TUGAS AKHIR – RM 184831

IDENTIFIKASI KONDISI DERMAGA MENGGUNAKAN METODE *OBLIQUE SIDE SCAN SONAR*

IMAM ARIEF SANTOSO

03311640000014

Dosen Pembimbing

Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D

Khomsin, ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

TUGAS AKHIR – RM 184831

IDENTIFIKASI KONDISI DERMAGA MENGGUNAKAN METODE OBLIQUE *SIDE SCAN SONAR*

IMAM ARIEF SANTOSO
03311640000014

Dosen Pembimbing
Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D
Khomsin, ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

UNDERGRADUATE THESIS - RM 184831

IDENTIFICATION OF A WHARF WALL CONDITION USING AN OBLIQUE SIDE SCAN SONAR APPROACH

IMAM ARIEF SANTOSO
03311640000014

Supervisor
Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D
Khomsin, ST, MT

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

IDENTIFIKASI KONDISI DERMAGA MENGGUNAKAN METODE *OBLIQUE SIDE SCAN SONAR*

Nama Mahasiswa	**: Imam Arief Santoso**
NRP	**: 03311640000014**
Departemen	**: Teknik Geomatika FTSPK-ITS**
Pembimbing	**: Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D**
	Khomsin, ST, MT

ABSTRAK

Pelabuhan Tanjung Perak memiliki beberapa terminal, yang salah satunya yaitu Terminal Nilam. Terminal Nilam merupakan Terminal *Multipurpose* dan salah satu terminal dengan tingkat kegiatan bongkar muat paling tinggi di Pelabuhan Tanjung Perak. Dengan tingginya tingkat kegiatan yang terjadi di Terminal Nilam diperlukan adanya kegiatan pemantauan dan perawatan kondisi dermaga agar kegiatan yang berlangsung dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kondisi dinding dermaga dengan pencitraan akustik menggunakan metode *Oblique Side Scan Sonar* serta memberikan gambaran tentang kondisi dari Dermaga Nilam. Untuk menghasilkan gambaran tentang dinding dermaga dengan citra akustik membutuhkan data *Side Scan Sonar* dimana pada saat instalasi alat diputar 90° sehingga menghadap ke dinding dermaga. Dalam penelitian ini dilakukan 3 macam koreksi yaitu *Altitude Correction*, *Slant Range Correction*, dan *Time Varying Gain*. Validasi dilakukan menggunakan kamera digital untuk meningkatkan kredibilitas dari hasil interpretasi citra *Side Scan Sonar*. Panjang dinding dermaga yang di survei adalah 268,62 meter dengan luas total sebesar 3223,44 m². Pada area tersebut terdapat tiga lokasi yang diinterpretasikan sebagai lubang pada dinding dermaga. Posisi lubang pertama pada koordinat UTM

(*Universal Transverse Mercator*) Zona 49S A berada di (690268,97 m; 9203336,09 m) dengan luas sebesar 2,07 m², posisi lubang kedua berada di (690224,71 m; 9203404,98 m) dengan luas sebesar 1,91 m², dan untuk posisi lubang ketiga berada di (690208,15 m; 9203438,66 m) dengan luas 1,21 m².
Kata Kunci: *Oblique Side Scan Sonar*, Dermaga, Citra Akustik

IDENTIFICATION OF A WHARF WALL CONDITION USING AN OBLIQUE *SIDE SCAN SONAR* APPROACH

Name	**: Imam Arief Santoso**
NRP	**: 03311640000014**
Departement	**: Teknik Geomatika FTSPK-ITS**
Supervisor	**: Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D**
	Khomsin, ST, MT

ABSTRACT

Port of Tanjung Perak has several terminals, one of which is Nilam Terminal. Nilam Terminal is a Multipurpose Terminal and one of the terminals with the highest loading and unloading activities at Port of Tanjung Perak. With the high level of activities occurring at the Nilam Terminal, monitoring and maintenance of the wharf wall conditions are needed, so that the ongoing activities can run smoothly. Therefore, the purpose of this study is to identify the condition of the wharf walls with acoustic imaging using the Oblique Side Scan Sonar apporach and provide an overview of the condition of the Nilam Terminal. To produce a picture of the wharf wall with an acoustic image requires Side Scan Sonar data, where during installation, the tool is turned 90° so that it faces the wharf wall. In this study, three types of corrections were made, which are Altitude Correction, Slant Range Correction, and Time Varying Gain. In order to validate the Side Scan Sonar result use digital cameras to increase the credibility of interpretation results. The length of the wharf wall surveyed is 268.62 meters with a total area of 3223.44 m². In that area there are three locations that are interpreted as holes in the wharf wall. The position of the first hole at the UTM (Universal Transverse Mercator) coordinates 49S A Zone is at (690268.97 m; 9203336.09 m) with an area of 2.07 m², the position of the second hole is at (690224.71 m; 9203404.98 m

) with an area of 1.91 m², and for the position of the third hole is (690208.15 m; 9203438.66 m) with an area of 1.21 m².
Keywords: Oblique Side Scan Sonar, Wharf, Acoustic Image

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KONDISI DERMAGA MENGGUNAKAN METODE *OBLIQUE SIDE SCAN SONAR*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
IMAM ARIEF SANTOSO
NRP. 0331164000014

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D
2. Khomsin, ST, MT

SURABAYA, 30 JULI 2020

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidahyah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir yang berjudul "IDENTIFIKASI KONDISI DERMAGA MENGGUNAKAN METODE *OBLIQUE SIDE SCAN SONAR*" dengan lancar. Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan karena bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberi doa dan motivasi yang tidak pernah terhenti sampai terselesaikannya laporan ini.
2. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS sekaligus dosen pembimbing 1 Tugas Akhir penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bapak Khomsin S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 Tugas Akhir penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Dosen-dosen dan tenaga pendidik Departemen Teknik Geomatika ITS yag telah membantu menyelesaikan proses pengerjaan Tugas Akhir.
5. Bapak Dwi, Mas Ilham, Mas Happy dan Mas Ojan yang telah memberikan bimbingan dan saran selama melaksanakan penelitan tugas akhir di PT Alur Pelayaran Barat Surabaya.
6. Seluruh dosen pengajar Departemen Teknik Geomatika yang tiada lelah memberi pelajaran akademik maupun non akademik selama masa perkuliahan penulis.
7. Seluruh teman-teman angkatan G18 yang senantiasa membantu dan mendukung penulis.

8. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat disebutkan satu persatu dalam pelaksanaan Tugas Akhir sampai terselesaikannya laporan ini.

Demikian laporan ini penulis sampaikan, terima kasih atas segala kesempatan yang telah diberikan kepada penulis selama melaksanakan Tugas Akhir ini. Akhir kata, maka izinkan penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca terutama mahasiswa Teknik Geomatika ITS.

Surabaya, 29 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK vii
LEMBAR PENGESAHAN xi
KATA PENGANTAR xiii
DAFTAR ISI xv
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xix
DAFTAR PERSAMAAN xxi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 3
1.5 Manfaat 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Survei Hidrografi 5
2.2 *Side Scan Sonar* 6
2.2.1 Pengertian *Side Scan Sonar* 6
2.2.2 Prinsip Kerja *Side Scan Sonar* 7
2.2.3 Geometri dan Radiometri *Side Scan Sonar* 11
2.2.4 Stabilitas *Side Scan Sonar* 14
2.2.5 Instalasi *Side Scan Sonar* 16
2.2.6 Interpretasi Citra *Side Scan Sonar* 18
2.2.7 Mozaik Citra *Side Scan Sonar* 22
2.4 Oblique *Side Scan Sonar* 22
2.5 Dermaga 23
2.5.1 Tipe Dermaga 23
2.6 Penelitian Terdahulu 25
BAB III METODOLOGI 29
3.1 Lokasi Penelitian 29
3.2 Data dan Peralatan 30
3.2.1 Data 30
3.2.2 Peralatan 30
3.3 Metodologi Pelaksanaan Pengolahan 32

3.3.1 Tahapan Penelitian 32
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data 35
BAB IV HASIL DAN ANALISA 39
4.1 Data 39
4.2 Jalur Survei 40
4.3 Citra *Side Scan Sonar* 40
4.4 Hasil Koreksi 42
4.4.1 *Altitutde Correction* 42
4.4.2 *Slant Range Correction* 43
4.4.3 *Time Varying Gain* 44
4.5 Hasil Mozaik Raster SSS 45
4.6 Interpretasi Citra SSS 46
4.7 Hasil Citra Akustik SSS 53
BAB V PENUTUP 57
5.1 Kesimpulan 57
5.2 Saran 57
DAFTAR PUSTAKA 59
LAMPIRAN 63
Lampiran 1. Peta Jalur Survei SSS 63
Lampiran 2. Peta Citra SSS 64
Lampiran 3. Dokumentasi kegiatan dan peralatan 65
Lampiran 4. Proses Koreksi 67
BIODATA PENULIS 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. *Towfish* 6
Gambar 2.2. Prinsip *Side Scan Sonar* 7
Gambar 2.3. Tampilan *Side Scan Sonar* 9
Gambar 2.4. Prinsip Kerja *Side Scan Sonar* 10
Gambar 2.5. *Slant Range Correction* 12
Gambar 2.6. *Horizontal Range* 12
Gambar 2.7. Gain Control 13
Gambar 2.8. Ilustrasi *Heave* (kiri) dan *Pitch* (kanan) 14
Gambar 2.9. Ilustrasi *Roll* 15
Gambar 2.10. Ilustrasi *Yaw* 16
Gambar 2.11. Ilustrasi instalasi alat ditarik dari buritan 17
Gambar 2.12. Ilustrasi instalasi alat ditempelkan di kapal 18
Gambar 2.13. Proses Penggambaran Citra *Side Scan Sonar* 19
Gambar 2.14. Hasil Interpretasi Citra *Side Scan Sonar* 20
Gambar 2.15. Mozaik Citra *Side Scan Sonar* 22
Gambar 2.16. Posisi tranduser untuk pengamatan struktur dermaga 23
Gambar 2.17. Bentuk Dermaga Jenis *Quay/Wharf* 24
Gambar 2.18. Bentuk Dermaga Jenis *Jetty/Pier* 24
Gambar 2.19. Bentuk Dermaga Jenis *Dolphin/Trestle* 25
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian 29
Gambar 3.2. Garmin Echomap 72sv 30
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian 32
Gambar 3.4. Diagram Pengolahan Data 35
Gambar 4.1. Struktur Pondasi Dermaga Nilam 39
Gambar 4.2. Jalur survei 40
Gambar 4.3. Citra SSS yang belum terkoreksi 41
Gambar 4.4. *Altitude Correction* 43
Gambar 4.5. *Slant Range Correction* 43

Gambar 4.6. *Time Varying Gain* 44
Gambar 4.7. Hasil Mozaik Raster SSS..... 45
Gambar 4.8. Kenampakan objek A dari citra SSS 48
Gambar 4.9. Kenampakan objek A dari foto kamera digital..... 49
Gambar 4.10. Kenampakan objek B dari citra SSS..... 50
Gambar 4.11. Kenampakan objek B dari foto kamera digital 51
Gambar 4.12. Kenampakan objek C dari citra SSS..... 52
Gambar 4.13. Kenampakan objek C dari foto kamera digital 53
Gambar 4.14. Peta Citra Akustik SSS terkoreksi dan tervalidasi 54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Kategori interpretasi ukuran 46
Tabel 4.2. Interpretasi Objek A 47
Tabel 4.3. Interpretasi Objek B 49
Tabel 4.4. Interpretasi Objek C 51

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Rumus Slant Range Correction.....12

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Oleh karena itu, Indonesia memerlukan sektor pelabuhan yang baik dan dikelola secara efisien (Amin, 2017). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat 1, pelabuhan merupakan tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, bersandar, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa kepelabuhanan (Yasuha dkk, 2017). PT Pelindo III banyak mengelola pelabuhan besar salah satunya pelabuhan terbesar di Jawa Timur yaitu Pelabuhan Tanjung Perak. Pelabuhan Tanjung Perak merupakan salah satu pelabuhan pintu gerbang di Indonesia, yang menjadi pusat kolektor dan distributor barang ke Kawasan Timur Indonesia, khususnya untuk Propinsi Jawa Timur (Prihandono & I Putu, 2010). Pelabuhan Tanjung Perak memiliki beberapa terminal, salah satunya yaitu Terminal Nilam. Terminal Nilam merupakan Terminal *Multipurpose* dan salah satu terminal dengan tingkat kegiatan bongkar muat yang paling tinggi di Pelabuhan Tanjung Perak (Dephub, 2020). Terminal ini sebelumnya merupakan terminal konvensional yang dilengkapi dengan beberapa gudang, sampai akhirnya PT. Pelindo III (Persero) mengoptimalkannya dengan melakukan revitalisasi menjadi terminal modern. Salah satu kegiatan revitalisasi yang

dilakukan adalah dengan melakukan tahapan peningkatan bangunan dermaga.

Menurut Triatmodjo (1992), dermaga adalah bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapatnya kapal dan menambatkannya pada waktu bongkar muat barang, jadi dapat jelaskan bahwa dermaga merupakan tempat kapal ditambatkan di pelabuhan. Adanya berbagai aktifitas yang terjadi di sekitar dermaga diperlukan pemantauan kondisi dermaga. Kondisi dermaga tidak hanya dipengaruhi oleh aktifitas manusia, dan juga aktifitas alam seperti gelombang dan arus laut. Begitu pula Terminal Nilam yang terletak pada kawasan Pelabuhan Tanjung Perak, memerlukan pemantauan kondisi dermaga untuk kebutuhan pengawasan dan perawatan.

