

BAB 5 KARAKTERISTIK BENCANA SEDIMEN DAN PENANGGULANGANNYA DI WILAYAH PERCONTOHAN

5.1 Pendahuluan

5.1.1 Faktor-faktor Umum Bencana Alam di Indonesia

Kepulauan Indonesia berada pada empat titik lempeng tektonik: Lempeng Asia, Lempeng Australia, Lempeng Samudera Hindiaa dan Lempeng Samudera Pasifik. Gerakan lempeng tersebut menyebabkan gempa bumi, tsunami dan bencana besar lainnya. Indonesia telah banyak mengalami bencana sedimen di pegunungan dan lereng bukit yang curam yang dipengaruhi oleh aktivitas gunung berapi dan iklim tropis (contoh hujan lebat, kelembaban tinggi, perubahan temperatur yang fluktuatif).

BAKORNAS PB mengeluarkan penemuan tersebut di data bencana domestik baik pada bencana alam maupun bencana akibat ulah manusia. Menurut hasil yang dipublikasikan, 2.000 bencana terjadi antara tahun 2002 dan 2005, dan sekitar 10%(222) diantaranya merupakan bencana sedimen.

Menurut EM-DAT (OFDA/CRED *International Disaster Database*/Database Bencana Internasional), terdapat 334 bencana alam, termasuk juga penyakit menular terjadi dalam 100 tahun, yakni antara tahun 1907 dan 2006, dan sekitar 10% diantaranya merupakan bencana sedimen. Jumlah penduduk yang terkena bencana sekitar 21,280,000, dengan bencana sedimen sebagai penyebabnya adalah 2% dari seluruhnya-sekitar 425,000 jiwa.

Lebih jauh lagi, Tabel 5.1.1 berikut ini menunjukkan frekuensi bencana sedimen dalam 10 tahun ke atas sejak tahun 1977 beserta jumlah korban jiwa.

Tabel 5.1.1 Frekuensi Bencana dan Korban Bencana di Masa Lalu

Periode	(Total) Jumlah Bencana	Bencana Sedimen	Korban Jiwa (Total)	Korban Bencana Sedimen
1977-1986	83	5% (4 bencana)	3,089,520	Sangat sedikit
1987-1996	78	8% (6 bencana)	5,784,541	1% (sekitar 58,000)
1997-2006	122	19% (23 bencana)	6,906,150	5% (sekitar 345,000)

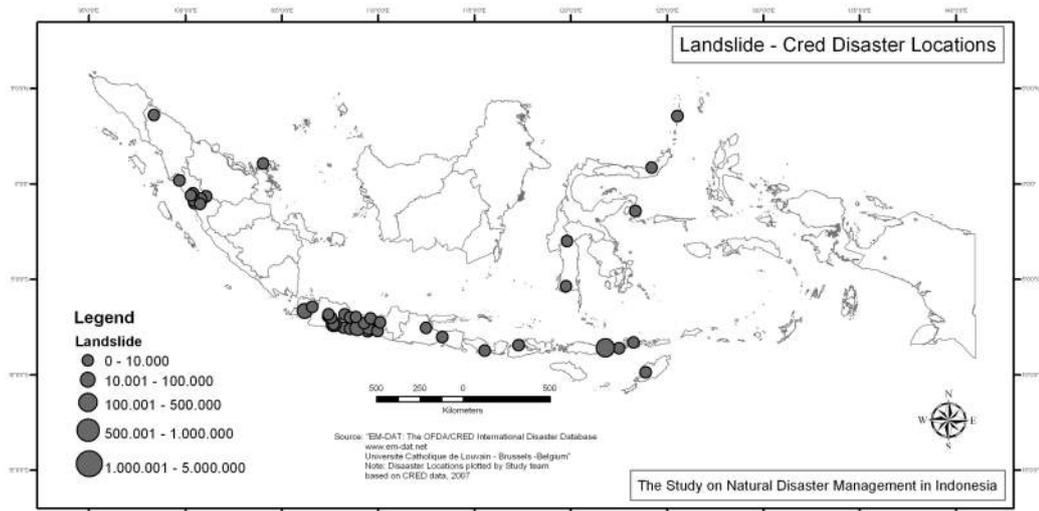
Sumber: EM-DAT: OFDA/CRED Database Bencana Internasional

Jelas terlihat berdasarkan hasil tersebut bahwa jumlah bencana dan jumlah korban meningkat dalam beberapa tahun ini, menyebabkan kecenderungan terhadap bencana yang lebih besar. Penyebab hal ini sepertinya merupakan gabungan beberapa faktor seperti kegiatan pengembangan sosial di wilayah rawan bencana, pengaruh perubahan iklim, dan lainnya.

Frekuensi bencana sedimen dan jumlah korban jiwa yang ditunjukkan pada Gambar 5.1.1 berdasarkan data selama 100 tahun di EM-DAT. Data yang diperlihatkan pada Gambar 5.1.2 berasal dari berbagai organisasi yang menunjukkan wilayah rawan bencana sedimen.

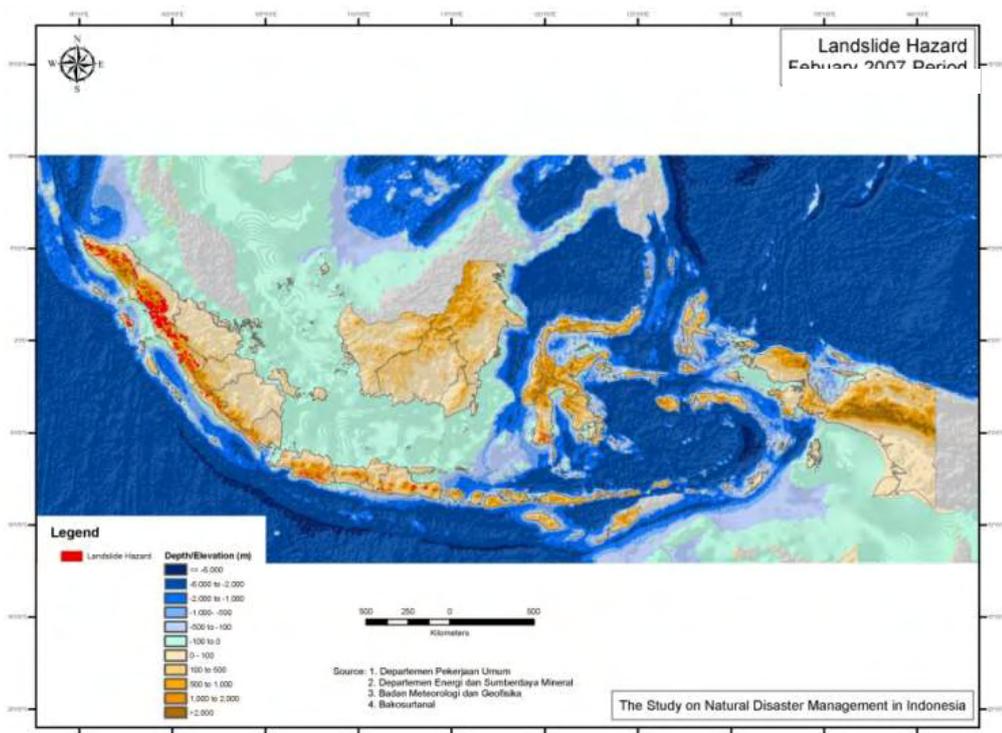
Berdasarkan hasil tersebut, wilayah yang beresiko tinggi terhadap bencana sedimen adalah sebagai berikut:

- Utara-Bagian Barat Sumatera
- Jawa
- Sulawesi dan Nusa Tenggara



Sumber: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database/Database Bencana Internasional

Gambar 5.1.1 Lokasi Bencana Sedimen dan Korban Jiwa



Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Badan Meteorologi dan Geofisika, Bakosurtanal

Gambar 5.1.2 Wilayah Rawan Bencana Sedimen

5.2 Karakteristik Bencana Sedimen dan Penanggulangannya di Kabupaten Jember

5.2.1 Karakteristik Bencana Sedimen di Kabupaten Jember

1) Bencana Sedimen Terdahulu

Catatan bencana sedimen terdahulu di Kabupaten Jember masih belum terorganisir dan tersimpan dengan baik oleh kantor pemerintahan terkait sehingga catatan yang ada terbatas pada kejadian yang terjadi baru-baru ini. Tabel berikut menunjukkan gambaran mengenai kejadian bencana utama yang terjadi di Kabupaten Jember pada beberapa tahun terakhir.

Tabel 5.2.1 Catatan Bencana Terdahulu di Jember

No	Waktu Kejadian		Tahun	Dusun	Lokasi Desa	Kecamatan	Jenis Bencana	Catatan (Curah Hujan)											
	Tanggal	Bulan						Catatan (Curah Hujan)											
1	23	November	2003	Pasar Atas RW 12	Garahen	Silo	Runtuhan tanah longsor	St. Sumber lali											
				-	Suren	Ledokombo	Dangir	Curah hujan (mm)											
				-	Sempolan Tempurejo	Silo Tempurejo		20 21 22 23 24 25 26 14 90 22 30 69 30 28											
2	29	Desember	2005	Jelisan	Hutajumsuyu	Silo	Lumpur (Banjir Bandang, Banjir)	St. Silo											
				-	-	-	tinggali sawah bekas sawah	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 24 31 12 50 14 20 23 40 10 93 27											
3	31	Desember	2005	Tenggiling	Kemiri	Panti	Hujan Besar	St. Dam Klatakan											
				Manjaran	Kemiri	Panti		Curah hujan (mm)											
				Dansi	Kemiri	Panti		11 15 16 17 18 19 20 21 22 23 25 40 32 15 24 32 27 31 45 20											
Kansian Legong	Serut	Panti	24 25 26 27 28 29 30 31 1 2 30 70 43 60 55 68 90 45 178 27																
2	Januari		2006	Baukari	Durut	Panti	Tampar (Banjir Dangkal)	St. Dam Klatakan											
		Glimpangan, Gendit, Glimpangan, Delimaen, Karangkebon, Sentol, Kongsi, Kaliklepu, Kedaton, Karang Pring, Tugul Amri,		Sudi	Arjasa			Curah hujan (mm)											
-	-	-	Padasan	Darsono		Arjasa	Tanah longsor	Curah hujan (mm)											

2) Faktor Penyebab Kerusakan dalam Kaitannya dengan Bencana Sedimen

Kebanyakan bencana sedimen besar di masa lalu terjadi di lereng gunung yang tertutupi oleh sisa-sisa vulkanik yang menjadikan lereng gunung tidak kokoh. Terdapat beberapa parutan di lereng pada pinggir sungai dan timbunan colluvial akibat bencana sedimen di masa lalu. Tampaknya longsornya lereng disebabkan terutama oleh hujan yang sangat lebat pada sisi-sisi gunung yang lemah. Para penduduk tinggal jauh dari wilayah berbahaya ini, namun reruntuhan besar yang terjadi di luar perkiraan akan mengakibatkan kerusakan besar pula.

Saat ini, tidak ada penanggulangan di tempat tersebut. Namun, pada beberapa kasus memang kurang adanya pemahaman secara ilmiah ataupun penanganan evakuasi yang dapat memperlambat jalannya evakuasi serta beberapa diantaranya karena bencana yang datang diluar dugaan.

Selain itu, sangat sulit mencari alasan khusus ataupun memberikan penyebab yang jelas dampak penggundulan hutan saat ini, meskipun secara umum, tidak adanya tumbuh-tumbuhan akan

mengakibatkan erosi, serta tergantung resiko pada suatu wilayah merupakan faktor-faktor yang tidak bisa dipungkiri sebagai penyebab kerusakan.

3) Analisis Curah Hujan

Lokasi Stasiun Curah Hujan di Kabupaten Jember

Menurut data curah hujan yang diperoleh dari Dinas Pengairan, curah hujan dihitung secara harian pada 74 stasiun. (Lihat Tabel 5.2.2 dan Gambar 5.2.1)

Data selama tujuh tahun diperoleh antara tahun 1990 dan 2006. (Lihat lampiran)

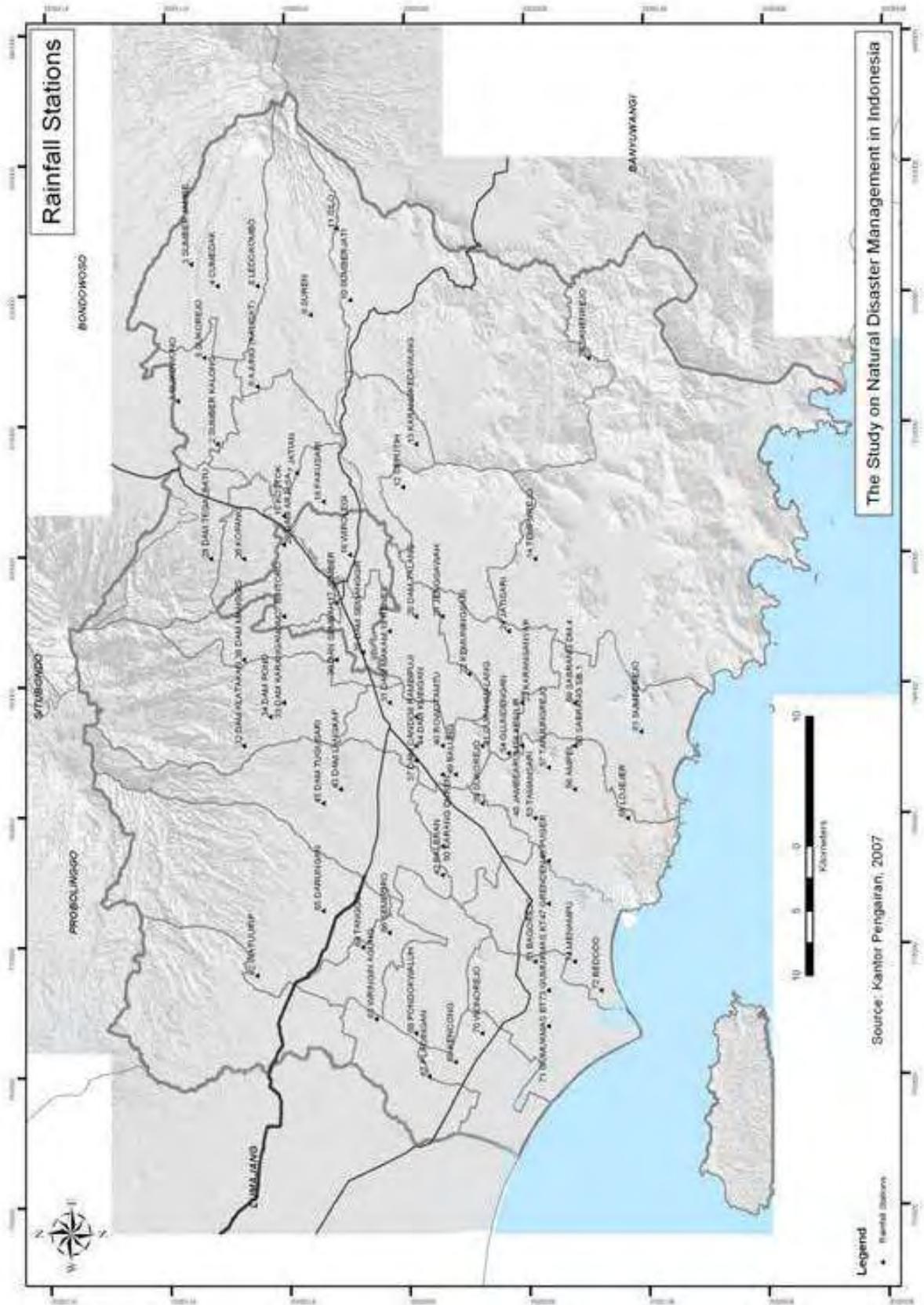
Data berikut ini merupakan data bulanan yang didapatkan dari BMG, meskipun sumber aslinya berasal dari Dinas Pengairan. Namun demikian, kondisi data tersebut tidak lengkap dan banyak penghitungan yang hilang karena peralatan yang kurang memadai, dan lain sebagainya.

Penghitungan curah hujan biasanya digunakan oleh Dinas Pengairan untuk melakukan pengawasan yang ditujukan pada bidang pertanian. Seluruh Kabupaten Jember kira-kira seluas 3,300 km² dengan satu buah stasiun hujan yang ditempatkan setiap 45 km², sehingga tingkat keberadaanya cukup tinggi.

Selain itu, terdapat stasiun hujan pribadi yang dipasang di wilayah perkebunan di Kali Putih dan Sungai Dinoyo. Akan tetapi, masih belum jelas bagaimana data tersebut dikelola atau penggunaannya seperti apa.

