

**SKRIPSI**

**DETEKSI PIPA BAWAH LAUT MENGGUNAKAN DATA *MULTIBEAM  
ECHOSOUNDER* DAN *SIDE SCAN SONAR***

**(Studi Kasus: Pulau Pabelokan Besar, Jakarta)**



**Disusun Oleh :**

**Muthia Izzatul Haq**

**NIM:**

**21.25.053**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2026**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### **DETEKSI PIPA BAWAH LAUT MENGGUNAKAN DATA *MULTIBEAM* *ECHOSOUNDER* DAN *SIDE SCAN SONAR*** (Studi Kasus: Pulau Pabelokan Besar, Jakarta)

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana  
Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan  
Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang**

**Disusun oleh:**

**Muthia Izzatul Haq**

**21.25.053**

**Menyetujui**

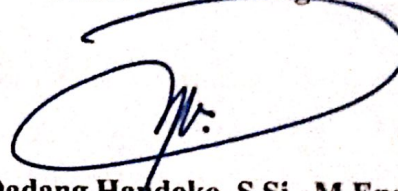
**Dosen Pembimbing I**



**Hery Purwanto, S.T., M.Sc.**  
**NIP.Y. 1030000345**

**Menyetujui**

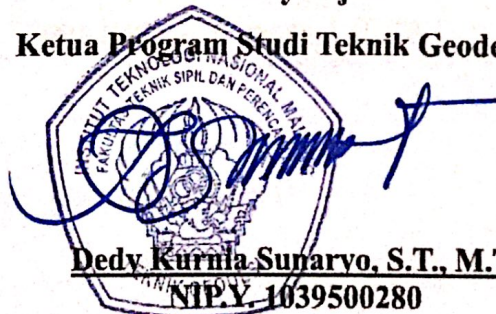
**Dosen Pembimbing II**



**Dadang Handoko, S.Si., M.Eng**  
**NIP. 19366/P**

**Menyetujui**

**Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1**



**Dedy Kurnia Sunaroyo, S.T., M.T.**  
**NIP.Y. 1039500280**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**NAMA : Muthia Izzatul Haq**  
**NIM : 21.25.053**  
**JURUSAN : Teknik Geodesi**  
**JUDUL : Deteksi Pipa Bawah Laut Menggunakan Data Multibeam  
Echosounder dan Side Scan Sonar**

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Skripsi Jenjang Strata I (S-1)  
Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut  
Teknologi Nasional Malang dan Diterima untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (SI) Bidang Teknik Geodesi.

Pada Hari/Tanggal : Senin / 19 Januari 2020

Dengan Nilai : \_\_\_\_\_

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua Penguji**

**Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T.**  
**NIP.Y. 1039500280**

**Anggota Penguji**

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

**Dosen Penguji III**

**Herv Purwanto, S.T., M.Sc.**  
**NIP.Y. 1030000345**

**Dadang Handoko, S.Si., M.Eng**  
**NIP. 19366/P**

**Adhka Yulanda Mabrut, S.T., M.T.**  
**NIP.P. 1031700526**

**DETEKSI PIPA BAWAH LAUT MENGGUNAKAN DATA *MULTIBEAM*  
*ECHOSOUNDER* DAN *SIDE SCAN SONAR*  
(Studi Kasus: Pulau Pabelokan Besar, Jakarta)**

Muthia Izzatul Haq (21.25.053)  
Hery Purwanto, S.T., M.Sc.  
Mayor Laut (KH) Dadang Handoko, S.Si., M.Eng

