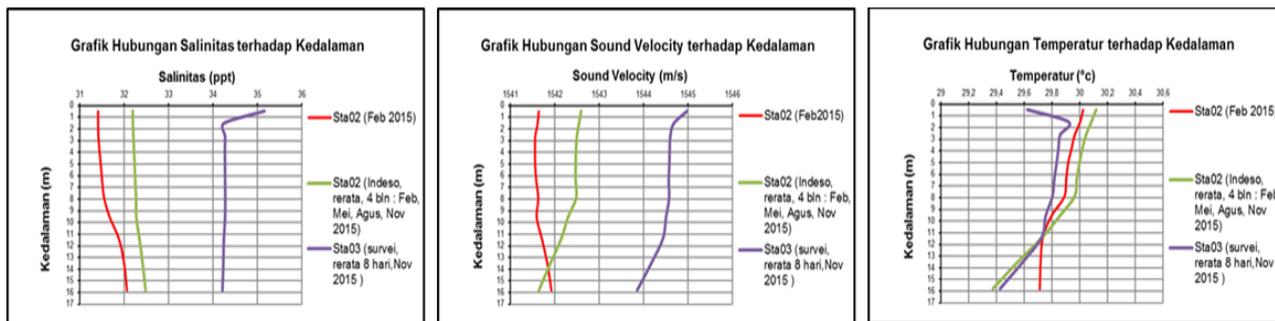
Gambar 13. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 1 Bulan Mei 2015, Stasiun 1 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3



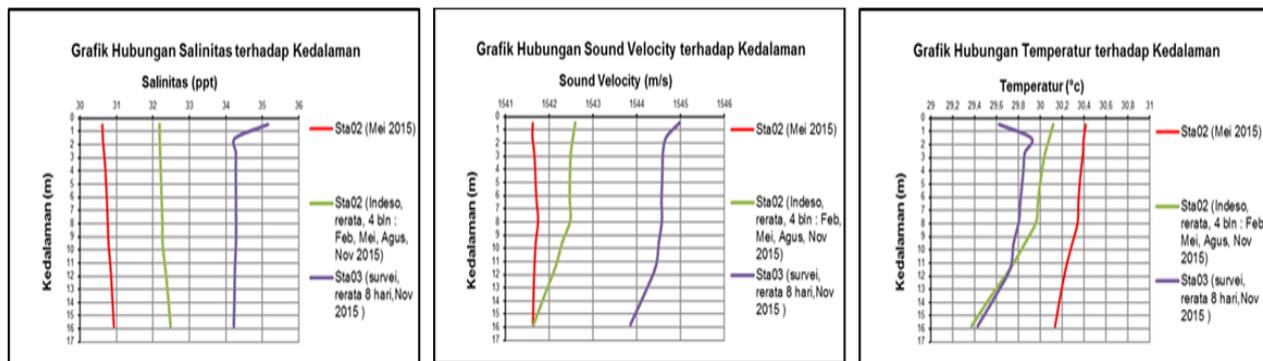
Gambar 14. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 1 Bulan Agustus 2015, Stasiun 1 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3



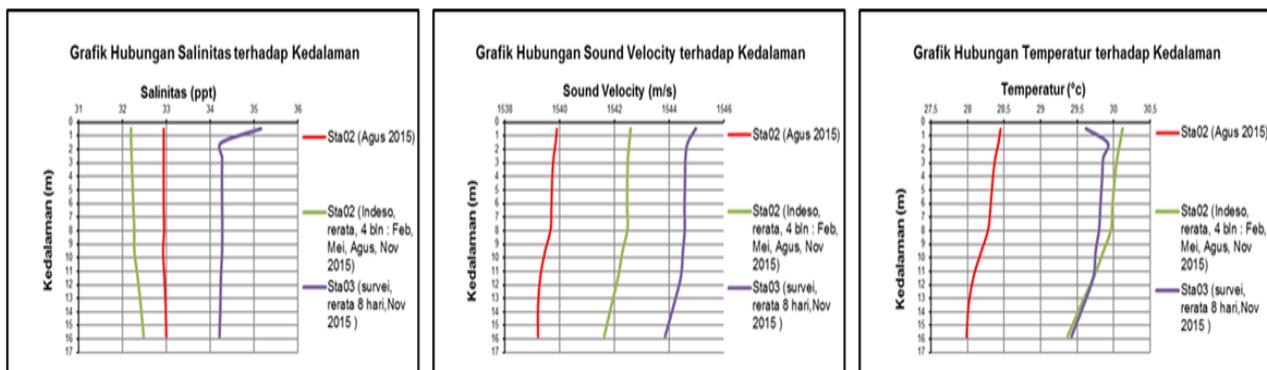
Gambar 15. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 1 Bulan November 2015, Stasiun 1 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3



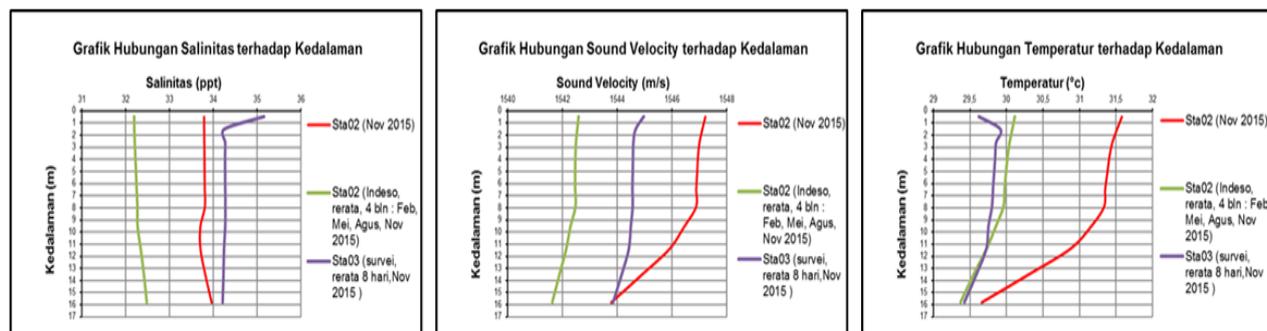
Gambar 16. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 2 Bulan Februari 2015, Stasiun 2 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3



Gambar 17. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 2 Bulan Mei 2015, Stasiun 2 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3



Gambar 18. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 2 Bulan Agustus 2015, Stasiun 2 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3