Tabel 5.2.2 Lokasi Stasiun Hujan

NO	NAMA_POS	KEC	DESA	BUJUR (LONG)	LINTANG (LAT)	CURAH HUJAN RATA-RATA PER TAHUN
1	Sukowono	Sukowono	Sukowono	113 830	-8.050	2016
2	Sumber Kalong	Kalisat	Sumberkalong	113 800	-8.080	2386
3	Sumber Jambe	Sumberjambe	Sumberjambe	113 925	-8.060	2274
4	Cumedak	Sumberjambe	Cumedak	113 910	-8.080	2559
5	Sukorejo	Sukowono	Sukosari	113 860	-8.070	*
6	Ajung (Kalisat)	Kalisat	Ajung	113 840	-8.110	2190
7	Jatian	Pakusari	Jatian	113 780	-8.140	2043
8	Ledokombo	Ledokombo	Ledokombo	113 910	-8.110	1803
9	Suren	Ledokombo	Suren	113 890	-8.150	1889
10	Sumber Jati	Silo	Sumberjati	113 900	-8.180	1782
11	Silo	Silo	Sumberjati	113 950	-8.170	2002
12	Seputih	Mayang	Seputih	113 770	-8.220	1889
13	Karangkedawung	Mumbulsari	Karangkedawung	113 800	-8.230	2260
14	Tempurejo	Tempurejo	Tempurejo	113 720	-8.320	1955
15	Kottok	Pakusari	Bedadung	113 750	-8.130	1767
16	Wirolegi	Sumbersari	Wirolegi	113 723	-8.180	1897
17	Jember	Sumbersari	Kebonsari	113 690	-8.170	1319
18	Pakusari	Pakusari	Pakusari	113 760	-8.160	1918
19	Renes	Jenggawah	Ajung	113 670	-8.210	1924
20	Dam Taling	Jenggawah	Klompangan	113 680	-8.230	2235
21	Jenggawah	Jenggawah	Jenggawah	113 680	-8.250	1816
22	Kemuningsari	Jenggawah	Kemuningsari	113 640	-8.270	
23	Karanganyar	Ambulu	Karanganyar	113 620	-8.310	**
24	Jatisari	Jenggawah	Jatimulyo	113 670	-8.300	
25	Sanenrejo	Tempurejo	Sanenrejo	113 860	-8.360	1835
26	Kopang	Arjasa	Darsono	113 720	-8.100	
27	Bintoro	Patrang	Bintoro	113 680	-8.130	2260
28	Dam Tegalbatu	Arjasa	Panduman	113 720	-8.075	875
29	Dam Arjasa	Pakusari	Patemon	113 730	-8.130	1971
30	Dam Sembah	Patrang	Gebang	113 650	-8.170	2195
31	Dam Makam	Rambipuji	Rambigundam	113 620	-8.210	
32	Dam Klatakan	Panti	Pakis	113 590	-8.100	
33	Dam Karanganom	Panti	Serut	113 620	-8.130	1542
34	Dam Pono	Panti	Panti	113 610	-8.120	2487
35	Dam Semanggir	Kaliwates	Mangli	113 655	-8.190	2252
36	Dam Manggis	Sukorambi	Sukorambi	113 650	-8.100	
37	Dam Candi	Rambipuji	Pecoro	113 580	-8.230	
38	Rambipuji	Rambipuji	Rambipuji	113 610	-8.230	2422
39	Sukorejo	Balung	Balungkulon	113 550	-8.280	**
40	Rawatamtu	Rambipuji	Rawatamtu	113 590	-8.250	
41	Curahmalang	Rambipuji	Curahmalang	113 590	-8.280	*
42	Paleran	Umbulsari	Paleran	113 500	-8.250	*
43	Dam Langkap	Bangsalsari	Langkap	113 560	-8.173	**
44	Dam Kijingan	Rambipuji	Pecoro	113 590	-8.230	
45	Dam Tugusari	Bangsalsari	Tugusari	113 550	-8.160	1147
46	Puger	Puger	Pugerwetan	113 510	-8.330	*
47	Grenden	Puger	Grenden	113 480	-8.330	**
48	Jambearum	Wuluhan	Kesilir	113 590	-8.310	**
49	Balung	Balung	Balunglor	113 570	-8.260	**
50	Karangduren	Balung	Karangduren	113 520	-8.250	
51	Bagorejo	Gumukmas	Bagorejo	113 440	-8.320	
52	Gumelar Timur	Balung	Gumelar	113 570	-8.250	
53	Tamansari	Wuluhan	Tamansari	113 540	-8.320	1374
54	Gludengan	Wuluhan	Gludengan	113 585	-8.300	1250
55	Lojeyer	Wuluhan	Lojeyer	113 540	-8.390	
56	Ampel	Wuluhan	Ampel	113 560	-8.350	
57	Tanjungrejo	Wuluhan	Tanjungrejo	113 575	-8.330	
58	Kesilir	Wuluhan	Kesilir	113 590	-8.310	
59	Sabrang DM 4	Ambulu	Sabrang	113 620	-8.350	
60	Sabrang SB.1	Ambulu	Sabrang	113 590	-8.350	
61	Sumberejo	Ambulu	Sumberejo	113 600	-8.400	
62	Watuurip	Sumberbaru	Pnggowirawan	113 430	-8.110	3489
63	Wringin Agung	Jombang	Wringin Agung	113 400	-8.200	1279
64	Tanggul	Tanggul	Tanggul Kulon	113 450	-8.190	1979
65	Darungan	Ambulu	Darungan	113 475	-8.160	*
66	Semboro	Tanggul	Sidomokar	113 460	-8.210	2408
67	Piadingan	Jombang	Jombang	113 360	-8.240	*
68	Pondokwatu	Jombang	Wringin Agung	113 390	-8.230	**
69	Koncang	Koncang	Koncang	113 370	-8.260	1298
70	Wonorejo	Koncang	Wonorejo	113 390	-8.280	
71	Gumukmas BT	Gumukmas	Gumukmas	113 395	-8.330	
72	Bedodo	Gumukmas	Mayangan	113 420	-8.370	
73	Gumukmas KT	Gumukmas	Gumukmas	113 420	-8.330	
74	Menampu	Gumukmas	Menampu	113 440	-8.350	**



Gambar 5.2.1 Peta Stasiun Hujan

Tabel 5.2.3 Curah Hujan Rata-Rata di Kabupaten Jember (1981-2004)

No.	Stasiun	Curah hujan rata-rata	No.	Stasiun	Curah hujan rata-rata
1	PONDOK JOYO	2570.9	31	KARANGANOM	1542.0
2	TANGGUL	1979.1	32	PLANDINGAN	×
3	DAM SEMANGIR	2251.5	33	WATUURIP	3489.0
4	JANGGAWAH	1815.9	34	SUKOREJO	×
5	KOTTOK	1766.9	35	SEMBORO	2408.0
6	KR.KEDAWUNG	2259.5	36	DARUNGAN	×
7	PAKUSARI	1918.3	37	TUGUSARI (C.O)	1147.0
8	LEDOKOMBO	1802.6	38	BANGASALSARI	×
9	SBR.JATI	1782.1	39	PALERAN	×
10	SILO JEMBER	2001.5	40	PONDOKKLAWUH	×
11	SUKOWONO	2015.5	41	BAGO/KARUK	×
12	SUREN	1889.4	42	WARINGIN	1279.0
13	AJUNGRENES	1924.4	43	KENCONG	1298.0
14	DAM PONO	2486.7	44	GEBANGANWETAN	×
15	DAM TALANG	2235.4	45	JEMBER (DPU)	×
16	RAMBIPUJI	2421.5	46	JEMBER (PERK)	1319.0
17	SUMBERJAMBI	2274.2	47	RAWATANTU	1076.0
18	TEMPUREJO	1954.7	48	CURAKMALANG	×
19	WIROLEGI	1897.4	49	BALUNG LOR	×
20	AJUNG	2189.9	50	GLUNDANGAN	1250.3
21	JATIAN	2043.3	51	TAMANSARI	1374.0
22	Dam Sembah	2195.1	52	PUGER	×
23	Bintoro	2259.9	53	GRENDEN	×
24	Dam Arjasa	1970.6	54	JAMBEARUM	×
25	SANENREJO	1834.7	55	MAJANG	×
26	CUMEDAK	2558.5	56	SILOSANEN (PERK)	1778.8
27	SUMBER KALONG	2385.8	57	AMBULU	1040.0
28	KARANGANYAR	×	58	PAKU SARI	×
29	SUMBERJATI	×	59	ARJASARI	875.0
30	MENAMPU	×			

Sumber: BMG Jakarta



Gambar 5.2.2 Stasiun Hujan di Daerah Perkebunan (kiri), Stasiun Hujan Dinas Pengairan (kanan)

4) Hubungan antara Curah Hujan dengan Bencana yang Berkaitan dengan Air

A. Bencana Terdahulu dan Curah Hujan di Kabupaten Jember

Menurut dinas terkait di Kabupaten Jember, kondisi pencatatan yang terus berlanjut sangat sulit dilakukan dan kebanyakan hanya data terakhir yang tersedia.

Pada tanggal 23 November 2003, banjir dan tanah longsor terjadi di Kecamatan Silo Desa Garahan Dusun Pasar Alas RW 12.

Selain itu, curah hujan yang tercatat di stasiun Sumber Jati menunjukkan bahwa hujan terus turun mulai tanggal 20 sampai dengan 26.

Hujan Harian di St. Sumber Jati mulai tanggal 20 sampai dengan 26 November 2003

Tanggal	20	21	22	23	24	25	26
Curah Hujan Harian (mm)	14	90	22	30	69	30	28

Pada hari yang sama, banjir juga tercatat di Desa Sempolan Kecamatan Silo dan Desa Suren Kecamatan Ledokombo, serta Desa Tempurejo Kecamatan Tempurejo.

Pada tanggal 29 Desember 2005, banjir bandang terjadi di Desa Hardjomulyo Kecamatan Silo.

Hujan Harian di St.Silo sejak tanggal 21 hingga 31 Desember 2005

Tanggal	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Curah Hujan Harian (mm)	24	31	12	50	14	20	23	40	10	93	27

Masih kejadian serupa, karena hujan yang terus menerus di Desa Kemiri Kecamatan Panti pada tanggal 31 Desember 2006, terjadi banjir bandang di Desa Kemiri pada tanggal 1 Januari 2006. Kerusakannya cukup besar, hingga mencapai Desa Serut dan Desa Suci pada hari berikutnya.

Lebih jauh lagi, hujan tercatat di Stasiun Dam Klatakan sejak tanggal 14 Desember, dan berlanjut hingga 2 Januari 2006.

Hujan Harian di St Dam Klatakan sejak 14 Desember 2005 hingga 2 Januari 2006

Tanggal	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Curah Hujan Harian (mm)	25	40	32	15	24	32	27	31	45	20

24	25	26	27	28	29	30	31	1	2
30	70	43	60	55	68	90	45	178	27

Sebagaimana tertera pada data, seluruh bencana sedimen yang terjadi di Kabupaten Jember dipicu oleh hujan. Untuk dapat digunakan sebagai dasar peringatan evakuasi melalui data curah hujan, informasi semacam ini seharusnya tercatat dengan baik.

5.2.2 Peta Rawan Sedimen di Kabupaten Jember

1) Indeks Peta Rawan Bencana Sedimen

Berdasarkan data yang terkumpul dari lembaga dan factor-faktor yang terbukti telah menyebabkan bencana sedimen pada studi lainnya, terdapat dua penyebab utama bencana sedimen, faktor mekanis dan faktor pemicu. Faktor mekanis tergantung pada kondisi lapang dimana bencana sedimen terjadi, sedangkan faktor pemicu merupakan kekuatan eksternal yang mempengaruhi wilayah terjadinya bencana sedimen. Faktor mekanis dan faktor pemicu bencana sedimen terangkum dalam tabel berikut ini.

Tabel 5.2.4 Faktor-Faktor Mekanis dan Pemicu Bencana Sedimen

BENCANA SEDIMEN	FAKTOR MEKANIS	FAKTOR PEMICU
Kerusakan lereng	Geologi: akibat kekuatan batu, kerusakan karena iklim, runtuh, patahan, arah medan, kondisi lapisan permeabel, hilangnya lapisan permukaan permeabel, penyebaran lapisan. Ciri-ciri: kerusakan lereng terbesar pada lereng yang curam (30° derajat atau lebih), dan juga lereng yang membentuk ceruk dimana hujan dapat mengumpulkannya dan merubah bentuk lereng. Vegetasi: hutan yang berpengaruh untuk mencegah kerusakan permukaan.	Curah hujan: berbagai kasus kerusakan lereng terjadi di tempat yang memiliki intensitas hujan tinggi dan tanahnya lembab. Aktivitas berapi/Seismik: gempa bumi dan kegiatan gunung berapi mempengaruhi kondisi tekanan di dalam lereng, menjadikan tanah kurang stabil. Air tanah: rembesan air yang berasal dari hujan dapat menambah tekanan air dalam tanah dan mengakibatkan kerusakan lereng. Aktivitas manusia: Penghijauan kembali, merubah lereng alam dengan pemangkasan atau penambahan tanah, dll.
Aliran debris / reruntuhan	Geografis lembah sungai: lereng curam, lereng gunung yang tidak stabil, berpotensi untuk pengumpulan air permukaan, adanya air tanah atau mata air. Geografis sungai: lereng vertikal di palung sungai, cabang sungai yang menanjak ke atas dan sebidang. Tanah yang tidak stabil: ketebalan lapisan lereng bukit, ketebalan dan jumlah sedimen di dasar sungai, volume dan komposisi sedimen, sedimentasi karena runtuhnya lereng.	Hujan/ Pencairan Salju: peningkatan aliran air yang deras atau besarnya luapan. Aktivitas vulkanis/Seismik: tanah tidak stabil yang dihasilkan dalam jumlah besar karena kerusakan lereng (mekanis), runtuhnya kawah karena ledakan, luapan cairan salju, dll.
Tanah Longsor	Terjadinya tanah longsor terbesar berada pada lapisan tersier. Lapisan sedimen tersier masih muda dengan kepadatan yang rendah sehingga rapuh terhadap cuaca. Selain itu, cuaca memiliki karakteristik, pergantian terus-menerus antara musim hujan dan kemarau yang akan menghaluskan butiran atau membentuk argilasi. Selanjutnya, tanah tersusun atas batu pasir/lempung, dan smectite (montmorillonite) yang mengandung lempung yang berpotensi untuk bisa mengembang yang dapat memicu terjadinya tanah longsor.	Air akan memicu terjadinya tanah longsor. Hal tersebut terjadi pada saat air hujan merembes ke dalam tanah. Ketika air tersebut meningkatkan tekanan pori-pori air, maka akan menurunkan gaya geser air. Disamping itu, tanah longsor juga bisa dipicu oleh aktivitas manusia seperti mengambil tanah lereng di zona longsor, ataupun menggunakan lahan di wilayah yang bukan zona longsor untuk teknik sipil

Sumber: PEDOMAN PENGEMBANGAN SISTEM EVAKUASI DAN PERINGATAN BENCANA SEDIMEN DI NEGARA-NEGARA BERKEMBANG (Institut Pengembangan Infrastruktur-Jepang)

Peta Rawan untuk bencana sedimen di Kabupaten Jember diciptakan berdasarkan data dan informasi yang didapat dari organisasi-organisasi terkait Kabupaten Jember melalui diskusi antara para ahli dari Tim Studi JICA dan anggota counterpart Kabupaten Jember. Indeks yang digunakan untuk pembuatan peta rawan untuk bencana sedimen ditunjukkan di dalam Tabel 5.2.5. Indeks “Kemiringan”, “Geologi”, dan “Curah Hujan per Tahun” dijadikan sebagai indeks untuk kerawanan bencana sedimen.

Tabel 5.2.5 Indeks Untuk Pembuatan Peta Rawan Sedimen

Indeks Kerawanan	1) Kemiringan (H_{p4}) 2) Geologi (H_{p5}) 3) Curah Hujan Per Tahun (H_{p6})
------------------	--

Rumus yang digunakan untuk melakukan penaksiran terhadap kerawanan sedimen di Kabupaten Jember ditunjukkan di bawah ini:

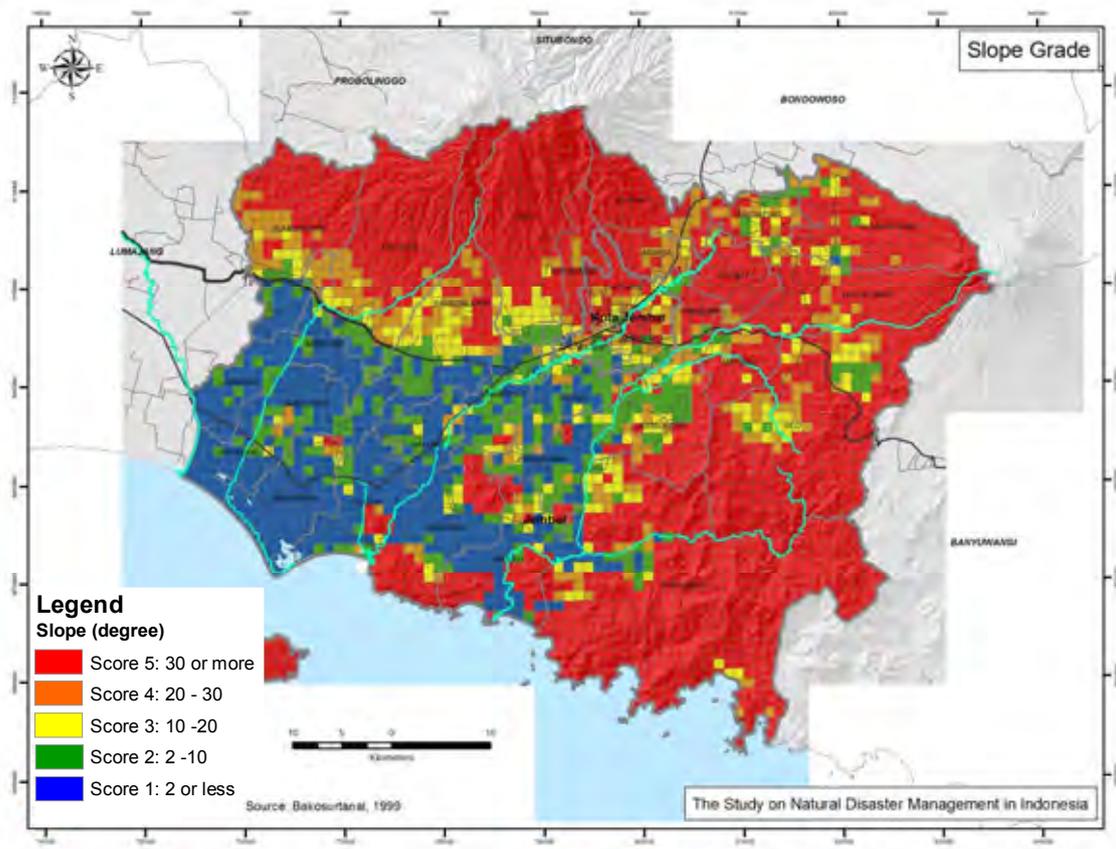
$$\text{Kerawanan} = H_{p4} + H_{p5} + H_{p6}$$

Di mana H_{p4} : Nilai indeks kemiringan, H_{p5} : Nilai indeks geologi, dan H_{p6} : Nilai indeks curah hujan per tahun.

