

PENANGANAN KAWASAN BENCANA LONGSOR DAS WAI RUHU

Steanly R.R. Pattiselanno, M.Ruslin Anwar, A.Wahid Hasyim

**Program Magister Teknik Sipil Minat Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan. MT. Haryono No.167 Malang
email: steanly.r.r.pattiselanno@gmail.com**

ABSTRAK

Das Wai Ruhu merupakan salah satu daerah aliran sungai yang terdapat di kota Ambon. Proses degradasi lahan pada DAS Wai Ruhu, sebagai akibat konversi lahan tangkapan yang diubah fungsinya menjadi pemukiman warga, berdampak pada debit air sungai yang semakin berkurang, tingkat sedimentasi yang tinggi dan banjir, serta berkurangnya area hijau sebagai area tangkapan air pada daerah aliran sungai yang dapat mengakibatkan kerawanan bencana longsor sebagai akibat penambahan beban pada lereng. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan proses penanganan secara baik, melalui pemetaan fungsi lahan eksisting yang berbasis konservasi. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif melalui kegiatan survey lapangan di DAS Wai Ruhu. Hasilnya, menunjukkan ada tingkat kerawanan bencana longsor pada DAS Wai Ruhu, yang tergolong kategori tinggi sebesar 58.88% area DAS dan kategori sedang sebesar 41.12% area DAS. Melalui perbaikan indikator ini mampu menekan tingkat resiko pada luas guna lahan pemukiman (23.94%) dari total skor resiko 2.6 (kelas tinggi) menjadi skor resiko 2.1 (kelas sedang).

Kata Kunci: DAS Wai Ruhu, kerawanan longsor, fungsi kawasan

PENDAHULUAN

DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung- punggung gunung, berfungsi menampung dan menyimpan air hujan (*catchment area*) untuk kemudian disalurkan ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2004). Pengelolaan suatu DAS merupakan sebuah proses formulasi serta implementasi kegiatan, yang bersifat memanipulasi sumber daya alam dan manusia, yang berada di daerah aliran sungai, dengan tujuan memperoleh manfaat produksi dan jasa, tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah. Sehingga dalam pengelolaan suatu DAS, diperlukan keterkaitan antara tata guna lahan, tanah dan air, serta keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS.

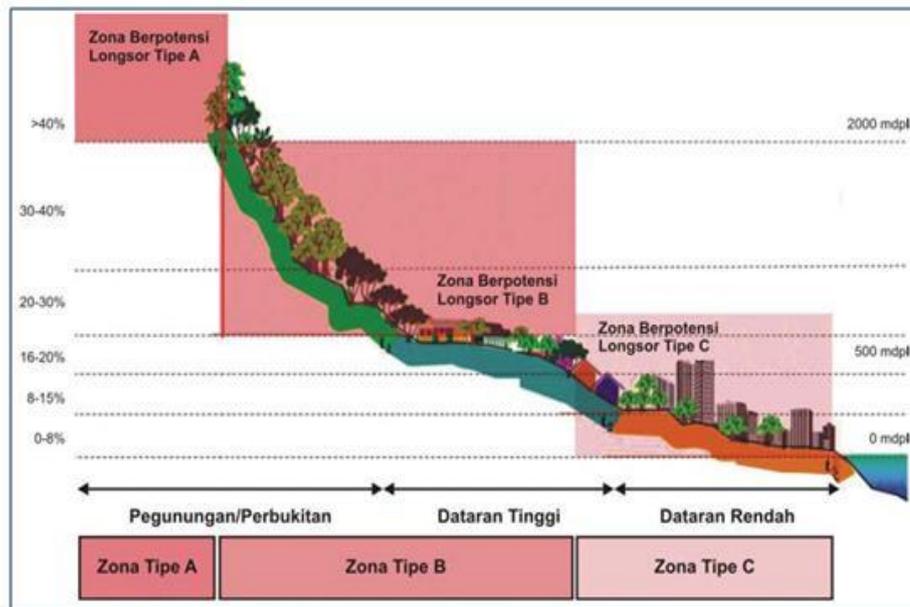
Berdasarkan data Departemen Kehutanan (Dephut), secara umum kondisi DAS di Indonesia telah mengalami kerusakan berat sampai sangat berat. Berdasarkan hasil identifikasi Dephut di tahun 1999, tercatat sebanyak 458 DAS kritis di Indonesia, terdiri dari 60 area DAS dalam kategori rusak berat sampai sangat berat (16 DAS berada di Pulau Jawa), 222 DAS termasuk kategori sedang sampai berat dan 176 DAS potensial rusak. Jumlah DAS yang telah mengalami kerusakan saat ini, kondisinya tidak semakin membaik, hal ini dibuktikan terjadinya peningkatan kejadian bencana alam, berupa tanah longsor, banjir dan kekeringan. Upaya rehabilitasi DAS telah banyak dilakukan, tetapi belum memberikan hasil yang signifikan.

kondisi fisik alamnya, yaitu (**Gambar 2**):

1. Zona berpotensi longsor tipe A, (kemiringan lereng >40%).

2. Zona berpotensi longsor tipe B, (kemiringan lereng 20% s/d 40%).

3. Zona berpotensi longsor tipe C, (kemiringan lereng 0 s/d 20%).



Gambar 2. Tipologi zona berpotensi longsor

Tingkat Kerawanan

Penentuan kelas tipe zona berpotensi longsor untuk tingkat kerawanan, ditetapkan 2 kelompok kriteria, yaitu:

1. Kelompok kriteria berdasarkan aspek fisik alami (aspek kerentanan) meliputi kemiringan lereng, kondisi tanah, batuan penyusun lereng, curah hujan, tata air lereng dan vegetasi.
2. Kelompok kriteria berdasarkan aspek aktifitas manusia (aspek resiko) meliputi pola tanam, penggalian dan pemotongan lereng, pencetakan kolam, drainase, pembangunan konstruksi, kepadatan penduduk dan usaha mitigasi.