Dalam mengidentifikasi kondisi dermaga tersebut memerlukan pengamatan akustik dasar laut. Metode akustik saat ini banyak digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek bawah laut. Sistem akustik sangat efektif untuk mengeksplorasi lingkungan bawah laut (Sothall & Nowacek, 2011). Salah satu instrumen dasar laut yang dapat digunakan untuk keperluan identifikasi adalah *Side Scan Sonar* (SSS). Teknologi ini menggunakan pancaran gelombang akustik untuk menentukan jenis sedimen dan objek-objek yang berada di permukaan dasar laut. SSS merekam nilai hambur balik yang dipantulkan oleh permukaan dasar laut dalam bentuk energi listrik. Instrumen ini mampu membedakan besar kecil partikel penyusun permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil, atau tipe-tipe dasar perairan lainnya (Bartholoma 2006 dalam Manik dkk, 2016).

Pada umumnya penggunaaan *Side Scan Sonar* (SSS) untuk pengamatan akustik dasar laut posisi pancaran gelombang menghadap ke bawah/dasar laut namun untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi dari dermaga maka penggunaannya perlu diputar 90° pada sumbu horisontal atau dalam kondisi menghadap ke samping (*Oblique Side Scan*

Sonar). Dengan menggunakan metode tersebut maka dapat dilakukan identifikasi kondisi dermaga berdasarkan parameter hambur balik dari struktur dermaga yang nantinya akan diinterpretasi secara kualitatif. Tujuan dari penelitian ini yaitu megidentifikasi kondisi dermaga Nilam Timur Surabaya berdasarkan nilai hambur balik dari objek-objek pada dinding dermaga dengan metode *Oblique Side Scan Sonar* sehingga didapatkan gambaran mengenai kondisi dermaga yang tidak dapat dilihat dari atas permukaan air. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar acuan untuk kebutuhan pengawasan serta perawatan dermaga Nilam Timur pada kawasan Pelabuhan Tanjung Perak.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara identifikasi kondisi dermaga menggunakan metode *Oblique Side Scan Sonar*?
2. Bagaimana gambaran dan analisa kondisi Dermaga Nilam Timur di kawasan Pelabuhan Tanjung, Surabaya?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi pengambilan data terletak di Dermaga Nilam Timur di kawasan Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya.
2. Data citra akustik diambil menggunakan Echomap 72 SV dengan tranduser diputar 90° pada sumbu horisontal/menghadap ke samping.
3. Identifikasi kondisi dermaga menggunakan interpretasi secara kualitatif berdasarkan tingkat derajat kehitaman, bentuk, dan ukuran.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Mengidentifikasi kondisi dermaga dengan pencitran akustik menggunakan metode *Oblique Side Scan Sonar*.

2. Memberikan gambaran tentang kondisi dari Dermaga Nilam Timur di Kawasan Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memanfaatkan data citra akustik untuk indentifikasi kondisi dermaga dengan metode *Oblique Side Scan Sonar*.
2. Memberikan informasi tentang kondisi Dermaga Nilam Timur di kawasan Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya yang selanjutnya dapat digunakan oleh PELINDO III sebagai informasi dasar mengenai keperluan pengawasan dan perawatan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Survei Hidrografi

Hidrografi menurut *International Hydrographic Organization* (IHO) adalah ilmu tentang pengukuran dan penggambaran parameter-parameter yang diperlukan untuk menjelaskan sifat-sifat dan konfigurasi dasar laut secara tepat, hubungan geografis dengan daratan, serta karakteristik-karakteristik dan dinamika-dinamika lautan. Salah satu parameter yang diperlukan untuk menjelaskan sifat-sifat dan konfigurasi dasar laut adalah kedalaman laut. Untuk mendapatkan sebuah data kedalaman, perlu dilakukan survei batimetri. Selain itu, survei batimetri digunakan untuk menentukan kondisi topografi dasar laut dan menentukan posisi titik di dasar perairan dalam suatu sistem koordinat tertentu, sehingga menghasilkan model bentuk topografi dasar laut yang divisualisasikan dalam peta batimetri.

Agar memenuhi syarat kualitan peta batimetri yang baik, dijelaskan pada publikasi khusus SP-44 tahun 2008, bahwa survei batimetri harus mengacu pada standar minimum ketelitian *International Hydrographic Organization* (IHO) (Rismanto, 2001). Selain itu teknologi pengindraan jauh bawah laut juga diperlukan untuk menentukan karakteristik dinamika lautan dengan menghasilkan tampilan kenampakan permukaan dasar suatu perairan (Manik dkk, 2016).

Metode yang sering digunakan saat ini yaitu metode akustik dasar laut, dimana akustik dasar laut mempunyai keterkaitan dengan proses perambatan gelombang akustik pada perairan sehingga mampu memberikan informasi mengenai kedalaman dan morfologi dasar perairan. Salah satu teknologi akustik dasar laut yaitu *Side Scan Sonar*.

2.2 *Side Scan Sonar*

2.2.1 Pengertian *Side Scan Sonar*

Side Scan Sonar merupakan instrumen *single beam* ataupun *multibeam* yang mampu menunjukkan gambar dua dimensional permukaan dasar laut dengan kondisi kontur, topografi, dan target secara bersamaan. Pertama kali, SSS dikembangkan pada tahun 1960-an dalam rangka untuk membantu pencarian bangkai kapal yang hilang misterius selama Perang Dunia II. Pada masa itu, SSS terdiri dari satu instrumen *sub bottom profiler* yang berbentuk terbalik. Instrumen menggambarkan citra dengan target yang lebar tetapi tidak dapat didefinisikan dengan baik.

Side Scan Sonar mempunyai kemampuan menggandakan *beam* yang diarahkan pada satu sisi ke sisi lainnya. Sehingga kita bisa melihat ke kedua sisi, memetakan semua area penelitian secara efektif dan menghemat waktu penelitian. SSS menggunakan *narrow beam* pada bidang horizontal untuk mendapatkan resolusi tinggi di sepanjang lintasan dasar laut (Klein Associates Inc, 1985). Secara umum *Side Scan Sonar* terdiri dari tiga bagian besar yaitu recorder yang berada di atas kapal survei, *towfish* yang ditarik dibelakang kapal, dan *tow cable* yang menghubungkan recorder dan *towfish* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

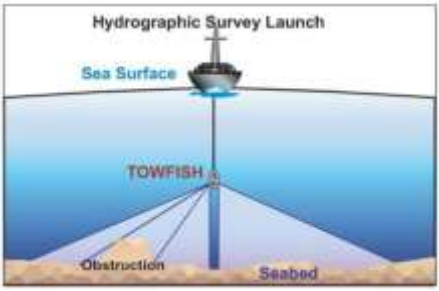
Gambar 2.1. *Towfish*
(Lekkerkerk dkk, 2006)

2.2.2 Prinsip Kerja *Side Scan Sonar*

SSS adalah instrumen yang digunakan untuk menghasilkan citra dasar laut, berdasarkan prinsip akustik. SSS merupakan instrumen yang sangat sensitif terhadap sistem dan dapat mengukur fitur dasar laut dengan ukuran yang lebih kecil dari 10 cm (Lekkerkerk dkk, 2006). SSS dapat menghasilkan citra fitur dasar lain berikut ini:

a. Deteksi objek, meliputi ranjau, kapal karam, bangkai pesawat, pipa.
b. Klasifikasi dasar laut (*Bottom Classification*), meliputi tipe sedimen, lapisan batuan.
c. Inspeksi konstruksi bawah air (*Inspection of underwater construction*), meliputi konstruksi lepas pantai, *wellhead*, pipa minyak, jembatan, dinding pelabuhan, tiang pancang.

Instrumen *Side Scan Sonar* ditarik di belakang atau dipasang pada kapal dan sering disebut *towfish* atau *sonar fish* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Instrumen ini mengirim sinyal sonar dengan pulsa yang tegak lurus dengan arah *towfish*. Sinyal suara tersebut memantul di dasar laut dan kembali ke *sonar fish*. *Sonar fish* memiliki *receiver* yang sensitif yang disebut juga sebagai *hydrophone* yang menerima sinyal kembali.



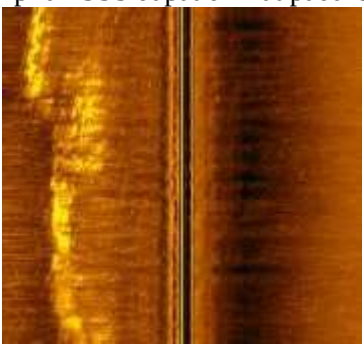
Gambar 2.2. Prinsip *Side Scan Sonar*
(Lekkerkerk dkk, 2006)

Guna menghasilkan citra terbaik, maka digunakan SSS dengan *dual frequency*. SSS dengan frekuensi tinggi memiliki frekuensi 500 kHz sampai 1 MHz, frekuensi tinggi dapat menghasilkan resolusi yang sangat baik tetapi memiliki jangkauan sapuan yang pendek. Sedangkan frekuensi rendah memiliki frekuensi 50 kHz sampai 100 kHz, frekuensi rendah menghasilkan resolusi yang rendah pula tetapi memiliki jangkauan sapuan yang lebih jauh. Frekuensi yang terpancar oleh *Side Scan Sonar* terlampau besar sehingga penetrasi yang dipancarkan pun tidak bisa menembus lapisan-lapisan hingga ke bawah permukaan. Tujuan dari alat ini adalah untuk menggambarkan citra dari dasar laut atau pun benda menggantung yang tidak dapat diterima oleh sonar yang kembali kepada transducer itu sendiri (Lekkerkerk dkk, 2006).

SSS menggunakan prinsip *backscatter* akustik dalam mengindikasikan atau membedakan kenampakan bentuk dasar laut atau objek di dasar laut. Material seperti besi, bongkahan, kerikil atau batuan vulkanik sangat efisien dalam merefleksikan pulsa akustik. Sedimen halus seperti tanah liat, lumpur tidak merefleksikan pulsa suara dengan baik (*backscatter* lemah). Reflektor kuat akan menghasilkan pantulan *backscatter* yang kuat sedangkan reflektor lemah menghasilkan *backscatter* yang lemah. Dengan pengetahuan akan karakteristik ini, pengguna SSS dapat menguji komposisi dasar laut atau objek dengan mengamati pengembalian kekuatan akustik.

Salah satu cara untuk mendapatkan informasi tentang berbagai aspek dari dasar laut adalah dengan sistem akustik bawah air seperti *Side Scan Sonar* (Sari, 2009). SSS mampu membedakan besar kecil partikel penyusun permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil, atau tipe-tipe dasar perairan lainnya. Instrumen ini mampu menangkap gelombang pasir atau riak-riak kecil yang tingginya beberapa sentimeter serta mampu memberikan informasi dengan rinci tentang kondisi topografi dasar tidak hanya pada poros persis

dibawah *towfish*/*tranducer* namun juga pada kedua sisinya dengan baik. Tampilan SSS dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Tampilan *Side Scan Sonar*
(Ramadhani, 2017)

Pada Gambar 2.3 merupakan citra yang dihasilkan menggunakan alat *Side Scan Sonar* yang menggambarkan kondisi dari permukaan dasar laut. Hasil ini menampakkan tingkat kecerahan pada permukaan dasar laut, semakin cerah gambaran permukaan dasar laut maka semakin keras objek tersebut, sebaliknya semakin gelap gambaran permukaan yang dihasilkan menandakan bahwa objek tersebut berupa objek yang lunak. Variasi warna dari warna gelap dan terang pada citra *Side Scan Sonar* menunjukkan energy hambur balik yang dihasilkan dari dasar laut (Manik dkk, 2016).

Secara umum prinsip kerja SSS digambarkan sesuai dengan Gambar 2.4. Pulsa listrik yang dihasilkan oleh recorder dikirim ke *towfish* melalui *towcable*. Ketika pulsa suara mencapai dasar laut, sinyal suara bisa saja diserap, dipantulkan seperti pada cermin, atau dihamburkan ke berbagai arah yang berbeda. Seberapa banyak penghamburan, *backscatter*, dan penyerapan yang terjadi tergantung pada sifat material. Material keras, seperti batu, akan menghamburkan lebih banyak suara dibandingkan material halus, seperti lumpur, yang akan menyerap lebih banyak suara. Perbedaan jumlah hamburan menyebabkan perbedaan

jumlah sinyal suara yang kembali ke *sonar fish* dan perbedaan citra dasar laut.

Pulsa-pulsa listrik tersebut diubah menjadi energi mekanik. Hasil perubahan tersebut berupa sinyal *ultrasonic* yang kemudian dipancarkan ke dasar laut. Kemudian sinyal *ultrasonic* tersebut dipantulkan kembali oleh dasar laut dan diterima *towfish*. Interval waktu dari pengembalian sinyal tesebut tergantung dari jarak antara *towfish* dengan titik pemantulannya. Selain itu, besarnya amplitudo dan frekuensi sinyal *ultrasonic*, juga berbeda sesuai dengan jenis objek yang memantulkan sinyal *ultrasonic* tersebut.

Sinyal *ultrasonic* yang diterima oleh *towfish* diubah kembali menjadi pulsa-pulsa listrik dan diteruskan ke recorder, selanjutnya direkam pada kertas recorder yang terdapat di dalamnya. Hasil rekaman yang terdapat pada kertas recorder kemudian diinterpretasikan jenis objek di dasar laut atau keadaan topografi dasar laut.

Gambar 2.4. Prinsip Kerja *Side Scan Sonar*
(Ferriska, 2017)

Data SSS yang merepresentasikan *backscatter* diterima oleh *sonar fish* dari *insonified region* di dasar laut. *Backscatter* akustik adalah sebagai fungsi:

- Sudut datang dari gelombang akustik di depan dasar laut.
- Kekasaran permukaan.
- Kontras *impedance* yang melewati antarmuka *solid-water* (sedimen dasar laut yang lebih keras/lebih tegas atau obyek yang menghasilkan *backscatter* yang lebih

tinggi dan muncul lebih gelap pada record final; karang dan kerikil adalah reflektor yang lebih baik dari pada lumpur atau pasir).

- Topografi (lereng bagian atas yang menghadap *sonar fish* adalah reflektor yang jauh lebih baik dibandingkan lereng bagian bawah dikarenakan perbedaan pada sudut datang).