A. Kemiringan/Lereng (H_1)

Seperti sudah disebutkan sebelumnya, berbagai kejadian bencana sedimen terkait dengan kemiringan lereng sebagai faktor mekanis. Misalnya, Kabupaten Jember dibagi menjadi jaringan 1 km, dan digunakan penghitungan kemiringan maksimum pada tiap jaringan. Secara umum, tanah longsor terjadi pada ketinggian lereng 5-30 derajat dan runtuhnya lereng terjadi pada ketinggian 30 derajat atau lebih. Peta jaringan kemiringan tanah dibuat pada skala 1/25.000 peta topografi BAKOSURTANAL. Selanjutnya, tingkat kemiringan lereng dibagi menjadi lima kategori antara 2 sampai dengan 30 derajat dan diberi skor sesuai dengan:

- | | | |
|------|-------------------------|--------------------------|
| i) | Skor 5 : 30° atau lebih | <Kerawanan Tertinggi> |
| ii) | Skor 4: 20° – 30° | <Kerawanan Lebih Tinggi> |
| iii) | Skor 3: 10° – 20° | <Kerawanan Sedang> |
| iv) | Skor 2: 2° – 10° | <Kerawanan Lebih Rendah> |
| v) | Skor 1: 2° atau kurang | <Kerawanan Terendah> |

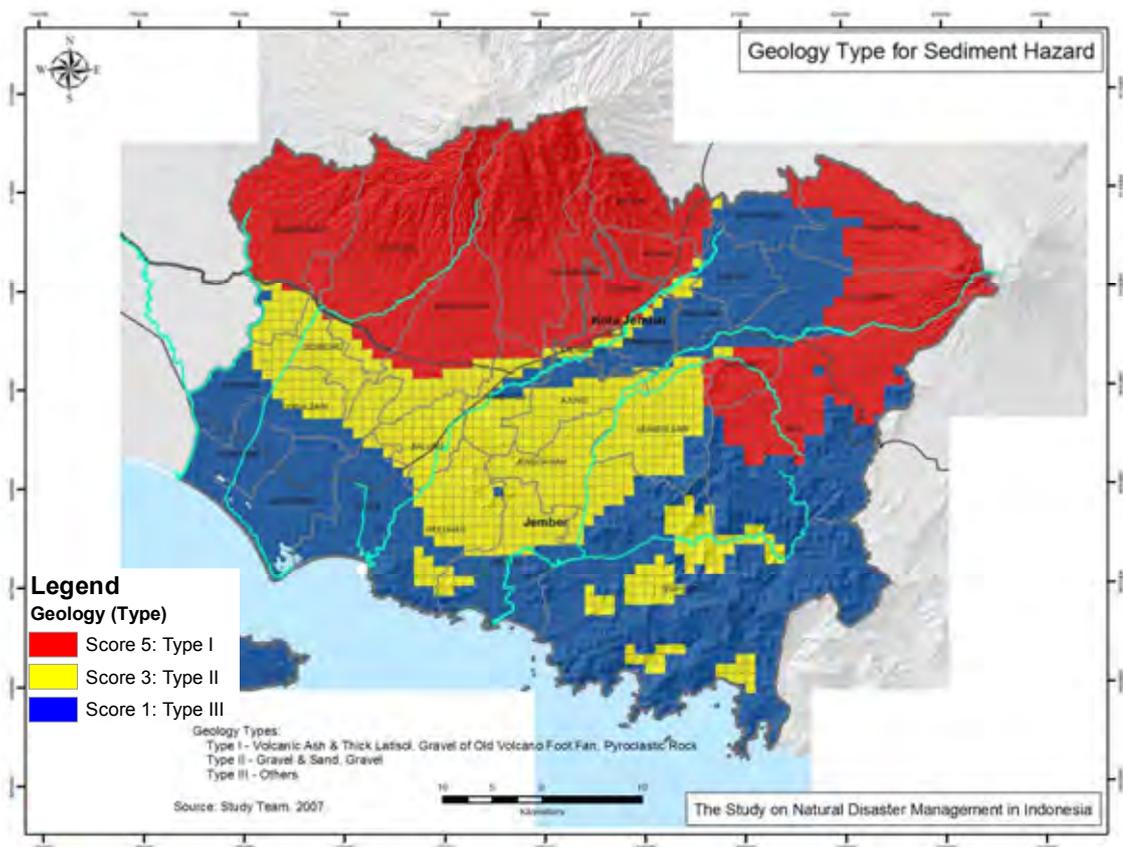


Gambar 5.2.3 Peta Indeks Kerawanan “Lereng (H_{J4})”

B. Geologi (H_{J5})

Geologi merupakan faktor yang berpengaruh nyata terhadap bencana sedimen. Dengan menggunakan analisis geologis, peta indeks kerawanan sedimen untuk geologi dibuat dengan mengelompokkan kondisi tanah yang rawan bencana. Daerah rawan akan ditunjukkan berdasarkan peta geologi di mana Abu Vulkanik dan Latosol Padat, Kerikil yang berasal dari Kaki Gunung Berapi Tua dan Batu Piroklastik, yang selanjutnya disebut sebagai hasil vulkanis, cukup dikenal dan diberi skor seperti berikut ini:

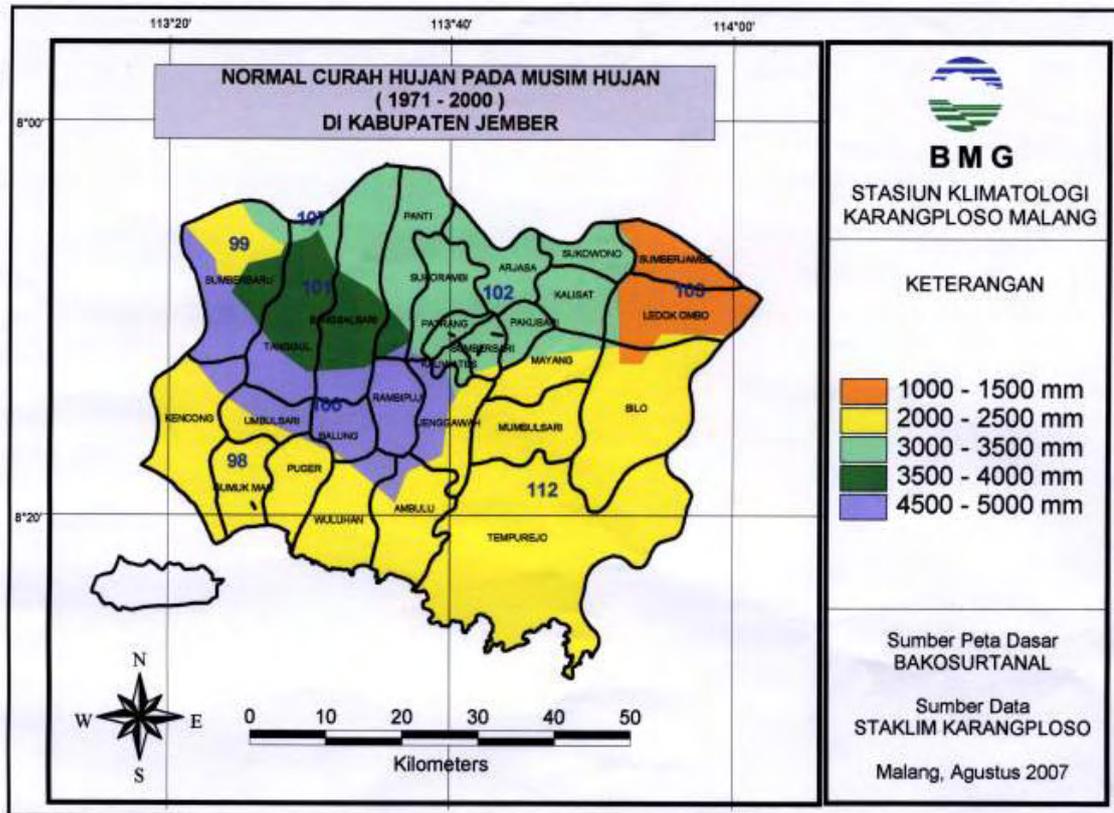
- i) Skor 5: Abu Vulkanik dan Latosol Padat, Kerikil yang berasal dari Kaki Gunung Berapi Tua, dan Batu Piroklastik <Kerawanan Tertinggi>
- ii) Skor 3: Bebatuan keras, Alluvium (kerikil dan pasir) <Kerawanan Sedang>
- iii) Skor 1: Alluvium (pasir dan lumpur, tanah reklamasi) <Kerawanan Terendah>



Gambar 5.2.4 Peta Indeks Kerawanan "Geologi (H_{J5})"

C. Curah Hujan per Tahun (H_{J6})

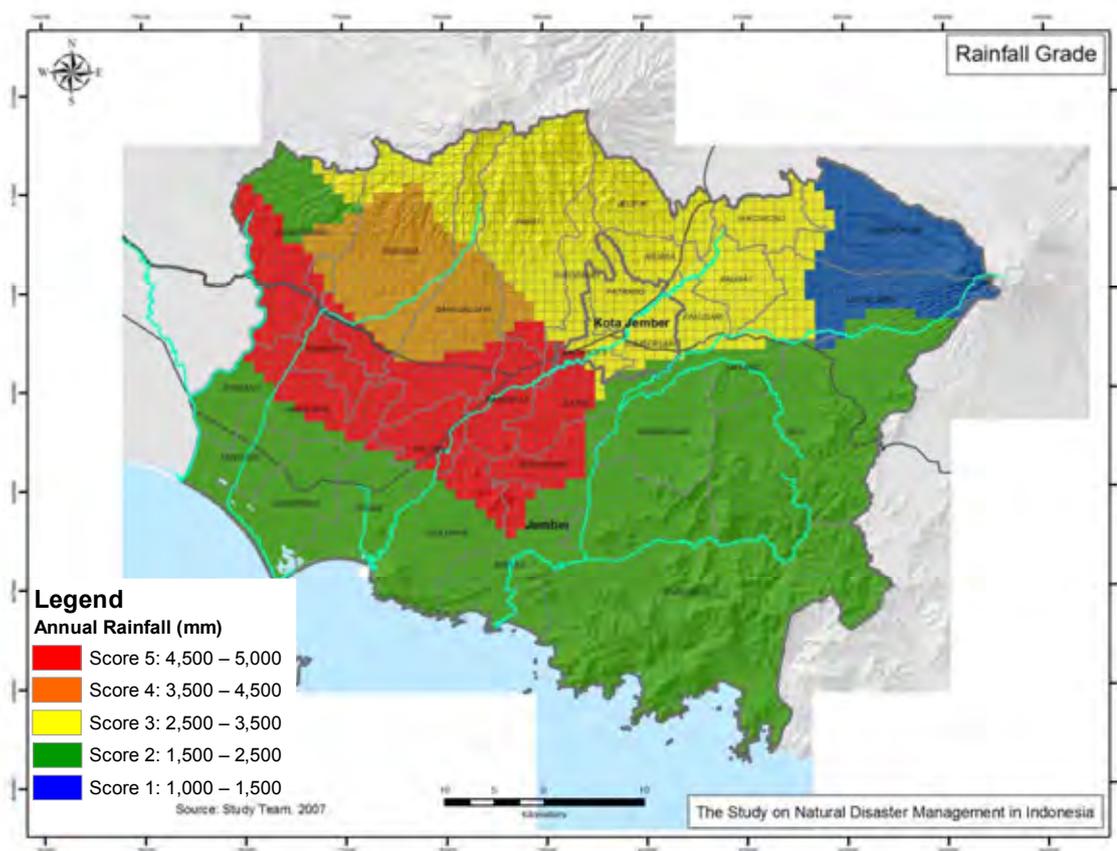
Curah hujan merupakan faktor pemicu utama dalam bencana sedimen. Curah hujan rata-rata per tahun di Kabupaten Jember digunakan sebagai indeks disini. Data yang dipakai tersebut merupakan olahan dari BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Karangploso). Peta yang diperoleh dari BMG ditunjukkan oleh Gambar 5.2.5.



Gambar 5.2.5 **Peta Penyebaran Curah Hujan Rata-Rata per Tahun**

Data yang diperoleh tersebut dirubah menjadi data unit jaringan. Data dibagi menjadi lima kategori dan di beri skor sebagai berikut:

- | | | | |
|------|--------|----------------------|--------------------------|
| i) | Skor 5 | : 4.500 – 5.000 (mm) | <Kerawanan Tertinggi> |
| ii) | Skor 4 | : 3.500 – 4.500 (mm) | <Kerawanan Lebih Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 2.500 – 3.500 (mm) | <Kerawanan Sedang> |
| iv) | Skor 2 | : 1.500 – 2.500 (mm) | <Kerawanan Lebih Rendah> |
| v) | Skor 1 | : 1.000 – 1.500 (mm) | <Kerawanan Terendah> |



Gambar 5.2.6 Curah Hujan per Tahun (H_{J6})

2) Peta Rawan Sedimen di Kabupaten Jember

Peta rawan bencana sedimen merupakan hasil lereng (H_{J4}), Geologi (H_{J5}) dan curah hujan per tahun (H_{J6}).

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2.7, skor untuk penaksiran kerawanan terbagi menjadi lima kelas. Resiko tertinggi berwarna merah, yang diikuti oleh warna oranye. Warna kuning, hijau dan biru menngindikasikan resiko yang rendah. Menurut gambar ini, kerawanan muncul di wilayah yang diliputi oleh bahan-bahan vulkanis di lereng sebelah selatan Agopuro, atau wilayah pegunungan yang terdiri dari lapisan tersier dari lereng sebelah barat dan tenggara Gunung Raung.

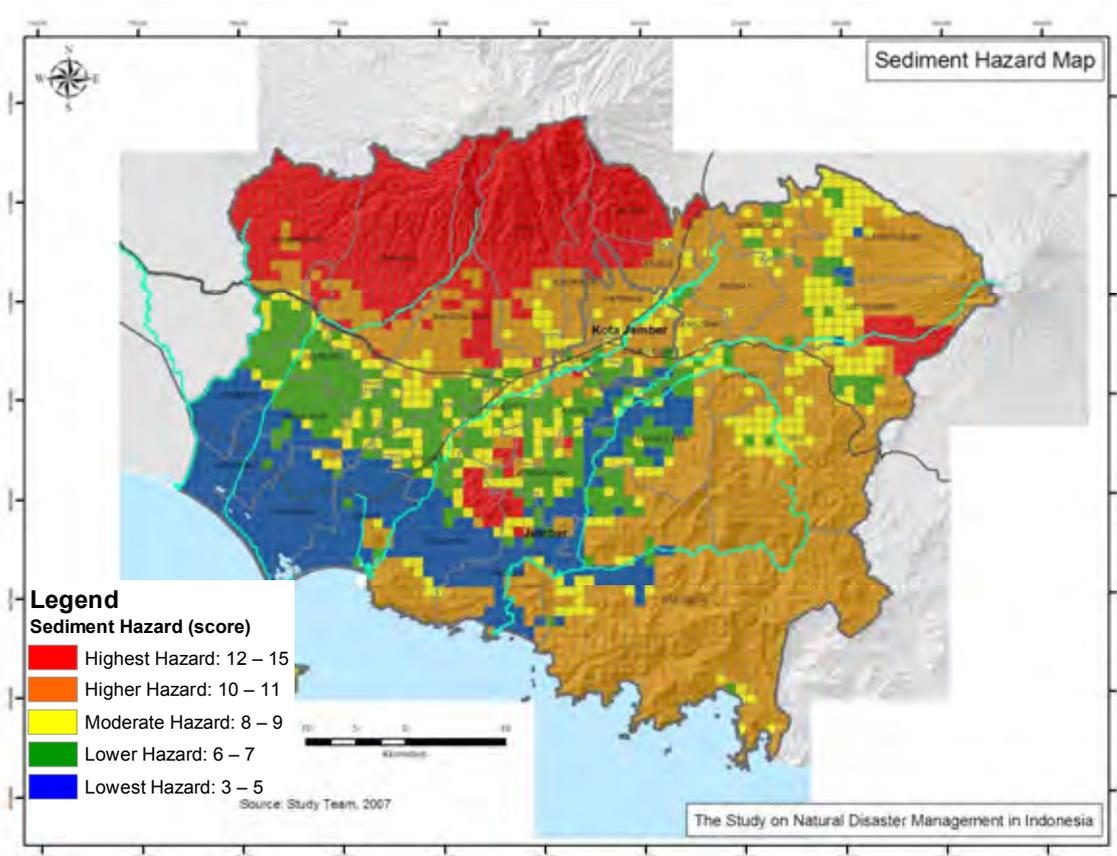
Kerawanan cukup besar berada di wilayah lereng selatan Gunung Argopuro (Kec. Sumberbaru, Kec. Tanggul) yang diliputi oleh bahan-bahan vulkanik. Selanjutnya, wilayah pegunungan yang tersebar di seluruh lereng barat dan tenggara (Kec. Bangsalsari, Kec. Panti) Gunung Raung memiliki lapisan tersier dan mempunyai kerawanan yang sama.

Dalam kondisi tertentu, kerawanan bencana tanah dan pasir sangat besar karena beberapa alasan di lembah Kali Klatakan atau Kali Putih berikut ini.

- Lereng yang curam.
- Longsor geologi yang mudah mengeluarkan bahan-bahan vulkanis.
- Altitud/Ketinggian yang tinggi di lereng selatan, dan sering hujan.
- Pemotongan lembah yang dalam dan banyaknya sedimen yang mengalir keluar.

Terutama sekali, lereng yang curam, geologi yang rapuh yang mengandung bahan-bahan vulkanis, elevasi lereng selatan yang tinggi dan hujan yang deras merupakan resiko tinggi dimana aliran sedimen cukup berat yang berasal dari celah yang cukup dalam antara DAS sungai Kali Klatakan dan DAS sungai Kali Putih.

Lebih jauh lagi, wilayah pusat Kabupaten Jember sedikit ke selatan merupakan wilayah rawan dimana teras terbentuk dari lava dan bahan piroklastik pada saat Gunung Raung meletus. Permukaan tanah 300 m pada titik tertingginya, dan bersamaan dengan hujan deras juga merupakan kerawanan yang cukup tinggi.



Gambar 5.2.7 **Peta Kerawanan Bencana Sedimen di Kabupaten Jember**

5.2.3 Peta Resiko Sedimen di Kabupaten Jember

1) Dasar Pembuatan Peta Resiko Bencana Sedimen

Peta resiko dibuat dari beberapa faktor yang ada pada kerentanan pencegahan bencana di peta rawan, yang dipertimbangkan dari aspek fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan.

Menurut “Hidup dengan Resiko” (UN/ISDR, 2004), kerentanan didefinisikan sebagai “kondisi yang ditentukan oleh faktor atau proses fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan yang meningkatkan kerapuhan komunitas terhadap dampak kerawanan”.

Indeks kerentanan ditunjukkan pada Tabel 5.2.6. Rincian indeks kerawanan untuk “Kepadatan Populasi (V_{P1})”, “Area Terbangun (V_{P2})”, dan “Jalan/Rel di Area Curam (V_{P4})” dijelaskan di bagian 1.6.4, Bab 1, Jilid 3: Laporan Penunjang.

Tabel 5.2.6 Indeks Kerentanan yang Digunakan untuk Bencana Sedimen

Indeks Kerentanan	1) Kepadatan Populasi (V_{J1}) 2) Area Terbangun (V_{J2}) 3) Penutupan Lahan (V_{J4})
-------------------	---

Rumus yang digunakan untuk penaksiran risiko di Kabupaten Padang Pariaman adalah seperti berikut.

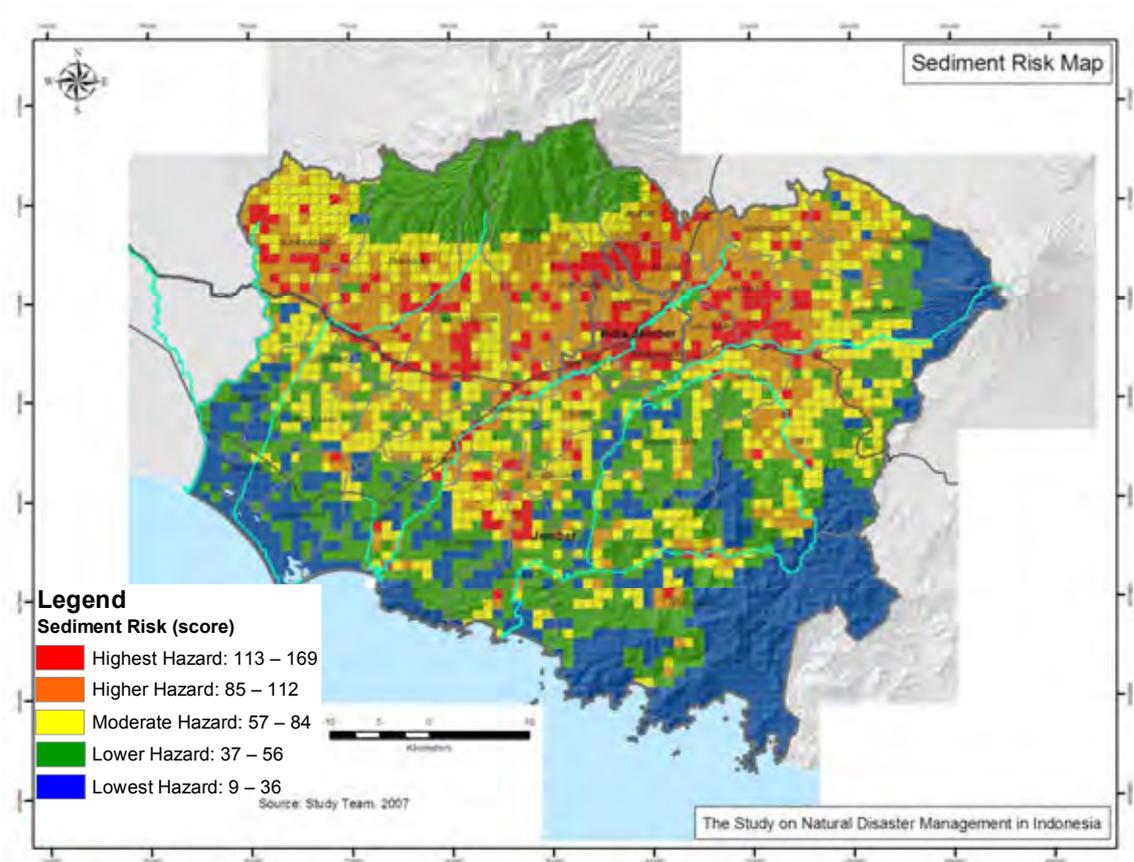
$$\text{Risiko} = \text{Kerawanan} \times \text{Kerentanan}$$

$$\text{Risiko} = (H_{J4} + H_{J5} + H_{J6}) \times (V_{J1} + V_{J2} + V_{J4}) \quad (\text{Sama dengan 5.1})$$

- 2) Di mana H_{J4} : Nilai indeks kemiringan, H_{J5} : nilai indeks geologi, H_{J6} : nilai indeks curah hujan per tahun, V_{J1} : nilai indeks kepadatan populasi, V_{J2} : nilai indeks area terbangun dan V_{J4} : nilai indeks **penutupan lahan**.