**ABSTRAK**

Pipa bawah laut merupakan infrastruktur vital yang memerlukan pemantauan untuk menjamin keselamatan operasional dan keandalan data hidrografi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi serta mengevaluasi keberadaan dan posisi pipa bawah laut di perairan Pulau Pabelokan Besar, Jakarta, menggunakan data *Multibeam Echosounder (MBES)* dan *Side Scan Sonar (SSS)*. *MBES* dimanfaatkan untuk memperoleh informasi batimetri dan morfologi dasar laut, sedangkan *SSS* digunakan untuk mengidentifikasi objek pipa berdasarkan karakteristik intensitas dan bayangan akustik pada citra sonograf. Tahapan pengolahan data *MBES* meliputi koreksi *sound velocity*, koreksi pasang surut (*tide*), *patch test*, pembangunan *base surface*, serta proses pembersihan data (*cleaning*). *Quality control* dilakukan melalui koreksi antara jalur utama (*main line*) dan jalur silang (*cross line*) pada 36.801 titik perpotongan mengacu pada standar *International Hydrographic Organization (IHO) S-44*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar data memenuhi toleransi kesalahan kedalaman dengan tingkat konsistensi yang tinggi. Mosaik citra *SSS* memperlihatkan pipa sebagai fitur linear memanjang dengan kontras akustik yang jelas terhadap dasar laut sekitarnya. Integrasi kedua metode tersebut menghasilkan informasi yang saling melengkapi dalam mendukung deteksi dan interpretasi keberadaan pipa bawah laut secara andal.

**Kata kunci:** *Multibeam Echosounder*; *Side Scan Sonar*; pipa bawah laut; Pulau Pabelokan; survei hidrografi; *IHO S-44*.



**DETECTION OF SUBSEA PIPELINES USING MULTIBEAM  
ECHOSOUNDER AND SIDE SCAN SONAR DATA  
(Case Study: Pabelokan Besar Island, Jakarta)**

Muthia Izzatul Haq (21.25.053)

Hery Purwanto, S.T., M.Sc.

Mayor Laut (KH) Dadang Handoko, S.Si., M.Eng

**ABSTRACT**

Subsea pipelines are vital infrastructure that require monitoring to ensure operational safety and the reliability of hydrographic data. This study aims to detect and evaluate the existence and position of a subsea pipeline in the waters of Pulau Pabelokan Besar, Jakarta, using Multibeam Echosounder (MBES) and Side Scan Sonar (SSS) data. MBES was utilized to obtain bathymetric and seabed morphological information, while SSS was employed to identify pipeline objects based on acoustic intensity characteristics and acoustic shadow patterns in the sonographic imagery. The MBES data processing stages included sound velocity correction, tidal correction, patch test application, base surface generation, and data cleaning procedures. Quality control was carried out through correction between the main line and cross line at 36,801 intersection points in accordance with the International Hydrographic Organization (IHO) S-44 standard. The test results indicate that the majority of the data meet the allowable depth error tolerance with a high level of consistency. The SSS mosaic imagery clearly depicts the pipeline as an elongated linear feature with significant acoustic contrast relative to the surrounding seabed. The integration of both methods provides complementary information to support reliable detection and interpretation of subsea pipeline presence.

**Keywords:** Multibeam Echosounder; Side Scan Sonar; subsea pipeline; Pabelokan Island; hydrographic survey; IHO S-44.

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muthia Izzatul Haq  
NIM : 21.25.053  
Program Studi : Teknik Geodesi  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

**DETEKSI PIPA BAWAH LAUT MENGGUNAKAN DATA *MULTIBEAM*  
*ECHOSOUNDER* DAN *SIDE SCAN SONAR*  
(Studi Kasus: Pulau Pabelokan Besar, Jakarta)**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 9 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



Muthia Izzatul Haq

21.25.053

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Tiada bagian yang paling indah dalam skripsi ini selain lembar persembahan, sebagai ungkapan rasa terimakasih dan penghormatan atas segala doa-doa dan dukungan yang mengiringi perjalanan ini.

Bismillahirrahmanirrahim, skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Teristimewa untuk Papa tercinta Almarhum Drs.Ikhwan terimakasih banyak atas semua perjuangan semasa hidup yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis bisa berada di tahap ini sebagaimana mewujudkan permintaan terakhir sebelum papa benar benar pergi untuk melihat anaknya menyandang gelar sarjana.
2. Mama yang penulis sayangi (Yunarti), satu satu nya orang tua yang penulis punya saat ini. Di setiap langkah, penulis yakin ada doa-doa mama yang selalu menyelamatkan dan menuntun penulis melewati masa-masa sulit, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi.
3. Kepada kakak saya, Inessia Umi Putri, S.T. yang selalu mendukung, mengarahkan, dan memotivasi penulis selama ini. Kakak yg selalu memberikan dorongan kepada penulis sejak awal menginjak perkuliahan hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas pengorbanan dan perjuangan diberikan baik secara moral maupun materi. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih kepada suaminya, Rizky Saputra, S.T., M.T. yang juga selalu bersedia memberikan dukungan serta kontribusinya, baik tenaga maupun materi. Rasa sayang dan hormat penulis kepada kalian berdua tak terhingga.
4. Bapak Hery Purwanto, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dengan penuh rasa hormat dan terimakasih atas segala bimbingan, arahan, selama proses penyusunan skripsi yang di berikan kepada penulis dengan penuh dedikasi dan ketulusan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Mayor Laut (KH) Dadang Handoko, S.Si., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membimbing dengan penuh kesabaran dan perhatian. Terimakasih atas Arahan, masukan, dorongan, serta telah percaya