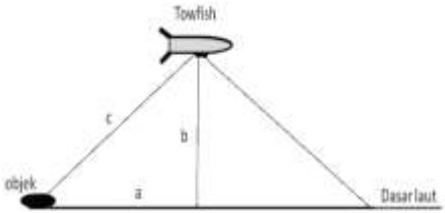
Dengan citra SSS, *backscatter* yang tinggi direpresentasikan oleh warna yang lebih terang, *backscatter* rendah oleh warna gelap, *backscatter* nol direpresentasikan dengan warna hitam. Pada umumnya, area dengan *backscatter* tinggi diasosiasikan dengan sedimen yang relatif *coarser-grained* (berbutir kasar), *hard substrata* (substrat keras), *steep slopes* (lereng curam), dan *rough seabed* (dasar laut yang kasar). Area dengan *backscatter* rendah sedimennya relatif *finer-grained* (berbutir lebih halus) yakni dasar laut yang datar dan halus. Warna putih juga dikenal sebagai *shadow* yang merupakan hasil dari *acoustic blanking*, ketika suatu obyek atau struktur menghalangi pulsa suara dari SSS (Lekkerkerk dkk, 2006).

2.2.3 Geometri dan Radiometri *Side Scan Sonar*

Geometri dan radiometri pada instrument *Side Scan Sonar* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Slant range*

   Slant range adalah jarak antara suatu objek di dasar laut dengan *towfish*, sedangkan *slant range correction* adalah jarak horizontal suatu objek di dasar laut dengan titik dasar laut di bawah *towfish*. Pada koreksi ini suatu objek diumpamakan terletak di sebelah kiri atau kanan t*owfish*, sehingga untuk mendapatkan *slant range correction* dapat dihitung dengan menggunakan rumus *phytagoras* seperti yang tertera pada Persamaan 2.1. Ilustrasi perhitungan *slant range correction* dapat dilihat pada Gambar 2.5.

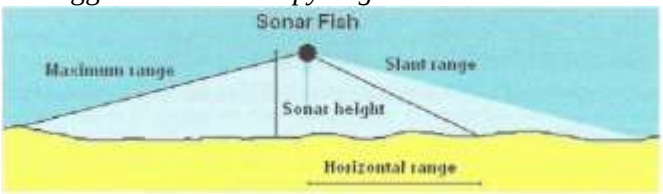


Gambar 2.5. *Slant Range Correction*
(Sari, 2009)

$$\boldsymbol{a^2 = c^2 - b^2} \quad (2.1)$$

Dimana :
a = *slant range correction*
b = tinggi *towfish* dari dasar
c = *slant range*

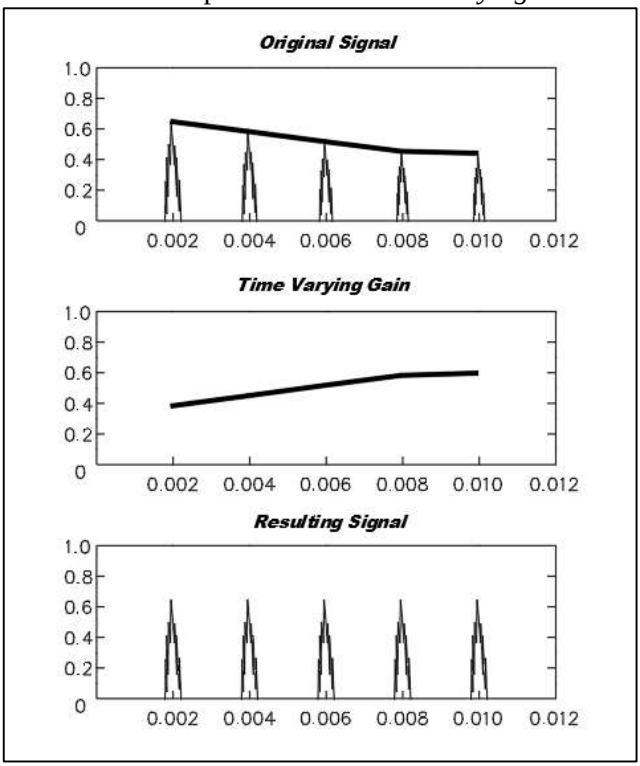
2. *Horizontal range*
   Menurut Gambar 2.6, *horizontal range* adalah jarak horizontal antara posisi, tepatnya bagian bawah *sonar fish* dan titik yang sama di dasar. Nilai *horizontal range* dapat dihitung dari tinggi sonar dan *slant range* dengan menggunakan teorema *pythagoras*.



Gambar 2.6. *Horizontal Range*
(Lekkerkerk dkk, 2006)

3. *Maximum range*
   Maximum range atau nilai maksimum dari *slant range* adalah pengaturan sistem, mengatur seberapa jauh pindaian *Side Scan Sonar*.
4. *Ensonified area*
   Ensonified Area adalah keseluruhan area yang tercakup oleh sorotan sonar.
5. *Gain Control*

Obyek identikal dengan tinggi yang sama dapat tebaca berbeda karena *backscatter strenght* akan semakin melemah semakin jauh dari nadir. *Time Varying Gain* (TVG) dilakukan untuk mengatur gain yang didapat agar menyesuaikan dimana hasil bacaan *backscatter* akan terbaca normal dari nadir hingga ujung sensor. Gambar 2.7 merupakan contoh *Time Varying Gain*.



Gambar 2.7. Gain Control
(Olahan Pribadi)

Backscatter strength berkaitan dengan jarak suatu objek dengan nadir, dimana yang dijelaskan pada Gambar 2.7 (atas) merupakan nilai *backscatter* dari objek yang sama dengan jarak yang berbeda, dapat

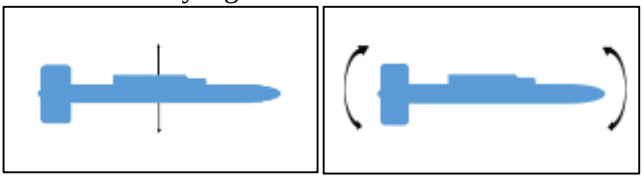
dilihat jika semakin jauh dari nadir maka semakin melemah nilai yang terbaca. Oleh kareana itu diterapkannya *gain control* yang ada pada Gambar 2.7. (tengah) agai dapat menyesuaikan bacaan *backscatter*. Setelah diterapkannya parameter-parameter gain yang sesuai maka bacaan *backscatter* akan terbaca normal hingga ujung sensor Gambar 2.7 (bawah).

2.2.4 Stabilitas *Side Scan Sonar*

Stabilitas Sonar di dalam air selama survei sangat penting untuk citra Sonar yang baik dan pemosisian yang akurat. Namun banyak faktor yang dapat menyebabkan *Sonar Fish* tidak stabil. Stabilitas SSS ditunjukkan pada Gambar 2.8. Terdapat beberapa jenis ketidakstabilan *Side Scan Sonar*:

1. *Heave and Pitch*

   Walaupun merupakan gerakan yang berbeda, keduanya sering terjadi bersamaan. Menyebabkan berkurang dan bertambahnya ketinggian *Sonar Fish*. Hasilnya berdampak pada degradasi citra karena citra merepresentasikan target yang lurus dengan lengkungan. Ketika periode *heave* sangat panjang, degradasi citra menjadi terbatas. Sedangkan *pitch* dibuktikan dengan garis terang pada rekaman sonar. Karena *pitch*, sorotan sonar tidak selalu mengarah ke sisi samping dasar tetapi juga ke depan dan ke belakang. Hal ini mengurangi *backscatter* dan intensitas echo yang kembali.

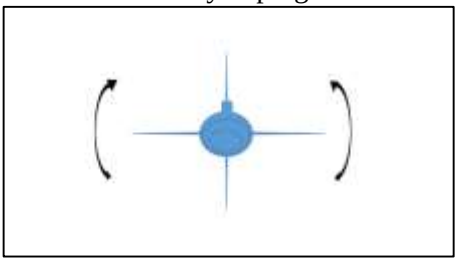


Gambar 2.8. Ilustrasi *Heave* (kiri) dan *Pitch* (kanan) (Olahan pribadi)

Pada Gambar 2.8 merupakan gambaran posisi *Side Scan Sonar* pada saat memancarkan sonar jika dilihat dari samping.

2. *Roll*

   Efek dari *roll* pada citra sonar mirip dengan *heave* an *pitch*. Namun tidak sering terlihat. *Roll* terjadi ketika sorotan sonar sedikit menyamping ke kiri atau kanan.

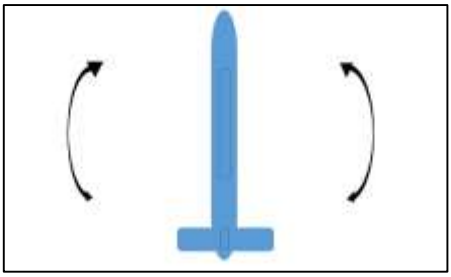


Gambar 2.9. Ilustrasi *Roll*
(Olahan pribadi)

   Ilustrasi pada Gambar 2.9 merupakan gambaran posisi *Side Scan Sonar* pada saat memancarkan sonar jika dilihat dari depan.

3. *Yaw*

   Yaw adalah ketidakstabilan khusus yang disebabkan malfungsi sirip *Tow Fish*, instalasi yang buruk, atau *towcable* yang terlalu panjang, ditambah pula dengan depresor yang tidak dipasang dengan benar. *Yaw* menyebabkan sonar memindai satu sisi lebih lama dari seharusnya dan kemudian secara cepat bergerak maju dan memindai sisi lainnya dengan periode yang lebih pendek.



Gambar 2.10. Ilustrasi *Yaw*
(Olahan Pribadi)

Ilustrasi pada Gambar 2.10 merupakan gambaran posisi *Side Scan Sonar* pada saat memancarkan sonar jika dilihat dari atas.

2.2.5 Instalasi *Side Scan Sonar*

Instalasi pada *Side Scan Sonar* dapat dilakukan dengan dua cara bergantung pada kondisi geografis pada area survei. Dalam pengoprasiannya harus memperhatikan posisi dari sonar dan citra harus terlihat sebaik mungkin.

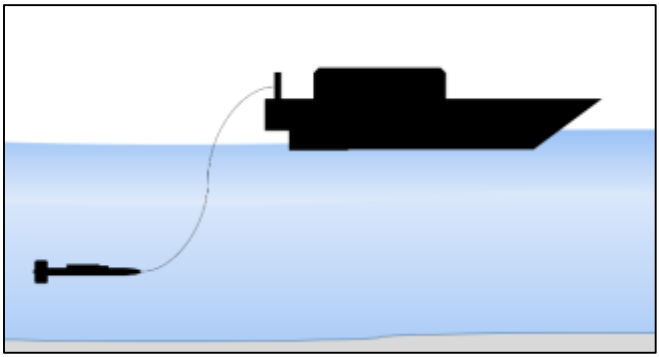
Terdapat 2 sistem inti dalam pengoprasian *Side Scan Sonar*, yang pertama adalah sistem SSS itu sendiri yang terdiri dari komputer/*hardware* yang berguna untuk menampilkan hasil rekaman SSS dan yang kedua adalah *positioning system*, yang berupa *receiver* GPS. Dari kedua sistem tersebut kemudian dikorelasikan sehingga menjadi data rekaman beserta data navigasi yang telah diproses dengan benar.

2.2.5.1 Ditarik dari Buritan (Bagian Belakang Kapal)

Instalasi *Side Scan Sonar* dilakukan pada bagian belakang kapal yang merupakan cara paling umum pada pengoprasian SSS. Cara seperti ini dapat diterapkan pada hampir semua kapal tanpa banyak melakukan modifikasi terhadap kapal itu sendiri. Cara seperti ini digunakan dari kedalaman beberapa meter hingga ribuan meter (Lekkerkerk dkk, 2006).

Kekurangan metode ini adalah ketika dipakai untuk pekerjaan survei air dangkal (< 20 m), *towfish* terlalu dekat dengan permukaan air berakibat rentan terhadap *noise*

permukaan dan operasional kapal. Cara seperti ini tidak menjadi masalah apabila *tow cable* berada pada posisi lurus dibelakang kapal.

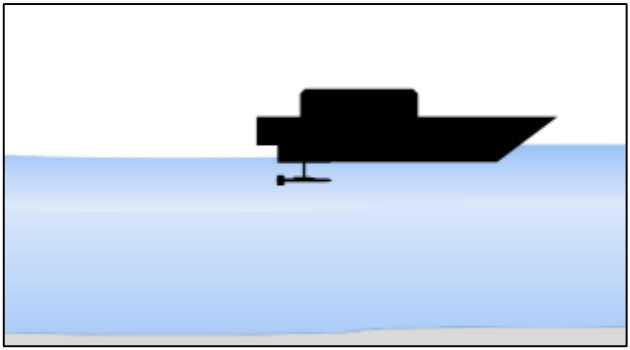


Gambar 2.11. Ilustrasi instalasi alat ditarik dari buritan
(Olahan pribadi)

2.2.5.2 Ditempelkan pada Kapal

Instalasi *Side Scan Sonar* pada metode ini dipasang pada sisi kapal atau bagian depan kapal bergantung pada kondisi di lapangan. Metode ini dapat diterapkan pada perairan dangkal, dengan kedalaman draft sekitar 50-200 cm dengan syarat tidak lebih dalam dari lambung kapal (Lekkerkerk dkk, 2006).

Kekurangan metode ini adalah tidak dapat digunakan untuk perubahan kedalaman dari beberapa meter menjadi puluhan meter.