2) Pembuatan Peta Risiko Bencana di Kabupaten Jember

Gambar 5.2.8 menunjukkan peta risiko sedimen untuk Kabupaten Jember. Pada dasarnya, wilayah dengan populasi dan bangunan yang padat dianggap sebagai wilayah yang memiliki risiko lebih tinggi terhadap bencana sedimen. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar, nilai untuk kerawanan sedimen terbagi atas 5 kelas yang menjelaskan klasifikasi kerawanan. Di daerah utara, dengan cakupan wilayah pusat kota hingga wilayah pegunungan di utara, jaringan risiko cenderung menunjukkan tingkat risiko sedimen yang tinggi atau tertinggi. Sebagian besar wilayah pusat kota termasuk Kec. Kaliwates, Kec. Sumbersari, dan Kec. Patrang yang memiliki risiko tertinggi. Di wilayah tersebut, ada beberapa lereng curam di wilayah pemukiman yang dapat menyebabkan bencana sedimen. Di wilayah pegunungan bagian barat daya termasuk Kec. Panti dan Kec. Rambipuji terkena banjir bandang besar dari 31 Desember '05 hingga 2 Januari '06, sebagian besar wilayah tertutup hasil vulkanik yang membuat tanah menjadi rapuh dan dapat menyebabkan bencana sedimen yang serius bagi wilayah-wilayah padat penduduk dan daerah pertanian.



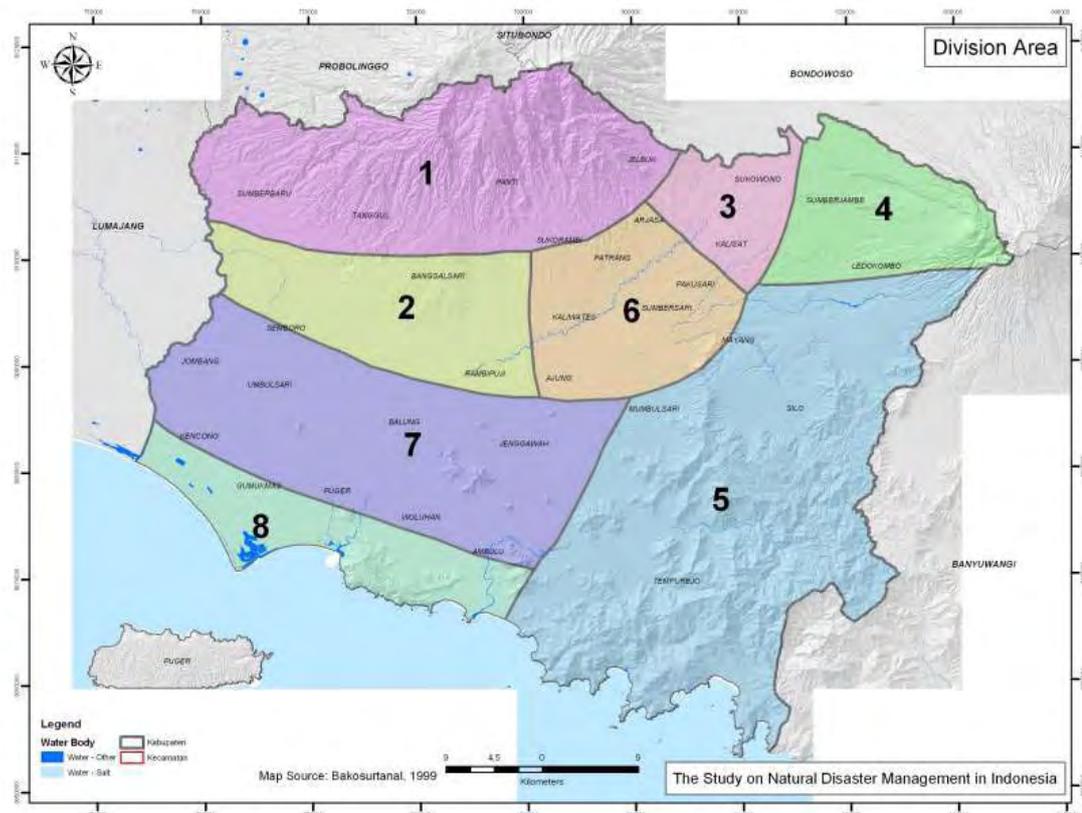
Gambar 5.2.8 Peta Risiko Bencana Sedimen

3) Karakteristik bencana sedimen dan banjir

Kabupaten Jember terbagi menjadi 8 wilayah berdasarkan hasil analisis (seperti geologi, klasifikasi tanah) dan juga peninjauan. Hasil tersebut diperoleh berdasarkan hasil diskusi dengan anggota SATLAK dalam workshop yang diselenggarakan pada tanggal 1 Februari 2008.

Tabel 5.2.7 Karakteristik Masing-Masing Wilayah Bencana Sedimen

Wilayah (klasifikasi)		Karakteristik Wilayah dan kecenderungan bencana sedimen (karakteristik dan kecenderungan terjadinya bencana sedimen)
1	Wilayah Pegunungan Barat Laut	Wilayah ini banyak dipenuhi oleh bahan-bahan vulkanik, dan ciri-ciri geografis lerengnya juga curam, dan secara komparatif sering terjadi kerusakan dan longsor. Hutannya masih lebat dan beberapa diantaranya merupakan perkebunan. Meskipun merupakan wilayah pegunungan, namun wilayah ini padat penduduk di sebelah barat laut dan kaki gunung sebelah timur laut, serta aktivitas perekonomiannya pun banyak. Wilayah ini merupakan daerah dimana bencana sedimen dihasilkan.
2	Wilayah Piedmont Barat Laut	Wilayah ini juga banyak dipenuhi oleh bahan-bahan vulkanik seperti pada wilayah pegunungan barat laut, dan kerusakan serta longsor saluran sungai sering terjadi. Terlebih lagi, wilayah ini padat penduduk dan merupakan wilayah yang sangat berbahaya untuk bencana sedimen di Kabupaten Jember.
3	Wilayah Piedmont Timur Laut	Wilayah ini terdiri dari bahan-batu-batuan yang secara komparatif kuat terhadap korosi dan lain sebagainya dan juga bahan-bahan vulkanik, serta ciri-ciri geografis kemiringannya yang tidak terlalu curam, begitupun dengan bahaya akan bencana sedimennya tidak terlalu tinggi.
4	Wilayah Pegunungan Timur Laut	Wilayah ini dipenuhi oleh batu pyroclastik yang merupakan hasil vulkanis, dan hutannya juga masih lebat. Akan tetapi, penebangan hutan meningkat dalam beberapa tahun terakhir serta kerusakan maupun longsor pun meningkat. Banyak terdapat sedimen yang mengalir di sungai, serta bahaya bencana sedimen di sekitar aliran sungai pun juga meningkat.
5	Wilayah Pegunungan Tenggara	Wilayah ini merupakan wilayah berbahan vulkanik dengan batuan tersier, dan terdapat sedikit kerusakan maupun longsor. Banyak pepohonan dan perkebunan yang juga mulai dikembangkan lagi. Frekuensi bencana sedimen yang dihasilkan rendah.
6	Wilayah Pusat Pemukiman	Wilayah ini merupakan wilayah pusat Kabupaten Jember, dan merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi. Meskipun bagian disini memiliki ciri-ciri geografis kemiringan yang lumayan, namun ada pula kemiringan yang curam pada beberapa wilayah dan kerusakan akibat runtuhnya sedimen kadang-kadang juga terjadi.
7	Lahan datar di wilayah Barat Daya	Wilayah ini dipenuhi oleh endapan alluvial, kemiringan geografisnya datar dan lahan sawah padi banyak dikembangkan. Bencana sedimen sulit untuk terjadi di wilayah ini.
8	Wilayah pesisir dan muara di Barat Daya	Hampir seluruh wilayah ini dipenuhi oleh endapan alluvial, kemiringan geografisnya juga rendah dan hampir-hampir tidak memiliki resiko bahaya terjadinya bencana sedimen.



Sumber: Gambar ini dibuat berdasarkan hasil diskusi antara anggota tim JICA dengan anggota-anggota organisasi terkait di SATLAK selama workshop pada tanggal 1 Februari 2008.

Gambar 5.2.9 Klasifikasi Karakteristik Bencana Sedimen pada Delapan Wilayah (lihat Tabel 5.2.5)

5.2.4 Kemungkinan Penanggulangan terhadap Bencana Sedimen di Kabupaten Jember

1) Penanggulangan Bencana Sedimen

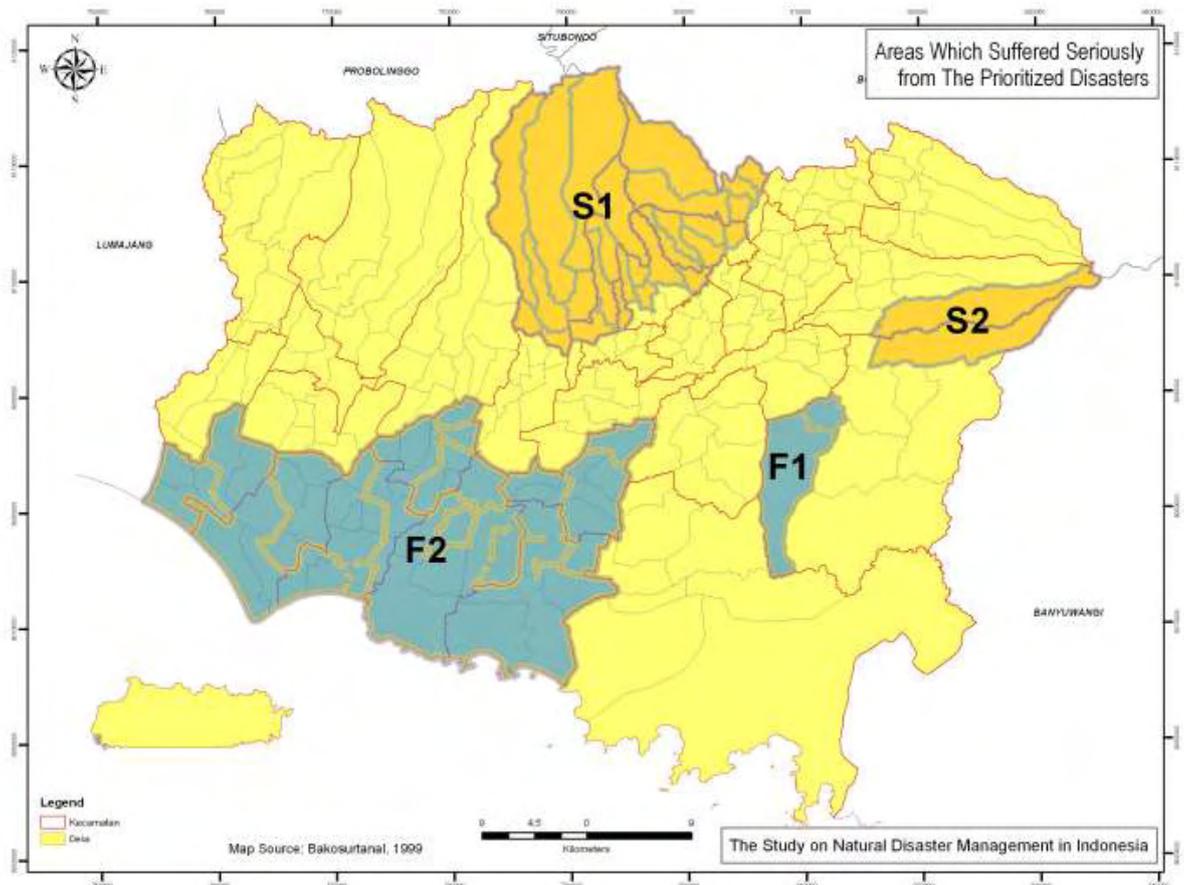
- (1) Untuk membuat penanggulangan secara struktural, diadakan wilayah prioritas untuk penerapan penanggulangan didalamnya
- (2) Kabupaten Jember terpilih, kemudian dibuat rekomendasi penanggulangan struktural berdasarkan kondisi wilayah tersebut.

Pertama, selain pemilihan wilayah dilakukan terhadap yang pernah mengalami kerusakan sebelumnya menurut catatan terdahulu, wilayah prioritas juga ditentukan pada saat diskusi bersama anggota SATLAK, pendamping dan tim kajian JICA.

A. Pemilihan Wilayah Prioritas yang membutuhkan Penanganan

Kedua wilayah prioritas berikut ini dipilih untuk ditanggulangi. Wilayah tersebut ditunjukkan oleh S1 dan S2 pada Gambar 5.2.13.

- (1)Kec.Panti, Kec.Sukorambi, Kec.Arjasa, Kec.Jelbuk, Kec. Patrang dan Kec.Kaliwates
- (2) Kec.Ledokombo dan Kec.Silo



Gambar 5.2.10 Wilayah Prioritas Penanggulangan Bencana Sedimen (S1,S2)

B. Gambaran Wilayah Prioritas

Gambaran mengenai wilayah prioritas S1 dan S2 ditunjukkan berikut ini pada Tabel 5.2.8 dan Tabel 5.2.9.

Tabel 5.2.8 Profil Wilayah S1

Kecamatan & Desa Terkait	<u>Kecamatan Panti</u> Kemiri, Suci, Pakis, Serut, Panti, Glagahwero, Kemuning Lor <u>Kecamatan Sukorambi</u> Klungkung, Karangpring, Sukorambi, Dukuhmencek <u>Kecamatan Arjasa</u> Kemuning Lor, Darsono, Kamal, Arjasa, Candijati <u>Kecamatan Jelbuk</u> Sucopangepok, Panduman, Suger Kidul, Sukojember, Jelbuk <u>Kecamatan Patrang</u> Bintoro, Jumerto, Banjarsengon, Slawu, Baratan <u>Kecamatan Kaliwates</u> Kebongung		
Jumlah Penduduk	175,448	Wilayah	230.81 km ²
Kepadatan Penduduk	760.1 jiwa/km ²		
Penggunaan Lahan	Penggunaan lahan yang utama adalah sebagai daerah hutan dan juga perkebunan serta persawahan padi.		
Aliran sungai yang melewati wilayah tersebut	Sungai Bedadung dan anak sungai hulu seperti sungai Dinoyo, Kali Putih, Sungai Arjasa, Sungai Kemiri dan Sungai Klungkung		
Karakteristik Bencana Sedimen	Wilayah S1 terletak di lereng tenggara pegunungan Argopuro. Wilayah S1 ini banyak dipenuhi oleh bahan-bahan vulkanik dan dibelah oleh beberapa lembah sehingga seseorang dapat melihat reruntuhan lereng dan lembah yang dalam dengan mudah. Di bagian pegunungan utara wilayah S1, tanahnya mudah longsor apabila dilihat dari segi geologinya. Kemudian, dihasilkan sedimen dalam jumlah yang sangat besar yang dapat menambah terjadinya aliran reruntuhan/debris pada saat hujan lebat. Bencana sedimen besar tak terduga terjadi di wilayah ini karena hujan deras sejak 29 Desember '06 sampai dengan 1 Januari '07. Di daerah hulu sungai Dinoyo dan Kali Putih, hujan lebat, yang lebih dari 200mm/hari secara berturut-turut, mendorong runtuhnya lereng dan aliran reruntuhan/debris (Banjir Bandang). Proses fisik tersebut mengakibatkan kerusakan bencana yang tak terduga di daerah tersebut maupun di daerah hilir. Perlu disampaikan bahwa penebangan hutan secara liar di pegunungan atas merupakan penyebab jumlah tumpukan sedimen yang sangat besar.		

Tabel 5.2.9 Profil Wilayah S2

Kecamatan & Desa terkait	<u>Kecamatan Ledokombo</u> Sumbersalak	<u>Kecamatan Silo</u> Sumberjati
Jumlah Penduduk	16,422	Wilayah
Kepadatan Penduduk	148.3 jiwa/km ²	
Penggunaan Lahan	Penggunaan lahan yang utama adalah untuk wilayah hutan dan perkebunan serta persawahan padi.	
Aliran sungai yang melewati wilayah tersebut	Kali Mayang dan anak sungai Kali Mayang di hulu	
Karakteristik Bencana Sedimen	<p>Lokasi wilayah S2 berada di lereng sebelah barat Gunung Raung. Wilayah S2 dipenuhi oleh bahan-bahan vulkanik dan dari segi geologisnya tanahnya mudah longsor. Kemudian, dihasilkan sedimen dalam jumlah besar yang akan menambah jumlah aliran reruntuhan/debris pada saat hujan deras. Perlu disampaikan bahwa penebangan hutan secara liar dan juga aktivitas perkebunan di wilayah tersebut merupakan salah satu penyebab banyaknya jumlah tumpukan sedimen pada beberapa tahun terakhir. Tumpukan sedimen sebanyak kotoran sungai yang mempercepat erosi di hulu dan tepi sungai Kali Mayang beserta anak sungainya.</p> <p>Dinyatakan bahwa frekuensi bencana sedimen dalam skala kecil telah meningkat sejak tahun 1998, sejak dilakukannya penebangan hutan secara liar dan pengembangan perkebunan dibuka di wilayah tersebut.</p>	

C. Kemungkinan Penanggulangan

Penanggulangan bencana sedimen wilayah S1 dan S2 adalah sebagai berikut.

Tabel 5.2.10 Kemungkinan Penanggulangan untuk Wilayah S1 dan S2

	Penanggulangan Non-struktural	Penanggulangan Struktural
Wilayah S1	<ul style="list-style-type: none"> • Penghijauan kembali • Pembatasan penggunaan lahan • Sistem peringatan dini untuk evakuasi yang cepat dan tepat • Kegiatan masyarakat komunitas • Rute dan tempat evakuasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanggul penghadang • Dinding penahan • Perlindungan Lereng
Wilayah S2	<ul style="list-style-type: none"> • Penghijauan kembali • Pembatasan penggunaan lahan • Sistem peringatan dini untuk evakuasi yang cepat dan tepat • Kegiatan masyarakat komunitas • Rute dan tempat evakuasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Groundsel • Tanggul • Pembuatan tembok • Penghijauan kembali di lereng bukit

Secara umum, persiapan penanggulangan struktural apabila dibandingkan dengan penanggulangan non struktural adalah dalam hal membutuhkan waktu yang sangat lama, modal besar dan juga sumber daya dalam jumlah besar sehingga lebih diprioritaskan kepada penanggulangan secara non struktural, sehingga kebijakan dalam hal ini adalah untuk mendata rekomendasi penanggulangan struktural secara minimal saja.

a) Penanggulangan Wilayah S1

Penanggulangan Non-Struktural

➤ Penghijauan Kembali

Perlu disampaikan bahwa penebangan hutan secara liar di wilayah pegunungan bagian atas merupakan salah satu penyebab banyaknya jumlah sedimen yang menumpuk. Oleh karenanya, penekanan peraturan mengenai penebangan liar (*illegal logging*) sangat diperlukan. Selain itu, kegiatan penghijauan kembali juga perlu dilakukan secara intensif di wilayah yang sudah gundul. Dari sudut pandang rentang waktu yang cukup lama, perlu diterapkan adanya pengelolaan hutan secara tepat. Lebih jauh lagi, perlu diteliti mekanisme hubungan sebab akibat antara penebangan liar dengan bencana dari sudut pandang pengurangan bencana secara efektif.