Gambar 19. Visualisasi Hubungan Salinitas, *Sound Velocity* dan Temperatur terhadap Kedalaman antara Stasiun 2 Bulan Nopember 2015, Stasiun 2 Rerata 4 Bulan dan Stasiun 3

E. Hasil Akhir Pengolahan I

Tabel 1. Tabulasi Data Perbandingan Salinitas, SV dan Temperatur terhadap Kedalaman antara 3 Stasiun

SALINITAS VS KEDALAMAN									
Sta01			Sta02			Sta03			Bulan (2015)
Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	
30.8087	32.2018	31.5688	30.9102	32.2722	31.6217	X	X	X	Feb
30.0927	31.9248	30.7709	30.1147	31.9548	30.7515	X	X	X	Mei
32.5913	33.4059	32.9188	32.6244	33.437	32.948	X	X	X	Agus
33.1055	34.2026	33.7446	33.1541	34.2164	33.7964	32.623	36.883	34.3375	Nov
31.6496	32.9338	32.2508	31.7009	32.9701	32.2794	X	X	X	Rerata 4 Bulan

SOUND VELOCITY VS KEDALAMAN									
Sta01			Sta02			Sta03			Bulan (2015)
Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	
1540.98	1542.25	1541.58	1541.05	1542.34	1541.66	X	X	X	Feb
1541.18	1542.5	1541.67	1540.8	1542.51	1541.67	X	X	X	Mei
1539.09	1541.18	1539.65	1539.06	1541.1	1539.6	X	X	X	Agus
1542.53	1548.05	1546.28	1542.44	1548.24	1546.37	1541.93	1546.02	1544.5	Nov
1540.95	1543.5	1542.3	1540.84	1543.55	1542.32	X	X	X	Rerata 4 Bulan

TEMPERATUR VS KEDALAMAN									
Sta01			Sta02			Sta03			Bulan (2015)
Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	
29.5155	30.6124	29.8626	29.4844	30.6081	29.8714	X	X	X	Feb
29.5393	30.7204	30.305	29.4935	30.7747	30.3144	X	X	X	Mei
27.8196	28.8972	28.2913	27.7944	28.838	28.254	X	X	X	Agus
29.0061	32.2346	31.0752	28.9641	32.3197	31.0944	28.549	30.598	29.7452	Nov
28.9701	30.6162	29.8835	28.9341	30.6351	29.8835	X	X	X	Rerata 4 Bulan

Keterangan :

	Nilai Minimum
	Nilai Maksimum

Pada gambar 3, yaitu pada stasiun 1 bulan Februari 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 31,5687 ppt. Nilai salinitas minimum pada tanggal 28 Februari di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 30,8087 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 2 Februari di kedalaman 16 meter sebesar 32,2018 ppt. Salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 9,5 meter yaitu 31,6406 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan terendah pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 31,3602 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1541,582 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 13 Februari di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1540,98 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 3 Februari di kedalaman 16 meter sebesar 1542,25 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada

kedalaman 16 meter yaitu 1541,8839 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 8 meter yaitu 1541,4825 m/s. Pada Stasiun 1 bulan Februari 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 29,8625°C. Nilai temperatur minimum terjadi pada tanggal 25 Februari di kedalaman 16 meter sebesar 29,5155°C dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 28 Februari di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 30,6124°C. Temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut di kedalaman 0,5 meter yaitu 30,0031°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 29,7222°C.

Pada gambar 4, yaitu pada stasiun 1 bulan Mei 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 30,7708 ppt. Nilai salinitas minimum dan maksimum terjadi pada tanggal 1 Mei di kedalaman 0,5 meter dan 16 meter yaitu 30,0927 ppt dan 31,9248 ppt. Salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut di kedalaman 0,5 meter yaitu 30,6452 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 30,9354 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1541,669 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 4 Mei di kedalaman 1,5 meter sebesar 1541,18 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 3 Mei di kedalaman 9,5 meter sebesar 1542,5 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 1,5 meter yaitu 1541,6026 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 6 meter yaitu 1541,7277 m/s. Pada stasiun 1 bulan Mei 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 30,305°C. Nilai temperatur minimum dan maksimum terjadi pada tanggal 1 Mei di kedalaman 16 meter dan 0,5 meter pada permukaan air laut yaitu 29,5393°C dan 30,7204°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 30,1491°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 30,3987°C.

Pada gambar 5, yaitu pada stasiun 1 bulan Agustus 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 32,9188 ppt. Nilai salinitas minimum terjadi pada tanggal 1 Agustus di kedalaman 1,5 meter sebesar 32,5913 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 31 Agustus di kedalaman 16 meter sebesar 33,4059 ppt. Salinitas rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 8 meter yaitu 32,8945 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 16 meter yaitu 32,9774 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound*

velocity dengan rata-rata 1539,65 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 2 Agustus di kedalaman 16 meter sebesar 1539,09 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 30 Agustus di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1541,18 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 1539,2977 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 1539,9271 m/s. Pada stasiun 1 bulan Agustus 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 28,2912°C. Nilai temperatur minimum terjadi pada tanggal 26 Agustus di kedalaman 16 meter sebesar 27,8196°C dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 30 Agustus di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 28,8972°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 28,0342°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 28,4726°C.

Pada gambar 6, yaitu pada stasiun 1 bulan Nopember 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 33,7445 ppt. Nilai salinitas minimum terjadi pada tanggal 29 Nopember di kedalaman 11 meter sebesar 33,1055 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 8 Nopember di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 34,2026 ppt. Salinitas rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 9,5 meter yaitu 33,6274 ppt. Sedangkan Salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 16 meter yaitu 33,9322 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1546,2824 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 4 Nopember di kedalaman 16 meter sebesar 1542,53 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 26 Nopember di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1548,05 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 1543,9413 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 1547,1397 m/s. Pada stasiun 1 bulan Nopember 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 31,0752°C. Nilai temperatur minimum terjadi pada tanggal 4 Nopember di kedalaman 16 meter sebesar 29,0061°C dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 26 Nopember di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 32,2346°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 29,751°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 31,5558°C.

Pada gambar 7, yaitu pada stasiun 2 bulan Februari 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 31,6217 ppt. Nilai salinitas minimum terjadi

pada tanggal 28 Februari di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 30,9102 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 2 Februari di kedalaman 16 meter sebesar 32,2722 ppt. Salinitas rata-rata bulanan terendah pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 31,413 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 16 meter yaitu 32,0616 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1541,6554 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 13 Februari di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1541,05 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 2 Februari di kedalaman 16 meter sebesar 1542,34 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 3 meter yaitu 1541,5604 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 16 meter yaitu 1541,9261 m/s. Pada stasiun 2 bulan Februari 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 29,8714°C. Nilai temperatur minimum terjadi pada tanggal 25 Februari di kedalaman 16 meter sebesar 29,4844°C dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 28 Februari di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 30,6081°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 29,7111°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 30,0233°C.