Gambar 2.12. Ilustrasi instalasi alat ditempelkan di kapal (Olahan pribadi)

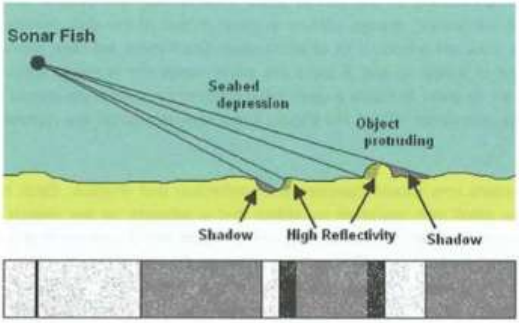
2.2.6 Interpretasi Citra *Side Scan Sonar*

Interpretasi pada dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Interpretasi secara kualitatif dilakukan untuk mendapatkan sifat fisik material dan bentuk objek, baik dengan mengetahui derajat kehitaman (*hue saturation*), bentuk (*shape*) maupun ukuran (*size*) dari objek atau target. Secara umum, berdasarkan bentuk eksternalnya, target dapat dibedakan menjadi buatan manusia (*man made targets*) atau objek alam (*natural targets*). Pada umunya, objek buatan manusia memiliki bentuk yang tidak beraturan (Klein Associates Inc, 1985). Interprestasi secara kuantitatif bertujuan untuk mendefinisikan hubungan antara posisi kapal, posisi *towfish* dan posisi objek sehingga diperoleh besaran horisontal dan besaran vertikal. Besaran horisontal meliputi nilai posisi objek ketika lintasan *towfish* sejajar dengan lintasan kapal maupun ketika lintasan dengan *towfish* membentuk sudut. Besaran vertikal meliputi tinggi objek dari dasar laut serta kedalaman objek (Mahyuddin, 2008).

Sebuah rekaman SSS menampilkan intensitas echo yang kembali. Bagian gelap pada rekaman menunjukkan area permukaan dengan reflektivitas tinggi. Bagian terang menunjukkan area dengan reflektivitas rendah. Karena interpretasi adalah sebuah proses kualitatif, rekaman dibahas

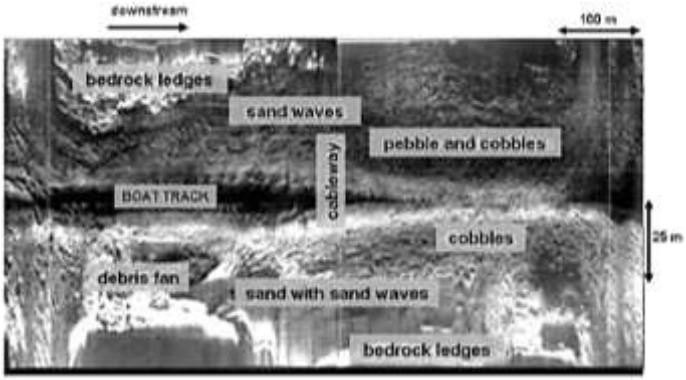
secara kualitatif. Umumnya intensitas berhubungan dengan (Lekkerkerk dkk, 2006):

1. Sangat gelap
   Kondisi permukaan dasar laut yang sangat keras dan sangat kasar, seperti *rock outcrop*, *rock-dump*, konstruksi, pipa logam, barel minyak, kontainer kargo, dan bangkai kapal.
2. Gelap
   Kondisi permukaan yang keras dan kasar, seperti kerikil dan pasir yang sangat kasar, tanah gambut, tanah liat keras yang kasar, obyek buatan manusia yang kemungkinan besar logam, plastik, dan kayu.
3. Menengah
   Kondisi permukaan menengah, seperti pasir. Riak pasir kasar yang tidak terjadi pada permukaan sedimen yang lebih halus.
4. Terang
   Kondisi permukaan yang lembut dan halus, seperti tanah liat halus dan endapan lumpur.
5. Sangat terang
   Kondisi permukaan yang lembut dan sangat halus, bayangkan sebuah dasar seperti cermin dengan pantulan sempurna dan tanpa *backscatter*.



Gambar 2.13. Proses Penggambaran Citra *Side Scan Sonar* (Lekkerkerk dkk, 2006)

Menurut Gambar 2.13, apabila *backscattering* semakin kuat maka rona pada citra *Side Scan Sonar* akan semakin gelap. Kekuatan *backscattering* berhubungan dengan tekstur objek, secara umum *backscattering* yang relatif tinggi berhubungan dengan objek kekerasan tinggi, *backscattering* yang relatif rendah berhubungan dengan objek kekerasan rendah. Fenomena *backscattering* permukaan dasar laut memiliki hubungan dengan kekasaran dan kekerasan permukaan (Blondel, 2009). Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.14, dimana pada gambar tersebut terdapat beberapa macam tipe permukaan dengan kekasaran dan kekerasan yang berbeda.



Gambar 2.14. Hasil Interpretasi Citra *Side Scan Sonar* (Blondel, 2009)

Selain itu, interpretasi citra SSS didukung dengan penggunaan asas tujuh kunci interpretasi yang diadaptasi dari ilmu penginderaan jauh. Tujuh kunci interpretasi antara lain (Soemantri, 2009):

1. Rona dan warna (*tone/color*)
   Rona ialah tingkat kegelapan atau kecerahan objek pada citra. Sedangkan warna adalah wujud yang tampak oleh mata. Rona ditunjukkan dengan gelap–putih. Ada tingkat kegelapan warna biru, hijau, merah,

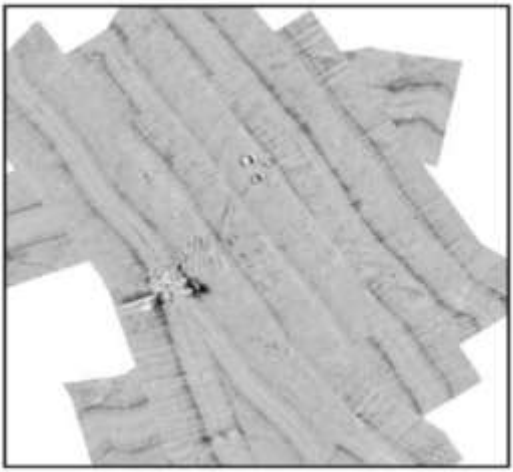
kuning dan jingga. Rona dibedakan atas lima tingkat yaitu putih, kelabu putih, kelabu hitam, dan hitam. Karaketristik objek yang mempengaruhi rona, permukaan yang kasar cenderung menimbulkan rona yang gelap, warna objek yang gelap cenderung menimbulkan rona yang gelap, objek yang basah/lembab cenderung menimbulkan rona gelap.

2. Bentuk (*shape*)
   Bentuk merupakan atribut yang jelas sehingga banyak objek yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya saja, seperti bentuk memanjang, lingkaran dan segi empat. Bentuk merupakan faktor yang penting dalam pengenalan objek citra.
3. Ukuran (*size*)
   Berupa jarak, luas, tinggi, lereng, dan *volume*, selalu berkaitan dengan skalanya. Objek dapat disalahtafsirkan apabila ukurannya tidak dihitung dengan cermat.
4. Kekerasan (*texture*)
   Tekstur adalah halus kasarnya objek pada citra. Tekstur dihasilkan oleh susunan satuan kenampakan yang mungkin terlalu kecil untuk dikenali secara individual dengan jelas pada citra. Tekstur merupakan hasil bentuk, ukuran, pola, bayangan dan rona individual.
5. Pola (*pattern*)
   Pola adalah hubungan susunan spasial objek. Pola merupakan ciri yang menandai objek buatan manusia ataupun alamiah. Pola aliran sungai sering menandai bagi struktur geologi dan jenis tanah.
6. Bayangan (*shadow*)
   Bayangan bersifat menyembunyikan objek yang berada di daerah gelap. Bayangan dapat digunakan untuk objek yang memiliki ketinggian, seperti objek bangunan, patahan dan menara.
7. Lokasi/situs

Lokasi objek dalam interpretasi berhubungan dengan kenampakan objek tersebut di tempat tertentu.

2.2.7 Mozaik Citra *Side Scan Sonar*

Mozaik citra SSS merupakan gabungan dari beberapa citra SSS yang dapat menggambarkan bagaimana kondisi permukaan dasar laut. Mozaik adalah hasil interpretasi citra SSS pada tiap lajur utama dan jalur silang yang saling bertampalan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.15.

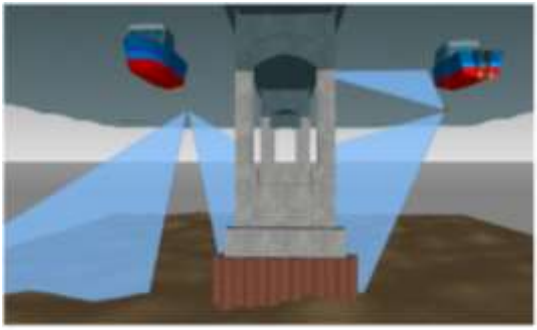


Gambar 2.15. Mozaik Citra *Side Scan Sonar*
(Maulana, 2017)

2.4 Oblique *Side Scan Sonar*

Oblique Side Scan Sonar merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan citra mengenai komponen struktur vertikal dari suatu bangunan laut yang terendam oleh air, dimana nantinya tranduser akan diputar 90˚ sehingga dapat menghasilkan citra tentang kondisi vertikal dari suatu bangunan laut. Kondisi tersebut diilustrasikan pada Gambar 2.16. Posisi tranduser diputar 90˚dikarenakan *Side Scan Sonar* hanya dapat merepresentasikan suatu permukaan kedalam bidang datar sehingga jika terdapat permukaan yang miring akan memiliki jarak yang tidak sesuai dengan kondisi yang

sebenarnya di lapangan. Kualitas citra yang dihasilkan bergantung kepada kemampuan operator untuk menjaga jarak yang dekat dan konstan terhadap tepi dermaga serta mempertahankan kecepatan yang konstan ketika melakukan akuisisi data.



Gambar 2.16. Posisi tranduser untuk pengamatan struktur dermaga
(Stromberg dkk, 2013)

2.5 Dermaga

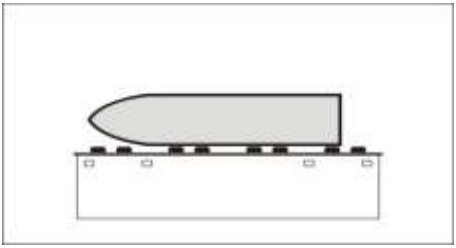
Menurut KBBI (2009), dermaga dapat diartikan sebagai tembok rendah yg terletak memanjang di tepi pantai dan menjorok ke laut serta berada di kawasan pelabuhan yang biasa digunakan sebagai pangkalan dan bongkar muat barang. Menurut Triatmodjo (1992), dermaga adalah bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapatnya kapal dan menambatkannya pada waktu bongkar muat barang. Dermaga merupakan tempat kapal ditambatkan di pelabuhan. Pada dermaga dilakukan berbagai kegiatan bongkar muat barang dan orang dari dan ke atas kapal. Di dermaga juga dilakukan kegiatan untuk mengisi bahan bakar untuk kapal, air minum, air bersih, saluran untuk air kotor/limbah yang akan diproses lebih lanjut di pelabuhan.

2.5.1 Tipe Dermaga

Tipe Dermaga dibagi menjadi 3 macam yaitu:

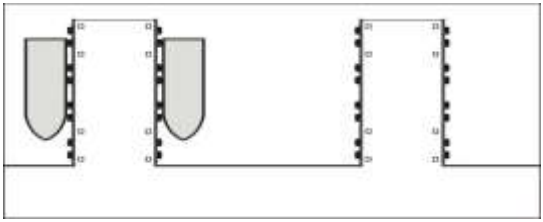
1. *Quay/Wharf*

Dermaga jenis ini merupakan dermaga yang letaknya di garis pantai serta sejajar dengan pantai, seperti pada Gambar 2.17.



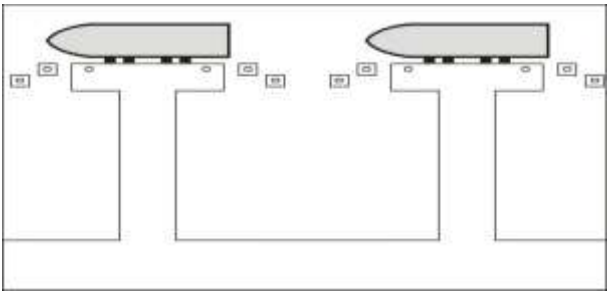
Gambar 2.17. Bentuk Dermaga Jenis *Quay/Wharf*
(Triatmodjo, 1992)

2. *Jetty/Pier* (Jembatan)
   Dermaga jenis ini merupakan dermaga yang menjorok (tegak lurus) dengan garis pantai, seperti pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18. Bentuk Dermaga Jenis *Jetty/Pier*
(Triatmodjo, 1992)

3. *Dolphin/Trestle*
   Dermaga *dolphin/trestle* merupakan tempat sandar kapal berupa dolphin diatas tiang pancang. Biasanya dilokasi dgn pantai yang landai, diperlukan jembatan trestel sampai dengan kedalaman yang dibutuhkan. Dermaga *dolphin* diilustrasikan seperti Gambar 2.19.