➤ Pembatasan Penggunaan Lahan

Sangat penting sekali menerapkan kebijakan pembatasan penggunaan lahan untuk mencegah pembukaan pemukiman di wilayah yang penuh resiko tinggi terjadinya bencana sedimen. Untuk melakukannya, kajian mengenai bagian wilayah yang beresiko tinggi terhadap bencana sedimen yang akurat perlu dilakukan dan melarang pembangunan rumah pada daerah tersebut dengan menyediakan daftar tempat yang kurang sesuai untuk ditinggali. Selain itu, karena sejumlah rumah tangga petani menanam tanaman yang dapat mengakibatkan peningkatan longsoran sedimen, maka perlu dibuat peraturan mengenai alih tanaman menjadi tanaman yang dapat mengurangi terjadinya longsoran sedimen sebanyak mungkin.

➤ Sistem peringatan dini untuk evakuasi yang lebih cepat dan tepat

Guna mengurangi penderitaan penduduk akibat bencana sedimen, diperlukan persiapan pemasangan sistem peringatan dini yang dapat memfasilitasi evakuasi secara cepat dan tepat. Untuk melakukannya, penguatan sistem peringatan dini yang sudah ada (misalnya jaringan handphone tersistematis, peringatan tradisional dengan menggunakan “kentongan (bambu atau bel kayu)”, sistem radio untuk pencegahan bencana, dll) pada tingkat komunitas “desa” atau “dusun” perlu diterapkan terlebih dahulu. Berdasarkan sudut pandang tersebut, peninjauan kembali sistem peringatan dini yang ada ini diperlukan jika dilihat dari perspektif untuk memperkuat sistem saat ini.

Untuk mendapatkan sistem peringatan dini yang lebih akurat, perlu mengklarifikasi jumlah curah hujan atau intensitasnya yang akan dapat memicu terjadinya bencana sedimen. Maka, memang sangat penting untuk mengumpulkan, menyimpan dan mengakumulasi data curah hujan serta informasi kerusakan bencana.

Lebih jauh lagi, peralatan mekanis seperti sistem pengukur hujan telemeter, sensor kawat aliran reruntuhan/debris dan juga kamera pengawas diharapkan dapat diterapkan di masa mendatang, pada saat sudah ada anggaran yang cukup untuk menyediakan perlengkapan tersebut.

➤ Kegiatan masyarakat komunitas

Diperlukan sekali penanggulangan tingkat komunitas yang tepat dan akurat di daerah sebelum terjadinya bencana sedimen. Seperti sudah disebutkan pada paragraf sebelumnya, penguatan sistem peringatan dini yang ada (misalnya jaringan handphone tersistematis, peringatan tradisional dengan menggunakan “kentongan (bambu atau bel kayu)”, sistem radio untuk pencegahan bencana, dll) pada tingkat komunitas “desa” atau “dusun” perlu diterapkan terlebih dahulu. Hal tersebut juga cukup efektif untuk diterapkan pada latihan lapang evakuasi dan juga membuat peta bencana komunitas untuk meningkatkan kesadaran penduduk mengenai kesiapsiagaan bencana pada tingkat komunitas.

➤ Rute dan Tempat Evakuasi

Fasilitas umum (misalnya masjid, balai desa, kantor dusun, sekolah-sekolah, dll) dapat digunakan sebagai tempat evakuasi pada saat darurat selama terjadinya bencana. Lokasi fasilitas umum tersebut sebaiknya berada jauh dari wilayah rawan bencana sedimen. Selanjutnya, perlu juga memperbaiki rute evakuasi sehingga dapat dilakukan evakuasi secara tepat. Apabila fasilitas umum (misalnya masjid, balai desa, kantor dusun, sekolah-sekolah, dll) tidak cukup menampung jumlah pengungsi yang sangat banyak, pembuatan fasilitas evakuasi yang baru juga perlu diperiksa.

Penanggulangan Struktural

➤ Tanggul penghadang

Secara umum, tanggul penghadang dibangun disepanjang tepi sungai untuk melindungi wilayah pemukiman dan fasilitas pengaliran untuk irigasi yang juga dimaksudkan untuk mencegah air menabrak depannya. Pembangunan tanggul longitudinal merupakan salah satu penanggulangan yang mungkin dilakukan di wilayah S1. Perpanjangan yang dilakukan di sepanjang tepi sungai kurang lebih 30 sampai 50 meter, dengan ketinggian 5-10 meter. Perlu dicatat bahwa perlu memeriksa lebih detail/rinci lagi dari sudut pandang pola hidro-dinamisnya (misalnya tempat konstruksi, proses konstruksi, dll).

- **Dinding Penahan**
Secara umum, dinding penahan merupakan penanggulangan struktural yang diperuntukkan bagi wilayah dengan kemiringan curam. Konstruksi dinding penahan ini bertujuan untuk mencegah turunnya bebatuan dari lereng dan mencegah kerusakan akibat bencana sedimen. Pada dasarnya, penanganan ini bertujuan untuk melindungi beberapa rumah.

- **Perlindungan Lereng**
Perlindungan lereng secara umum dibangun sebagai penanggulangan struktural di wilayah rawan terjadinya longsoran lereng. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki lereng sehingga longsornya lereng dapat dicegah untuk melindungi wilayah pemukiman di dekat wilayah lereng. Jenis perlindungan lereng dilakukan dengan penghijauan kembali atau penanaman kembali. Perlu dicatat bahwa penting sekali memeriksa lebih rinci dari sudut pandang pola (misalnya pemilihan tempat, proses konstruksi, ukurannya, dll). Untuk wilayah yang mungkin mengalami longsoran lereng yang luasnya melampaui 1 ha, lebih diprioritaskan untuk sistem peringatan dini dan pemindahan penduduk dari lingkungan yang beresiko tinggi tersebut.

b) Penanggulangan Wilayah S2

Penanggulangan Non-struktural

- **Penghijauan hutan kembali**
Dinyatakan bahwa frekuensi bencana sedimen skala kecil meningkat sejak tahun 1998, pada saat mulai dilakukan penebangan hutan secara liar dan pengembangan perkebunan di wilayah tersebut. Sebagai konsekuensinya, diperlukan peraturan yang ketat untuk membatasi penebangan liar. Selain itu, perlu juga untuk lebih mengintensifkan kegiatan penghijauan kembali untuk wilayah yang terkena penebangan liar. Dalam jangka panjang, sangat dibutuhkan penerapan pengelolaan hutan secara tepat. Dan lebih jauh lagi, perlu dilakukan pemeriksaan dari sudut pandang pengurangan bencana secara efektif mengenai mekanisme hubungan sebab akibat antara penebangan liar dengan terjadinya bencana.

- **Sistem peringatan dini untuk evakuasi yang lebih cepat dan tepat**
Pada dasarnya, penanggulangan yang sama dengan wilayah S1 ini penting. Maka, masih belum diperlukan sensor kawat untuk aliran reruntuhan/debris ataupun pemasangan kamera pengawas pada tahap sekarang ini.

- **Pembatasan penggunaan lahan, kegiatan masyarakat komunitas serta rute dan tempat evakuasi**
Penanggulangan yang sama dengan wilayah S1 ini sangat penting.

Penanggulangan Struktural

➤ Tanggul

Tanggul dibangun di sepanjang tepi sungai. Di wilayah S2 yang lokasinya berada disepanjang tepi sungai dan beresiko tinggi terkena aliran debris/reruntuhan perlu dilindungi dengan tanggul dengan pertimbangan bahwa peningkatan jumlah kotoran sungai sama dengan tumpukan sedimen. Ukuran yang bisa digunakan untuk pembangunan tanggul ini hampir 100-200 m secara membujur. Perlu diperiksa lebih detil mengenai polanya (misalnya pemilihan tempat, proses konstruksi, besarnya, dll).

➤ Groundsel

Groundsel sebaiknya dibangun di sepanjang aliran deras di wilayah hulu di pegunungan. Tujuannya adalah untuk mencegah penumpukan sedimen dan memperbaiki dasar sungai. Ukuran yang memungkinkan adalah lebarnya 5m sampai dengan 10 m, dan sebaiknya tidak menggunakan beton, tetapi lebih baik gabion, dll.

➤ Revetment (Pelindung dari Ledakan)

Revetment (Pelindung dari Ledakan) sebaiknya dibangun disepanjang sungai di daerah hulu untuk mencegah erosi tepian sungai di pegunungan, pemasangan ini bertujuan untuk pemeliharaan lahan pertanian di wilayah pemukiman, dengan panjang 10m sampai 20 m dan tingginya 3m sampai 5 m.

➤ Penghijauan di lereng bukit

Penghijauan di lereng bukit bertujuan untuk memelihara daerah pegunungan yang rusak seperti mencegah terjadinya reruntuhan, dan memelihara sumber air. Pemeriksaan lebih mendalam perlu dilakukan dari segi polanya (misalnya pemilihan tempat, proses konstruksi, luasnya, dll).

5.2.5 Aktivitas Peningkatan Kapasitas

1) Aktivitas Peningkatan Kapasitas bagi Pendamping

Seluruh delapan workshop diselenggarakan di Jember selama pelaksanaan proyek yang bertujuan untuk pengembangan kapasitas pendamping secara profesional. Ringkasannya disajikan pada Tabel 5.2.11.

Tabel 5.2.11 Ikhtisar Workshop

No.	Tanggal	Tempat	Peserta	Hasil
1	7-9-2007	Kantor Jica	23	Kondisi saat ini dan penanggulangan bencana sedimen di Jepang. Banyak peserta yang menghadiri pertemuan pertama dan juga banyak pertanyaan yang diajukan. Selanjutnya, menurut hasil kuesioner, muatannya dapat dimengerti sepenuhnya.
2	20-9-2007	Kantor Jica	13	Uraian pembuatan peta rawan dan peta resiko dengan menggunakan GIS, curah hujan standar untuk peringatan dan evakuasi, dll.
3	28-1-2008	Kantor Jica	8	Diskusi mengenai metode pembuatan dan kevalidan peta rawan dan peta resiko.
4	1-2-2008	Kantor Jica	9	Pemahaman karakteristik bencana di daerah dan diskusi mengenai penanggulangannya.
5	5-2-2008	Kantor Jica	8	Pemilihan wilayah prioritas untuk membangun struktur penanggulangan bencana dan diskusi mengenai kemungkinan-kemungkinan strukturnya.
6	12-2-2008	Field	8	Metode untuk melaksanakan survey dan mengimplementasikan survey lapang bencana sedimen.
7	14-2-2008	Kantor Jica	7	Diskusi penanggulangan bencana sedimen di wilayah prioritas.
8	20-2-2008	Kantor Jica	6	Diskusi akhir penanggulangan bencana dan pandangan umum mengenai workshop terdahulu. Komentar dari seluruh para pendamping.

A. Workshop pada tanggal 7 September 2007

Banyak peserta termasuk juga para pendamping yang menghadiri acara workshop yang pertama ini. Presentasi yang ditampilkan adalah mengenai seringnya bencana sedimen di Jepang, yang terletak di zona vulkanik, serta perbandingan dan juga persamaannya dengan bencana sedimen yang terjadi di Indonesia, yang dapat mendorong munculnya berbagai pertanyaan. Akan tetapi, tanpa adanya ahli pencegahan bencana, jawaban yang diberikan terbatas pada pengetahuan mengenai penyebab kerusakan dan penanggulangannya.



Gambar 5.2.11 Suasana Workshop yang Pertama

B. Workshop pada tanggal 20 September 2007

Konsep peta rawan dan peta resiko ditampilkan berikut penjelasan metode kongkretnya serta penggunaan GIS untuk menghasilkan gambar tersebut. Penjelasan mengenai pentingnya dokumen-dokumen yang mendukung pembuatan peta tersebut juga diberikan, begitu juga dengan cara memperkirakan tingkat curah hujan untuk keperluan evakuasi berdasarkan catatan yang telah dikumpulkan sebelumnya. Akan tetapi, tingkat pemahaman para peserta masih belum memuaskan.



Gambar 5.2.12 Suasana pada Workshop Kedua

C. Workshop pada tanggal 28 Januari 2008

Dengan menggunakan peta rawan dan peta resiko yang lengkap, dan juga mengecek seluruh arsip wilayah-wilayah yang pernah terkena bencana, pemilihan wilayah prioritas penanggulangan bencana didiskusikan disini. Para peserta mendapat tambahan pengetahuan mengenai kondisi tempat tersebut, dan dapat menyatakan wilayah yang beresiko tinggi atau rawan melalui referensi peta rawan bencana yang sudah lengkap dan juga catatan terdahulu.



Gambar 5.2.13 Suasana pada Workshop Ketiga

D. Workshop pada tanggal 1 Februari 2008

Karakteristik bencana pada masing-masing wilayah disiskusikan berdasarkan hasil survey dan juga peta rawan maupun peta resiko. Para peserta menunjukkan pengetahuan mereka yang terbatas mengenai konstruksi penanggulangan, sehingga studi kasus di Jepang di gambarkan bersamaan dengan struktur yang sudah ada di Indonesia.



Gambar 5.2.14 Suasana Workshop Keempat

E. Workshop pada tanggal 5 Februari 2008

Wilayah prioritas yang akan dibangun struktur penanggulangan bencana ini dipilih dan kemungkinan strukturnya juga didiskusikan. Pemilihan wilayah prioritas berakhir dengan kesepakatan sederhana diantara para peserta, namun keputusan mengenai konstruksi/pembangunan sangat sulit tercapai karena kurangnya pengetahuan mengenai wilayah tersebut. Pada akhirnya, memang sulit untuk mencapai kesepakatan.



Gambar 5.2.15 Suasana Workshop Kelima

F. Workshop pada tanggal 12 Februari 2008

Survey secara efektif dilakukan pada lokasi bencana dan diselenggarakan program pelatihan mengenai bagaimana mengelola pencatatan tempat-tempat bencana sedimen yang terjadi baru-baru ini. Metode survey bencana berpedoman pada Panduan Survey Bencana Sedimen (Konsep) yang dibuat pada Proyek Pengelolaan Bencana-yang terkait dengan Sedimen untuk Wilayah Gunung Berapi (Mei 2003 sampai Maret 2006)



Gambar 5.2.16 Suasana pada Workshop Keenam

G. Workshop pada tanggal 14 Februari 2008

Rekomendasi struktural wilayah prioritas terpilih dibahas disini. Kajian ilmiah dari tim kajian memberikan sejumlah kemungkinan dalam bentuk daftar, dan diskusi dilakukan untuk kesinambungan pilihan-pilihan tersebut. Masih terdapat kesalahpahaman mengenai fungsi beberapa struktur dan lain sebagainya, sehingga diskusi tidak berjalan dengan lancar, akan tetapi hal ini seharusnya menunjukkan pelajaran berharga untuk memikirkan mengenai bencana sedimen di masa yang akan datang.



Gambar 5.2.17 Suasana Workshop Ketujuh

H. Workshop pada tanggal 20 Februari 2008

Ini merupakan workshop yang terakhir di Jember, dan melakukan penyatuan seluruh hasil kerja yang sudah dilakukan sejauh ini. Hanya ada beberapa peserta kali ini, namun mereka adalah para peserta yang paling semangat selama pelaksanaan proyek. Terdapat pemahaman umum mengenai tujuan transfer teknis dan menurut kuesioner pada akhir acara workshop, hal ini merupakan keberhasilan besar.



Gambar 5.2.18 Suasana pada Workshop Kedelapan

5.2.6 Pekerjaan di Masa Mendatang

Meskipun peta rawan dan peta resiko dasar sudah dibuat, kebutuhan informasi secara berkelanjutan masih sangat penting untuk bisa menggunakan peta-peta tersebut secara efektif.

Disamping itu, sangat penting memberikan pemahaman kepada para pendamping mengenai proses pembuatan peta tersebut, pentingnya data, teknik survey lapang, dll.

Lebih lanjut, aktivitas-aktivitas berikut penting untuk dilakukan: 1) Perbaiki standar curah hujan yang akurat dengan mengumpulkan data curah hujan atau pemasangan peralatan/stasiun pengamatan hujan per jam, dan 2) Meningkatkan keakuratan peta rawan dan resiko untuk mempersempit daerah yang terkena bencana melalui pemeriksaan lebih detil mengenai wilayah yang beresiko tersebut. Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan dan direkomendasikan diperlukan untuk meningkatkan keakuratan peta seperti yang dijelaskan di berikut ini.

- Pemasangan alat pencatat hujan otomastis atau pengukur hujan telemeter, dan stasiun pengamatan tingkat permukaan air
- Penelitian lapang secara detil mengenai lereng yang curam atau tempat-tempat yang bahaya akan terjadinya longsor.
- Pembuatan peta topografi dengan skala 1/10,000 atau dengan memasukkan informasi mengenai rute dan tempat evakuasi, serta membuat profil longitudinal dan cross-section (penampang) sungai.
- Pengelolaan dan penyimpanan data curah hujan serta arsip bencana secara tepat

5.3 Karakteristik Bencana Sedimen dan Penanggulangannya di Kabupaten Padang Pariaman

5.3.1 Karakteristik Bencana Sedimen di Kabupaten Padang Pariaman

1) Bencana Sedimen Terdahulu

Dataran tinggi yang penuh dengan pyroklatik yang merupakan wilayah bagian utara Kabupaten Padang Pariaman yang sangat luas ini kebanyakan mengandung pasir pumiceous yang berstruktur renggang dan kerikil serta merupakan wilayah yang rawan terjadinya longsoran lereng. Wilayah ini mengalami longsoran lereng setiap tahunnya, dan sekalipun terjadi longsoran besar beberapa kali, longsoran kecil juga terjadi sepanjang jalan.

Akan tetapi, masih sangat sedikit sekali catatan mengenai bencana terdahulu tersebut tersedia di organisasi-organisasi terkait.

