

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geologi Daerah Penelitian	6
2.2. Stratigrafi Daerah Penelitian	8
2.3. Metode HDD (<i>Horizontal Directional Drilling</i>).....	9
2.4. Penggambaran Objek Bawah Permukaan Metode GPR.....	10
2.5. Penelitian Terdahulu	12
2.5.1. Integrasi Metode untuk Deteksi Utilitas	12
2.5.2. Identifikasi Pipa Metal Menggunakan Metode GPR.....	14
2.5.3. Pengukuran Geolistrik Untuk Identifikasi Bidang Gelincir.....	17

BAB III. DASAR TEORI

3.1. Gelombang Elektromagnetik.....	19
3.2. Persamaan Maxwell.....	20
3.3. <i>Ground Penetrating Radar</i>	26

3.3.1. Metode <i>Ground Penetrating Radar</i>	26
3.3.2. Prinsip Kerja Metode <i>Ground Penetrating Radar</i>	27
3.3.3. Koefisien Refleksi	29
3.3.4. Konstanta Dielektrik	31
3.3.5. Skin Depth.....	31
3.3.6. Resolusi Vertikal dan Horizontal	32
3.4. Metode Geolistrik	33
3.4.1. Hukum-hukum Kelistrikan.....	35
3.4.2. Potensial Listrik Pada Arus	36
3.4.3. Arus Tunggal.....	38
3.4.4. Arus Ganda.....	39
3.4.5. Resistansi.....	40
3.4.6. Resistivitas	41
3.4.7. Resistivitas Semu.....	41
3.4.8. Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	42
3.4.9. Sensitivitas dan Investigasi Kedalaman.....	44

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

1.1. Metodologi Penelitian	45
1.2. Desain Survei Penelitian	45
1.3. Instrumentasi	50
1.4. Perangkat Lunak	52
1.5. Diagram Alir Penelitian	53
1.5.1. Diagram Alir Pengambilan Data Metode GPR	54
1.5.2. Diagram Alir Pengolahan Data Metode GPR	56
1.5.3. Diagram Alir Pengambilan Data Metode Geolistrik VES	60
1.5.4. Diagram Alir Pengolahan Data Metode Geolistrik VES	62
1.6. Data GPR	63
1.7. Data Geolistrik VES	65

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Radargram	68
5.1.1. Analisa Radargram Line 1 - 5	69
5.1.2. Penampang Radargram Line 1	70
5.1.3. Penampang Radargram Line 2	73
5.1.4. Penampang Radargram Line 3	74
5.1.5. Penampang Radargram Line 4	76
5.1.6. Penampang Radargram Line 5	77
5.1.7. Korelasi 3D Radargram Line 1 - 5	79
5.2. Analisa Radargram Line 11 - 18	80
5.2.1. Penampang Radargram Line 11	81
5.2.2. Penampang Radargram Line 12	83
5.2.3. Penampang Radargram Line 13	85
5.2.4. Penampang Radargram Line 14	86
5.2.5. Penampang Radargram Line 15	88
5.2.6. Penampang Radargram Line 16	90
5.2.7. Penampang Radargram Line 18	92
5.2.8. Korelasi Radargram Line 11 – 16.....	94
5.3. Analisa Data Geolistrik VES.....	95
5.3.1. Analisa Model 1D VES 1.....	96
5.3.2. Analisa Model 1D VES 2.....	98
5.3.3. Analisa Model 1D VES 3.....	101
5.3.4. Profil Bawah Permukaan Korelasi Data VES dan GPR.....	104
5.3.5. Analisa Model 1D VES 4.....	108
5.3.6. Analisa Model 1D VES 5.....	109
5.3.7. Profil Bawah Permukaan Korelasi Data VES 4 dan 5.....	111
5.3.8. Peta Utilitas Bawah Permukaan 1	113
5.3.9. Peta Utilitas Bawah Permukaan 2	114
5.3.10. Peta Utilitas Bawah Permukaan 3	115

BAB VI. KESIMPILAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan..... 118
6.2. Saran 119