Gambar 2.19. Bentuk Dermaga Jenis *Dolphin/Trestle* (Triatmodjo 1992)

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu terkait dengan penggunaan alat *Side Scan Sonar* sebagai alat untuk akuisisi data citra dasar laut/*Acoustic Imaging* pernah dilakukan oleh Arini (2013), dengan judul "Aplikasi *Magnetometer* dan *Side Scan Sonar* Untuk Pemetaan Sebaran Anomali Kemagnetan Dasar Laut (Studi Kasus : Perairan Lohgung, Palang,Tuban, Jawa Timur)". Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi medan magnet dan tingkat anomali dan kemagnetan bumi serta menggunakan interpretasi data *Side Scan Sonar* untuk memastikan apakah data dari hasil kemagnetan merupakan logam berbahaya dan sebarannya pada daerah penelitian, pada penelitian ini menggunakan pengamatan GPS geodetik, Profiling magnetometer data, dan *Imaging Side Scan Sonar*. Dari penilitian tersebut didapatkan karakteristik sebaran anomali yang terdapat di daerah peneltiian dengan variasi intensitas magnet regional setiap posisi tidak sama, hal ini menujukkan adanya variasi material pembentukan dasar laut yang berbeda beda, dengan nilai intensitas magnet regional pada saat pendeteksian sebesar 44600 nT – 44800 nT, namun masih terdapat pada rentang nilai kemagnetan regional yang ditetapkan oleh BMKG yaitu 44.000-45.000 nT. Pada area penelitian, diprediksi terdapat 37 kontak, namun setelah dilakukan tindakan dengan pelaksanaan recheking, diindikasi terdapat dua kontak pada

dua posisi di area II pada koordinat 6° 42’ 47,4636’’ LS, 112° 14’ 11,5705’’ BT dan 6° 42’ 35,2466’’ LS, 112° 15’ 18,6264’’ BT, satu posisi di area III pada koordinat 6° 45’ 1,494’’ LS, 112° 14’ 16,272’’ BT namun berdasarkan penampakan pada *image Side Scan Sonar* telah dipastikan bukan logam berbahaya.

Penelitian terdahulu juga pernah dilakukan oleh Erwanti (2016), dengan judul, Analisis *Free Span* pada Jalur Pipa Bawah Laut Menggunakan *Multibeam Echosounder* dan *Side Scan Sonar* (Studi Kasus: Pipa Gas Transmisi SSWJ (*South Sumatera West Java*) Jalur Pipa Gas Labuhan Maringgai-Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Persero (Tbk)). Peneliltian ini bertujuan untuk membandingkan hasil dari data *Multibeam Echosounder* dan *Side Scan Sonar* untuk mendeteksi *freespan*. Hasil analisis gambaran kondisi dasar laut pada area penelitian memeliliki topografi relatif curam dengan kedalaman kisaran 93 – 40 meter, didapatkan span terpanjang dengan panjang span sebesar 98,4 meter dan tinggi 4,93 meter, terdapat juga *freespan* dilokasi lain sebanyak 3 tempat lainnya. Indikasi *free span* dari hasil pengolahan data *multibeam echosounder* dan *Side Scan Sonar* tidak dapat mengidentifikasi *hazard* secara langsung, melainkan hanya digunakan sebagai parameter geometri jaringan pipa yang terindikasi adanya *hazard*.

Penelitian serupa juga pernah yang berjudul Identifikasi Fitur Dasar Laut dengan Menggunakan Data Sonar. Menurut Khomsin (2013), pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengamati fitur dasar laut untuk berbagai keperluan seperti kontruksi lepas pantai seperti pembuatan anjungan, pemasangan pipa bawah laut, dan pemasangan kabel. menggunakan data batimetri dari *Multibeam Echosounder*, *Singlebeam Echosounder*, dan *Side Scan Sonar* yang dikalibrasikan dengan gerakan kapal *pitch*, *roll*, *yaw*, dan *latency* serta dikoreksikan dengan data pasang surut untuk mereduksi kedalaman. Peta batimetri lokasi penelitian

mempunyai rentang kedalaman mulai kedalaman paling dangkal yaitu -1,5meter dan untuk kedalaman yang paling dalam adalah -22 meter. Kondisi dasar laut area survei memiliki topografi bergelombang atau berbukit dikarenakan batuan dasar laut yang dominan. Identifikasi fitur dasar laut di Perairan Kepulauan Riau dengan *Multibeam Echosounder*, *Singlebeam Echosounder*, dan *Side Scan Sonar* menunjukkan bahwa batuan dasar 84,7%), galian (3,1%) dan gelombang pasir (12,2%). Objek buatan dasar laut yang teridentifikasi di Perairan Kepulauan Riau adalah pipa bawah laut dengan total panjang pipa adalah 1636,7 m. Selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang optimal perlu dilakukan verifikasi hasil dengan menggunakan grab sampler untuk memperoleh sedimen dasar laut.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah perbedaan pada metode yang digunakan dalam proses akuisisi data citra *Side Scan Sonar* yang dimana pada penelitian ini arah pengambilan datanya menghadap ke samping untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi struktur vertikal dari suatu bangunan laut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III
METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada kawasan Terminal Nilam Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya atau lebih tepatnya pada Dermaga Nilam Timur dan secara geografis lokasi penelitian ini terletak pada koordinat 7°12'36"LS dan 112°43'33,8"BT, yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Gambar 3.1. Lokasi Penelitian
(Google)

Dermaga Nilam Timur merupakan salah satu dari 13 dermaga yang berada di Kawasan Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya yang merupakan kawasan dibawah kendali PELINDO III.

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Raw data *Side Scan Sonar* dengan format RSD dari Instrumen Garmin Echomap 72sv.
b. Data foto dermaga menggunakan kamera digital.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Perangkat keras (*Hardware):*
  a. Garmin Echomap 72sv

Gambar 3.2. Garmin Echomap 72sv
(Garmin, 2017)

Garmin Echomap 72 sv dilengkapi dengan tranduser CHRIP Sonar yang memiliki fitur Traditional (50/77/200 kHz) dan SideVü (260/455/800 kHz). Fitur Traditional digunakan untuk memperoleh data kedalaman dasar laut dan SideVü digunakan untuk mendapatkan gambaran fisik dari suatu fitur dasar laut.

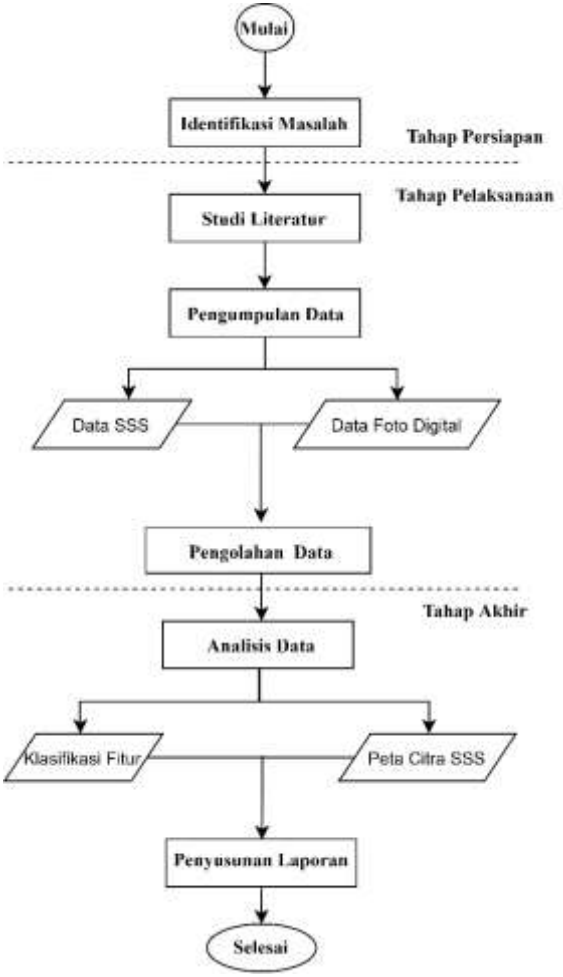
  b. Kamera digital
- Perangkat lunak (*Software)*

a. Sonar TRX untuk mengolah raw data *Side Scan Sonar* (format .rsd) dan hasilnya berupa data KML (format .kml).
b. Global Mapper v18.2 untuk mozaik citra *Side Scan Sonar*.
c. ArcGIS 10.6 untuk pembuatan *layout* citra.
d. AutoCad Civil 3D 2018 untuk pembuatan *layout* citra.
e. Microsoft Office (Ms Word, Ms Excel, dan Ms Power Point) untuk pembuatan laporan.

3.3 Metodologi Pelaksanaan Pengolahan

3.3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah seperti pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah tahap pelaksanaan penelitian :

1. Tahap Persiapan
   a. Identifikasi Masalah penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan. Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal mengenai kasus yang akan diteliti, baik berupa perumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian, tujuan dilakukannya penelitian dan manfaat yang diperolah melalui penelitian yang dilakukan.
   b. Studi Literatur
      Studi literatur dilakukan untuk mempersiapkan tahap berikutnya yaitu dengan mengumpulkan referensi yang akan menunjang langkah-langkah pengolahan sampai pada analisa.
2. Tahap Pelaksanaan
   a. Pengumpulan Data
      Tahapan pengumpulan data dibagi menjadi dua bagian yaitu pengumpulan data *Side Scan Sonar* menggunakan *Garmin Echomap 72SV,* dan juga pengambilan data penunjang yaitu data foto dermaga menggunakan kamera digital yang digunakan untuk keperluan validasi.
   b. Pengolahan Data
      Setelah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini didapatkan, maka langkah yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan proses pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak pengolahan data. Data *Side Scan Sonar* diolah menggunakan *Software Sonar TRX* hingga menjadi peta citra akustik mengenai kondisi dermaga yang nanti divalidasi dengan data dari kamera digital.
3. Tahap Akhir
   a. Analisa Data
      Pada tahap ini dilakukan analisa kondisi dari dermaga tersebut. Dimana aspek-aspek yang akan dianalisis

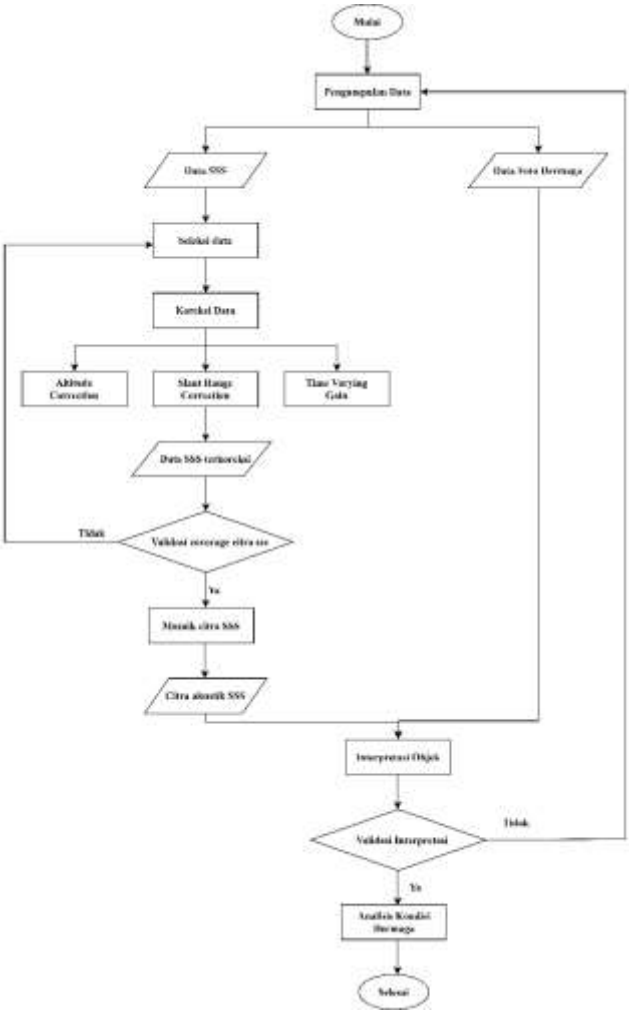
lebih lanjut merupakan tanda-tanda kerusakan / kondisi yang tidak ideal yang tampak dari hasil pencitraan akustik menggunakan alat SSS, dari kondisi yang tidak ideal tersebut akan dianalisis, panjang, lebar, luas, serta posisinya. Dari tahapan ini nantinya akan dihasilkan tabel klasifikasi fitur dan peta citra *Side Scan Sonar*.

b. Penyusunan Laporan

Pada tahap ini adalah pembuatan laporan mengenai identifikasi kondisi dermaga Nilam Timur menggunakan metode *Oblique Side Scan Sonar*.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Diagram Pengolahan Data

Berikut penjelasan diagram alir pengolahan data :

1. Seleksi Data
   Seleksi data dilakukan untuk memilih data *Raw* SSS yang kemudian akan diolah, pemilihan ini dilakukan dengan memilih *raw* data SSS yang mengcover area survei atau seluruh struktur vertikal dermaga.
2. Koreksi Data
   a. *Altitude Correction*
      Altitude atau ketinggian sensor dari dasar laut dikoreksi dengan mendeteksi kedalaman sesuai dengan rekaman SSS sehingga didapatkan *first echo return*, untuk penelitian ini sensor mendeteksi jarak antara dinding dermaga dengan tranduser.
   b. *Slant Range Correction*
      Slant Range Correction dilakukan untuk menhitung jarak sebenarnnya obyek yang ada di rekaman SSS dari nadir (titik dibawah sensor).
   c. *Time Varying Gain*
      Time Varying Gain dilakukan untuk mendapatkan hasil citra dengan kecerahan yang sama meskipun obyek berada jauh dari nadir.
3. Validasi *Coverage*
   Dilakukan pengecekan hasil citra SSS yang terkoreksi sehingga citra akustik memenuhi *coverage* area survei. Jika masih ada *blank spot* di citra SSS terkoreksi maka akan kembali dilakukan seleksi data dan memilih data yang meng-*cover* area *blank spot*.
4. Mozaik Citra SSS
   Setelah area survei ter-*coverage* dilakukan mozaik sehingga membentuk gambaran citra akustik SSS.
5. Interpretasi Objek
   Interpretasi objek dilakukan menggunakan citra akustik SSS dan data foto dermaga. Interpretasi dilakukan secara kualitatif yaitu berdasarkan bentuk (*shape*), ukuran (*size*),

bayangan (*shadow*), derajat kehitaman (*hue saturation*), tekstur, dan pola (*pattern*).

6. Validasi Interpretasi

   Sebelum dilakukan analisi kondisi dermaga perlu dilakukan validasi terhadap hasil dari citra akustik SSS dengan foto dermaga menggunakan kamera digital. Jika kenampakan pada citra akustik SSS sesuai dengan foto dermaga maka dapat dilakukan analisa kondisi dermaga, namun jika tidak sesuai maka dilakukan pengumpulan data kembali.