Arahan Fungsi Kawasan dan Tata Guna Lahan

Untuk mengurangi bencana alam banjir dan tanah longsor, disusun suatu program yang didasarkan pada berbagai data antara lain pertimbangan potensi

kemampuan lahan, kondisi lahan kritis, topografi, curah hujan, dan fungsi lahan terhadap lingkungan sekitarnya. Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut maka dapat disusun alternatif penggunaan lahan yang mungkin diterapkan.

Konservasi Tanah dan Air

Konservasi tanah adalah penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah (Arsyad, 2012). Metode konservasi tanah digolongkan menjadi 3 golongan utama, yaitu metode vegetatif, metode mekanik dan metode kimia.

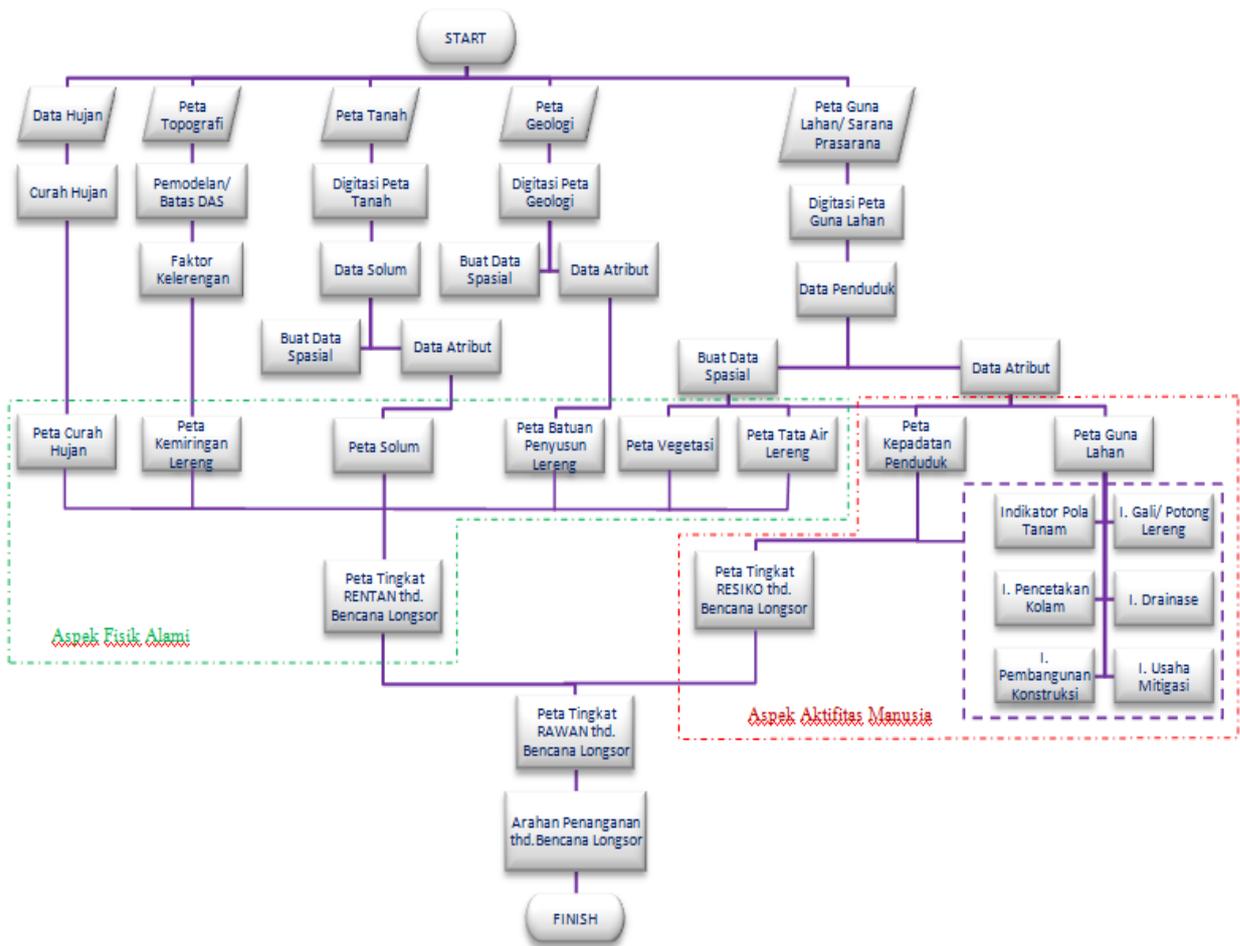
Dalam Aipassa Marlon (2003), dalam penelitiannya pada Sub DAS Sambutan, Samarinda Ilir dikemukakan bahwa penetapan pemerintah terhadap kawasan DAS sebagai kawasan yang tidak terbangun (*non-build up area*)

namun seiring bertambahnya waktu, penduduk, dan peningkatan aktifitas ekonomi, kebutuhan lahan untuk di alih fungsikan mulai nampak dan itu sangat mengancam, yang ditandai dengan mulai terjadinya erosi dan banjir. Hasil yang diperoleh, ditemukan bahwa kawasan yang menjadi prioritas arahan rehabilitasi, sebagian besar adalah pemukiman, sehingga arahan konservasi perlu melibatkan masyarakat dan pengembang perumahan melalui sosialisasi berbagai upaya konservasi tanah dan air untuk menurunkan tingkat bahaya erosi di kawasan Sub DAS Sambutan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah penelitian deskriptif, untuk menjelaskan fakta terjadinya sedimentasi pada muara DAS Wai Ruhu, dalam kaitan dengan mulai terjadinya alih fungsi lahan pada DAS Wai Ruhu sebagai pemukiman.

