

DAFTAR ISI

	Hal.
SURAT PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan Penelitian	14
1.3. Tujuan Penelitian	14
1.4. Keaslian Penelitian	15
1.5. Manfaat Penelitian	24
1.5.1. Manfaat Teoritis	24
1.5.2. Manfaat Praktis	25
1.6. Defenisi Operasional Penelitian	25
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	31
2.1. Tinjauan Pustaka	31
2.1.1. Sistem Hidrologi	31
2.1.2. Faktor-faktor Lingkungan DAS yang Memengaruhi Ketersediaan Air	37
2.1.2.1. Presipitasi	39
2.1.2.2. Evapotranspirasi	43
2.1.2.3. Faktor Tanah	46
2.1.2.4. Faktor Penggunaan Lahan	51
2.1.2.5. Identifikasi Kekritisian Daerah Resapan	57
2.1.2.6. Pemanfaatan Sumberdaya Air	59
2.1.2.7. Hubungan Aktivitas Masyarakat Terhadap Kelestarian Pemanfaatan Sumberdaya Air	63
2.1.3. Konservasi Sumber Daya Air	73
2.1.4. Pemodelan	79
2.1.5. Pemodelan Sistem Dinamis	82
2.1.6. <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	88
2.2. Landasan Teori	90
2.3. Pertanyaan Penelitian	96

BAB III. METODE PENELITIAN	97
3.1. Jenis Penelitian	97
3.2. Metode Pemilihan Lokasi	97
3.3. Metode Pengambilan Data	100
3.3.1. Jenis dan Sumber Data	100
3.3.2. Metode Pengambilan Sampel Penelitian	101
3.4. Variabel yang Digunakan	106
3.5. Alat dan Bahan Penelitian	106
3.6. Metode Analisis Data	107
3.7. Tahapan Penelitian	123
 BAB IV. DESKRIPSI KONDISI DAERAH PENELITIAN	 125
4.1. Kondisi Biofisik	125
4.1.1. Letak dan Luas	125
4.1.2. Kondisi Iklim	125
4.1.3. Jenis Tanah	130
4.1.4. Penggunaan Lahan	132
4.2. Morfometri Sub DAS Aek Silang	137
4.3. Kondisi Sosial Ekonomi	141
4.3.1. Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk	141
4.3.2. Objek Wisata	143
 BAB V. MODEL PENGELOLAAN LINGKUNGAN TERHADAP	
KETERSEDIAAN AIR	145
5.1. Hubungan Faktor-faktor Lingkungan Terhadap Ketersediaan Air	145
5.1.1. Penilaian Kekritisan Daerah Resapan	145
5.1.2. Upaya Rehabilitasi Secara Vegetatif	157
5.1.3. Upaya Rehabilitasi Secara Sipil Teknis.....	164
5.2. Model Pengelolaan Lingkungan dengan Sistem Dinamis	168
5.2.1. Ketersediaan Air yang Dapat Dimanfaatkan	169
5.2.2. Prediksi Kelestarian Air	184
5.2.2.1. Pemanfaatan Sumberdaya Air	184
5.2.2.2. Kelestarian Sumberdaya Air	197
5.2.2.3. Validasi Model	201
5.2.3. Model Pengelolaan Lingkungan untuk Menjamin	
Kelestarian Pemanfaatan Sumberdaya Air	204
5.3. Model Konservasi Sumberdaya Air	216
5.3.1. Perlindungan dan Pelestarian SDA	229
5.3.2. Pengawetan Air	242
5.3.3. Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air...	254

5.4. Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengelolaan Lingkungan	
Untuk Mencapai Kelestarian Pemanfaatan Sumberdaya Air	265
5.4.1. Penerapan Pola Pertanian Berbasis Konservasi SDA	265
5.4.2. Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat	268
5.5. Kontribusi Teoritis Hasil Penelitian dalam Pengelolaan	
Lingkungan untuk Menjamin Kelestarian Pemanfaatan	
Sumberdaya Air	271
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN IMPLIKASI KEBIJAKAN	276
6.1. Kesimpulan	276
6.2. Saran Implikasi dan Kebijakan	278