kepada penulis, disertai dengan bantuan yang terus mengalir, menjadi kekuatan utama hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

6. Kepada Peltu Pdk Ibnu Sofi, A. Md yang berperan sebagai pembimbing dan pembina saat proses penelitian di STTAL Hidros, yang selalu memberi bantuan, ide, tanggapan, arahan, serta didikan yang diberikan selama penulis saat melaksanakan penelitian.
7. Kepada Mayor Laut (P) Ir. Agus Hirmawan, S.T., M.T. dan Kapten Laut (KH) Ir. Edityo Dwi Kurniawan, S.T., M.T. yang pada saat itu merupakan mahasiswa S-2 Oseanografi STTAL, selalu memberi dukungan, arahan, pemikiran, serta kesediaan beliau dalam memberi masukan dan membagikan ilmu kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Kepada Sertu Ekl Aryadita Dwi Saputra dan Kls Eta Tassar Dwi Darmawan, mahasiswa D-3 Hidro-Oseanografi STTAL, yang senantiasa mengulurkan tangan untuk membantu serta membagikan ilmu kepada penulis selama proses pengolahan data penelitian, dan menjadi teman yang baik yang selalu memberikan semangat, motivasi dan dukungan kepada penulis.
9. Seluruh pegawai STTAL Hidros yang telah membantu dan memberikan data pendukung dan fasilitas pengolahan dalam menyelesaikan skripsi.
10. Seluruh teman-teman Teknik Geodesi angkatan 2021, khususnya teman-teman seperjuangan di Hidrografi (Hidro Squad), atas bantuan, kebersamaan, dukungan, dan semangat yang diberikan kepada penulis.
11. Terakhir kepada Ahmad Rangga, yang juga memiliki peran penting dalam perjalanan penyusunan skripsi ini. Dalam setiap proses yang tidak mudah ini selalu berada di sisi penulis, memberikan semangat tanpa henti, menjadi tempat berkeluh kesah, serta menghibur dan menguatkan penulis disaat penulis berada di rock bottom phase.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang sedalam-dalamnya penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, cinta, kasih sayang, serta petunjuk-Nya yang senantiasa menjadi sumber kekuatan dan penuntun langkah penulis. Limpahan rahmat dan pertolongan-Nya telah membekali penulis dengan ilmu, keteguhan hati, serta kemudahan dalam melalui setiap proses, sehingga skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Proses penyusunan skripsi ini bukanlah perjalanan yang mudah. Berbagai tantangan dan hambatan turut mewarnai setiap tahapannya. Namun, dengan izin dan pertolongan Allah SWT, serta dukungan dari berbagai pihak, setiap tahapan dapat dilalui hingga skripsi ini terselesaikan. Selama proses penyusunan skripsi, penulis memperoleh banyak bimbingan, arahan, bantuan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Dukungan tersebut tidak hanya membantu penulis secara akademik dan teknis, tetapi juga menjadi penguat dalam menghadapi berbagai tantangan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi bekal yang berharga bagi penulis di masa yang akan datang.