Alur pelaksanaan tahapan penelitian ini, tergambar secara jelas pada bagan kerangka metode penelitian berikut ini.



Gambar 3. Bagan alir metode penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini, terdiri dari:

1. Memperoleh data curah hujan dan intensitas hujan untuk 10 tahun (tahun 2003-2013) pada BMKG Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon.
2. Akumulasi rerata data curah hujan tahunan, yang kemudian dibuat peta curah hujan.
3. Berdasarkan peta RBI, dari data kontur dan sungai, maka dibuat peta topografi untuk pemodelan dan batas DAS.
4. Peta jenis tanah berdasarkan digitasi peta asosiasi satuan lahan Pulau Ambon yang dikeluarkan oleh tim lembaga penelitian Universitas Pattimura tahun 1989.
5. Menentukan peta guna lahan berdasarkan kombinasi asosiasi satuan lahan dan digitasi peta sarana prasarana yang dikeluarkan oleh BAPPEKOT Kota Ambon tahun 2008.
6. Membuat klasifikasi tingkat kerawanan berdasarkan aspek fisik alami (tingkat kerentanan) dan aspek aktivitas manusia (tingkat resiko).
7. Tahapan tipe zona potensi longsor (tipe A, B, dan C) dengan kriteria tinggi, sedang, rendah berdasarkan Permen PU No. 22/PRT/M/2007.
8. Mengeluarkan arahan penanganan kawasan DAS yang rawan longsor sesuai kriteria Permen PU No. 22/PRT/M/2007.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Atribut Tingkat Kerawanan Bencana Longsor - Aspek Fisik Alami (Tingkat Kerentanan) DAS Wai Ruhu

Nilai						Total	Harkat	Luas	
lereng	solum	batuan	hujan	tata air	vegetasi			(m ²)	Ha
0.3	0.15	0.4	0.45	0.07	0.3	1.67	Sedang	564,991.28	56.50
0.3	0.3	0.4	0.45	0.14	0.2	1.79		176,326.10	17.63
0.3	0.45	0.4	0.45	0.21	0.1	1.91		898,234.15	89.82
0.3	0.45	0.4	0.45	0.14	0.2	1.94		2,398,985.27	239.90
0.3	0.45	0.4	0.45	0.07	0.3	1.97		4,597,210.73	459.72
0.6	0.3	0.4	0.45	0.14	0.2	2.09		107,032.23	10.70
0.6	0.45	0.4	0.45	0.21	0.1	2.21		237,583.15	23.76
0.6	0.45	0.4	0.45	0.14	0.2	2.24		961,076.59	96.11
0.6	0.45	0.4	0.45	0.07	0.3	2.27		2,195,513.42	219.55
0.9	0.3	0.4	0.45	0.14	0.2	2.39		Tinggi	67,411.09
0.9	0.45	0.4	0.45	0.21	0.1	2.51	440,498.28		44.05
0.9	0.45	0.4	0.45	0.14	0.2	2.54	1,118,123.43		111.81
0.9	0.45	0.4	0.45	0.07	0.3	2.57	3,514,661.39		351.47

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh adalah:

1. Tingkat Kerawanan Bencana Longsor

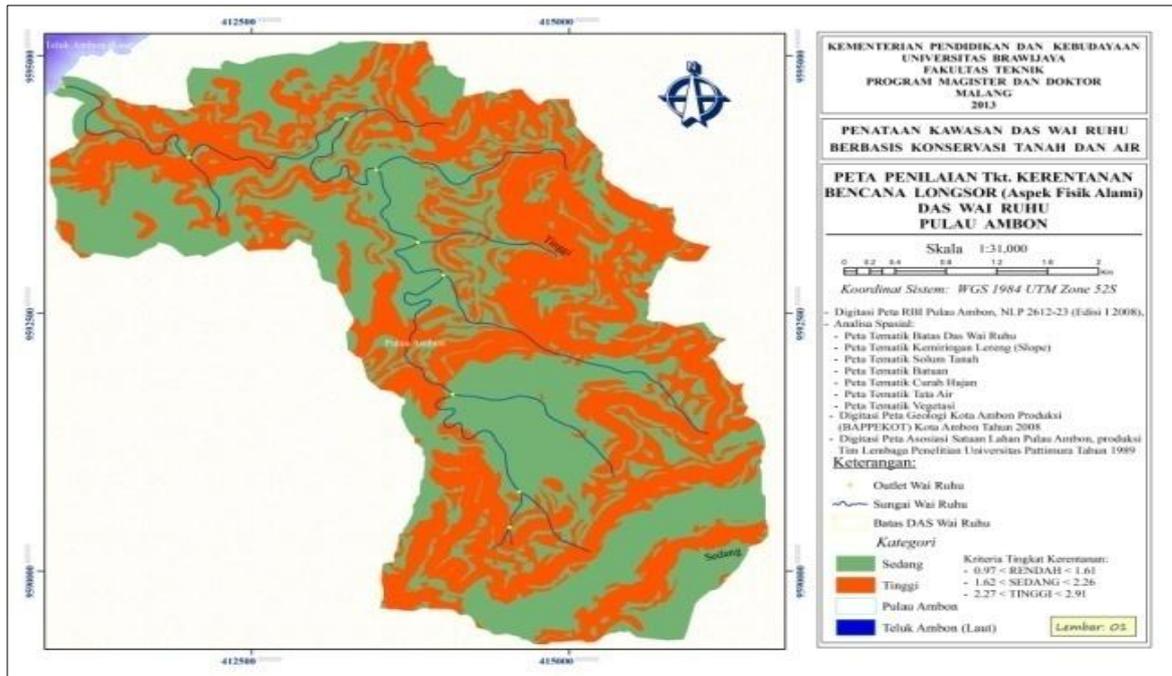
Dalam menganalisa tingkat kerawanan DAS Wai Ruhu, tahapan awal dilakukan penilaian didasarkan pada 6 indikator aspek fisik alami (tingkat kerentanan) dan 7 indikator aspek aktivitas manusia (tingkat resiko). Zona berpotensi longsor untuk aspek fisik alami, terlihat pada data atribut dan peta tingkat kerentanan bencana longsor seperti yang terangkum