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1.1. Pembagian Sub DAS pada DAS Danau Toba	6
Tabel 1.2. Volume Air Sungai Aek Silang Tahun 2003 – 2012	8
Tabel 1.3. Penelitian yang Terkait dengan Pengelolaan Lingkungan DAS Terhadap Ketersediaan Air	20
Tabel 2.1. Data Meteorologi untuk Perhitungan Evapotranspirasi	45
Tabel 3.1. Jenis dan Sumber Data Penelitian	100
Tabel 3.2. Jumlah dan Jenis Instansi Responden Kelompok Pemerintah.....	102
Tabel 3.3. Jumlah Sampel Kelompok Masyarakat Desa	105
Tabel 3.4. Jumlah Responden Masing-masing Kelompok	105
Tabel 3.5. Hubungan Kemiringan Lereng dengan Tingkat Infiltrasi	109
Tabel 3.6. Hubungan Permeabilitas Tanah dan Nilai Infiltrasi	109
Tabel 3.7. Potensi Infiltrasi untuk Setiap Jenis Tanah	110
Tabel 3.8. Klasifikasi Nilai “Hujan Infiltrasi” (RD)	110
Tabel 3.9. Nilai Tingkat Infiltrasi Aktual Masing-masing Penggunaan Lahan ..	111
Tabel 3.10. Klasifikasi Kondisi Daerah Resapan	112
Tabel 3.11. Skala Perbandingan Secara Berpasangan	117
Tabel 4.1. Stasiun Pengamatan Curah Hujan dan Data Pengamatan Curah Hujan di Sub DAS Aek Silang.....	126
Tabel 4.2. Keadaan hujan bulanan di Sub DAS Aek Silang Tahun 2003 – 2012	127
Tabel 4.3. Kriteria bulan basah/kering Schmidt – Ferguson dan Oldeman	129
Tabel 4.4. Penentuan tipe iklim menurut Schmidt-Ferguson.....	129
Tabel 4.5. Tipe iklim dan pembagian zona agroklimat Oldeman	129

Tabel 4.6.	Keadaan sebaran hujan dan tipe iklim di Sub DAS Aek Silang.....	130
Tabel 4.7.	Jenis Tanah di Sub DAS Aek Silang	131
Tabel 4.8.	Penggunaan Lahan di Sub DAS Aek Silang	132
Tabel 4.9.	Laju Perubahan Jenis Penggunaan Lahan di Sub DAS Aek Silang....	136
Tabel 4.10.	Morfometri Sub DAS Aek Silang	138
Tabel 4.11.	Data Penduduk di Sub DAS Aek Silang Periode 2008 – 2012.....	142
Tabel 4.12.	Data Jenis dan Obyek Wisata di Sub DAS Aek Silang	144
Tabel 5.1.	Hubungan Kemiringan Lereng dengan Tingkat Infiltrasi	147
Tabel 5.2.	Potensi Infiltrasi untuk Setiap Jenis Tanah	148
Tabel 5.3.	Nilai Tingkat Infiltrasi Aktual Masing-masing Penggunaan Lahan...	149
Tabel 5.4.	Penilaian Kekritisian Daerah Resapan Sub DAS Aek Silang	151
Tabel 5.5.	Luas Masing-masing Tingkat Kekritisian Daerah Resapan.....	152
Tabel 5.6.	Nilai Koefisien Korelasi	157
Tabel 5.7.	Koefisien Aliran (C) untuk Daerah Aliran Sungai	160
Tabel 5.8.	Perhitungan Koefisien Aliran (C) Tahun 2003 dan Tahun 2011 di Sub DAS Aek Silang	161
Tabel 5.9.	Nilai Koefisien Air Larian (C) untuk Persamaan Rasional	173
Tabel 5.10.	Curah Hujan Rata-rata Harian Tahun 2000 – 2011	174
Tabel 5.11.	Intensitas Curah Hujan Tahun 2000 – 2011	175
Tabel 5.12.	Volume Air yang Dapat Dimanfaatkan dari Tahun 2011 – 2100	178
Tabel 5.13.	Laju Perubahan masing-masing Penggunaan Lahan Tahun 2011-2100	183
Tabel 5.14.	Spesifikasi PTLMH Aek Silang	189
Tabel 5.15.	Data Dasar Kebutuhan Air dalam Pemodelan Dinamis	192

