

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
INTISARI.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv

### BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Lokasi Penelitian .....	3

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geologi Daerah Penelitian.....	4
2.2. Pipa Bawah Permukaan.....	5
2.3. Porositas Batuan .....	5
2.4. Kekar .....	6
2.5. Amblesan.....	9
2.6. Penelitian Terdahulu.....	11
2.6.1. Identifikasi Pipa metal Bawah Permukaan Menggunakan Metode <i>Ground Penetrating Radar (GPR)</i> .....	11
2.6.2. Inspeksi Visual Kebocoran Air dengan Menggunakan <i>Ground         Penetrating Radar</i> Radargram.....	12

### **BAB III. DASAR TEORI**

3.1. Gelombang Elektromagnetik.....	15
3.2. Persamaan Maxwell .....	18
3.3. Persamaan Konstitutif .....	21
3.4. Kecepatan Gelombang dan <i>Relative Dielectric Permittivity</i> .....	22
3.5. <i>Ground Penetrating Radar (GPR)</i> .....	24
3.5.1. Prinsip Kerja GPR.....	26
3.5.1. Koefisien Refleksi .....	28
3.5.1. <i>Skin Depth</i> .....	28
3.6. Data Analisa dan Interpretasi data GPR.....	29
3.6.1. Pengolahan Data GPR.....	29
3.6.2. Interpretasi Data GPR .....	32

### **BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN**

4.1. Sistematika Penelitian .....	35
4.2. Tahap Pengumpulan Data .....	36
4.2.1. Desain Survei Penelitian .....	36
4.2.2. Instrumentasi .....	36
4.2.3. Ketersediaan Data .....	38
4.3. Tahap Pengolahan Data.....	39
4.4. Tahap Pemodelan dan Interpretasi data.....	40

### **BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

5.1. Analisa Radargram .....	42
5.1.1. Lintasan GRK_124 .....	42
5.1.2. Lintasan GRK_125 .....	46
5.1.3. Lintasan GRK_126 .....	48
5.1.4. Lintasan GRK_127 .....	51
5.1.5. Lintasan GRK_128 .....	53
5.1.6. Lintasan GRK_132 .....	56
5.2. Peta Jalur Utilitas Pipa Bawah Permukaan .....	58
5.3. Peta Kontur Batas Lapisan .....	60

5.4. Korelasi Radargram.....	61
------------------------------	----

**BAB VI. PENUTUP**

6.1. Kesimpulan.....	62
----------------------	----

6.2. Saran.....	62
-----------------	----

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>
-----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Peta Lokasi Penelitian .....	3
<b>Gambar 2.1.</b> Peta Geologi Gresik (Sukardi dkk, 1992).....	4
<b>Gambar 2.2.</b> Jenis porositas (Garing, 2011) .....	6
<b>Gambar 2.3.</b> Ilustrasi kekar sistematis (A) dan kekar non-sistematis (B) (Ulfiana, 2018).....	7
<b>Gambar 2.4.</b> Ilustrasi kekar tarikan (Ulfiana, 2018).....	8
<b>Gambar 2.5.</b> Contoh kekar lembar (Ulfiana, 2018). .....	9
<b>Gambar 2.6.</b> Ilustrasi amblesan yang terjadi karena <i>overpumping</i> (Suhendar, 2005). .....	11
<b>Gambar 2.7.</b> Radargram <i>Section 1</i> (Luga, A dkk, 2019).....	12
<b>Gambar 2.8.</b> Ilustrasi <i>test bed</i> untuk pengukuran radargram (Halimshah, N.N. dkk, 2015) .....	13
<b>Gambar 2.9.</b> Hasil radargram pengukuran nomor 1 (kiri) pipa dalam kondisi baik dan nomor 2 (kanan) pipa dalam keadaan bocor (Halimshah, N.N. dkk, 2015) .....	15
<b>Gambar 3.1.</b> Spektrum gelombang Elektromagnetik (Sherrif, 2002).....	16
<b>Gambar 3.2.</b> Ilustrasi penjalaran gelombang Elektromagnetik (Bigman, 2018)	16
<b>Gambar 3.3.</b> Gelombang Sinusoidal dengan anotasi <i>wavelength</i> dan amplitudo (Bigman, 2018).....	17
<b>Gambar 3.4.</b> Perbandingan dua gelombang dengan beda frekuensi (Bigman, 2018).....	18
<b>Gambar 3.5.</b> Ilustrasi hukum Gauss Listrik (Annan, 2003).....	19
<b>Gambar 3.6.</b> Ilustrasi hukum Gauss Magnet (Annan, 2003).....	19
<b>Gambar 3.7.</b> Ilustrasi hukum Faraday (Annan, 2003) .....	20
<b>Gambar 3.8.</b> Ilustrasi hukum Ampere (Annan, 2003) .....	20
<b>Gambar 3.9.</b> Sistem GPR (Davis dan Annan, 1989) .....	25
<b>Gambar 3.10.</b> Konsep dasar akuisisi (Ludwig, 2011) .....	26
<b>Gambar 3.11.</b> Penjalaran gelombang GPR pada dua lapisan yang memiliki permitivitas relative yang berbeda (Ludwig, 2011) .....	27