Pada gambar 8, yaitu pada stasiun 2 bulan Mei 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 30,7515 ppt. Nilai salinitas minimum terjadi pada tanggal 4 Mei di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 30,1147 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 1 Mei di kedalaman 16 meter sebesar 31,9548 ppt. Salinitas rata-rata bulanan terendah pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 30,6205 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 16 meter yaitu 30,9261 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1541,6678 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 4 Mei di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1540,8 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 3 Mei di kedalaman 8 sampai dengan 9,5 meter sebesar 1542,51 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 1,5 meter yaitu 1541,6158 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 8 meter yaitu 1541,7477 m/s. Pada stasiun 2 bulan Mei 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 30,3144°C. Nilai temperatur minimum dan maksimum terjadi pada tanggal 1 Mei di kedalaman 16 meter dan 0,5 meter yaitu 29,4935°C dan 30,7747°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu

30,1353°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 30,414°C.

Pada gambar 9, yaitu pada stasiun 2 bulan Agustus 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 32,948 ppt. Nilai salinitas minimum terjadi pada tanggal 1 Agustus di kedalaman 4 meter sebesar 32,6244 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 31 Agustus di kedalaman 16 meter sebesar 33,437 ppt. Salinitas rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 9,5 meter yaitu 32,9238 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada kedalaman 16 meter yaitu 32,9984 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1539,5999 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 2 Agustus di kedalaman 13 meter sebesar 1539,06 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 30 Agustus di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1541,1 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 1539,2232 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 1539,8997 m/s. Pada stasiun 2 bulan Agustus 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 28,254°C. Nilai temperatur minimum terjadi pada tanggal 27 Agustus di kedalaman 16 meter sebesar 27,7944°C dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 30 Agustus di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 28,838°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 13 meter yaitu 28,0163°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 28,4502°C.

Pada gambar 10, yaitu Pada stasiun 2 bulan Nopember 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 33,7964 ppt. Nilai salinitas minimum terjadi pada tanggal 29 Nopember di kedalaman 11 meter sebesar 33,1541 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 9 Nopember di kedalaman 3 meter sebesar 34,2164 ppt. Salinitas rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 9,5 meter yaitu 33,7006 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 16 meter yaitu 33,9646 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1546,3711 m/s. Nilai *sound velocity* minimum terjadi pada tanggal 4 Nopember di kedalaman 16 meter sebesar 1542,44 m/s dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 26 Nopember di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1548,24 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 1543,784 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 1547,2273 m/s. Pada stasiun 2 bulan Nopember 2015 ini mempunyai

temperatur dengan rata-rata 31,0941°C. Nilai temperatur minimum terjadi pada tanggal 4 Nopember di kedalaman 16 meter sebesar 28,9641°C dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 26 Nopember di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 32,3197°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 29,6592°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 31,5832°C.

Pada gambar 11, yaitu pada stasiun 3 bulan Nopember 2015 mempunyai salinitas dengan rata-rata 34,3375 ppt. Nilai salinitas minimum terjadi pada tanggal 10 November di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 32,623 ppt dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 5 November di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 36,889 ppt. Salinitas rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 34,2129 ppt. Sedangkan salinitas rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 35,1504 ppt. Selanjutnya mempunyai *sound velocity* dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Nilai *sound velocity* minimum dan maksimum terjadi pada tanggal 11 Nopember. Nilai minimum pada kedalaman 16 meter sebesar 1541,93 m/s dan nilai maksimum di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 1546,02 m/s. *Sound velocity* rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 1543,8514 m/s. Sedangkan *sound velocity* rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter yaitu 1544,9784 m/s. Pada stasiun 3 bulan Nopember 2015 ini mempunyai temperatur dengan rata-rata 29,7452°C. Nilai temperatur minimum terjadi pada tanggal 11 Nopember di kedalaman 16 meter sebesar 28,549°C dan nilai maksimum terjadi pada tanggal 10 Nopember di permukaan air laut dengan kedalaman 0,5 meter sebesar 30,598°C. Temperatur rata-rata bulanan terendah pada kedalaman 16 meter yaitu 29,4265°C. Sedangkan temperatur rata-rata bulanan tertinggi pada permukaan air laut dengan kedalaman 1,5 meter yaitu 29,918°C.

Pada gambar 12, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 1 bulan Februari yaitu 32,4608 ppt dengan rata-rata 32,2508 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 1 bulan Februari mempunyai nilai salinitas maksimum yang

terendah diantara ketiganya yaitu 31,998 ppt dengan rata-rata 31,5688 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 1 bulan Februari yaitu 1542,5577 m/s dengan rata-rata 1542,2959 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 1 bulan Februari merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 1541,8839 m/s dengan rata-rata 1541,582 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan yaitu 30,1076°C dengan rata-rata 29,8835°C. Selanjutnya nilai temperatur pada stasiun 1 bulan Februari lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 3 yaitu 30,0031°C dengan rata-rata 29,8626°C. Nilai temperatur pada stasiun 3 mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C.

Pada gambar 13, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 1 rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 1 bulan Mei yaitu 32,4608 ppt dengan rata-rata 32,2508 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 1 bulan Mei mempunyai nilai salinitas maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 30,9354 ppt dengan rata-rata 30,7709 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 1 bulan Mei yaitu 1542,5577 m/s dengan rata-rata 1542,2959 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 1 bulan Mei merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 1541,7277 m/s dengan rata-rata 1541,669 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 1 bulan Mei yaitu 30,3987°C dengan rata-rata 30,305°C. Selanjutnya nilai temperatur maksimum pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 3 yaitu 30,1076°C dengan rata-rata 29,8835°C. Nilai temperatur pada stasiun 3 mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C.

Pada gambar 14, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap

kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 1 bulan Agustus juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 1 rerata 4 bulanan yaitu 32,9774 ppt dengan rata-rata 32,9188 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 1 rerata 4 bulanan mempunyai nilai salinitas maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 32,4608 ppt dengan rata-rata 32,2508 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan juga lebih rendah daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 1 bulan Agustus yaitu 1542,5577 m/s dengan rata-rata 1542,2959 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 1 bulan Agustus merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 1539,9271 m/s dengan rata-rata 1539,6503 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan yaitu 30,1076°C dengan rata-rata 29,8835°C. Selanjutnya nilai temperatur maksimum pada stasiun 3 lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 1 bulan Agustus yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C. Nilai temperatur pada stasiun 1 bulan Agustus mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 28,4726°C dengan rata-rata 28,2913°C.