Tabel berikut ini menyajikan catatan bencana sedimen dalam beberapa tahun terakhir (termasuk juga bencana banjir)

Tabel 5.3.1 Beberapa Kejadian terakhir di Kabupaten Padang Pariaman

Tanggal (DD/MM/YY)	Jenis	Profil Kerusakan akibat Bencana
09/09/08	Sedimen	Kec. IV Koto Aur Malintang Nagari 3 Koto aur malintang Sekitar 50m dari jalan raya utama
21/07/08	Sedimen	Kec. Sungai Limau (Padangalo) Rumah Rusak 1
24/04/07	Banjir	Banjir di Kec. Ulakan Tapakis dan Kec. Sintoga Rumah terendam banjir: 98
22-23/01/07	Banjir	Banjir di Kec. Batang Gasan, Kec. Sungai Limau, Kec. V Koto Kp. Dalam, Kec. Nan Sabaris, Kec. Ulakan Tapakis dan Kec. Batang Anai Rumah terendam banjir: 1,506; Sekolah terendam banjir: 8
12/01/07	Banjir	Banjir di Kec. Batang Anai, Kec. Lubuk Alung, Kec. Ulakan Tapakis, Kec. Batang Gasan and Kec. V Koto Kp. Dalam Rumah terendam banjir: 234; Rumah rusak berat: 14; dll.
08/01/07	Sedimen	Tanah longsor di Kec. V Koto Timur Korban meninggal: 13; Rumah terkubur: 4; dll.
12/01/06	Banjir	Banjir di Kec. Batang Anai, Kec. Lubuk Alung, Kec. Ulakan Tapakis, Kec. Batang Gasan, Kec. Sungai Limau, Kec. VII Koto, Kec. V Koto Kampung Dalam Rumah terendam banjir: 1,204; Rumah rusak berat: 4; dll.
25/04/05	Banjir	Banjir di Kec. Batang Anai, Kec. Lubuk Alung, Kec. Ulakan Tapakis, Kec. Batang Gasan and Kec. V Koto Kp. Dalam Rumah terendam banjir: 340; Rumah rusak berat: 4; dll.

Sumber: Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat, Kabupaten Padang Pariaman

Bencana sedimen (longsornya lereng) yang terjadi pada tanggal 8 Januari 2007, seperti yang ditunjukkan pada tabel , dilaporkan menelan korban jiwa yang sangat besar (13 orang).

Lereng sepanjang sungai yang tingginya sekitar 60 m dan luasnya 50 m mengalami longsor. Dugaan mengenai jumlah longsoran sedimen dari hasil survey dan wawancara adalah sekitar 15,000 m³. Sedimen tersebut melintasi sungai dan mengganggu kehidupan di daerah seberangnya.

2) Beberapa Faktor Penyebab Kerusakan Sedimen

Faktor mekanis yang mengakibatkan bencana besar adalah tanah yang renggang (pasir pumiceous berstruktur renggang dan kerikil), dan lereng yang curam, sedangkan faktor pemicu yang paling besar adalah hujan deras.

Masih bersyukur bahwa tingkat kelembapan dan curah hujannya cukup tinggi di wilayah ini sehingga seluruh daerah tersebut memiliki jumlah vegetasi yang cukup lumayan. Selain itu, jarang sekali terjadi penebangan pohon-pohon yang memberikan kontribusi secara positif bagi mitigasi bencana sedimen. Banyak terjadi bencana sedimen yang mengganggu lalu lintas karena lereng di tepi jalan mengalami longsor.

Tidak kurang dari 13 orang meninggal pada bencana longsoran pasir dan tanah pada tanggal 18 Januari 2007 meskipun tidak teramati adanya hujan lebat pada empat hari sebelumnya termasuk juga pada hari tersebut. Akan tetapi, sekitar satu minggu sebelumnya, tercatat sekitar 100 mm hujan terus menerus, dan sepertinya bencana terjadi karena adanya hujan tersebut. Longsoran lereng masuk ke dalam aliran sungai dan lereng terkikis oleh dorongan air. Oleh karenanya, diduga bahwa longsoran lereng yang tiba-tiba terjadi tersebut dikarenakan perembesan air hujan dan tarikan gravitasi.

3) Analisa Curah Hujan

Karakteristik curah hujan Kabupaten Padang Pariaman yang terletak di sebelah barat Sumatera disajikan berikut ini. Selain itu, data curah hujan yang digunakan ini dikumpulkan dan dikelola oleh PSDA (Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air) dari beberapa organisasi berikut ini:

- BMG: Badan Meteorologi dan Geofisika
- PLN: Perusahaan Listrik Negara
- DPU: Dinas Pekerjaan Umum
- Kimpraswil: Pemukiman Prasarana Wilayah
- Departemen Pertanian dan Pengairan (*Agriculture and Irrigation Department*)

Tabel 5.3.2 Presipitasi/Hujan pada saat Terjadinya Bencana

No.	Nama Stasiun	Lintang Selatan (LS)	Bujur Timur (BT)	D.A.S	Kabupaten	Administrasi	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1	Kecopong, Ib. Saang	00° 17' 02" LS	100° 03' 10" BT	Batang Antakan	Agam	DPU Kab.	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Keayang	00° 46' 30" LS	100° 19' 00" BT	Batang Anai	Padang Pariaman	Kimprawi	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Stance	00° 35' 35" LS	100° 09' 45" BT	Batang Paritambah	Padang Pariaman	Dep. Pertanian	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Parman Telang	00° 29' 10" LS	100° 15' 45" BT	Batang Mangu	Padang Pariaman	Kimprawi	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Lubuk Nepar	00° 33' 20" LS	100° 20' 25" BT	Batang Anai	PADA/Kimprawi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Satu Bujuk	00° 53' 50" LS	100° 27' 15" BT	Batang Kuranji	Padang Pariaman	PADA/Kimprawi	-	-	-	-	-	-	5242.0	5074.0
7	Limang Padi, Ib. Kilangan	00° 56' 55" LS	100° 31' 08" BT	Batang Aru	Padang Pariaman	PADA/Kimprawi	-	-	-	-	-	-	7100.0	2140.0
8	Simpang Alai, Pauh	00° 04' 01" LS	100° 26' 20" BT	Batang Kuranji	Padang Pariaman	PADA/Kimprawi	-	-	-	-	-	-	4097.0	3890.0
9	Gundah Srik	00° 53' 02" LS	100° 24' 24" BT	Batang Ali Dindin	Padang Pariaman	PADA/Kimprawi	-	-	-	-	-	-	2822.0	3150.0
10	Komplek PU, Padang Baru	00° 55' 50" LS	100° 31' 50" BT	Batang Aru	Padang Pariaman	PADA/Kimprawi	-	-	-	-	-	-	-	-
11	BMS Jabing	00° 53' 15"	100° 22' 15" BT	Btg. Kuranji	Padang Pariaman	BMS	4329.0	4355.0	4455.0	4084.0	4306.0	3226.0	3288.0	3877.0
12	BMS Padang Panjang	00° 27' 24.6" LS	100° 23' 49.2" BT	Btg. Anai	Padang Panjang	BMS	3101.0	3507.0	3716.0	7524.0	-	2973.0	3724.0	3054.0
13	Sichidin	00° 32' 41" LS	100° 17' 54" BT	Btg. Anai	Padang Pariaman	BMS	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Gumpang Hapo, Pauh	00° 54' 00" LS	100° 27' 10" BT	Batang Kuranji	Kodya Padang	Kimprawi	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Kandang IV, 2411 Enam Lingkung	00° 28' 40" LS	100° 22' 33" BT	Batang Anai	Padang Pariaman	Dep. Pertanian	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Maininjau, Tanjung Raya	00° 25' 57" LS	100° 04' 57" BT	Batang Antakan	Agam	PLM	-	-	-	-	-	-	-	-

No.	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
1	-	-	-	3509.1	3709.6	3791.4	3065.5	3779.9	4362.3	4551.0	3382.4	3602.8	4340.3	2075.0	3645.0	-
2	-	5668.0	5906.5	4825.0	4669.0	5785.0	3829.0	4342.0	4733.0	3622.0	4825.0	4715.0	4574.0	5194.0	-	-
3	2893.0	3181.0	4275.5	3447.0	4758.0	3640.0	4114.0	3498.0	4197.0	4321.0	4718.0	3413.0	3182.0	4077.0	4373.0	4418.0
4	-	-	-	-	3074.5	4720.0	5053.0	-	6132.0	5851.0	5135.0	6210.0	6192.0	4730.0	6001.0	-
5	3561.0	5825.0	6553.0	4786.0	6925.0	4786.0	6994.0	4529.0	4560.0	3614.0	3021.0	2558.0	2276.0	2854.0	2389.0	2728.0
6	5584.0	8420.0	5071.4	5037.0	2722.0	1865.0	3868.0	3930.0	2728.0	2385.0	-	2304.0	3738.0	3780.0	4965.0	-
7	2205.0	2179.0	6588.5	7493.0	2976.0	2600.5	2127.5	3076.0	3772.0	8795.6	3517.0	2437.0	2783.0	2039.0	3128.0	3633.0
8	4456.0	3978.0	5595.0	4596.0	3973.0	4050.0	4393.0	3051.0	3972.0	4195.0	4505.0	3658.0	3815.0	4533.0	4265.0	4599.0
9	4322.0	4568.0	7176.0	8577.0	7110.0	4195.6	4983.0	3628.5	3955.7	3883.5	4248.0	2590.5	2615.9	3761.0	3918.0	3405.0
10	-	-	-	-	-	-	5326.0	4352.0	3560.0	4659.0	4908.3	4025.0	2270.9	2345.0	4325.0	5276.0
11	4452.0	4313.0	4899.0	4584.0	3755.0	4382.0	5445.7	4125.0	5854.1	4485.0	4233.0	3993.0	4330.0	4416.9	4239.9	4695.0
12	3624.0	3104.0	2810.0	2392.0	3647.0	2977.0	3683.0	3097.0	3194.0	3587.0	3368.0	3267.0	3099.0	2959.0	3212.0	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2396.0	4009.0	4975.0	4382.0	2229.0	-	5032.0
14	-	-	5260.2	4578.3	3483.6	4603.1	4087.6	-	4812.7	5055.4	4090.1	3857.8	3322.4	4004.0	3950.0	4750.0
15	-	-	-	5211.5	5263.5	4699.0	5550.0	5240.4	4880.5	5351.5	5393.5	5662.5	4893.2	6683.5	3989.0	4431.0
16	-	-	2157.5	4555.0	3137.0	3251.0	4303.0	-	3869.5	1916.5	3880.8	3620.4	3799.3	2713.0	3751.0	-

No.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Rata-Rata
1	2544.0	3024.0	2500.9	657.5	2354.6	2479.7	2097.1	2278.0	1578.5	1560.1	2494.0	2278.0	2419.6	2277.7	2822.4
2	2953.0	4436.0	3894.0	1974.0	-	4390.0	3877.0	3944.0	4968.0	3064.0	3278.7	4556.0	6556.0	7988.0	4574.9
3	2464.0	3169.0	2502.0	564.7	3565.0	3228.0	3596.5	4751.0	6114.0	5198.0	3367.0	6677.0	6677.0	4275.0	3875.9
4	4566.0	5623.0	4502.0	3437.0	4399.0	4921.0	3995.0	3967.0	4831.0	4312.0	4221.7	6189.0	6189.0	6186.0	5052.4
5	2318.0	4688.0	4255.0	2750.0	4149.0	4815.0	3849.0	3482.0	5193.0	7119.0	5343.0	3943.0	5945.0	7128.0	4485.4
6	2903.0	4905.0	5015.0	1839.0	4359.0	303.0	2902.0	3092.0	4646.0	3943.0	3095.0	2546.0	5945.0	7128.0	3876.3
7	2742.0	4634.0	4076.0	2727.7	4833.0	3894.0	3777.0	4173.0	7392.0	7664.0	4426.0	2943.0	4113.1	-	4113.1
8	2494.0	4630.0	4204.0	2492.0	5802.0	4373.0	4119.0	3293.0	4568.0	3028.0	3026.0	2937.0	4024.2	-	4024.2
9	2662.0	3656.0	2749.0	1836.0	6251.0	4382.0	3615.0	3554.0	4450.0	3656.0	2751.0	4721.0	41106	-	41106
10	3446.0	1731.0	2869.0	1447.0	2329.0	2785.0	2709.0	-	4250.0	4813.0	3723.0	-	4182.9	-	3452.5
11	2721.1	4704.1	4404.9	1803.0	5699.7	4488.9	4108.4	3255.0	-	-	-	-	4182.9	-	4182.9
12	2717.0	4576.0	4101.0	2346.0	3714.0	4493.0	3504.0	4172.0	-	-	-	-	3512.4	-	3512.4
13	3512.0	4836.0	3901.0	2792.0	4615.0	4570.0	3962.0	3603.2	5286.7	5437.3	5033.0	4171.7	3793.2	4421.2	4175.0
14	-	-	4015.0	1839.0	5057.0	4273.0	3347.0	2676.0	-	-	-	-	4087.9	-	4087.9
15	3978.0	4635.0	4909.0	3088.0	4975.0	6275.0	4979.0	4939.0	-	-	-	-	7860.0	6545.7	5167.6
16	3930.0	4372.0	3997.0	1942.3	3387.9	4031.4	3068.7	2336.5	-	-	-	-	6630.0	-	3642.8

Tabel 5.3.4 Faktor-Faktor Mekanis dan Pemicu Bencana Sedimen

BENCANA SEDIMEN	FAKTOR MEKANIS	FAKTOR PEMICU
Kerusakan lereng	<p>Geologi: akibat kekuatan batu, kerusakan karena iklim, runtuhan, patahan, arah medan, kondisi lapisan permeabel, hilangnya lapisan permukaan permeabel, penyebaran lapisan.</p> <p>Ciri-ciri: kerusakan lereng terbesar pada lereng yang curam (30' derajat atau lebih), dan juga lereng yang membentuk ceruk dimana hujan dapat mengumpulkannya dan merubah bentuk lereng.</p> <p>Vegetasi: hutan yang berpengaruh untuk mencegah kerusakan permukaan.</p>	<p>Curah hujan: berbagai kasus kerusakan lereng terjadi di tempat yang memiliki intensitas hujan tinggi dan tanahnya lembab.</p> <p>Aktivitas berapi/Seismik: gempa bumi dan kegiatan gunung berapi mempengaruhi kondisi tekanan di dalam lereng, menjadikan tanah kurang stabil. Air tanah: rembesan air yang berasal dari hujan dapat menambah tekanan air dalam tanah dan mengakibatkan kerusakan lereng.</p> <p>Aktivitas manusia: Penghijauan kembali, merubah lereng alam dengan pemangkasan atau penambahan tanah, dll.</p>
Aliran debris / reruntuhan	<p>Geografis lembah sungai: lereng curam, lereng gunung yang tidak stabil, berpotensi untuk pengumpulan air permukaan, adanya air tanah atau mata air.</p> <p>Geografis sungai: lereng vertikal di palung sungai, cabang sungai yang menanjak ke atas dan sebidang.</p> <p>Tanah yang tidak stabil: ketebalan lapisan lereng bukit, ketebalan dan jumlah sedimen di dasar sungai, volume dan komposisi sedimen, sedimentasi karena runtuhnya lereng.</p>	<p>Hujan/ Pencairan Salju: peningkatan aliran air yang deras atau besarnya luapan.</p> <p>Aktivitas vulkanis/Seismik: tanah tidak stabil yang dihasilkan dalam jumlah besar karena kerusakan lereng (mekanis), runtuhnya kawah karena ledakan, luapan cairan salju, dll.</p>
Tanah Longsor	<p>Terjadinya tanah longsor terbesar berada pada lapisan tersier. Lapisan sedimen tersier masih muda dengan kepadatan yang rendah sehingga rapuh terhadap cuaca. Selain itu, cuaca memiliki karakteristik, pergantian terus-menerus antara musim hujan dan kemarau yang akan menghaluskan butiran atau membentuk argilasi. Selanjutnya, tanah tersusun atas batu pasir/lempung, dan smectite (montmorillonite) yang mengandung lempung yang berpotensi untuk bisa mengembang yang dapat memicu terjadinya tanah longsor.</p>	<p>Air akan memicu terjadinya tanah longsor. Hal tersebut terjadi pada saat air hujan merembes ke dalam tanah. Ketika air tersebut meningkatkan tekanan pori-pori air, maka akan menurunkan gaya geser air. Disamping itu, tanah longsor juga bisa dipicu oleh aktivitas manusia seperti mengambil tanah lereng di zona longsor, ataupun menggunakan lahan di wilayah yang bukan zona longsor untuk teknik sipil</p>

Sumber: PEDOMAN PENGEMBANGAN SISTEM EVAKUASI DAN PERINGATAN BENCANA SEDIMEN DI NEGARA-NEGARA BERKEMBANG (Institut Pengembangan Infrastruktur-Jepang)

Peta Rawan untuk bencana sedimen di Kabupaten Padang Pariaman diciptakan berdasarkan data dan informasi yang didapat dari organisasi-organisasi terkait Kabupaten Pariaman dan PSDA (Pengelolaan Sumber Daya Air) Propinsi Sumatera Barat melalui diskusi antara para ahli di Tim Studi JICA dan anggota counterpart Kabupaten Padang Pariaman. Indeks yang digunakan untuk pembuatan peta rawan untuk bencana sedimen ditunjukkan di dalam Tabel 5.3.5. Indeks

“Kemiringan”, “Geologi”, dan “Curah Hujan per Tahun” dijadikan sebagai indeks untuk kerawanan bencana sedimen.

Tabel 5.3.5 Indeks untuk Pembuatan Peta Rawan Sedimen

Indeks Kerawanan	1) Kemiringan (H_{P4}) 2) Geologi (H_{P5}) 3) Curah Hujan Per Tahun (H_{P6})
------------------	--

Rumus yang digunakan untuk melakukan penaksiran terhadap kerawanan sedimen di Kabupaten Padang Pariaman ditunjukkan di bawah ini:

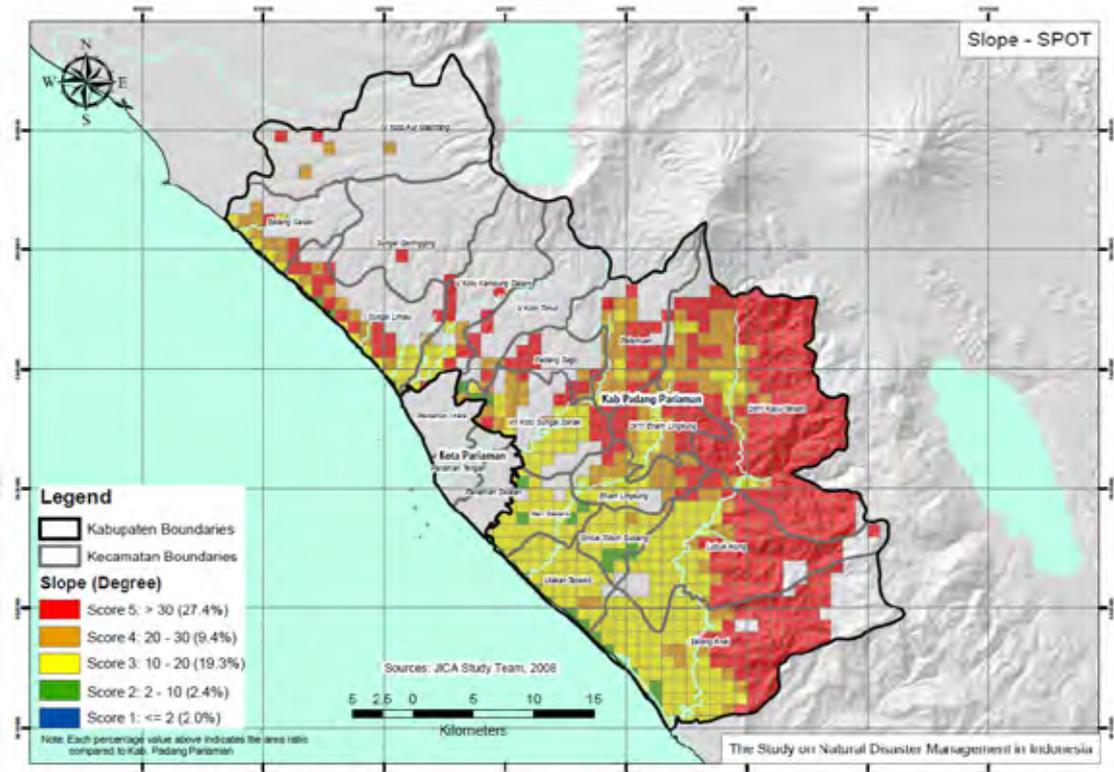
$$\text{Kerawanan} = H_{P4} + H_{P5} + H_{P6}$$

Di mana H_{P4} : Nilai indeks kemiringan, H_{P5} : Nilai indeks geologi, dan H_{P6} : Nilai indeks curah hujan per tahun.