Malang, 09 Februari 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN.....                        | ii   |
| BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI ..... | iii  |
| ABSTRAK .....                                  | iv   |
| ABSTRACT .....                                 | v    |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....        | vi   |
| LEMBAR PERSEMBAHAN .....                       | vii  |
| KATA PENGANTAR.....                            | ix   |
| DAFTAR ISI .....                               | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                            | xiii |
| DAFTAR TABEL.....                              | xv   |
| BAB I .....                                    | 1    |
| PENDAHULUAN .....                              | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                       | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                      | 2    |
| 1.3 Tujuan.....                                | 2    |
| 1.4 Manfaat.....                               | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah.....                       | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....                 | 4    |
| 1.7 Penelitian Terdahulu .....                 | 5    |
| BAB II.....                                    | 7    |
| DASAR TEORI .....                              | 7    |
| 2.1 Pipa Bawah Laut .....                      | 7    |
| 2.2 Survei Hidrografi.....                     | 8    |
| 2.2.1 <i>Multibeam Echosounder</i> .....       | 10   |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.2 Sistem Pendukung <i>Multibeam Echosounder</i> .....            | 13 |
| 2.2.3 Koreksi Kedalaman <i>Multibeam Echosounder</i> .....           | 13 |
| 2.2.4 Kalibrasi Pada <i>Multibeam Echosounder</i> .....              | 15 |
| 2.2.5 Standar <i>IHO S-44</i> .....                                  | 21 |
| 2.2.6 Verifikasi Kedalaman <i>Multibeam Echosounder</i> .....        | 22 |
| 2.3 <i>Side Scan Sonar</i> .....                                     | 23 |
| 2.3.1 Koreksi Geometrik Dan Radiometrik .....                        | 24 |
| 2.3.2 Mosaik dan Interpretasi Citra <i>Side Scan Sonar</i> .....     | 27 |
| 2.4 Uji <i>Signifikansi Wilcoxon</i> .....                           | 29 |
| 2.5 Peraturan Pemasangan Pipa .....                                  | 30 |
| BAB III .....                                                        | 32 |
| PELAKSANAAN PEKERJAAN .....                                          | 32 |
| 3.1 Tahap Persiapan .....                                            | 32 |
| 3.2 Pengumpulan Data .....                                           | 32 |
| 3.3 Area Penelitian .....                                            | 33 |
| 3.4 Diagram Alir .....                                               | 32 |
| 3.5 Tahap Pengolahan Data .....                                      | 35 |
| 3.5.1 <i>Multibeam Echosounder (MBES)</i> .....                      | 35 |
| 3.5.2 Pengolahan <i>Side Scan Sonar (SSS)</i> .....                  | 44 |
| 3.5.3 Pengolahan Uji <i>Wilxocon</i> .....                           | 50 |
| BAB IV .....                                                         | 55 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                           | 55 |
| 4.1 Hasil Pengolahan <i>Multibeam Echosounder</i> .....              | 55 |
| 4.1.1 Hasil Kontrol kualitas Data <i>Multibeam Echosounder</i> ..... | 55 |
| 4.1.2 Hasil Topografi Bathimetri .....                               | 58 |
| 4.1.3 Hasil Peta Bathimetri .....                                    | 59 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2 Hasil Pengolahan <i>Side Scan Sonar</i> .....                | 60 |
| 4.2.1 Hasil Dari Target dari mosaik <i>Side Scan Sonar</i> ..... | 60 |
| 4.2.2 Hasil Peta Citra <i>Side Scan Sonar</i> .....              | 65 |
| 4.3. Hasil Uji <i>Wilcoxon</i> Pipa .....                        | 66 |
| BAB V .....                                                      | 69 |
| KESIMPULAN DAN SARAN .....                                       | 69 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                             | 69 |
| 5.2 Saran .....                                                  | 69 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                             | 70 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 ( Sumber : Ilustrasi penulis ) .....                                         | 9  |