Pada gambar 15, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 1 bulan Nopember juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan yaitu 33,9322 ppt dengan rata-rata 33,7446 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan mempunyai nilai salinitas maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 32,4608 ppt dengan rata-rata 32,2508 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 1 bulan Nopember yaitu 1547,1397 m/s dengan rata-rata 1546,2825 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 3 juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya

yaitu 1542,5577 m/s dengan rata-rata 1542,2959 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 1 bulan Nopember yaitu 31,5558°C dengan rata-rata 31,0752°C. Selanjutnya nilai temperatur pada stasiun 1 hasil rerata 4 bulanan lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 3 yaitu 30,1076°C dengan rata-rata 29,8835°C. Nilai temperatur pada stasiun 3 mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C.

Pada gambar 16, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 2 bulan Februari yaitu 32,4877 ppt dengan rata-rata 32,2794 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 2 bulan Februari mempunyai nilai salinitas maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 32,0616 ppt dengan rata-rata 31,6217 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 2 bulan Februari yaitu 1542,5978 m/s dengan rata-rata 1542,3232 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 2 bulan Februari merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 1541,9261 m/s dengan rata-rata 1541,6554 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan yaitu 30,1177°C dengan rata-rata 29,8835°C. Selanjutnya nilai temperatur pada stasiun 2 bulan Februari lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 3 yaitu 30,0233°C dengan rata-rata 29,8714°C. Nilai temperatur pada stasiun 3 mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C.

Pada gambar 17, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 2 bulan Mei yaitu 32,4877 ppt dengan rata-rata 32,2794 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 2 bulan Mei mempunyai nilai

salinitas maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 30,9261 ppt dengan rata-rata 30,7515 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 2 bulan Mei yaitu 1542,5978 m/s dengan rata-rata 1542,3232 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 2 bulan Mei merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 1541,7477 m/s dengan rata-rata 1541,6678 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 2 bulan Mei yaitu 30,414°C dengan rata-rata 30,3144°C. Selanjutnya nilai temperatur pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 3 yaitu 30,1177°C dengan rata-rata 29,8835°C. Nilai temperatur pada stasiun 3 mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C.

Pada gambar 18, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 2 bulan Agustus juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan yaitu 32,9984 ppt dengan rata-rata 32,9479 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan mempunyai nilai salinitas maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 32,4877 ppt dengan rata-rata 32,2794 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 2 bulan Agustus yaitu 1542,5978 m/s dengan rata-rata 1542,3232 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 2 bulan Agustus merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 1539,8997 m/s dengan rata-rata 1539,5986 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan yaitu 30,1177°C dengan rata-rata 29,8835°C. Selanjutnya nilai temperatur pada stasiun 3 lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 2 bulan Agustus yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C. Nilai temperatur pada stasiun 2 bulan Agustus mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 28,4502°C dengan rata-rata 28,2539°C.

Pada gambar 19, secara berturut-turut merupakan grafik hubungan salinitas terhadap kedalaman, grafik hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan grafik hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 35,1504 ppt dengan rata-rata 34,3375 ppt. Selanjutnya nilai salinitas pada stasiun 2 bulan November juga lebih tinggi daripada salinitas pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan yaitu 33,9646 ppt dengan rata-rata 33,7964 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan mempunyai nilai salinitas maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 32,4877 ppt dengan rata-rata 32,2794 ppt.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 2 bulan November yaitu 1547,2273 m/s dengan rata-rata 1546,3711 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 3 juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan yaitu 1544,9784 m/s dengan rata-rata 1544,5002 m/s. Nilai *sound velocity* pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan merupakan nilai *sound velocity* maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 1542,5978 m/s dengan rata-rata 1542,3232 m/s.

Nilai temperatur maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 2 bulan November yaitu 31,5832°C dengan rata-rata 31,0941°C. Selanjutnya nilai temperatur pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan lebih tinggi daripada temperatur pada stasiun 3 yaitu 30,1177°C dengan rata-rata 29,8835°C. Nilai temperatur pada stasiun 3 mempunyai nilai temperatur maksimum yang terendah diantara ketiganya yaitu 29,918°C dengan rata-rata 29,7452°C.

Untuk mengetahui perbandingan nilai datanya dari masing-masing stasiun, kemudian membuat tabulasi data perbandingan antara ketiga stasiun (Lihat Tabel 1). Dengan keterangan kolom yang diarsir dengan warna kuning adalah nilai minimum, sedangkan kolom yang diarsir dengan warna merah adalah nilai minimum dari masing-masing bagian.

Nilai *sound velocity* maksimum tertinggi terdapat pada stasiun 2 bulan November yaitu 1547,2273 m/s dengan rata-rata 1546,3711 m/s. Selanjutnya nilai *sound velocity* pada stasiun 3 juga lebih tinggi daripada nilai *sound velocity* pada stasiun 2 hasil rerata 4 bulanan yaitu 1544,9784 m/s dengan

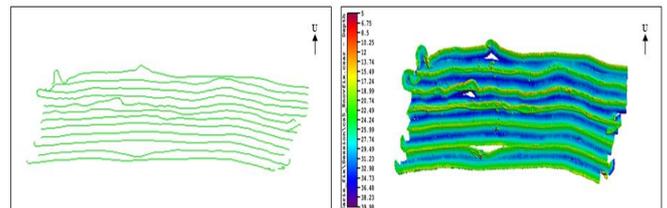
Pada tabel 1, secara berturut-turut merupakan tabel data perbandingan hubungan salinitas terhadap kedalaman, tabel hubungan *sound velocity* terhadap kedalaman dan tabel hubungan temperatur terhadap kedalaman. Nilai salinitas tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 36,889 ppt, sedangkan nilai salinitas terendah pada stasiun 1 bulan Mei yaitu 30,0927 ppt. Nilai

rata-rata salinitas tertinggi terdapat pada stasiun 3 juga yaitu 34,3375 ppt, sedangkan nilai rata-rata salinitas terendah terdapat pada stasiun 2 bulan Mei yaitu 30,7515 ppt.