A. Kemiringan/Lereng (H_{P4})

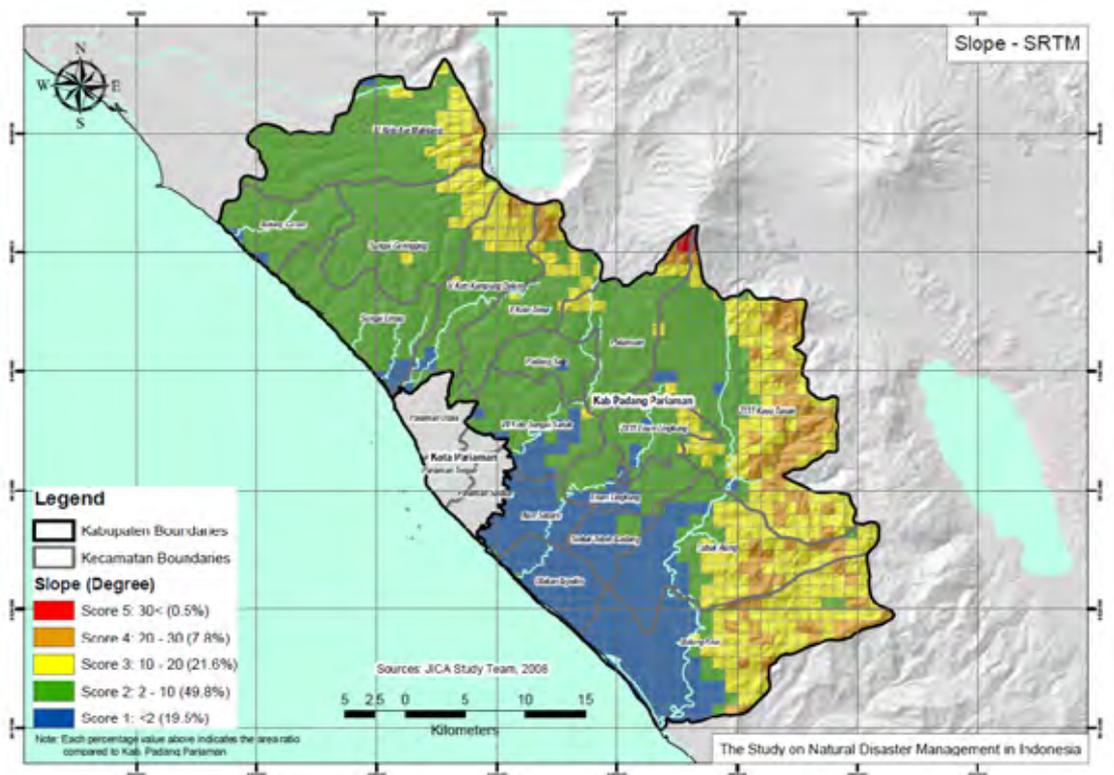
Seperti sudah disebutkan sebelumnya, berbagai kejadian bencana sedimen tersebut terkait dengan kemiringan lereng sebagai faktor mekanis. Secara umum, tanah longsor terjadi pada kemiringan 5-30 derajat, sedangkan tanah longsor yang lebih besar terjadi pada kemiringan lebih dari 30 derajat. Selain itu, di Kabupaten Padang Pariaman, mengamati konfigurasi tanah longsor dengan melakukan penelitian lapangan atau mengambil foto udara tidak dapat dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, maka digunakan data SPOT (resolusi 20 m) dan SRTM (resolusi 90 m), serta dibuat peta indeks kerawanan “kemiringan”. Data SPOT yang asli tidak mencakup semua wilayah Kabupaten Padang Pariaman. Kemudian, data SRTM, yang mencakup seluruh wilayah Kabupaten Padang Pariaman, digunakan untuk menginterpolasikan jaringan yang kosong dari data SPOT. Sistem penilaian untuk melakukan penaksiran kerawanan dari segi kemiringan diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut ini.

- i) Skor 5 : 30° atau lebih <Kerawanan Tertinggi>
- ii) Skor 4: 20° – 30° <Kerawanan Lebih Tinggi>
- iii) Skor 3: 10° – 20° <Kerawanan Sedang>
- iv) Skor 2: 2° – 10° <Kerawanan Lebih Rendah>
- v) Skor 1: 2° atau kurang <Kerawanan Terendah>



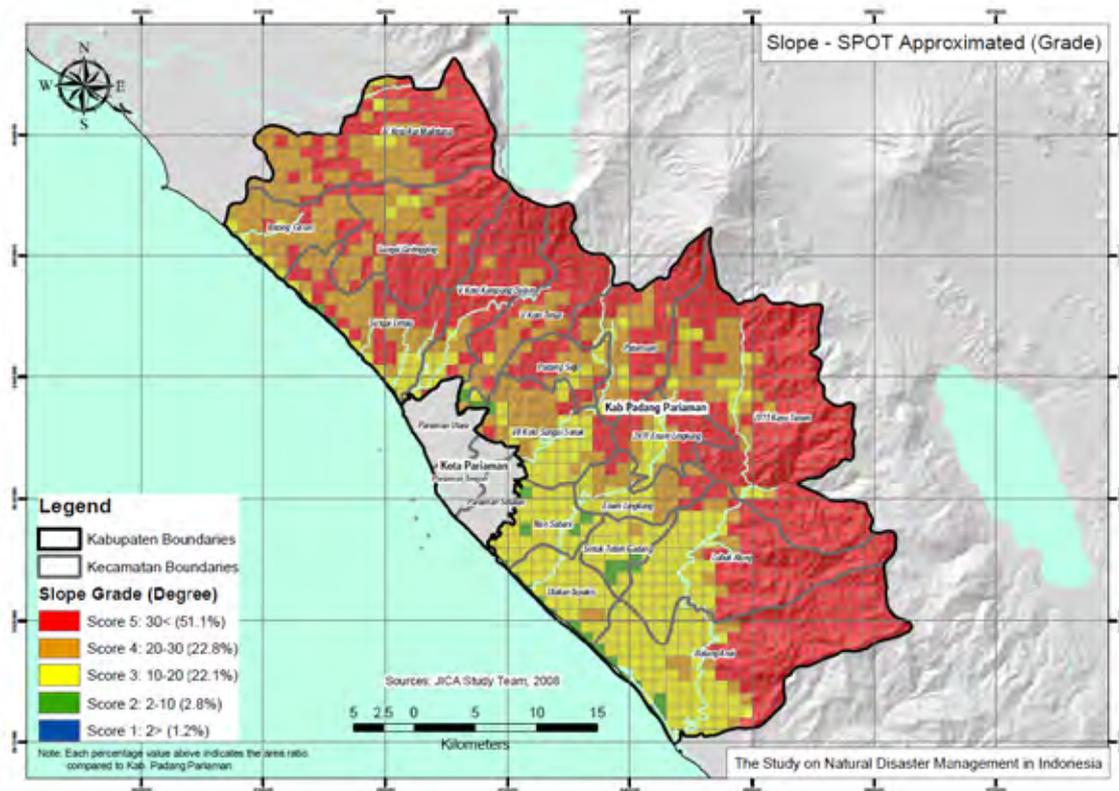
Catatan: Wilayah yang berwarna abu-abu merupakan data SPOT yang hilang.

Gambar 5.3.2 Peta Klasifikasi Kemiringan/Lereng dengan menggunakan Data SPOT



Catatan: Data SK1M mencakup seluruh wilayah Kabupaten Padang Pariaman yang digunakan untuk menginterpolasi jaringan yang kosong dari data SPOT.

Gambar 5.3.3 Peta Klasifikasi Kemiringan/Lereng dengan menggunakan Data SRTM

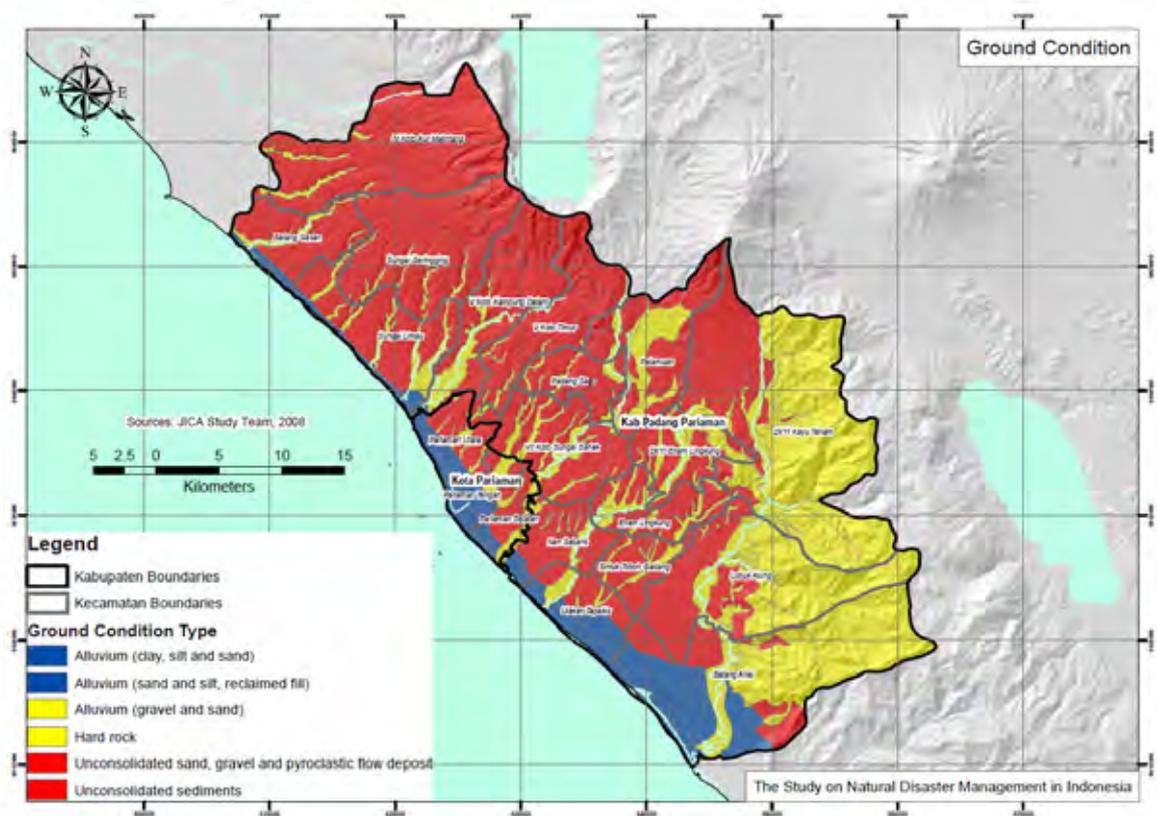


Gambar 5.3.4 Peta Indeks Kerawanan “Kemiringan (H_{p4})”

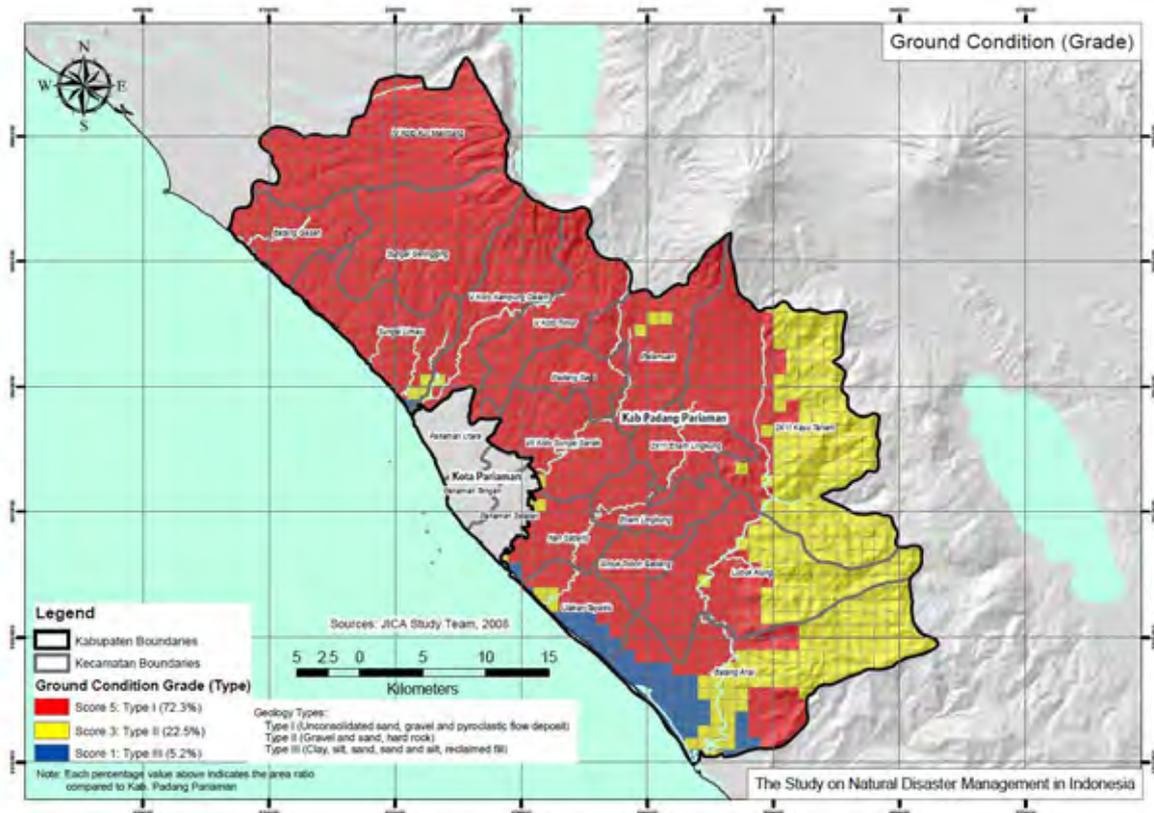
B. Geologi (H_{P5})

Geologi merupakan faktor mekanis yang berpengaruh nyata terhadap bencana sedimen. Peta kondisi tanah dibuat berdasarkan analisis yang mengelompokkan mana kondisi tanah yang rawan terhadap bencana. Pada dasarnya, wilayah rawan dapat diartikan sebagai wilayah di mana terdapat sedimen yang tidak terkonsolidasi (tidak padat), pasir yang tidak terkonsolidasi (tidak padat), kerikil dan sesuatu yang disebut sedimen pyroclastik, seperti misalnya aliran piroklastik. Sistem penilaian untuk melakukan penaksiran kerawanan dari segi geologi diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut ini.

- i) Skor 5: Sedimen yang tidak terkonsolidasi, pasir yang tidak terkonsolidasi, kerikil, dan aliran piroklastik <Kerawanan Tertinggi>
- ii) Skor 3: Batuan keras, Alluvium (kerikil dan pasir) <Kerawanan Sedang>
- iii) Skor 1: Alluvium (pasir dan lumpur, tanah reklamasi) <Kerawanan Terendah>



Gambar 5.3.5 Peta Geologi

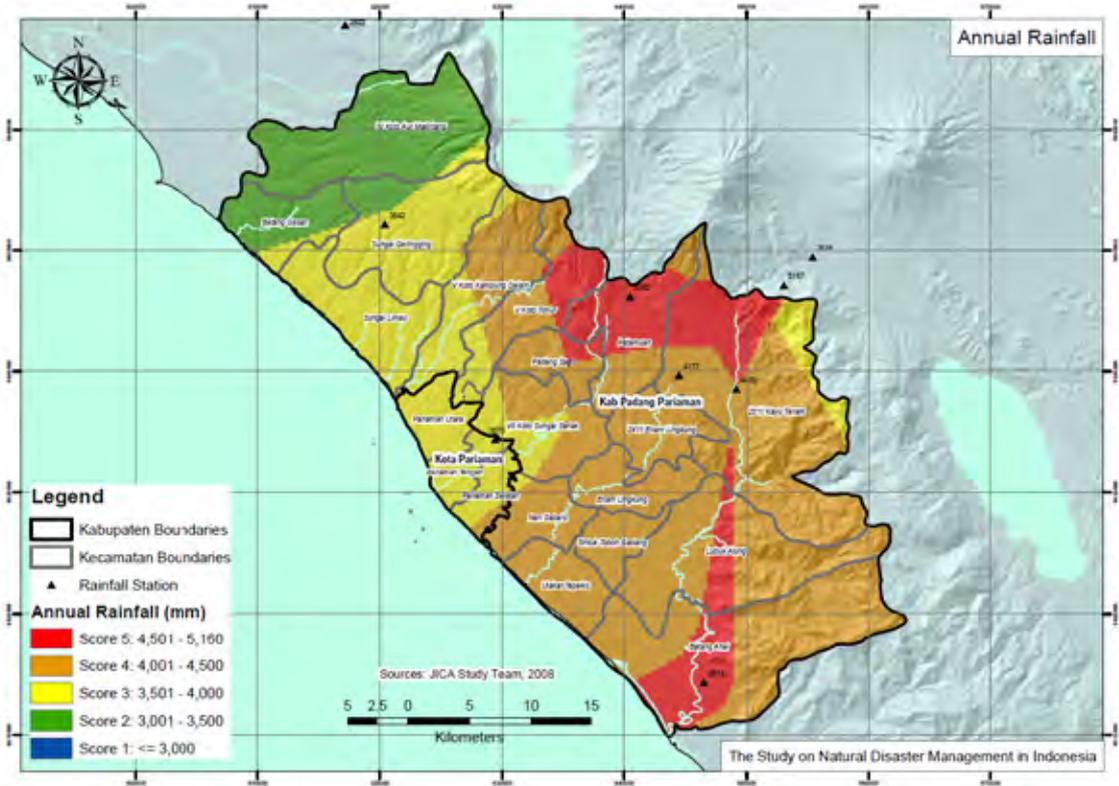


Gambar 5.3.6 Peta Indeks Kerawanan “Geologi (H_{P5})”