7. Analisis Kondisi Dermaga

   Setelah data selesai divalidasi maka tahap selanjutnya dilakukan analisa berdasarkan kenampakan yang ada pada citra akustik SSS tersebut. Analisa terhadap kenampakan yang terdapat pada peta citra baik berupa bagaimana kondisi dari dermaga tersebut. Dimana aspek-aspek yang akan dianalisis lebih lanjut merupakan tanda-tanda kerusakan / kondisi yang tidak ideal yang tampak dari hasil pencitraan akustik menggunakan alat SSS, dari kondisi yang tidak ideal tersebut akan dianalisis, panjang, lebar, luas, serta posisinya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV
HASIL DAN ANALISA

4.1 Data

Dermaga Nilam Timur merupakan dermaga dengan tipe *jetty* atau *pier* dimana dermaga jenis ini merupakan dermaga yang menjorok (tegak lurus) dengan garis pantai dan memiliki struktur pondasi tembok. Dermaga Nilam Timur memiliki panjang total sebesar 920 meter dengan lebar 15 meter dan kedalaman LWS sebesar 8 meter.

Gambar 4.1. Struktur Pondasi Dermaga Nilam

Untuk dimensi area yang disurvei pada penelitian ini memiliki panjang 272,26 meter dan memiliki rata-rata tinggi atau lebar 10-12 meter dengan total luas area 4599,16 m². Raw data *Side Scan Sonar* (format .rsd) pada area penelitian tersebut berjumlah 46 data yang diperoleh dari PT Alur Pelayaran Barat Surabaya.

Pengolahan data citra SSS dilakukan dengan mengolah raw data menggunakan *software Sonar TRX*, dimana pada proses ini dilakukan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Kemudian setelah data telah dilakukan koreksi dilakukan mozaik citra atau peggabungan citra SSS menjadi satu kesatuan menggunakan *software Global Mapper*. Setelah itu kemudian dilakukan proses *layouting* peta menggunakan *software ArcGIS*. Setelah semua proses selesai dilanjutkan dengan menganalisa untuk mengidentifikasi kondisi dari dermaga.

4.2 Jalur Survei

Pada perencanaannya penelitian ini memiliki jalur survei yang berjarak 2 meter dari tepi dermaga, tetapi dalam pelaksanaannya mengalami perubahan bergantung pada kondisi dilapangan. Peta jalur survei pada penelitian ini disajikan pada Gambar 4.2.

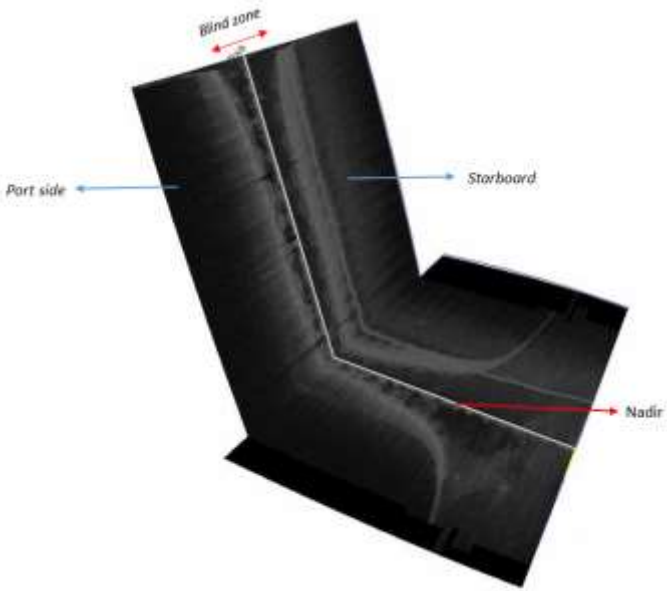
Gambar 4.2. Jalur survei

4.3 Citra *Side Scan Sonar*

Citra SSS ini diperoleh dari instrumen *Garmin 72 SV*, yang diperoleh dari PT Alur Pelayaaran Barat Surabaya. Citra tersebut didapatkan pada saat kegiatan survei pada tanggal 22 Maret 2019 dengan total panjang area survei yang teliti

sepanjang 268,62 meter. Instrumen ini menghasilkan citra dengan frekuensi tinggi (*high frequency*) dengan besar frekuensi 455 kHz. Frekuensi tersebut masuk kedalam kategori frekuensi tinggi, oleh karena itu citra SSS yang dihasilkan memiliki resolusi citra yang bagus namun dengan jangkauan yang sempit. Instrumen ini dipasang pada sisi kapal dengan tranduser yang diputar sebesar 90˚ atau dengan kondisi pancaran yang tegak lurus dengan dinding dermaga agar menghasilkan citra SSS dengan jarak yang sebenarnya.

Citra yang dihasilkan masih terdapat kesalahan-kesalahan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Dalam pengolahan data citra SSS diperlukan adanya koreksi yaitu *Altitude Correction, Slant Range Correction, dan Time Varying Gain*.



Gambar 4.3. Citra SSS yang belum terkoreksi

Pada Gambar 4.3 merupakan citra *Side Scan Sonar* tanpa koreksi yang menunjukkan gambaran tentang dinding

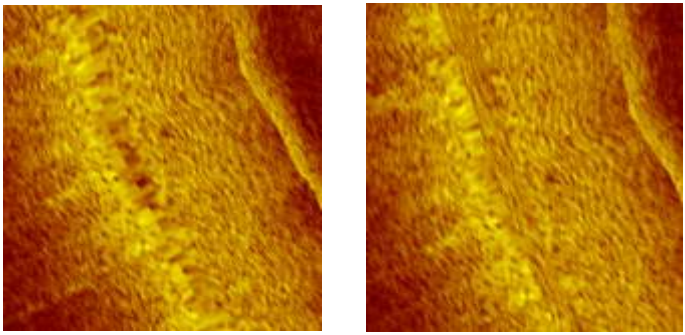
dermaga setelah mengirimkan dan menerima gelombang akustik. Hasil rekaman tersebut terbagi menjadi dua sisi dimana sisi sebelah kiri nadi merupakan area *port* dan sisi sebelah kanan nadir merupakan *starboard.* Pada daerah sekitar nadir tidak berisi informasi tentang gambaran dinding dermaga yang disebut *blind zone,* area ini sebenarnya memiliki arti sebagai *water column* atau dapat memiliki arti posisi ketinggian tranduser ke suatu permukaan. Pada gambar tersebut juga terlihat area yang memiliki gradasi warna gelap terang, gradasi warna tersebut menunjukkan nilam hambur balik yang dihasilkan dari suatu objek. Warna yang terang menunjukkan nilai hambur balik yang tinggi sedangkan warna yang gelap menunjukkan nilai hambur balik yang rendah.

4.4 Hasil Koreksi

Data citra akustik dari *Side Scan Sonar* menggunakan alat *Garmin Echomap 72 SV* dengan frekuensi 455 kHz. Dari *raw* data tersebut dilakukan koreksi, dimana koreksi data citra akustik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan yang terjadi pada proses akuisisi data. Koreksi data SSS dilakukan pada saat proses pengolahan data menggunakan *software Sonar TRX*. Koreksi yang dilakukan ada 3 yaitu *Altitude Correction, Slant Range Correction* dan *Time Varying Gain.*

4.4.1 *Altitutde Correction*

Altitude Correnction adalah koreksi yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dari *first echo return* yang merupakan jarak antaran tranduser dengan permukaan dari suatu objek pengamatan. Karena hal tersebut, terdapat objek kecil yang tepat di nadir tidak dapat terwakili sehingga menghasilkan *noise* di bagian tengan nadir. Dari *noise* tersebut dilakukanlah koreksi sehingga dihasilkan citra yang tidak memiliki noise di nadirnya. Hasil dari citra SSS yang telah terkoreksi *Altitude Correction* ditunjukkan pada Gambar 4.4.



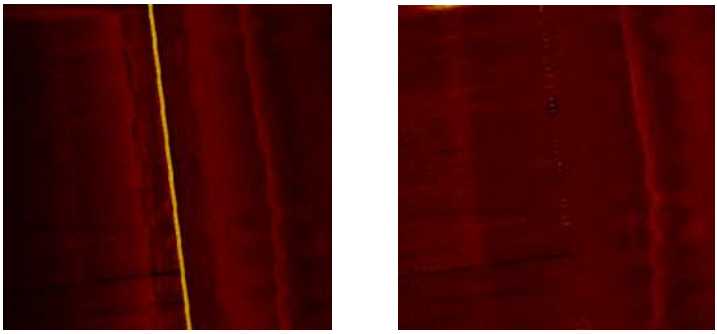
(a) Citra sebelum dikoreksi (b) Citra setelah dikoreksi

Gambar 4.4. *Altitude Correction*

Pada Gambar 4.4. (a) menunjukkan data citra *Side Scan Sonar* yang belum dilakukan koreksi *Altitude Correction* sehingga masih terdapatnya *noise* di bagian tengah citra, setelah dilakukan koreksi maka *noise* pada bagian nadir akan hilang seperti pada Gambar 4.4. (b).

4.4.2 *Slant Range Correction*

Slant Range Correction (SRC) adalah koreksi yang digunakan untuk menghitung jarak sebenarnya dari objek dasar laut dari nadir. SRC juga menghilangkan *water column* yang terdapat pada citra akustik SSS. Hasil dari koreksi ini dapat dlihat pada Gambar 4.5.



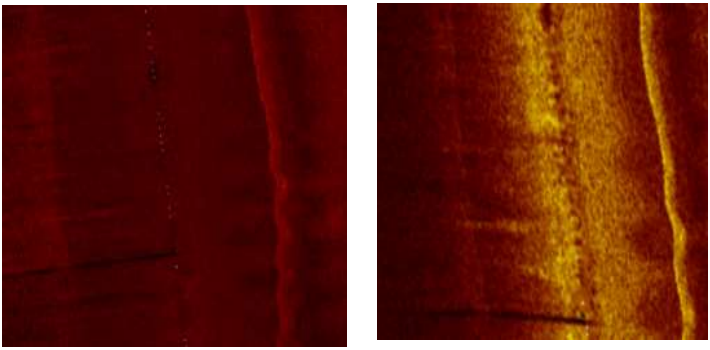
(a) Citra sebelum dikoreksi (b) Citra setelah dikoreksi

Gambar 4.5. *Slant Range Correction*

Pada Gambar 4.5. (a) menunjukkan data citra *Side Scan Sonar* yang belum dilakukan koreksi *Slant Range Correction* sehingga masih terdapat *water column* di area sekitar nadir, setelah dilakukan koreksi maka *water column* tersebut akan hilang sehingga kedua sisi (*port side* dan *starboard*) dari citra tersebut akan menjadi satu seperti pada Gambar 4.5. (b).

4.4.3 *Time Varying Gain*

Time Varying Gain (TVG) merupakan koreksi yang berguna untuk mengoreksi nilai hambur balik (*backscatter*) dari suatu objek yang melemah seiring dengan semakin jauhnya jarak suatu objek dengan nadir. Koreksi TVG dilakukan dengan memberikan parameter *gain* yang sesuai seiring dengan perubahan jarak objek dari nadir. Hasil dari koreksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.



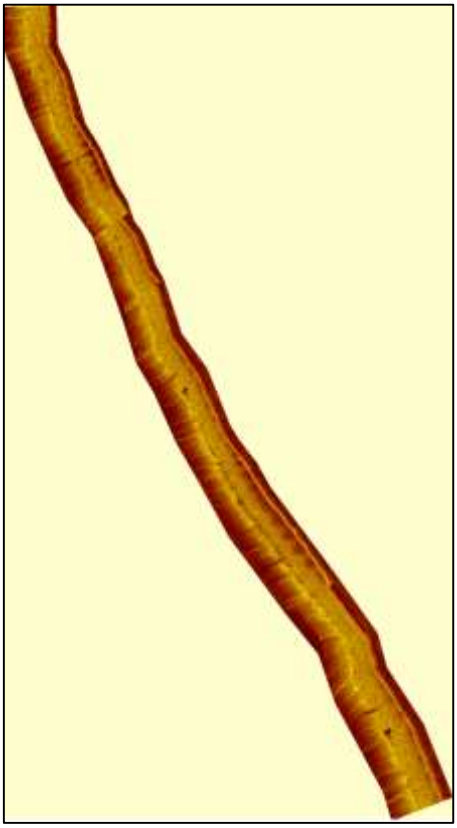
(a) Citra sebelum dikoreksi (b) Citra setelah dikoreksi

Gambar 4.6. *Time Varying Gain*

Pada Gambar 4.6. (a) menunjukkan data citra *Side Scan Sonar* yang belum dilakukan koreksi *Time Varying Gain* sehingga nilai hambur balik dari suatu objek masih dipengaruhi oleh jarak objek tersebut terhadap nadir, setelah dilakukan koreksi *Time Varying Gain* maka nilai hambur balik dari suatu objek sesuai pada setiap piksel dalam citra seperti pada Gambar 4.6. (b).

4.5 Hasil Mozaik Raster SSS

Setelah data citra akustik SSS sudah dikoreksi maka akan dihasilkan citra akustik dengan panjang 272,26 meter seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Hasil Mozaik Raster SSS

Dari hasil pengolahan tersebut di-*export* kedalam format .tiff untuk melakukan proses mozaik. Proses mozaik tersebut dilakukan dengan menggunakan *software* Global Mapper.

4.6 Interpretasi Citra SSS

Dalam penelitian ini, tahapan intepretasi citra SSS terdapat 4 kunci interpretasi yang digunakan, antara lain bentuk (*shape*), ukuran (*size*), rona (*tone/color*), tekstur (*texture*). Dalam kunci interpretasi bentuk suatu objek, dapat dikategorikan menjadi:

1) *Regular*
   - Segi empat
   - Lingkaran
2) *Irregular*

Untuk kunci interpretasi ukuran suatu objek, dapat dilihat dari dimenasinya (panjang dan lebar). Berdasarkan hasil analisis data, pada penelitian ini dimensi suatu objek pada Dermaga Nilam (panjang dan lebar) dapat dikategorikan menjadi 5 berdasarkan perbandingan dengan dimensi dermaga. Pada Tabel 4.1. dapat dilihat pengkategorian interpretasi ukuran berdasarkan dimensi objek.