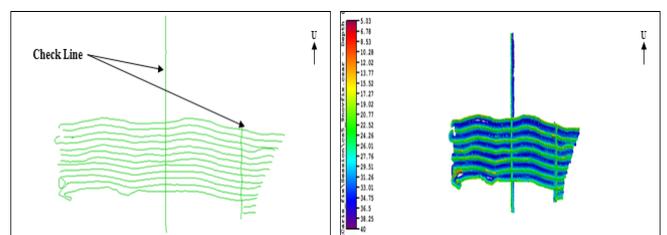
Nilai *sound velocity* tertinggi dan terendah terdapat pada stasiun 2. Nilai *sound velocity* tertinggi terjadi pada bulan Nopember yaitu 1548,24 m/s, sedangkan nilai *sound velocity* terendah terjadi pada bulan Agustus yaitu 1539,06 m/s. Selanjutnya nilai rata-rata *sound velocity* tertinggi maupun terendah juga terdapat pada stasiun 2. Nilai rata-rata *sound velocity* tertinggi pada bulan Nopember yaitu 1546,3711 m/s, sedangkan nilai rata-rata *sound velocity* terendah pada bulan Agustus yaitu 1539,5986 m/s.

Nilai temperatur tertinggi dan terendah terdapat pada stasiun 2. Nilai temperatur tertinggi terjadi pada bulan Nopember yaitu 32,3197°C, sedangkan nilai temperatur terendah terjadi pada bulan Agustus yaitu 27,7944°C. Selanjutnya nilai rata-rata temperatur tertinggi maupun terendah juga terdapat pada stasiun 2. Nilai rata-rata temperatur tertinggi pada bulan Nopember yaitu 31,0941°C, sedangkan nilai rata-rata temperatur terendah pada bulan Agustus yaitu 28,254°C.

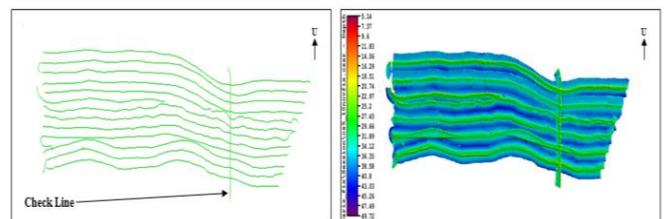
F. Hasil Akhir Pengolahan II



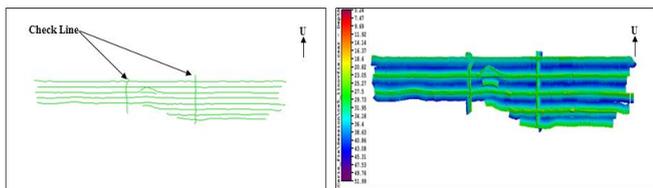
Gambar 4.20 Tampilan Lajur *Sounding* tanggal 8 Nopember



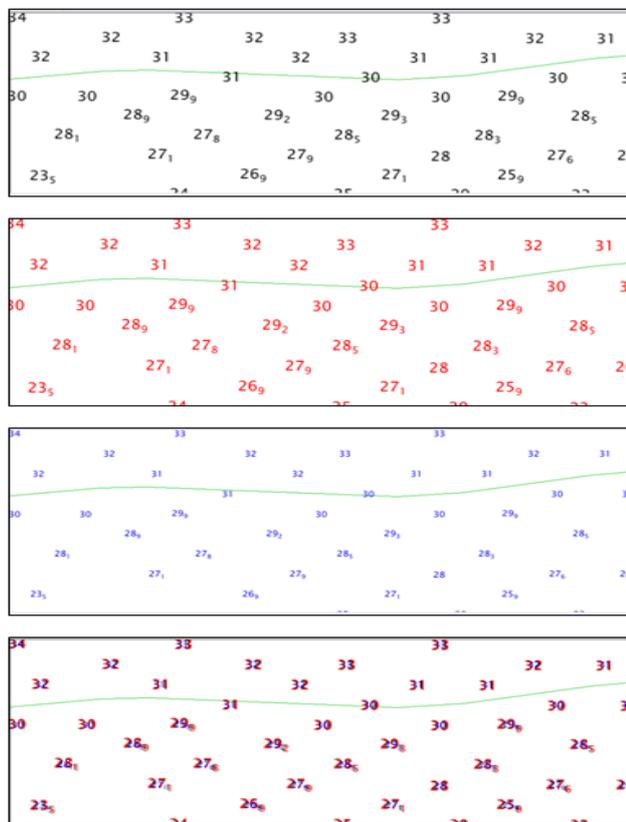
Gambar 4.21 Tampilan Lajur *Sounding* tanggal 9 Nopember



Gambar 4.22 Tampilan Lajur *Sounding* tanggal 10 Nopember



Gambar 4.23 Tampilan Lajur *Sounding* tanggal 11 Nopember



Gambar 4.24 Tampilan Hasil Nilai *Sounding* pada Stasiun 3 (In-situ), Stasiun 1 (Indeso Barat) dan Stasiun 2 (Indeso Timur) serta Hasil Overlay dari Ketiga Stasiun pada 8 Nopember 2015

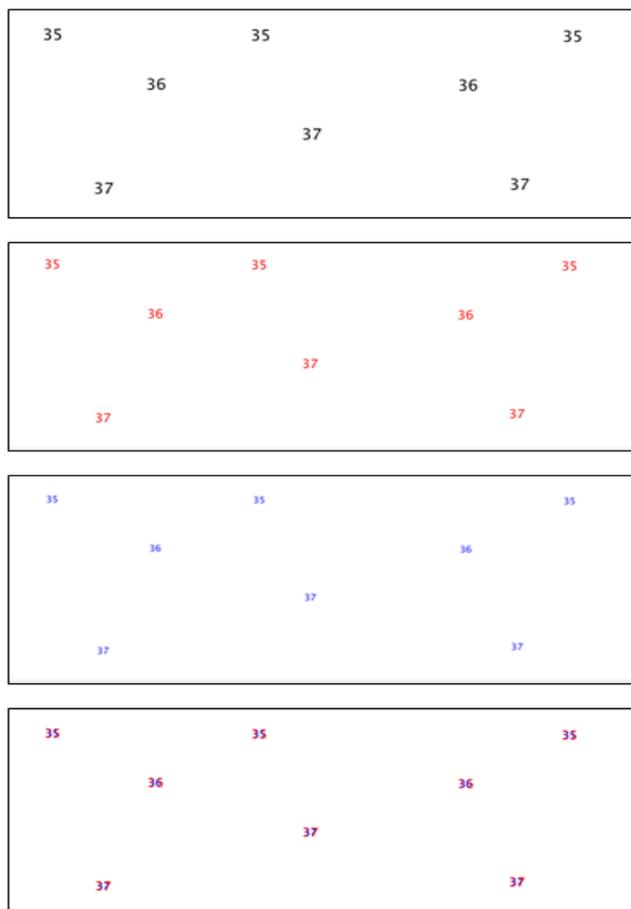
Pada gambar 4.24, merupakan hasil *overlay* tiap angka kedalaman terdiri dari 3 warna. Warna hitam adalah hasil dari stasiun 3, warna merah adalah hasil dari stasiun 1 dan warna biru untuk stasiun 2. Ketiganya secara spasial berhimpitan atau sama posisinya, yang membedakan nantinya adalah perbedaan kedalamannya dari tiap titik angka kedalaman.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 1, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda yaitu stasiun 3 lebih dalam daripada stasiun 1 sebesar 30,0201 m sedangkan stasiun 1 sebesar 29,8432 m. Berikutnya kedua stasiun mempunyai simpangan baku rata-rata sebesar 1,74550 untuk stasiun 3 dan 1,69589 untuk stasiun 1. Selisih diantara keduanya adalah 0,04961. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 8 Nopember adalah