Tabel 5.16.	Kebutuhan Air Total dari Tahun 2011 – 2100 di Sub DAS Aek Silang	194
Tabel 5.17.	Kelestarian Sumberdaya Air di Sub DAS Aek Silang Tahun 2011 – 2100	199
Tabel 5.18.	Data Pemodelan Dinamis Ketersediaan Air Tahun 2003,2006 dan 2009	203
Tabel 5.19.	Validasi Model Dinamis Ketersediaan air dengan Uji <i>Mape</i>	203
Tabel 5.20.	Ketersediaan Air dengan Laju Pertumbuhan Penduduk 1,4%	206
Tabel 5.21.	Volume Ketersediaan Air dengan Peningkatan Musim Tanam Padi dan Kapasitas Produksi Listrik	207
Tabel 5.22.	Ketersediaan Air dengan Pengaturan Tata Guna Lahan	211
Tabel 5.23.	Ketersediaan Air dengan Penurunan Laju Pertumbuhan Penduduk dan Pengaturan Tata Guna Lahan secara Bersamaan.....	214
Tabel 5.24.	Nilai Bobot Prioritas Faktor untuk Mendukung Kegiatan Konservasi Sumber Daya Air (SDA).....	218
Tabel 5.25.	Nilai Bobot Prioritas Aktor pelaksana Kegiatan Konservasi Sumber Daya Air (SDA).....	219
Tabel 5.26.	Nilai Bobot Prioritas Tujuan Kegiatan Konservasi SDA.....	221
Tabel 5.27.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Kelestarian SDA	222
Tabel 5.28.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Peningkatan Pendapatan	223
Tabel 5.29.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Perubahan Pola Pikir.....	224
Tabel 5.30.	Nilai Bobot Prioritas Faktor yang Mendukung kegiatan Perlindungan dan Pelestarian Sumber Daya Air	230
Tabel 5.31.	Nilai Bobot Prioritas Aktor pelaksana Kegiatan Perlindungan dan Pelestarian Sumber Daya Air	231
Tabel 5.32.	Nilai Bobot Prioritas Tujuan Kegiatan Perlindungan dan Pelestarian Sumber Daya Air	233

Tabel 5.33.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Fungsi Lindung Tetap Terjaga	234
Tabel 5.34.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Peningkatan Pendapatan	236
Tabel 5.35.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Peningkatan Pengetahuan	237
Tabel 5.36.	Nilai Bobot Prioritas Faktor yang Mendukung kegiatan Pengawetan Air	244
Tabel 5.37.	Nilai Bobot Prioritas Aktor pelaksana Kegiatan Pengawetan Air	245
Tabel 5.38.	Nilai Bobot Prioritas Tujuan Kegiatan Pengawetan Air	246
Tabel 5.39.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Ketersediaan Air Berkelanjutan	247
Tabel 5.40.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Bertambahnya dan Terpeliharanya SDA	248
Tabel 5.41.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Peningkatan Pengetahuan	249
Tabel 5.42.	Nilai Bobot Prioritas Faktor untuk Mendukung Kegiatan Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air.....	255
Tabel 5.43.	Nilai Bobot Prioritas Aktor pelaksana Kegiatan Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air.....	256
Tabel 5.44.	Nilai Bobot Prioritas Tujuan Kegiatan Kegiatan Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air.....	257
Tabel 5.45.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Mempertahankan Kualitas Air	259
Tabel 5.46.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Mengendalikan Pencemaran Air	260
Tabel 5.47.	Nilai Bobot Prioritas Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Tujuan Memulihkan Kualitas Air	261
Tabel 5.48.	Matriks Model Konservasi Sumber Daya Air di Sub DAS Aek Silang	265

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1.1. Peta DAS Danau Toba	5
Gambar 1.2. Peta Sub DAS Aek Silang	9
Gambar 1.3. Beberapa Faktor yang Mempengaruhi Kompleksitas Permasalahan Sumberdaya Air	12
Gambar 2.1. Siklus Hidrologi	32
Gambar 2.2. Hidrograf Aliran Permukaan Sub DAS Aek Silang	35
Gambar 2.3. Kondisi Lengas Tanah pada Berbagai Tekstur Tanah	48
Gambar 2.4. Kegiatan Konservasi Sumber Daya Air	75
Gambar 2.5. Prosedur Pemodelan	84
Gambar 2.6. Kerangka Pemikiran Penelitian	95
Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian	99
Gambar 3.2. Garis Besar Pendekatan Penyusunan Model Pengkajian Daerah Resapan	112
Gambar 3.3. Kontruksi Model Dinamik Kelestarian Pemanfaatan Sumberdaya Air di Sub DAS Aek Silang	114
Gambar 3.4. Hirarki Model Konservasi Sumberdaya Air sebagai Alternatif Strategi/Kebijakan untuk Menjaga Ketersediaan Air	119
Gambar 3.5. Hirarki Bidang Perlindungan dan Pelestarian SDA sebagai Alternatif Strategi/Kebijakan Kegiatan Konservasi SDA untuk Menjaga Ketersediaan Air	120
Gambar 3.6. Hirarki Bidang Pengawetan Air sebagai Alternatif Strategi/Kebijakan Kegiatan Konservasi SDA untuk Menjaga Ketersediaan Air	121
Gambar 3.7. Hirarki Bidang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air sebagai Alternatif Strategi/Kebijakan Kegiatan Konservasi SDA untuk Menjaga Ketersediaan Air.....	122