pada **Tabel 1** dan **Gambar 4**. Data curah hujan rerata adalah 3,443.2 mm/tahun.

Penilaian bobot tertimbang indikator tingkat resiko longsor telah ditentukan, maka tahapan selanjutnya adalah menjumlahkan semua nilai tersebut untuk mendapatkan total skoring tingkat resiko. Hasil yang diperoleh, kemudian dibagi atas 3 zona yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Zona berpotensi longsor untuk aspek aktivitas manusia, terlihat pada data atribut dan peta tingkat resiko bencana longsor, yang

terangkum pada **Tabel 2** dan **Gambar 5**. Penggabungan data atribut dari aspek fisik alami dan aspek aktifitas manusia menghasilkan peta tingkat kerawanan bencana longsor setelah direklasifikasi sesuai kriteria PerMen PU No.22/PRT/M/2007.

Hasilnya terangkum pada **Tabel 3**. Persentase guna lahan DAS Wai Ruhu, tersebar pada 3 zona potensi longsor, yaitu tipe C (kemiringan 0-20%), tipe B (kemiringan 21-40%), dan tipe A (kemiringan >40%). Hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 6**.

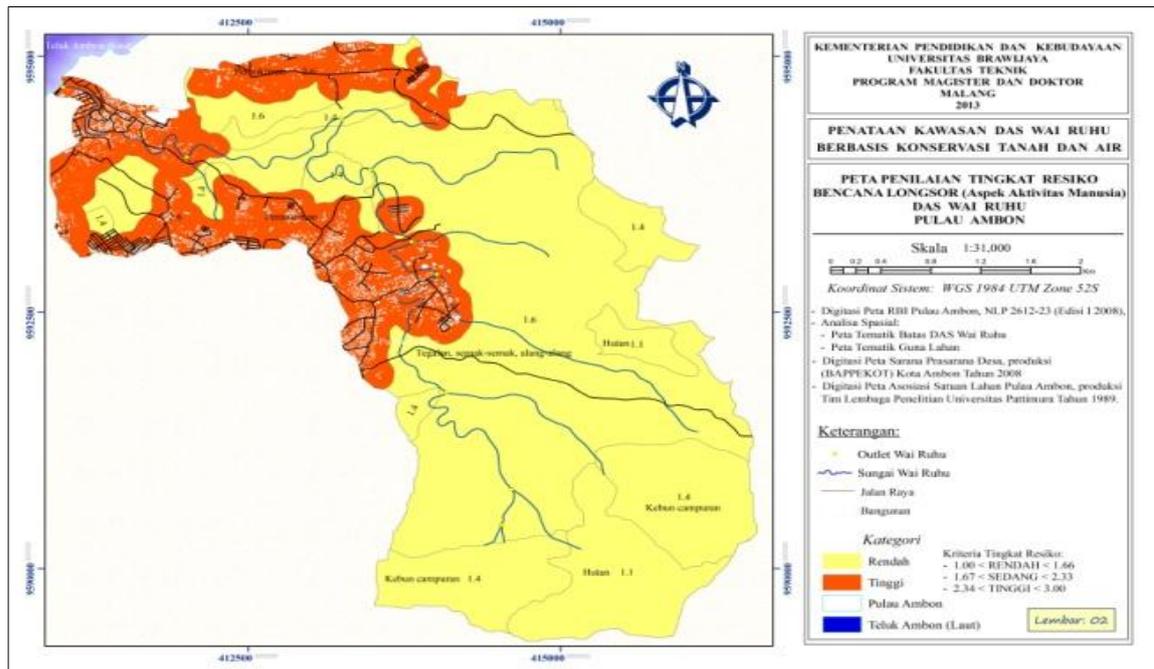


Sumber: Hasil Analisa

Gambar 4. Peta Penilaian Tingkat Kerentanan Bencana Longsor (aspek fisik alami) DAS Wai Ruhu

Tabel 2. Rekapitulasi Data Atribut Tingkat Kerawanan Bencana Longsor dari Aspek Fisik Aktifitas Manusia (Tingkat Resiko) DAS Wai Ruhu

Pola Tanam	Nilai						Jlh	Harkat	Luas	
	Potong Lereng	Cetak Kolam	Drain.	Konstr.	Pnddk	Mtgsi			(m ²)	Ha
0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	1.1	Rendah	1,576,784.62	157.68
0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	1.4		3,265,402.66	326.54
0.3	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	1.6		8,299,998.62	830.00
0.3	0.6	0.3	0.2	0.4	0.6	0.2	2.6		Tinggi	4,136,360.69



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 5. Penilaian Tingkat Resiko Bencana Longsor (aspek aktifitas manusia) DAS Wai Ruhu