1544,281 m/s sedangkan untuk stasiun 1 sebesar 1545,929 m/s.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda juga yaitu stasiun 3 lebih dalam daripada stasiun 2 sebesar 30,0201 m sedangkan stasiun 2 sebesar 29,9267 m. Berikutnya kedua stasiun mempunyai simpangan baku rata-rata sebesar 1,74550 untuk stasiun 3 dan 1,6794 untuk stasiun 2. Selisih diantara keduanya adalah 0,06636. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 8 Nopember adalah 1544,281 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1545,885 m/s.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 1 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda juga yaitu stasiun 2 lebih dalam daripada stasiun 1 sebesar 29,9267 m sedangkan stasiun 1 sebesar 29,8432 m. Berikutnya kedua stasiun mempunyai simpangan baku rata-rata sebesar 1,69589 untuk stasiun 1 dan 1,67914 untuk stasiun 2. Selisih diantara keduanya adalah 0,01675. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 1 pada tanggal 8 Nopember adalah 1545,929 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1545,885 m/s.



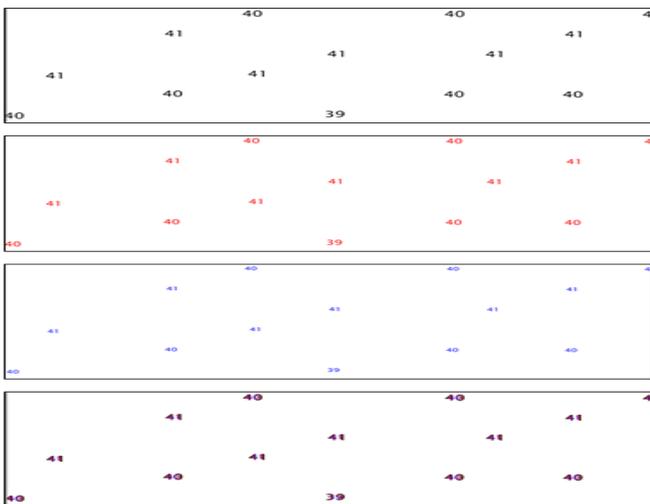
Gambar 4.25 Tampilan Hasil Nilai *Sounding* pada Stasiun 3 Insitu), Stasiun 1 (Indeso Barat) dan Stasiun 2 (Indeso Timur) serta Hasil Overlay dari Ketiga Stasiun pada 9 Nopember 2015

Pada gambar 4.25, merupakan hasil *overlay* tiap angka kedalaman terdiri dari 3 warna. Warna hitam adalah hasil dari stasiun 3, warna merah adalah hasil dari stasiun 1 dan warna biru untuk stasiun 2. Ketiganya secara spasial berhimpitan atau sama posisinya, yang membedakan nantinya adalah perbedaan kedalamannya dari tiap titik angka kedalaman.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 1, memiliki kedalaman rata-rata yang sama yaitu sebesar 33,0980 m. Karena kedua stasiun mempunyai simpangan baku rata-rata juga sama sebesar 1,43559. Nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 9 Nopember adalah 1544,75 m/s sedangkan untuk stasiun 1 sebesar 1545,8 m/s.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda yaitu stasiun 3 lebih dalam daripada stasiun 2 sebesar 33,0980 m sedangkan stasiun 2 sebesar 33,0522 m. Berikutnya untuk simpangan baku, stasiun 2 mempunyai simpangan baku rata-rata lebih besar daripada stasiun 3 sebesar 1,58252 untuk stasiun 2 dan 1,43559 untuk stasiun 3. Selisih diantara keduanya adalah 0,14693. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 9 Nopember adalah 1544,75 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1545,83 m/s.

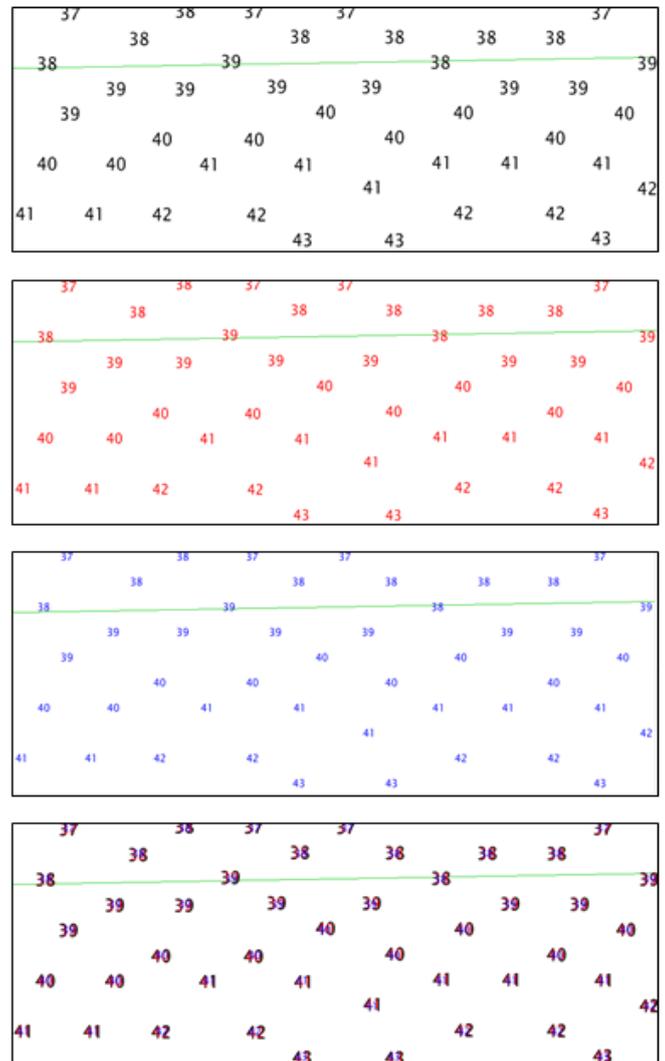
Pada Tabel perbandingan antara stasiun 1 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda yaitu stasiun 1 lebih dalam daripada stasiun 2 sebesar 33,0980 m sedangkan stasiun 2 sebesar 33,0522. Berikutnya untuk simpangan baku, stasiun 2 mempunyai simpangan baku rata-rata lebih besar daripada stasiun 1 sebesar 1,58252 untuk stasiun 2 dan 1,43559 untuk stasiun 1. Selisih diantara keduanya adalah 0,14693. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 1 pada tanggal 9 Nopember adalah 1545,8 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1545,83 m/s.