Gambar 4.1.	Grafik Curah Hujan di Sub DAS Aek Silang	128
Gambar 4.2.	Berbagai Penggunaan Lahan di Sub DAS Aek Silang	133
Gambar 4.3.	Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2003, Tahun 2006, Tahun 2009 dan Tahun 2011	135
Gambar 4.4.	Peta Orde Sungai Aek Silang	139
Gambar 5.1.	Peta Kondisi Kekritisan Daerah Resapan Sub DAS Aek Silang	154
Gambar 5.2.	Lahan-lahan terbuka di Sub DAS Aek Silang	156
Gambar 5.3.	Konstruksi Model Dinamis Laju Perubahan Penggunaan Lahan	172
Gambar 5.4.	Konstruksi Prediksi Volume Air yang Dapat Dimanfaatkan	176
Gambar 5.5.	Konstruksi Model Neraca Air	177
Gambar 5.6.	Kondisi Dam Pengendali yang mengalami Kekeringan	187
Gambar 5.7.	Kondisi PLTMH Aek Silang	190
Gambar 5.8.	Konstruksi Model Dinamis Kebutuhan Air	193
Gambar 5.9.	Grafik Kebutuhan Air	195
Gambar 5.10.	Konstruksi Model Dinamis Keberlanjutan Air	198
Gambar 5.11.	Hirarki Konservasi Sumber Daya Air untuk Menjaga Ketersediaan Air	227
Gambar 5.12.	Hirarki Perlindungan dan Pelestarian Sumber Daya Air Sebagai salah satu Alternatif Strategi/Kebijakan Konservasi Sumberdaya Air (SDA) untuk Menjaga Ketersediaan Air	240
Gambar 5.13.	Hirarki Pengawetan Air sebagai salah satu Alternatif Strategi/ Kebijakan Konservasi Sumber Daya Air (SDA) untuk Menjaga Ketersediaan Air	252
Gambar 5.14.	Hirarki Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air sebagai salah satu Alternatif Strategi/Kebijakan Konservasi Sumberdaya Air (SDA) untuk Menjaga Ketersediaan Air	263

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Daftar Pertanyaan (kuesioner)
- Lampiran 2** Daftar Responden dari Instansi Terkait
- Lampiran 3** Persamaan Model Dinamis untuk Ketersediaan Air yang Dapat Dimanfaatkan (Volume Debit)
- Lampiran 4** Volume Air yang dapat Dimanfaatkan (Volume Debit) Tahun 2011-2100
- Lampiran 5** Pemakaian Air Domestik oleh Masyarakat di Sub DAS Aek Silang
- Lampiran 6** Kebutuhan Air untuk Peternakan
- Lampiran 7** Persamaan Model Dinamis untuk Kebutuhan Air
- Lampiran 8** Kebutuhan Air Total dari Tahun 2011 – 2100
- Lampiran 9** Persamaan Model Dinamis untuk Kelestarian Sumberdaya Air
- Lampiran 10** Kelestarian Sumberdaya Air Tahun 2011 – 2100
- Lampiran 11** Intensitas Curah Hujan dengan Nilai TC menggunakan Persamaan *Kirpich*
- Lampiran 12** Volume Aliran Air dari AWLR Aek Silang Tahun 2003, 2006, 2009, 2011 dan 2012
- Lampiran 13** Hasil Persepsi Responden Terhadap Hirarki Konservasi Sumberdaya Air
- Lampiran 14** Hasil Penilaian Elemen Prioritas Metode AHP untuk Hirarki Konservasi Sumber Daya Air
- Lampiran 15** Hasil Penilaian Elemen Prioritas Metode AHP untuk Hirarki Perlindungan dan Pelestarian Sumber Daya Air (SDA)
- Lampiran 16** Hasil Penilaian Elemen Prioritas Metode AHP untuk Hirarki Pengawetan Air
- Lampiran 17** Hasil Penilaian Elemen Prioritas Metode AHP untuk Hirarki Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air