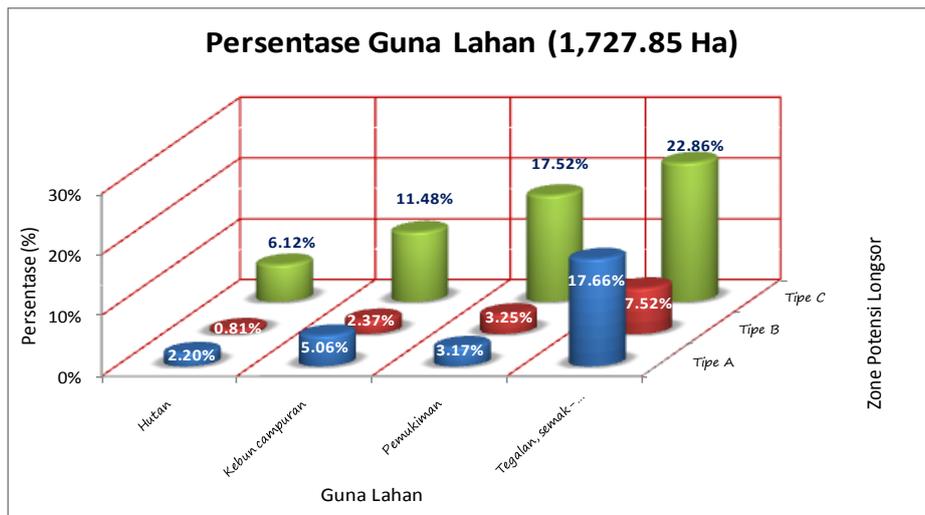
Tabel 3. Rekapitulasi Data Atribut Klasifikasi Tingkat Kerawanan Bencana Longsor DAS Wai Ruhu

Zona	Kemiringan (%)	Kelas	Rentan	Resiko	Luas		Persentase						
					(m ²)	Ha	Zona	Kelas	Rentan	Resiko			
Type A	>40	1	t	t	504,579.00	50.46	28.08 %	27.04 %	26.79 %	2.92 %			
				r	4,124,247.08	412.42				23.87 %			
				s	43,735.62	4.37				0.25 %			
Type B	20-40	4	t	t	113,188.92	11.32	13.94 %	4.64 %	2.05 %	0.66 %			
				r	240,274.47	24.03				1.39 %			
				s	447,924.44	44.79				2.59 %			
Type C	20-35	5	s	r	1,607,438.27	160.74	9.30 %	9.30 %	11.90 %	9.30 %			
				t	680,070.46	68.01				3.94 %			
				r	1,672,973.68	167.30				9.68 %			
Type C	0-20	7	t	t	2,346,856.94	234.69	57.97 %	27.20 %	13.62 %	13.58 %			
				r	5,317,202.18	531.72				30.77 %			
				s	17,278,542.91	1,727.85				100 %			
0-15		8	s	r	17,278,542.91	1,727.85	100 %	100 %	100 %	30.77 %			
Jumlah													

Berdasarkan kriteria Permen PU No.22/PRT/M/2007, persentase guna lahan yang tersebar pada 3 zone longsor (tipe A, B dan C) di atas, terbagi atas 2 kelas kerawanan longsor yaitu kelas tinggi (58,88%) dan kelas sedang (41,12%).

Faktor yang paling mempengaruhi suatu satuan lahan masuk kategori tingkat

kerawanan longsor kelas “tinggi” adalah dari aspek fisik alami (tingkat kerentanan). Jika “harkat” tingkat kerentanan adalah “tinggi”, maka dapat dikatakan bahwa satuan lahan tersebut termasuk kategori kerawanan longsor “kelas tinggi”.



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 6. Grafik Sebaran Persentase Guna Lahan terhadap Zone Longsor DAS Wai Ruhu



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 7. Grafik Sebaran Guna Lahan thd. Kelas Kerawanan Tinggi DAS Wai Ruhu

Indikator yang paling bisa “direkayasa” untuk diturunkan nilainya oleh kemampuan manusia adalah “indikator vegetasi”. Indikator ini akan mempengaruhi salah satu indikator lainnya, yaitu “tata air”. Jika kedua indikator ini bisa diturunkan nilainya, harkat kerentanan dapat diperbaiki. Secara langsung berpengaruh ke arah perbaikan kelas kerawanan terhadap bahaya longsor.

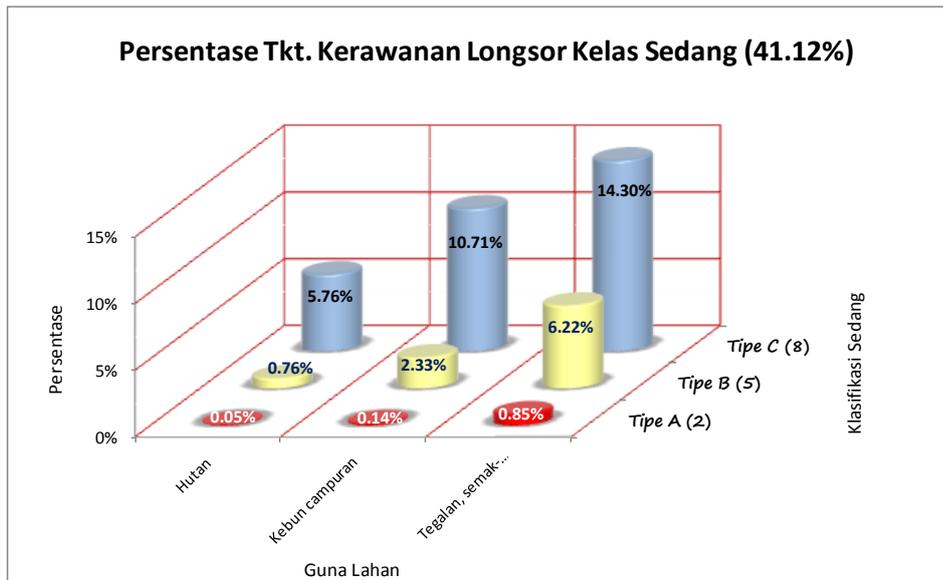
Pada aspek aktifitas manusia (tingkat resiko), seluruh indikator sangat mungkin direkayasa untuk diturunkan tingkat resikonya. Meskipun hal ini belum otomatis menurunkan tingkat kerawanan terhadap bencana longsor menjadi lebih baik.