Gambar 4.26 Tampilan Hasil Nilai *Sounding* pada Stasiun 3 (In-situ), Stasiun 1 (Indeso Barat) dan Stasiun 2 (Indeso Timur)

Pada gambar 4.26, hasil *overlay* tiap angka kedalaman terdiri dari 3 warna. Warna hitam adalah hasil dari stasiun 3, warna merah adalah hasil dari stasiun 1 dan warna biru untuk stasiun 2. Ketiganya secara spasial berhimpitan atau sama posisinya, yang membedakan nantinya adalah perbedaan kedalamannya dari tiap titik angka kedalaman.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 1, stasiun 3 memiliki kedalaman rata-rata yang lebih dalam daripada stasiun 1 yaitu sebesar 36,5681 m, sedangkan stasiun 1 sebesar 36,6090 m. kedua stasiun mempunyai simpangan baku rata-rata yang berbeda juga dengan stasiun 3 lebih besar nilainya sebesar 1,22371 dan stasiun 1 sebesar 1,20384. Selisih antara keduanya sebesar 0,01987. Nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 10 Nopember adalah 1545 m/s sedangkan untuk stasiun 1 sebesar 1545,89 m/s.



Gambar 4.27 Tampilan Hasil Nilai *Sounding* pada Stasiun 3 (In-situ), Stasiun 1 (Indeso Barat) dan Stasiun 2 (Indeso Timur) serta Hasil *Overlay* dari Ketiga Stasiun pada 11 Nopember 2015

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda yaitu stasiun 3 lebih dalam daripada stasiun 2 sebesar 36,5681 m sedangkan stasiun 2 sebesar 36,5202 m. Berikutnya untuk simpangan baku, stasiun 3 memiliki simpangan baku rata-rata yang lebih besar daripada stasiun 2 sebesar 1,22371 untuk stasiun 3 dan 1,21249 untuk stasiun 2. Selisih diantara keduanya adalah 0,01123. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 10 Nopember adalah 1545 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1545,97 m/s.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 1 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda yaitu stasiun 1 lebih dalam daripada stasiun 2 sebesar 36,6090 m sedangkan stasiun 2 sebesar 36,5202 m. Berikutnya untuk simpangan baku, stasiun 2 mempunyai simpangan baku rata-rata lebih besar daripada stasiun 1 sebesar 1,21249 untuk stasiun 2 dan 1,20384 untuk stasiun 1. Selisih diantara keduanya adalah 0,00864. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 1 pada tanggal 10 Nopember adalah 1545,89 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1545,97 m/s.

Pada gambar 4.27, hasil *overlay* tiap angka kedalaman terdiri dari 3 warna. Warna hitam adalah hasil dari stasiun 3, warna merah adalah hasil dari stasiun 1 dan warna biru untuk stasiun 2. Ketiganya secara spasial berhimpitan atau sama posisinya, yang membedakan nantinya adalah perbedaan kedalamannya dari tiap titik angka kedalaman.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 1, stasiun 3 memiliki kedalaman rata-rata yang lebih dalam daripada stasiun 1 yaitu sebesar 38,5018 m, sedangkan stasiun 1 sebesar 38,2559 m. Kedua stasiun mempunyai simpangan baku rata-rata yang berbeda juga dengan stasiun 1 lebih besar nilainya sebesar 1,05789 dan stasiun 3 sebesar 1,03185. Selisih antara keduanya sebesar 0,02604. Nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 11 Nopember adalah 1544,81 m/s sedangkan untuk stasiun 1 sebesar 1545,91 m/s.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 3 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda yaitu stasiun 3 lebih dalam daripada stasiun 2 sebesar 38,5018 m sedangkan stasiun 2 sebesar 38,3784 m. Berikutnya untuk simpangan baku, stasiun 2 memiliki simpangan baku rata-rata yang lebih besar daripada stasiun 3 sebesar 1,09889 untuk stasiun 2 dan 1,03185 untuk stasiun 3. Selisih diantara keduanya adalah 0,06705. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 3 pada tanggal 11 Nopember adalah 1544,81 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1546,14 m/s.

Pada Tabel perbandingan antara stasiun 1 dengan stasiun 2, memiliki kedalaman rata-rata yang berbeda yaitu stasiun 2 lebih dalam daripada stasiun 1 sebesar 38,3784 m sedangkan stasiun 1 sebesar 38,2559. Berikutnya untuk simpangan baku, stasiun 2 mempunyai simpangan baku rata-rata lebih besar daripada stasiun 1 sebesar 1,09889 untuk stasiun 2 dan 1,05789 untuk stasiun 1. Selisih diantara keduanya adalah 0,04100. Karena nilai rata-rata *sound velocity* untuk stasiun 1 pada tanggal 11 Nopember adalah 1545,91 m/s sedangkan untuk stasiun 2 sebesar 1546,14 m/s.

KESIMPULAN

Pada permukaan air laut sampai dengan kedalaman 16 meter, *sound velocity* cenderung mengikuti temperatur. Selanjutnya untuk kedalaman yang lebih dalam dari 16 meter, *sound velocity* akan cenderung mengikuti salinitas.