| Gambar 2. 2 Geometri Waktu Tranduser(Irdam, 2005) .....                                  | 11 |
| Gambar 2. 3 Ukuran Jejak MBES Dari Sudut Swath (de Jong dkk, 2002) .....                 | 12 |
| Gambar 2. 4 Kalibrasi Offset Alat Sensor Pada Kapal Survei (Mann & Godin, 1996)<br>..... | 16 |
| Gambar 2. 5 Visualisasi Geometri Gerak Pitch, Roll Heading .....                         | 17 |
| Gambar 2. 6 Kesalahan Posisi Akibat Kesalahan Nilai Pitch (Brennan,2009) .....           | 18 |
| <i>Gambar 2. 7 Kesalahan Dari Roll (Brennan, 2009)</i> .....                             | 19 |
| <i>Gambar 2. 8 Gambar Ilustrasi Data Yaw (Brennan, 2009)</i> .....                       | 19 |
| Gambar 2. 9 Ilustrasi Pengambilan Data Yaw .....                                         | 20 |
| <i>Gambar 2. 10 Kesalahan 1.0° Pada Yaw (Brennan, 2009)</i> .....                        | 20 |
| Gambar 2. 11 Survei Side Scan Sonar Dondurur (2018) .....                                | 24 |
| Gambar 2. 12 Koreksi Slant Range (Laswono, 2007 dalam Habib, 2017).....                  | 24 |
| Gambar 2. 13 Skema Koreksi Layback (Lubis dkk., 2017).....                               | 25 |
| Gambar 2. 14 Interpretasi Citra Sde Scan Sonar (Blondel, 2009; Manik, 2016)..            | 28 |
| Gambar 2. 15 Softwer SPSS .....                                                          | 30 |
| Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....                                                      | 34 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir.....                                                            | 32 |
| Gambar 3. 3 Patch Test .....                                                             | 35 |
| Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengolahan Multibeam Echosounder (MBES) .....                   | 37 |
| Gambar 3. 5 Importing Data Pemeruman .....                                               | 38 |
| Gambar 3. 6 Track Line Pemeruman .....                                                   | 39 |
| Gambar 3. 7 Import Koreksi Sound Velocity Profiler.....                                  | 39 |
| Gambar 3. 8 Import Koreksi Pasang Surut .....                                            | 40 |
| Gambar 3. 9 Pembuatan Grid.....                                                          | 40 |
| Gambar 3. 10 Base Surface .....                                                          | 41 |
| Gambar 3. 11 Cleaning Area .....                                                         | 41 |
| Gambar 3. 12 Hasil Base Sureface 3D.....                                                 | 42 |
| Gambar 3. 13 Cros check lajur silang dan lajur utama .....                               | 42 |
| Gambar 3. 14 Setiap ordo Accepted.....                                                   | 43 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 15 Base Surface hasil cros check ..... | 44 |
| Gambar 3. 16 Diagram Pengolahan SSS .....        | 46 |
| Gambar 3. 17 Lajur Pada Setiap Raw Data.....     | 47 |
| Gambar 3. 18 Bottom Tracking.....                | 47 |
| Gambar 3. 19 Lay Back .....                      | 48 |
| Gambar 3. 20 Slant Range .....                   | 49 |
| Gambar 3. 21 Gain Setting.....                   | 49 |
| Gambar 3. 22 Digitasi Pipa .....                 | 50 |
| Gambar 3. 23 Input Data Koordinat XY .....       | 51 |
| Gambar 3. 24 Input Data Excel ke SPSS .....      | 52 |
| Gambar 3. 25 Cek Variabel View .....             | 52 |
| Gambar 3. 26 Uji Wilcoxon Signed Ranks Test..... | 53 |
| Gambar 3. 27 Hasil Uji Wilxocon.....             | 54 |
| Gambar 4. 1 Peta Bathimetri.....                 | 59 |
| Gambar 4. 2 Hasil Mosaik Citra SSS.....          | 60 |
| Gambar 4.3 Peta Side scan Sonar .....            | 65 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Komponen harmonik pasang surut (Pond, 1981).....    | 14 |
| Tabel 2. 2 Standar untuk akurasi pengukuran kedalaman air..... | 21 |
| Tabel 3. 1 Alat dan Bahan yang Digunakan.....                  | 32 |
| Tabel 3. 2 Titik Area Penelitian.....                          | 33 |
| Tabel 3. 3 Patch Test .....                                    | 36 |
| Table 4. 1 Hasil Cross Check .....                             | 56 |
| Table 4. 2 Topografi Bathimetri .....                          | 58 |
| Table 4. 3 Koordinat Objek Pipa SSS .....                      | 61 |
| Table 4. 4 Report Objek Pipa SSS .....                         | 61 |
| Table 4. 5 Digitasi Koordinat MBES dan SSS.....                | 66 |
| Table 4. 6 Hasil Uji Wolxocon .....                            | 67 |