Untuk kelas kerawanan tinggi, guna lahan pemukiman menempati kuantitas tertinggi pada zona tipe C (17,52%) dan tipe B (3,25%), sedangkan untuk zona tipe A, ada pada fungsi guna lahan

tegalan, semak dan alang-alang (16,81%). Persentase pola sebarannya untuk hubungan guna lahan dengan zone longsor DAS Wai Ruhu, tergambar melalui **Gambar 7**.

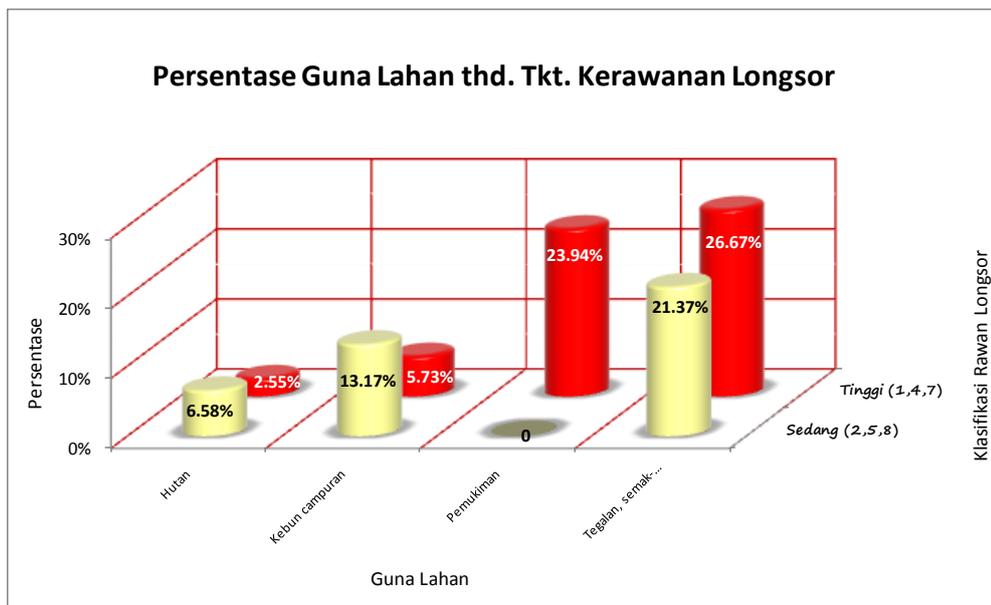
Untuk kelas kerawanan sedang, kuantitas guna lahan terbesar ada pada

zone tipe C dengan fungsi guna lahannya yang tertinggi adalah tegalan, semak dan alang-alang (14,30%), dan terendah pada hutan (5,76%). Pola yang sama terlihat pada zona tipe B dan tipe A, yang ditunjukkan pada **Gambar 8**.



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 8. Grafik Sebaran Guna Lahan thd. Kelas Kerawanan Sedang DAS Wai Ruhu



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 9. Grafik Persentase Sebaran Guna Lahan per Kelas Kerawanan Longsor DAS Wai Ruhu.

Hasil kajian menunjukkan bahwa guna lahan yang sebarannya paling rawan terhadap longsor (kelas tinggi), adalah pada fungsi “pemukiman” dan “tegalan”. Sehingga fokus satuan lahan yang harus menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan berdasar pada indikator tingkat kerawanan bencana longsor “tinggi”, adalah guna lahan “pemukiman” dan “tegalan, semak, alang-alang”.

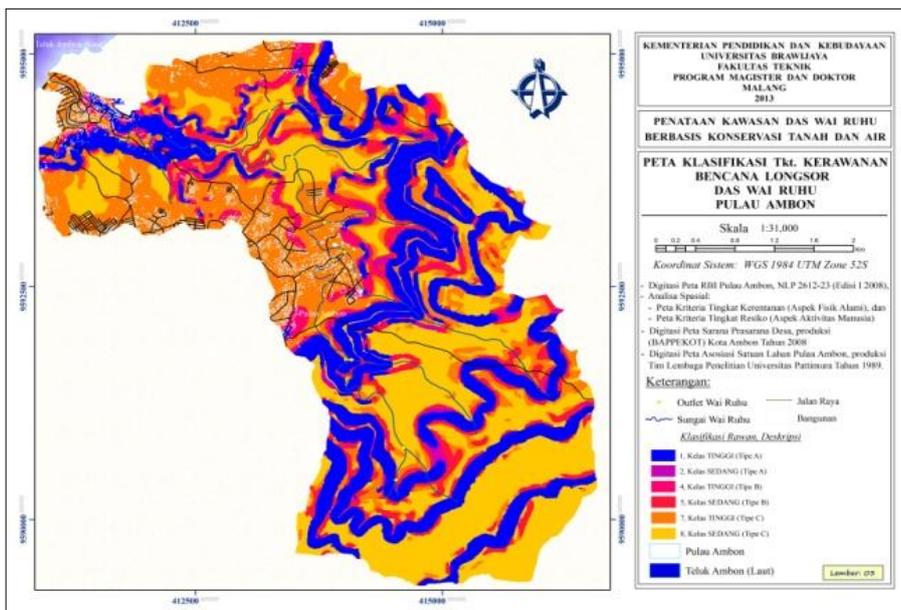
Hasil rekapitulasi persentase grafik sebaran guna lahan per kelas kerawanan longsor DAS Wai Ruhu dapat dilihat pada **Gambar 9**.