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Daerah Penelitian di Kemijen, Kota Semarang, Jawa Tengah	5
Gambar 2.1. Peta geologi daerah Semarang dan sekitarnya	6
Gambar 2.2. Konsep Pemasangan Pipa Menggunakan HDD	9
Gambar 2.3. Prinsip dasar GPR dalam mendeteksi dan menggambarkan objek bawah permukaan	10
Gambar 2.4. Dua contoh interpretasi pada radargram	11
Gambar 2.5. Penampang radargram dan hasil interpretasi objek bawah permukaan	11
Gambar 2.6. Data Radargram GPR 100 MHZ (Wardana dkk, 2019)	12
Gambar 2.7. Data Radargram GPR 250 MHZ (Wardana dkk, 2019)	12
Gambar 2.8. Hasil Integrasi Data GPR dan <i>Pipe and Cable Locator</i> (Wardana dkk, 2019)	13
Gambar 2.9. Hasil pengolahan dan interpretasi radargram Lintasan 1 (Luga dkk, 2019)	15
Gambar 2.10. Hasil pengolahan dan interpretasi radargram Lintasan 2. (Luga dkk, 2019)	15
Gambar 2.11. Hasil pengolahan dan interpretasi radargram Lintasan 3. (Luga dkk, 2019)	16
Gambar 2.12. Hasil pengolahan dan interpretasi radargram Lintasan 4. (Luga dkk, 2019)	16
Gambar 2.13. Profil Geolistrik 5 dan 7 (Putranto, T.T. 2015)	18
Gambar 3.1. Penjalaran Gelombang Elektromagnetik. (Reynold, 2011)	19
Gambar 3.2. Hukum Maxwell 1 (Annan, 2003)	21
Gambar 3.3. Hukum Maxwell 2 (Annan, 2003)	21
Gambar 3.4. Hukum Maxwell 3 (Annan, 2003)	22
Gambar 3.5. Hukum Maxwell 4 (Annan, 2003)	22
Gambar 3.6. Sistem GPR (David et al, 1989)	27
Gambar 3.7. Prinsip <i>Ground Penetrating Radar</i> (Yudi M. 2014)	28
Gambar 3.8. Penjalaran Gelombang <i>GPR</i> pada dua lapisan yang memiliki permitivitas relatif yang berbeda (Ludwig, 2011)	30

Gambar 3.9. Hukum Coulomb (Duffy, 1999).....	35
Gambar 3.10. Arus Pada Permukaan (Telford, dkk. 1990)	36
Gambar 3.11. Elektroda Arus Tunggal (Telford, dkk. 1990).....	38
Gambar 3.12. Elektroda Arus Ganda (Telford, 1976).....	39
Gambar 3.13. Hubungan Antara Resistansi dengan Geometri Medium (Clariss, 1998)..	40
Gambar 3.14. Konfigurasi <i>Schlumberger</i> (Shendi, 2008)	42
Gambar 3.15. Sensitivitas dan Investigasi Kedalaman (M.H Loke, 1996)	44
Gambar 4.1. Desain Survei Lintasan GPR 1 – 10.....	45
Gambar 4.2. Desain Survei Lintasan GPR 11 – 14.....	46
Gambar 4.3. Desain Survei Lintasan GPR 15 – 16.....	46
Gambar 4.4. Desain Survei Lintasan GPR 17 – 18.....	47
Gambar 4.5. Desain Survei Lintasan GPR 18 – 22.....	47
Gambar 4.6. Desain Survei Lintasan GPR 23 – 24.....	48
Gambar 4.7. Desain Survei Titik VES Geolistrik 1 – 3	48
Gambar 4.8. Desain Survei Titik VES Geolistrik 4 – 5	49
Gambar 4.9. Instrumentasi alat <i>GSSI SIR 3000</i>	51
Gambar 4.10. Instrumentasi alat <i>Resistivitymeter Iris Syscal</i>	52
Gambar 4.11. Tampilan Awal <i>Software Reflex-Win</i>	52
Gambar 4.12. Diagram Alir Penelitian.....	53
Gambar 4.13. Diagram Alir Pengambilan Data Metode GPR.....	54
Gambar 4.14. Diagram Alir Pengolahan Data Metode GPR.....	56
Gambar 4.15. Diagram Alir Pengambilan Data Metode Geolistrik VES.....	60
Gambar 4.16. Diagram Alir Pengolahan Data Metode Geolistrik VES.....	62
Gambar 4.17. RAW data <i>Ground Penetrating Radar</i> Lintasan 1	64
Gambar 4.18. RAW data <i>Ground Penetrating Radar</i> Lintasan 2.....	64
Gambar 4.19. RAW data <i>Ground Penetrating Radar</i> Lintasan 3	64
Gambar 4.20. RAW data <i>Ground Penetrating Radar</i> Lintasan 4.....	65
Gambar 4.21. RAW data <i>Ground Penetrating Radar</i> Lintasan 5.....	65
Gambar 4.22. Model 1D Titik VES 1.....	66
Gambar 4.23. Model 1D Titik VES 2.....	66
Gambar 4.24. Model 1D Titik VES 3.....	66