Tabel 4.1. Kategori interpretasi ukuran

Kategori	Dimensi (panjang x lebar) (meter)
Sangat kecil	0 – 2
Kecil	3 – 5
Sedang	6 – 8
Besar	9 – 11
Sangat besar	≥ 12

Suatu objek dapat dikategorikan apabila panjang atau lebarnya masuk kedalam kriteria dimensi diatas.

Untuk kunci interpretasi rona suatu objek dapat dokategorikan menjadi:

1) Gelap
2) Terang

Sedangkan untuk kunci interpretasi tekstur suatu objek dapat dikategorikan menjadi:

1) Halus
2) Kasar

Setelah seluruh hasil pengolahan telah digabungkan atau telah dimozaik, kemudian citra akustik SSS sudah dapat dilakukan interpretasi terhadap objek-objek yang tampak pada citra akustik tersebut. Dari hasil interpretasi tersebut kemudian divalidasi dengan foto dari kamera digital. Berikut adalah hasil analisa dari masing-masing kenampakan yang tampak pada citra akustik SSS:

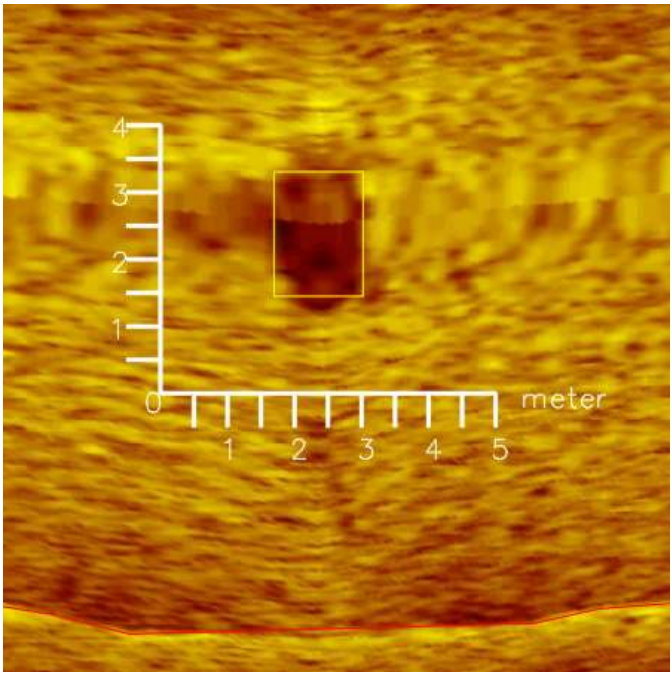
1. Objek A

   Fitur ini dapat diinterpretasikan sebagai lubang, dengan karakteristik yang disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Interpretasi Objek A

Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Segi empat
Ukuran	Sangat Kecil
Derajat Kehitaman	Gelap
Tekstur	Halus

Fitur tersebut memiliki kenampakan pada citra akustik SSS seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Kenampakan objek A dari citra SSS

Fitur lubang yang terdapat pada Gambar 4.8 tersebut kemudian divalidasi dengan foto dari kamera digital. Objek A dalam foto kamera digital dapat dilihat pada Gambar 4.9. Fitur tersebut berada pada koordinat UTM Zona 49S (690268,97 m; 9203336,09 m) dengan dimensi 1,09 x 1,91 m dan luas fitur 2,07 m². Posisi kedalaman dari atas dermaga 8,71 m.

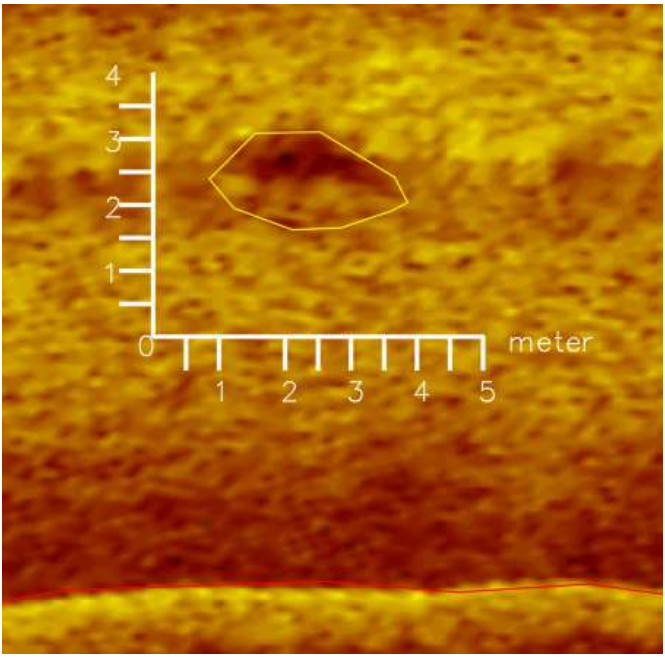
Gambar 4.9. Kenampakan objek A dari foto kamera digital

2. Objek B

   Fitur ini dapat diinterpretasikan sebagai lubang, dengan karakteristik seperti pada Tabel 4.3 dan memiliki kenampakan pada citra SSS yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Tabel 4.3. Interpretasi Objek B

Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Oval, tidak beraturan
Ukuran	Kecil
Derajat Kehitaman	Gelap
Tekstur	Kasar



Gambar 4.10. Kenampakan objek B dari citra SSS

Fitur lubang yang terdapat pada dinding dermaga tersebut kemudian divalidasi dengan foto dari kamera digital. Kenampakan objek B pada foto kamera digital dapat dilihat pada Gambar 4.11. Fitur tersebut berada pada koordinat UTM Zona 49S (690224,71 m; 9203404,98 m) dengan dimensi 2,63 x 1,05 m dan luas fitur 1,91 m². Posisi kedalaman dari atas dermaga 6,74 m.

Gambar 4.11. Kenampakan objek B dari foto kamera digital

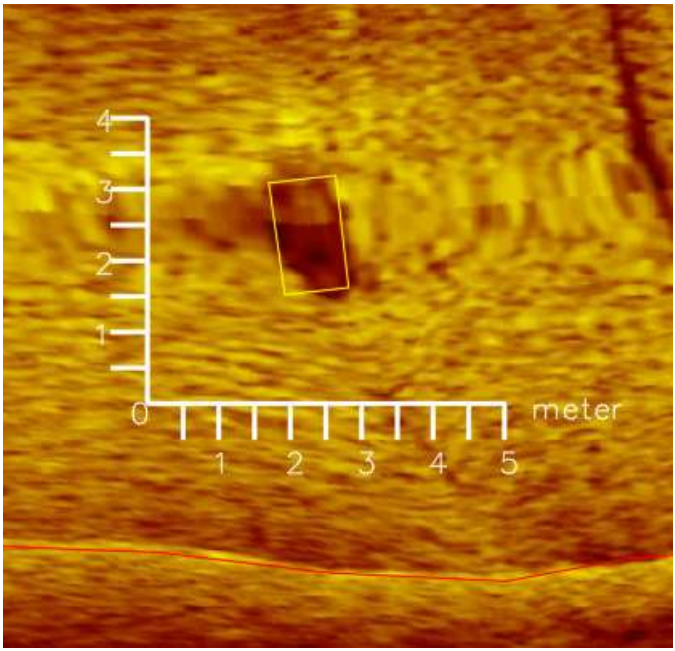
3. Objek C

   Fitur ini dapat diinterpretasikan sebagai lubang, dengan karakteristik seperti yang disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Interpretasi Objek C

Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Segi Empat
Ukuran	Sangat Kecil
Derajat Kehitaman	Gelap
Tekstur	Halus

Fitur tersebut memiliki kenampakan pada citra akustik SSS seperti pada Gambar 4.12.



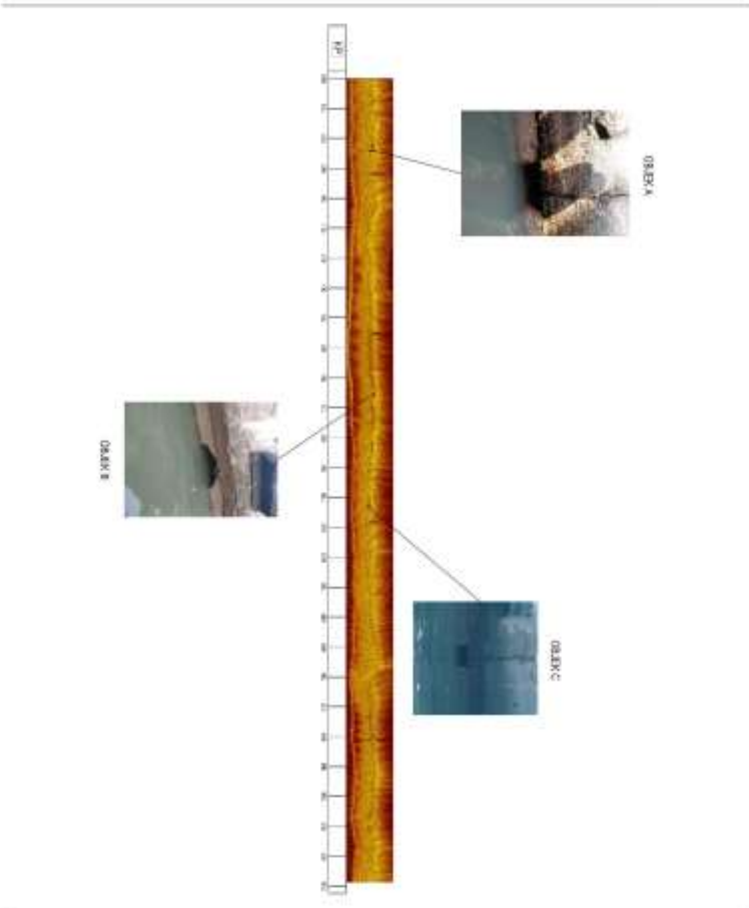
Gambar 4.12. Kenampakan objek C dari citra SSS

Fitur lubang yang terdapat pada dinding dermaga tersebut kemudian divalidasi dengan foto dari kamera digital. Kenampakan dari objek C pada foto kamera digital dapat dilihat pada Gambar 4.13. Fitur tersebut berada pada koordinat UTM Zona 49S (690208,15 m; 9203438,66 m) dengan dimensi 1,49 x 0,81 m dan luas fitur 1,21 m². Posisi kedalaman dari atas dermaga 7,02 m.

Gambar 4.13. Kenampakan objek C dari foto kamera digital

4.7 Hasil Citra Akustik SSS

Dari hasil interpretasi yang telah divalidasi dengan data dari kamera digital maka dihasilkan Peta Citra Akustik SSS seperti pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Peta Citra Akustik SSS terkoreksi dan tervalidasi

Berdasarkan hasil survei dan validasi posisi objek pada dermaga di lapangan didapatkan bahwa posisi Objek A terletak pada *Kilometer Point* (KP) 680-690, untuk Objek B terletak pada *Kilometer Point* (KP) 760-770, dan untuk Objek C terletak pada *Kilometer Point* (KP) 800-810.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kegiatan penelitian identifikasi kondisi dermaga menggunakan metode *oblique Side Scan Sonar* di Dermaga Nilam Timur, Pelabuhan Tanjung Perak menggunakan *Garmin Echomap 72sv* menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Peta Citra Akustik *Side Scan Sonar* didapatkan panjang area survei atau dinding dermaga 268,62 meter dan tinggi atau lebar 10-12 meter, dengan luas total area yang tersurvei 3223,44 m², dimana terdapat 3 spot fitur yang dispesifikasikan sebagai lubang pada dinding dermaga berdasar hasil interpretasi secara kualitatif.
2. Dari hasil interpretasi dihasilkan analisa kondisi dermaga dengan objek lubang terdapat 3 titik. Posisi lubang pada koordinat UTM zona 49S untuk objek A berada di (690268,97 m; 9203336,09 m) dengan luas sebesar 2,07 m², untuk objek B berada di (690224,71 m; 9203404,98 m) dengan luas sebesar 1,91 m², dan untuk objek C berada di (690208,15 m; 9203438,66 m) dengan luas 1,21 m². Kerusakan tersebut tergolong dalam kerusakan kecil jika dibandingkan dengan dimensi dari dinding dermaga sehingga tidak berpengaruh banyak terhadap kegiatan bongkar muat yang berlangsung di dermaga, dan untuk penyebab kerusakan diakibatkan oleh abrasi yang terjadi akibat air laut.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan wahana pada tempat instalasi alat sebaiknya menggunakan wahana yang lebih stabil seperti

menggunakan papan *roll* yang dapat digeser dari bibir dermaga sehingga dapat mengurangi dari efek gelombang yang mengakibatkan hasil kurang stabil.

2. Penggunaan instrumen survei lainnya seperti *echosounder* ataupun *sub bottom profiler* untuk menambah analisa terhadap kondisi dermaga dengan menggunakan keilmuan geomatika.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk kepentingan keselamatan dan keamanan pada area dermaga khususnya Dermaga Nilam.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, Muhammad Choirul. 2017. Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Roda Dua Di Kota Pekanbaru. JOM Fekon Vol. 4 No. 1.

Arini, Dwi. 2013. "Aplikasi *Magnetometer* dan *Side Scan Sonar* Untuk Pemetaan Sebaran Anomali Kemagnetan Dasar Laut (Studi Kasus: Perairan Lohgung, Palang, Tuban, Jawa Timur)". Semarang: Universitas Diponegoro.

Blondel, P. (2009). The Handbook of *Side Scan Sonar*.Springer: New York.