Melalui pengaplikasian *ArcGIS Map Ver.9.3* dengan proses di-overlay untuk peta tingkat kerentanan dan peta tingkat resiko, maka dihasilkan peta tingkat kerawanan bencana longsor DAS seperti **Gambar 10**.



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 9. Grafik Persentase Sebaran Guna Lahan per Kelas Kerawanan Longsor DAS Wai Ruhu.



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 10. Peta Klasifikasi Tingkat Kerawanan Bencana Longsor DAS Wai Ruhu

2. Penanganan dan Arahkan

Rencana penanganan kawasan rawan bencana longsor, difokuskan pada perbaikan aspek fisik alami (aspek kerentanan) yaitu pada indikator vegetasi serta aspek aktivitas manusia (aspek resiko) pada guna lahan pemukiman. Indikator yang dilakukan perbaikan adalah indikator pola tanam, pemotongan lereng, drainase, dan mitigasi. Berikut rencana penanganan, nilai sebelum dan setelah rencana perbaikan.

Melalui pengklasifikasian ke dalam 4 fungsi kawasan meliputi kawasan lindung, kawasan penyangga, kawasan budidaya tanaman tahunan, dan kawasan budidaya tanaman semusim, maka sesuai hasil analisa didapatkan nilai terendah adalah 75 maka fungsi kawasan budidaya tanaman semusim tidak masuk dalam rekomendasi arahan fungsi kawasan. Adapun hasil arahan fungsi kawasan DAS Wai Ruhu, terangkum seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 4. Perbaikan Aspek Resiko Bencana Longsor Kawasan Pemukiman

Indikator	Rencana penataan	Nilai	
		Sebelum	Sesudah
pola tanam	Penanaman tanaman yang bisa membantu menstabilkan tanah, khususnya pada kawasan berlereng seperti jenis bambu, tanaman berakar tunjang, dll.	0.3	0.2
pemotongan lereng	Memperkuat lereng bekas dipotong dengan memberikan talud / dinding penahan. Mewajibkan pembuatan struktur penguat lereng untuk bangunan yang ada di lereng.	0.6	0.4
pencetakan kolam	Intensifkan himbauan perbaikan dan pengawasan	0.3	0.3
drainase	Pembuatan, perbaikan sistem drainase yang terencana dengan lebih baik dari sisi kapasitas maupun kualitas. Perawatan dari sumbatan akibat sampah maupun sedimentasi.	0.2	0.1
pembangunan konstruksi	Intensifkan himbauan perbaikan dan pengawasan	0.4	0.4
kepadatan penduduk	Intensifkan sosialisasi perbaikan kondisi eksisting	0.6	0.6
usaha mitigasi	Perbaikan koordinasi mitigasi bencana dan pola penanganannya antara seluruh <i>stakeholder</i> (pemerintah, masyarakat, pihak lainnya).	0.2	0.1
Total		2.6	2.1
Harkat		Tinggi	Sedang

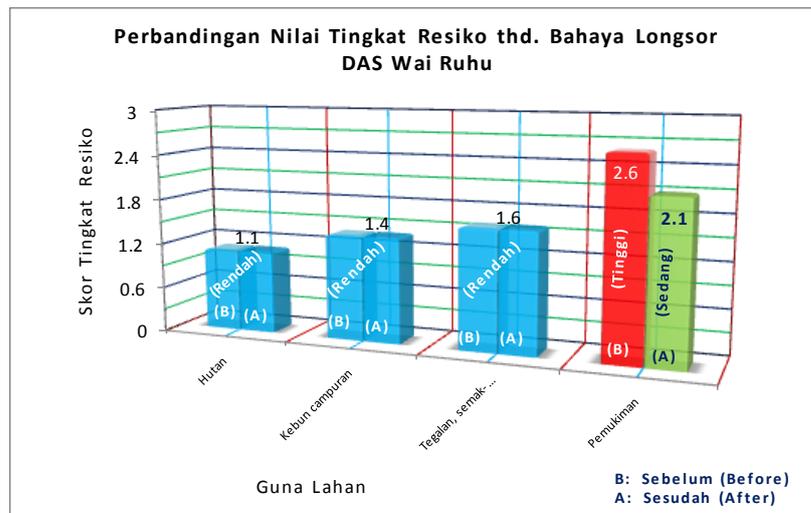
Tabel 5. Rekapitulasi Data Atribut Arahan Fungsi Kawasan DAS Wai Ruhu

Guna Lahan (Sebelum)	Analisa Fsi. Kawasan (Sesudah)	Luas (m ²)		Persentase	
		G. Lahan	F. Kawasan	G.Lahan	F. Kawasan
Hutan	Kawasan Lindung	275,697.80	1,131,780.41	2.58%	17.29%
Kebun campuran		356,194.31		3.33%	
Tegalan, semak-semak, alang-alang		499,888.29		4.68%	
Hutan	Kawasan Penyangga	163,032.76	4,202,109.96	1.53%	64.18%
Kebun campuran		798,005.28		7.47%	
Tegalan, semak-semak, alang-alang		3,241,071.92		30.34%	
Hutan	Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan	1,623.49	1,213,336.90	0.02%	18.53%
Kebun campuran		18,396.44		0.17%	
Tegalan, semak-semak, alang-alang		1,193,316.96		11.17%	
Pemukiman	Pemukiman	4,136,359.89	4,136,359.89	38.72%	38.72%
Total		10,683,587.15	10,683,587.15	100%	100%