Pada tahun 2015, pengaruh salinitas rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Nopember sebesar 34,3375 ppt, sedangkan pengaruh salinitas rata-rata terendah terjadi pada bulan Mei sebesar 30,7515 ppt. Pengaruh *sound velocity* rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Nopember sebesar 1546,37 m/s, sedangkan pengaruh *sound velocity* rata-rata terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 1539,6 m/s. Selanjutnya pengaruh temperatur rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Nopember sebesar 31,0941°C sedangkan pengaruh temperatur rata-rata terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 28,254°C.

Pengaruh *sound velocity* pada batimetri dari ketiga stasiun, bahwa *sound velocity* mempengaruhi kedalaman tidak memperhitungkan posisi tempat pengambilan data. Perbedaan kedalaman antara ketiga stasiun tidak signifikan. Pada tanggal 8 Nopember mempunyai selisih kedalaman rata-rata tertinggi pada stasiun 1 terhadap stasiun 3 sebesar 0,17691 m dengan selisih standar deviasi rata-rata 0,04961, sedangkan selisih kedalaman rata-rata terendah pada stasiun 1 terhadap stasiun 2 sebesar 0,0836 m dengan selisih standar deviasi rata-rata sebesar 0,01675. Pada tanggal 9 Nopember mempunyai selisih kedalaman rata-rata dan selisih standar deviasi rata-rata sama dengan 0 (nol) pada stasiun 1 terhadap stasiun 3, sedangkan selisih rata-rata kedalaman antara stasiun 1 terhadap stasiun 2 dan stasiun 2 terhadap stasiun 3 sebesar 0,0458 m, dengan selisih rata-rata standar deviasi sebesar 0,14693. Pada tanggal 10 Nopember mempunyai selisih kedalaman rata-rata tertinggi pada stasiun 1 terhadap stasiun 2 sebesar 0,0888 m dengan selisih standar deviasi rata-rata 0,00864, sedangkan selisih kedalaman rata-rata terendah pada stasiun 1 terhadap stasiun 3 sebesar 0,0409

m dengan selisih standar deviasi rata-rata sebesar 0,01987. Pada tanggal 11 Nopember mempunyai selisih kedalaman rata-rata tertinggi pada stasiun 1 terhadap stasiun 3 sebesar 0,2459 m dengan selisih standar deviasi rata-rata 0,02604, sedangkan selisih kedalaman rata-rata terendah pada stasiun 1 terhadap stasiun 2 sebesar 0,12246 m dengan selisih standar deviasi rata-rata sebesar 0,041. Sehingga semakin besar standar deviasinya, maka semakin besar selisih nilai kedalamannya dan sebaliknya.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Badan Informasi Geospasial. 2010. *Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) 7646 Survei Hidrografi*
- [2] BMKG. 2015. <http://dataonline.bmkg.go.id>. 22 Nopember 2016
- [3] Caris HIPS and SIPS 9.0.17. 2015. *User Guide*
- [4] Clay, C.S. and Medwin, H. 1977. *Acoustical Oceanography : Principles and Applications*. Wiley-Interscience, New York
- [5] IHO. 1998. *IHO Standards for Hydrographic Surveys, Special Publication No. 44, 4th edition*. International Hydrographic Bureau, Monaco
- [6] IHO. 2005. *Manual on Hydrography, Publication C-13, 1st edition*. International Hydrographic Bureau, Monaco
- [7] IHO. 2008. *IHO Standards for Hydrographic Surveys, Special Publication No. 44, 5th edition*. International Hydrographic Bureau, Monaco
- [8] IHO. 2010. *Depth Determination, Publication C-13 chapter 3*. International Hydrographic Bureau, Monaco
- [9] IHO. 2010. *Seafloor Classification and Feature Detection, Publication C-13 chapter 4*. International Hydrographic Bureau, Monaco
- [10] INDESO. 2014. www.indeso.web.id
- [11] Katoppo Paul. 2000. *Kamus Hidrografi*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan
- [12] Kinsler, L., A. Frey, A. Coppens, and J. Sanders. 1982. *Fundamentals of Acoustics*. Wiley and Sons, Toronto
- [13] Lapsurvei. 2015. Laporan Lapangan Survei Batimetri Area Labuh dan *Waterfront* Perairan Alur Pelayaran Barat Surabaya
- [14] Leonardo. *Pengolahan Data Multibeam dengan Metode CUBE (Combined Uncertainty & Bathymetry Estimator) Menggunakan Software Caris Hips & Sips 7.1*. Jakarta : Dinas Hidro-Oseanografi
- [15] Ludfy. 2006. *Studi Pelemahan Daya Pancaran Sonar PHS 32 di Selat Makassar. Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Jakarta : STTAL Hidro-Oseanografi
- [16] Peta Laut Indonesia. 2015. Kepulauan Indonesia dan Sekitarnya. Sekala 1 : 4.000.000
- [17] Peta Laut Indonesia. 2014. Jawa – Pantai Utara Surabaya Alur Pelayaran Barat dan Timur. Pengeluaran Keduabelas Maret 2014. Sekala 1 : 75.000
- [18] Pickard, G. and W. Emery. 1990. *Descriptive Physical Oceanography An Introduction, 5th edition*. Pergamon Press, Oxford
- [19] Poerbandono, Djunarsjah Eka. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung : PT. Refika Aditama
- [20] Schlitzer Reiner. 2013. *Ocean Data View*. <http://odv.awibremmer.haven.de/geo/odv>
- [21] Survei Batimetri. 2016. Diakses pada 13 September 2016 dari <https://www.scribd.com/doc/242173957/> Apa – Survei – Batimetri – Itu
- [22] Seksi Pengolahan Sub Dinas Survei. 2010. Petunjuk Teknis Pengolahan Data Multibeam dengan Menggunakan Caris Hips & Sips 6.0. Jakarta : Dinas Hidro-Oseanografi
- [23] Urick, R. 1975. *Principles of Underwater Acoustics*. McGraw-Hill, Toronto
- [24] Urick, Robert J. 1982. *Sound Propagation in The Sea*. USA : Peninsula Publishing
- [25] Wiyono Arum. 2014. *Pengolahan Data Batimetri Multibeam Echosounder Menggunakan Software PDS 2000 (Studi Kasus Perairan Selat Sunda)*. Tugas Akhir. Tidak dipublikasikan. Jakarta : STTAL Hidro-Oseanografi
- [26] Yusron Ahmad. 2011. *Pemanfaatan Data Sound Velocity Menggunakan Alat Compact-CTD JFE ALEC Pada Pemeruman*. Tugas Akhir. Tidak Dipublikasikan. Jakarta : STTAL Hidro-Oseanografi