Erwanti, Sindi Rahma. 2016. "Analisis *Free Span* pada Jalur Pipa Bawah Laut Menggunakan *Multibeam Echosounder* dan *Side Scan Sonar* (Studi Kasus: Pipa Gas Transmisi SSWJ (*South Sumatera West Java)* Jalur Pipa Gas Labuhan Maringgai-Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Persero (Tbk))". Semarang: Universitas Diponegoro.

Ferriska, Okta. 2017. Survei Batimetri Di Perairan Dangkal Dengan Menggunakan Wahana USV (Unmanned Surface Vehicle). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Garmin. 2017. Garmin Echomap 72sv. https://www.garmin.co.id/products/discontinued/echomap-chirp-72sv-with-gt52hw-tm-transducer/ diakses pada tanggal 5 Agustus 2020

International Hidrography Organization. 2008. Standards and Specifications. https://iho.int/ diakses pada tanggal 1 Januari 2020.

Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2009. Pengertian Dermaga. https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/dermaga diakses pada tanggal 25 Mei 2020.

Kementrian Perhubungan RI. 2020. Kantor Otoritas Pelabuhan Utama Tanjung Perak. http://dephub.go.id/org/optanjungperak/fasilitas diakses pada tanggal 25 Mei 2020.

Khomsin. 2017. “Identifikasi Fitur Dasar Laut dengan Menggunakan Data Sonar”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Klein Associates, Inc. 1985. *Side Scan Sonar* Record Interpretation. Klein Associates, Inc. New Hampshire. USA.

Lekkerkerk, H.-J dkk. 2006. Handbook of Offshore Surveying Volume Two: Acquisition & Processing.London: Clarkson Service Limited.

Mahyuddin, M. Fahri. 2008. *"*Perangkat Lunak Sonarpro untuk Pengolahan Data *Side Scan Sonar"*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Manik, H M., Junaedi ,L., dan Harsono,G. 2016. "Pemrosesan Citra *Side Scan Sonar* untuk Pemetaan Dasar Laut Pelabuhan Benoa." *JNTETI, Vol. 5, No. 2.*

Maulana, Rafli. 2017. Studi Tentang Optimasi Peletakan Anjungan Minyak Lepas Pantai. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Peraturan Pemerintah RI No. 69 tahun 2001 Pasal 1 ayat 1 Tentang Kepelabuhan.

Prihandono, Endy & I Putu Artama Wiguna. 2010. Analisis Risiko Kegiatan Operasional Bongkar muat Petikemas Di Dermaga Nilam Timur multipurpose Pelabuhan Cabang Tanjung Perak surabaya. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI.

Ramadhani, Ragil. 2017. Deteksi Dan Pengukuran Sinyal Hambur Balik Dari Kapal Karam Menggunakan Instrument *Side Scan Sonar* di Perairan Cirebon. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, ITB.

Rismanto, A. 2001. Pengolahan Data Survei Batimetri dengan Menggunakan Perangkat Lunak HydroPro. Skripsi. Bandung: Program Studi Teknik Geodesi ITB.

Sari, Soetji Poernama. 2009. Deteksi dan Interpretasi Target di Dasar Laut Menggunakan *Side Scan Sonar*. Seminar Nasional komisi A4, IPB : Bogor.

Soemantri, Lili. 2009. Teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing). Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia

Sothall, B., & Nowacek, D. (2011). Acoustics in Marine Ecology. Innovation in Technology Expands the Use of Sound in Ocean Science , 1-3.

Stromberg, Daniel G & Terry Browne. 2013. Guidelines for Underwater Inspection and Imaging of Railroad Bridges. https://www.jfbrennan.com// diakses pada tanggal 1 Januari 2020.

Triatmodjo, Bambang. 1992. Hidraulika. Yogyakarta: Beta Offset.

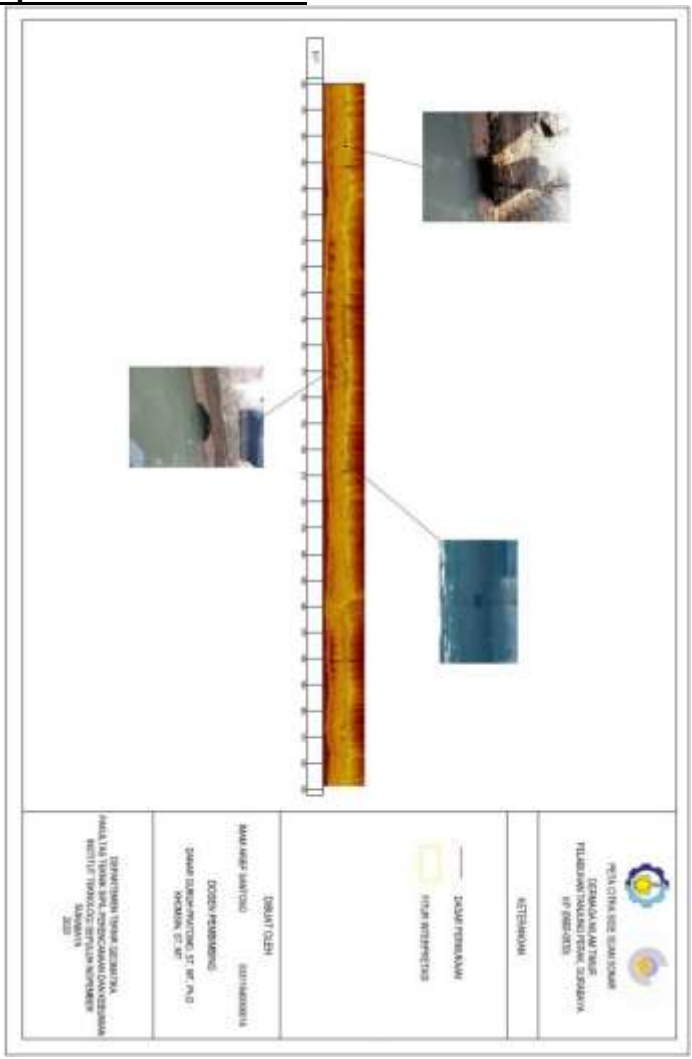
Yasuha, Julay Xty Ludea, & Muhammad Saifi. 2017. Analisis kelayakan Investasi Atas Rencana Penambahan Aktiva Tetap (Studi kasus Pada PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak Terminal Nilam). Jurnal Administrasi Bisnis (JAB) Vol. 46 No. 1.

“*Halaman ini sengaja dikosongkan*”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Jalur Survei SSS

Lampiran 2. Peta Citra SSS

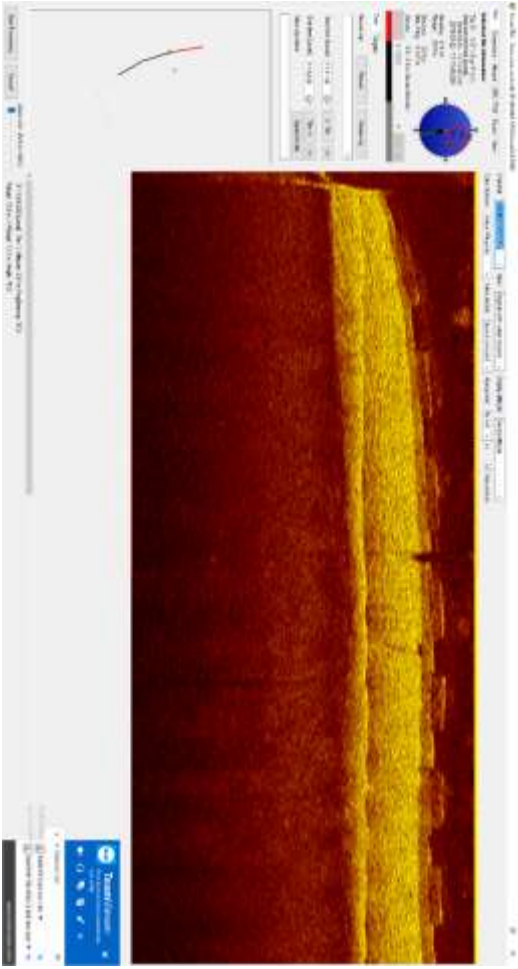


Lampiran 3. Dokumentasi kegiatan dan peralatan

1. Proses akuisis data Citra SSS

2. Insturemen SSS Garmin EchoMap 72 sv

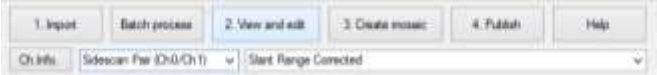
3. Pengolahan data pada software SonarTRX



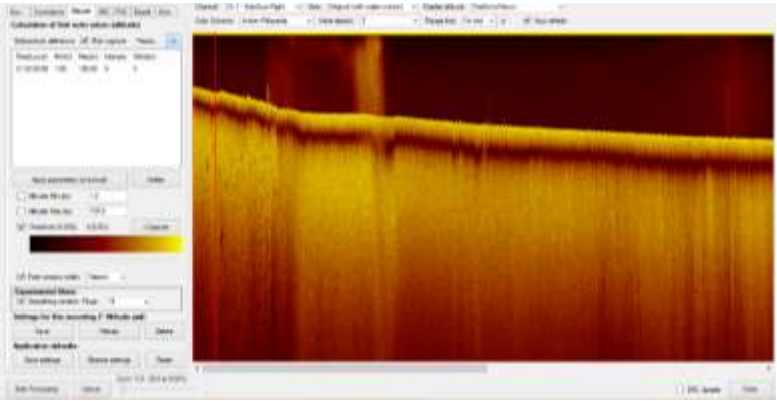
Lampiran 4. Proses Koreksi

- Pertama lakukan *import data* dengan memilih menu 1. *Import.*

- Pilih menu 2. *View and edit.*



- Kemudian, Pilih menu *Altitude* lalu klik tanda '*' kemudian lakukan digitasi pada citra yang merupakan data *water column.*

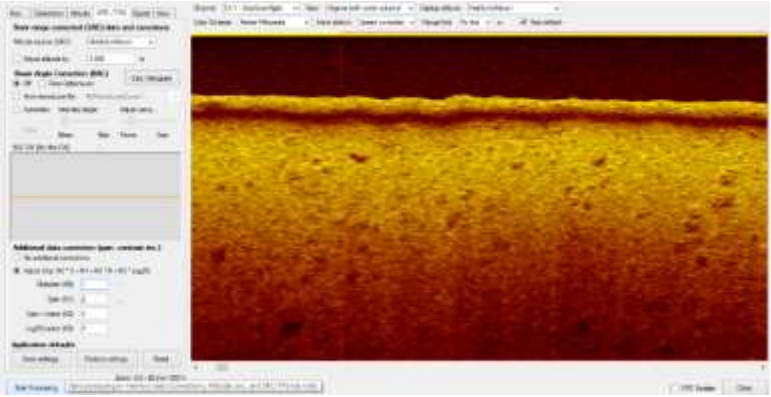


- Setelah selesai melakukan digitasi, kemudian pilih tanda '*' dan tekan *Yes.*

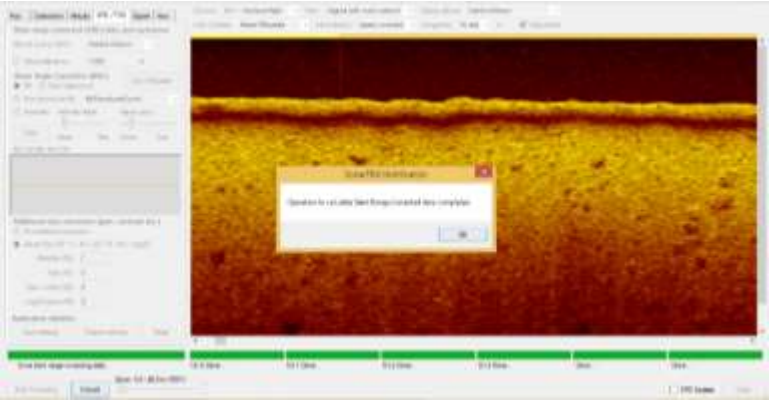
- Kemudian untuk memprosesnya lakukan *Start Processing* hingga muncul *pop-up* dan tekan OK.

- Kemudian setelah melakukan koreksi *Altitude* dilanjutkan dengan memilih menu SRC/TVG dimana dalam menu ini dilakukan koreksi *Slant Range Correction* dan *Time*

Varying Gain. Pada proses ini dilakukan dengan cara memasukkan parameter tertentu pada kolom yang tersedia.



- Kemudian setelah selesai pilih menu *Start Processing* lalu tekan OK.



- Proses koreksi geometrik dan radiometrik telah selesai dilakukan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS

Imam Arief Santoso lahir 22 tahun yang lalu, tepatnya pada tanggal 20 Maret 1998, di Sampang, Jawa Timur. Imam menempuh pendidikan formal di SDN Gunung Sekar 1 Sampang kemudian melanjutkan pendidikan ke SMP Luqman Al-Hakim Surabaya dan dilanjutkan ke SMAN 1 Sampang. Selama masa bersekolah di SMAN 1 Sampang, Imam tergabung dalam perkumpulan Kebumian Parekas yang merupakan perkumpulan siswa yang aktif mengikuti kegiatan olimpiade di bidang Kebumian dan Geografi. Setelah menyelesaikan studinya di bangku sekolah, kemudian Imam melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember tepatnya di Departemen Teknik Geomatika pada tahun 2016. Selama 3 tahun awal berkuliah, Imam turut aktif dalam kegiatan organisasi kampus, seperti menjadi anggota dalam Forum Mahasiswa Sampang (FORMAS) dan menjadi Ketua Pelaksana dalam kegiatan Geolympic 2019 yang merupakan kegiatan olimpiade untuk siswa SMA dan merupakan *big event* dari HIMAGE-ITS. Diakhir perkuliahan Imam juga mengikuti Program Magang Mahasiswa Bersertifikat (PMMB) selama 6 bulan di PT. Pelabuhan Indonesia III.