3. Pembahasan hasil perbaikan tingkat resiko longsor

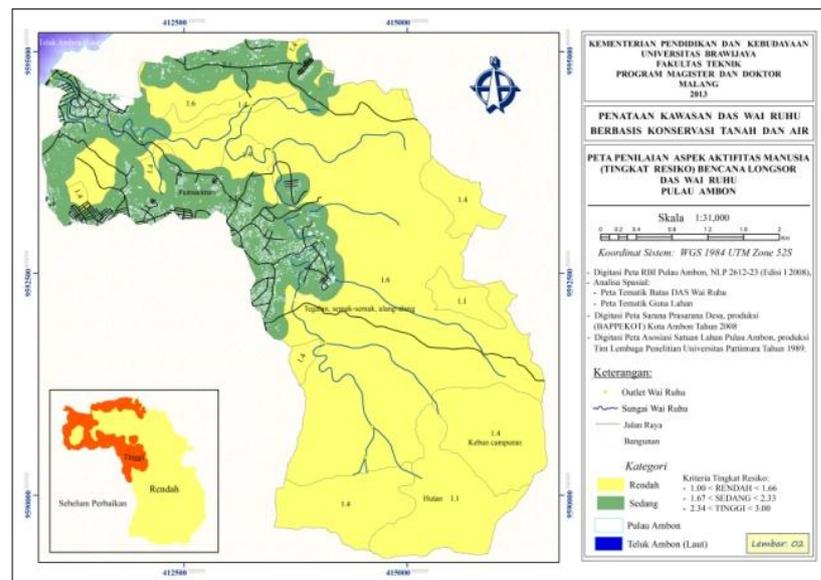
Hasil analisa perbaikan tingkat resiko terhadap bahaya longsor (aspek aktifitas manusia) setelah pengembalian fungsi kawasan menunjukkan perubahan yang cukup baik. Kondisi sesudah perbaikan indikator pada aspek aktifitas manusia adalah penurunan tingkat resiko dari 2,6 (harkat tinggi) menjadi 2,1

(harkat sedang). Hal tersebut ditunjukkan pada grafik perbandingan harkat tingkat resiko longsor per. guna lahan yang terlihat jelas pada **Gambar 11**. Proses pemetaan tingkat resiko bencana, dengan penyesuaian nilai indikator pada satuan guna lahan pemukiman yang telah dilakukan perbaikan, tergambar pada **Gambar 12**.



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 11. Perbandingan Harkat Tingkat Resiko Longsor per. Guna Lahan



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 12. Peta Tingkat Resiko Hasil Perbaikan Indikator Aspek Aktifitas Manusia

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil dan analisa, maka dapat disimpulkan:

1. Tingkat kerawanan bencana longsor pada DAS Wai Ruhu terdiri dari kelas tinggi (58.88% area DAS) dan sedang (41.12% area DAS). Untuk tingkat resiko (aspek aktifitas manusia), terdapat beberapa indikator yang bisa dilakukan perbaikan untuk menekan “resiko” terhadap bahaya longsor, yaitu indikator “pola tanam”, “penggalian dan pemotongan lereng”, “drainase”, dan “usaha mitigasi”. Perbaikan indikator ini mampu menekan tingkat resiko pada luas guna lahan pemukiman (23.94%) dari total skor resiko 2.6 (kelas tinggi) menjadi 2.1 (kelas sedang).
2. Perbaikan tingkat resiko dan kerawanan longsor serta harkat tingkat bahaya erosi bisa dicapai karena adanya pengembalian fungsi kawasan (rehabilitasi) sesuai kriteria BRLKT dari semula dengan fungsi dan persentase pada poin dua di atas menjadi pola sebaran baru, dengan komposisi fungsi kawasan “hutan” (6.59%), “kebun campuran” (12.14%), “tegalan, semak, alang-alang” (19.57%), “pemukiman” (23.94%), “lindung” (6.56%), “penyangga” (24.24%), dan “budidaya tahunan” (6.96%).

Saran

Hal-hal yang direkomendasikan untuk perbaikan terhadap kondisi kerawanan longsor dan tingkat bahaya erosi, yaitu untuk indikator aspek aktifitas manusia (tingkat resiko)

terhadap bahaya longsor, rencana penataan kawasan pemukimannya antara lain pada indikator “pola tanam” (penanaman tanaman yang bisa membantu menstabilkan tanah, khususnya pada kawasan berlereng seperti jenis bambu, tanaman berakar tunjang, dll), indikator “penggalian dan pemotongan lereng” (memperkuat lereng bekas dipotong dengan memberikan talud/dinding penahan. Mewajibkan pembuatan struktur penguat lereng untuk bangunan yang ada di lereng), indikator “drainase” (pembuatan, perbaikan sistem drainase yang terencana dengan lebih baik dari sisi kapasitas maupun kualitas, perawatan dari sumbatan akibat sampah maupun sedimentasi), dan indikator “usaha mitigasi” (perbaikan koordinasi mitigasi bencana dan pola penanganannya antara seluruh *stakeholder* misalnya pemerintah, masyarakat, pihak lainnya).

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2004). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2013). Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon.
- Badan Informasi Geospasial. (2008).
- Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Brantas. 2003. Departemen Kehutanan <http://ambon.bps.go.id/tabel-23-penduduk.html>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. No.22/PRT/M/2007, tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor.
- Sitanala, Arsyad. 2012. Konservasi Tanah dan Air, Edisi Kedua. IPB Press. Bogor.