Gambar 4.25. Model 1D Titik VES 4.....	67
Gambar 4.26. Model 1D Titik VES 5.....	67
Gambar 5.1. Foto lokasi pengukuran lintasan 1 – 5 beserta informasi visual dilapangan	69
Gambar 5.2. Foto pengukuran lintasan 5.....	70
Gambar 5.3. Penampang Radargram Lintasan 1.....	70
Gambar 5.4. Respon hiperbolik pada pipa yang diikuti respon kedua dari bagian bawah pipa. (Annan,2003)	71
Gambar 5.5. Penampang Radargram Lintasan 2.....	73
Gambar 5.6. Penampang Radargram Lintasan 3.....	74
Gambar 5.7. Penampang Radargram Lintasan 4.....	76
Gambar 5.8. Penampang Radargram Lintasan 5.....	77
Gambar 5.9. Korelasi 3D Radargram Line 1 – 5	79
Gambar 5.10. Informasi visual tanda penanaman pipa	80
Gambar 5.11. Lokasi pengukuran line 11 – 16.....	80
Gambar 5.12. Penampang Radargram Lintasan 11	81
Gambar 5.13. Pengukuran Line 11.....	82
Gambar 5.14. Penampang Radargram Lintasan 12.....	83
Gambar 5.15. Pembagian Unit Lapisan line 12	84
Gambar 5.16. Penampang Radargram Lintasan 13.....	85
Gambar 5.17. Penampang Radargram Lintasan 14.....	86
Gambar 5.18. Penampang Radargram Lintasan 15.....	88
Gambar 5.19. Penampang Radargram Lintasan 16.....	90
Gambar 5.20. Penampang Radargram Lintasan 18.....	92
Gambar 5.21. Korelasi 3D Radargram Line 11 – 16.....	94
Gambar 5.22. Model 1D VES 1	96
Gambar 5.23. Model 1D VES 2	98
Gambar 5.24. Pengukuran Geolistrik VES 2.....	100
Gambar 5.25. Model 1D VES 3.....	101
Gambar 5.26. Pengukuran Geolistrik VES 3.....	103
Gambar 5.27. Profil Bawah Permukaan Korelasi Data VES 1 – 3 dan GPR Line 18	104

Gambar 5.28. Lokasi pengukuran VES 1-3 dan GPR Line 18	105
Gambar 5.29. Hasil Radargram Line 18.....	106
Gambar 5.30. Model 1D VES 4.....	108
Gambar 5.31. Model 1D VES 5.....	109
Gambar 5.32. Pengukuran Geolistrik VES Titik 5.....	110
Gambar 5.33. Profil Bawah Permukaan VES 4 – 5	111
Gambar 5.34. Peta Utilitas Bawah Permukaan 1	113
Gambar 5.35. Peta Utilitas Bawah Permukaan 2	114
Gambar 5.36. Peta Utilitas Bawah Permukaan 3	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Susunan stratigrafi daerah Semarang bagian utara (Marsudi, 2000)	8
Tabel 2.2. Tabel Hasil Analisa Data GPR dan <i>Pipe and Cable Locator</i> (Wardana dkk, 2019).....	14
Tabel 2.3. Kedalaman Bidang Gelincir Kota Semarang (Putranto, 2015)	18
Tabel 3.1. Resolusi dan daya tembus gelombang radar (<i>Mala G, 1997</i>)	28
Tabel 4.1. Tabel Koordinat dan Panjang Lintasan Pengukuran GPR	49
Tabel 4.2. Tabel Koordinat dan Panjang AB/2 Titik VES	50
Tabel 4.3. Permittivitas relatif, konduktivitas, kecepatan dan atenuasi media geologi (Annan,1976)	57
Tabel 5.1. Tabel Interpretasi Keberadaan Utilitas	93
Tabel 5.2. Interpretasi Model 1D VES 1	97
Tabel 5.3. Interpretasi Model 1D VES 2	100
Tabel 5.4. Intepretasi Model 1D VES 3	103
Tabel 5.5. Interpretasi Model ID VES 4.....	109
Tabel 5.6. Interpretasi Model 1D VES 5.....	110