<b>Gambar 3.12.</b> Model sederhana dimana aspal menutupi lapisan tanah yang terdapat pipa terkubur dibawahnya. Visualisasi ditunjukkan disisi kanan (Bigman, 2018) .....	27
<b>Gambar 3.13.</b> Cara kerja <i>dewowing</i> (Jol, 2009) .....	30
<b>Gambar 3.14.</b> Ilustrasi efek dari kondisi bawah permukaan terhadap amplitudo sinyal (Jol, 2009) .....	31
<b>Gambar 3.15.</b> Cara kerja <i>Bandpass Filter</i> (Jol, 2009).....	32
<b>Gambar 3.16.</b> Ilustrasi <i>instrument</i> yang melewati objek berbentuk silinder(Bigman, 2018).....	33
<b>Gambar 3.17.</b> Ilustrasi bagaimana karakter gelombang radar ketika melewati <i>non-metallic object</i> dan kenampakannya dalam radargram (Bigman, 2018).....	34
<b>Gambar 4.1.</b> Sistematika penulisan .....	35
<b>Gambar 4.2.</b> Desain survei penelitian.....	36
<b>Gambar 4.3.</b> <i>Control Unit</i> GSSI SIR-3000 (GSSI SIR-3000, 2017).....	37
<b>Gambar 4.4.</b> Instrumen GPR GSSI-SIR 3000 dengan antenna 270Mhz.....	37
<b>Gambar 4.5.</b> Isi <i>box</i> antenna GSSI (Warren dalam Wicaksono, 2019).....	38
<b>Gambar 4.6.</b> Diagram alir pengolahan data.....	41
<b>Gambar 5.1.</b> Radargram Lintasan GRK_124 .....	43
<b>Gambar 5.2.</b> Radargram Lintasan GRK_125 .....	46
<b>Gambar 5.3.</b> Radargram Lintasan GRK_126 .....	49
<b>Gambar 5.4.</b> Radargram Lintasan GRK_127 .....	51
<b>Gambar 5.5.</b> Radargram Lintasan GRK_128 .....	54
<b>Gambar 5.6.</b> Radargram Lintasan GRK_132 .....	56
<b>Gambar 5.7.</b> Peta jalur utilitas pipa bawah permukaan .....	59
<b>Gambar 5.8.</b> Peta batas lapisan bawah permukaan.....	60
<b>Gambar 5.9.</b> Korelasi radargram .....	61

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1.</b> Ketersediaan data .....	39
<b>Tabel 5.1.</b> Pembagian Unit Lintasan GRK_124.....	46
<b>Tabel 5.2.</b> Pembagian Unit Lintasan GRK_125.....	48
<b>Tabel 5.3.</b> Pembagian Unit Lintasan GRK_126.....	50
<b>Tabel 5.4.</b> Pembagian Unit Lintasan GRK_127.....	52
<b>Tabel 5.5.</b> Pembagian Unit Lintasan GRK_128.....	55
<b>Tabel 5.6.</b> Pembagian Unit Lintasan GRK_132.....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Radargram Pengukuran GPR .....	68
LAMPIRAN B Spesifikasi Antena .....	72
LAMPIRAN C Pembuktian persamaan Maxwell.....	73
LAMPIRAN D Tabel <i>Relative Dielectric Permittivity</i> .....	78