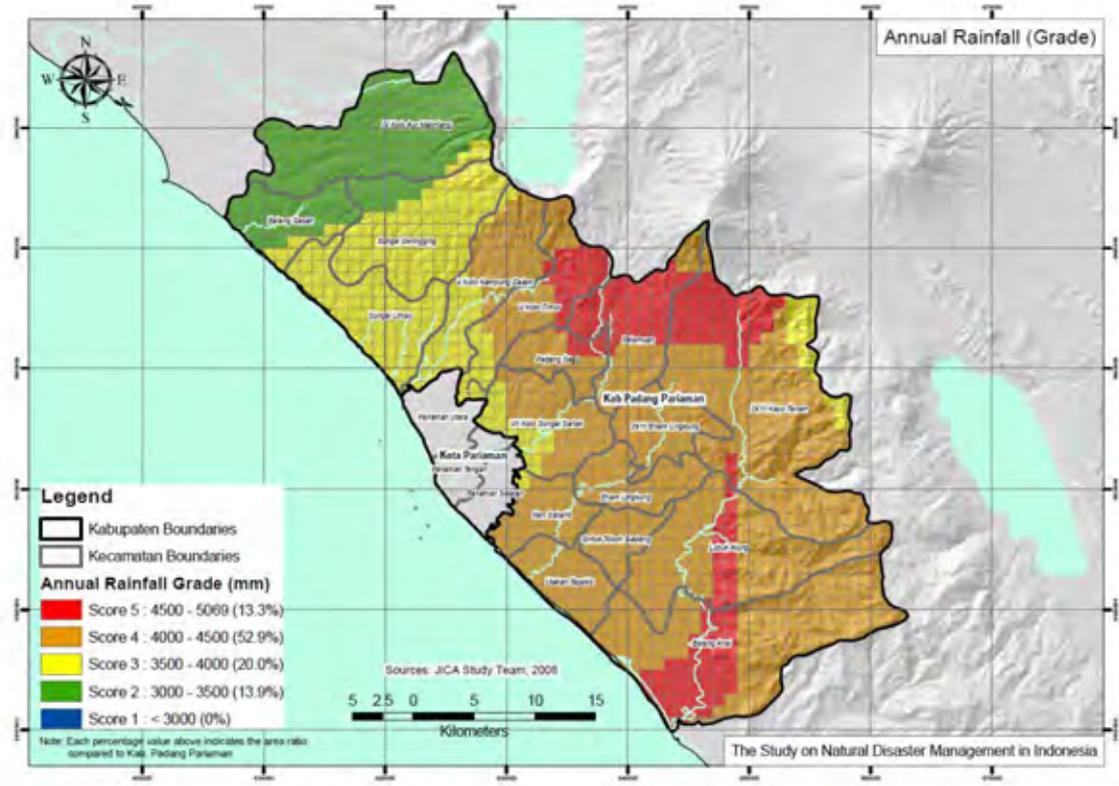
C. Curah Hujan per Tahun (H_{P6})

Hujan merupakan faktor pemicu yang cukup besar untuk terjadinya bencana sedimen. Data yang sekarang ini diamati di Kabupaten Padang Pariaman dan sekitarnya pun dikumpulkan. Data curah hujan rata-rata digunakan sebagai indeks. Curah hujan per tahun dibagi menjadi lima kategori dan diberi skor sebagai berikut:

- | | | | |
|------|--------|----------------------|--------------------------|
| i) | Skor 5 | : 4.500 – 5.000 (mm) | <Kerawanan Tertinggi> |
| ii) | Skor 4 | : 3.500 – 4.500 (mm) | <Kerawanan Lebih Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 2.500 – 3.500 (mm) | <Kerawanan Sedang> |
| iv) | Skor 2 | : 1.500 – 2.500 (mm) | <Kerawanan Lebih Rendah> |
| v) | Skor 1 | : 1.000 – 1.500 (mm) | <Kerawanan Terendah> |



Gambar 5.3.7 Peta Penyebaran Curah Hujan per Tahun

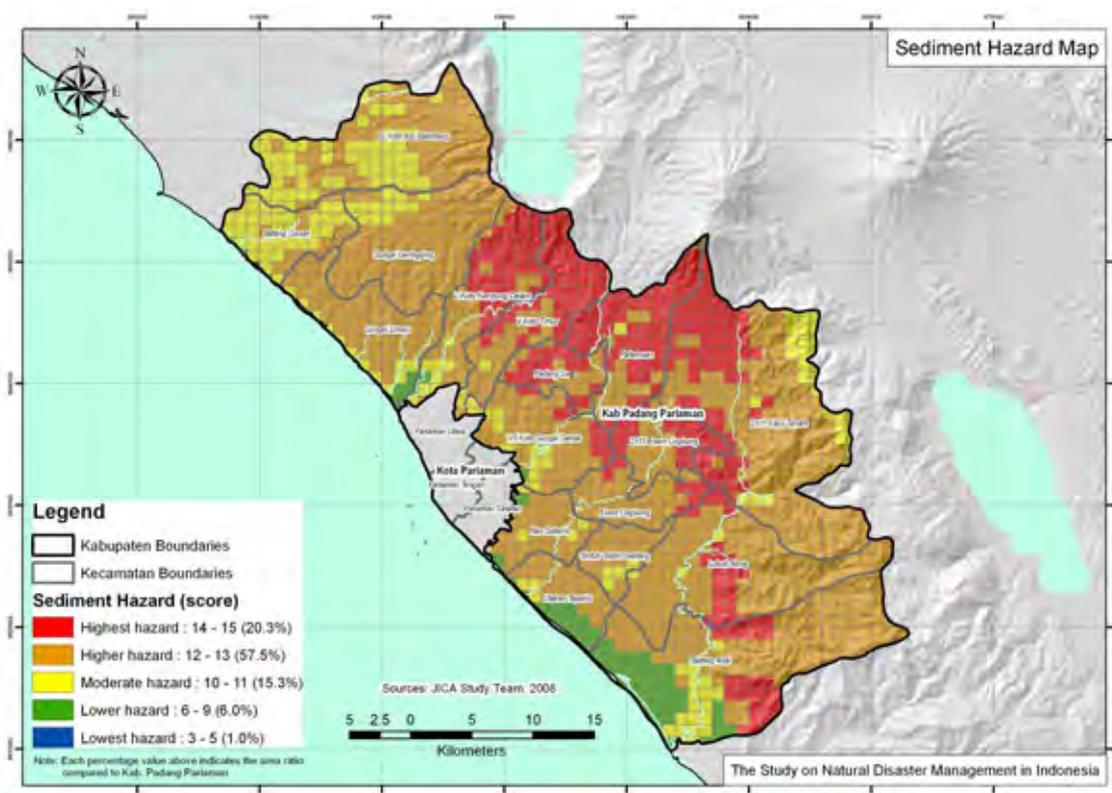


Gambar 5.3.8 Peta Penyebaran Hujan per Tahun (Tingkatannya) (H_{P6})

2) **Peta Kerawanan Sedimen di Kabupaten Padang Pariaman**

Peta rawan bencana sedimen menilai tentang jumlah kemiringan (H_{p4}), Geologi (H_{p5}) dan Curah hujan per tahun (H_{p6}).

Gambar 5.3.9 merupakan peta kerawanan Kabupaten Padang Pariaman. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar, nilai untuk bencana sedimen terbagi dalam lima kelas yang menunjukkan klasifikasi kerawanan. Tumpukan aliran piroklastik tersebar di seluruh Kabupaten Padang Pariaman, kecuali di dataran sebelah barat daya.. Secara umum, kerawanan sedimen lebih tinggi di area kemiringan yang curam dengan curah hujan tinggi. Berdasarkan penaksiran kerawanan, hampir 80% dari keseluruhan wilayah Kabupaten Padang Pariaman dapat dinyatakan sebagai wilayah dengan kerawanan bencana sedimen yang tinggi atau tertinggi. Terutama di sebelah utara Kec.V Kamung Dalam, sebelah utara Kec.V Koto Timur, hampir seluruh wilayah Kec.Palamuan dan sebelah barat 2x11 Kayu Tanam, semua berada di wilayah dengan kerawanan tinggi.



Gambar 5.3.9 Peta Rawan Bencana Sedimen di Kabupaten Padang Pariaman

5.3.3 Peta Risiko Sedimen di Kabupaten Padang Pariaman

1) Dasar Pembuatan Peta Risiko Bencana Sedimen

Peta risiko dibuat berdasarkan pada beberapa faktor yang ada pada kerentanan pencegahan bencana di peta rawan, yang dipertimbangkan dari aspek fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan.

Menurut “Hidup dengan Risiko” (UN/ISDR, 2004), kerentanan dijelaskan sebagai “kondisi yang ditentukan oleh faktor fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan, atau proses, yang meningkatkan kemungkinan masyarakat untuk terkena dampak kerawanan”.

Indeks kerentanan ditunjukkan pada Tabel 5.3.6. Rincian indeks kerawanan untuk “Kepadatan Populasi (V_{P1})”, “Area Terbangun (V_{P2})”, dan “Jalan/Rel di Area Curam (V_{P4})” dijelaskan di bagian 1.6.4, Bab 1, Jilid 3: Laporan Penunjang.

Tabel 5.3.6 Indeks Kerentanan yang Digunakan untuk Bencana Sedimen

Indeks Kerentanan	1) Kepadatan Populasi (V_{P1}) 2) Area Terbangun (V_{P2}) 3) Jalan/Rel di Area Curam (V_{P4})
-------------------	---

Rumus yang digunakan untuk penaksiran risiko di Kabupaten Padang Pariaman adalah seperti berikut.

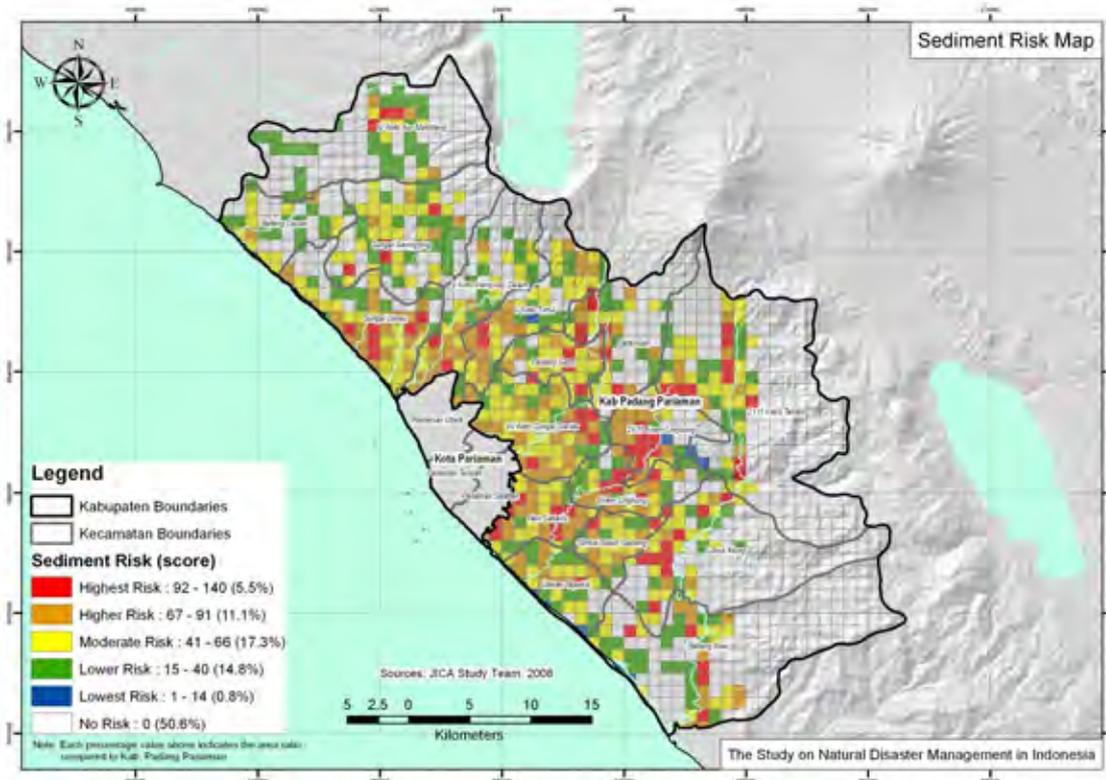
$$\text{Risiko} = \text{Kerawanan} \times \text{Kerentanan}$$

$$\text{Risiko} = (H_{P4} + H_{P5} + H_{P6}) \times (V_{P1} + V_{P2} + V_{P4}) \quad (\text{Sama dengan 5.2})$$

Di mana H_{P4} : Nilai indeks kemiringan, H_{P5} : nilai indeks geologi, H_{P6} : nilai indeks curah hujan per tahun, V_{P1} : nilai indeks kepadatan populasi, V_{P2} : nilai indeks area terbangun dan V_{P4} : nilai indeks jalan/rel di wilayah curam.

2) Pembuatan Peta Risiko Sedimen di Kabupaten Padang Pariaman

Gambar 5.3.10 menunjukkan peta risiko sedimen untuk Kabupaten Padang Pariaman. Wilayah dengan risiko tinggi terutama berada di lokasi yang padat penduduk dan bangunan. Banyak terjadi bencana sedimen di sepanjang jalan di lereng curam di wilayah pegunungan atau teras pantai di masa lalu. Meskipun kerawanan sedimen yang lebih tinggi ditunjukkan di wilayah timur Kabupaten Padang Pariaman, indikasi risiko di wilayah tersebut tidak terlalu tinggi karena indeks kerentanan tidak cukup tinggi. Berdasarkan penaksiran risiko, hampir 17% keseluruhan wilayah Kabupaten Padang Pariaman dapat dianggap sebagai wilayah risiko bencana sedimen yang tinggi atau tertinggi. Berhubung sebagian besar wilayah Kabupaten Padang Pariaman berada di area rawan sedimen, survei dan penelitian terperinci dibutuhkan untuk implementasi rencana penggunaan lahan.



Gambar 5.3.10 Peta Risiko Sedimen untuk Kabupaten Padang Pariaman

5.3.4 Kemungkinan Penanggulangan Bencana Sedimen di Kabupaten Padang Pariaman

Kabupaten Padang Pariaman memerlukan penanggulangan bencana sedimen hampir di seluruh wilayahnya kecuali dataran di sebelah barat. Secara khusus, penanganan perlu dilakukan sesegera mungkin disepanjang jalan raya utama yang terletak di bagian utara Kec. Koto Kampung Dalam, sebelah utara Kec. Koto Timur dan seluruh wilayah Kec. Patamuan, sebelah barat Kec. 2x11 Kayu Tanam, wilayah pusat Kec. IV Koto Aur Malintang, dll.

Penting sekali untuk melakukan penelitian secara lebih detil dan mengatur prioritas pelaksanaan konstruksi.

Lebih jauh lagi, bagian lereng curam di dekat pantai Kec. Sungai Limau di belakang rumah tersebut akan membutuhkan pembangunan lebih lanjut. Berikut ini diusulkan penanganan untuk pencegahan bencana sedimen.

Tabel 5.3.7 Kemungkinan Penanggulangan Bencana Sedimen

Kecamatan	Karakteristik Bencana	Tindakan yang Dapat Dilakukan		
		Tindakan Struktural	Tindakan Non-Struktural	
1	Butang Anai	Bencana sedimen nyaris tidak pernah terjadi	Tidak diperlukan saat ini	Tidak diperlukan saat ini
2	Lubuk Alung	Terjadi kerusakan di dekat sungai yang mengalami erosi	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
3	Sintuk Toboh Gadang	Bencana sedimen nyaris tidak pernah terjadi	Tidak diperlukan saat ini	Tidak diperlukan saat ini
4	Ulakan Tapakis	Bencana sedimen nyaris tidak pernah terjadi	Tidak diperlukan saat ini	Tidak diperlukan saat ini
5	Nan Sebaris	Bencana sedimen nyaris tidak pernah terjadi	Tidak diperlukan saat ini	Tidak diperlukan saat ini
6	2 x 11 Enam Lingkung	Bencana sedimen nyaris tidak pernah terjadi	Tidak diperlukan saat ini	Tidak diperlukan saat ini
7	Enam Lingkung	Terjadi kerusakan di dekat sungai yang mengalami erosi	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
8	2 x 11 Kayu Tanam	Terjadi kerusakan di dekat sungai yang mengalami erosi	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu - Penyemprotan dinding/concrete spraying	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
9	VII Koto Sungai Sarik	Bencana sedimen nyaris tidak pernah terjadi	Tidak diperlukan saat ini	Tidak diperlukan saat ini
10	Patamuan	Banyak tempat yang rusak di jalan dan pinggir sungai	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
11	Padang Sogo	Banyak tempat yang rusak pribadi di sepanjang sungai	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
12	V Koto Kampung Dalam	Sebuah tempat yang terletak di sepanjang sungai rusak	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
13	V Koto Timur	Banyak tempat rusak di tepi jalan	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
14	Sungai Limau	Tampak terjadi kerusakan di sebuah teras pantai	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
15	Butang Gasan	Terjadi kerusakan di dekat sungai yang mengalami erosi	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
16	Sungai Geringging	Terjadi kerusakan berskala besar di dekat sungai yang mengalami erosi. Banyak pula tempat yang rusak di sepanjang jalan	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)
17	IV Koto Aur Malintang	Terjadi kerusakan berskala besar di dekat sungai yang mengalami erosi. Banyak pula tempat yang rusak di sepanjang jalan	- Dinding Penopang - Pengerjaan Grating Crib - Pengerjaan Pencegahan Runtuhan Batu	- Pembatasan penggunaan tanah - Pelarangan penebangan pohon - Peringatan dini (informasi perkiraan dan pengukuran curah hujan)

5.3.5 Kegiatan Peningkatan Kapasitas

Seluruh tiga kali workshop diselenggarakan di Kabupaten Padang Pariaman selama pelaksanaan proyek yang bertujuan untuk peningkatan kapasitas pendamping secara profesional. Ringkasannya disajikan pada Tabel 5.3.8.

Tabel 5.3.8 Uraian Workshop

No.	Tanggal	Tempat	Tujuan	Peserta
1	11-6-2008	Kantor Kabupaten Padang Pariaman	Karakteristik dan pengelolaan bencana sedimen di Jepang secara nyata diperkenalkan. Lebih jauh lagi, survey kuesioner juga menyertakan ukuran kesadaran para pendamping dalam penanganan pencegahan bencana.	11
2	3-7-2008	Studi Lapangan	Karakteristik masing-masing bencana (gempa bumi, tsunami, banjir, bencana sedimen) Kabupaten dan Kota yang dijelaskan di lapang berdasarkan apa yang kami peroleh kami sejauh ini.	19
3	8-9-2008	Kantor Kota Pariaman	Prosedur pembuatan peta bencana dan peta risiko yang ditinjau ulang dari hasil yang sudah dilengkapi, beserta pembelajaran mengenai maksud dan penggunaannya.	9

A. Workshop pada tanggal 11 Juni 2008

Workshop pertama diselenggarakan bagi para pendamping yang berwenang dalam hal teknologi di kantor Kabupaten Padang Pariaman.

Pihak yang berwenang dalam hal bencana (kecuali tsunami) memperkenalkan karakteristik masing-masing bencana di Jepang dan penanggulangannya terhadap bencana, dll dengan menggunakan power point.



Gambar 5.3.11 Foto Workshop yang Pertama

B. Workshop pada tanggal 3 Juli 2008

Lokasi bencana terdahulu dikunjungi bersama para pendamping dan diberikan penjelasan mengenai penyebab bencana serta melakukan metode penelitian langsung di tempat berdasarkan data dan hasil yang diperoleh sejauh ini. Kunjungan dilakukan ditempat bencana tanah dan pasir di Kec.V Koto Timur yang terjadi pada tanggal 8 Januari 2007—secara komparatif merupakan salah satu bencana besar di wilayah ini—mendiskusikan mengenai penanganannya dan metode peramalan jumlah sedimen yang longsor, penyebabnya, dan lain sebagainya.



Gambar 5.3.12 Foto Workshop Kedua

C. Workshop pada tanggal 8 September 2008

Workshop yang ketiga diselenggarakan sesudah pembuatan peta rawan dan peta risiko untuk meninjau ulang prosesnya serta metode yang digunakan dan juga mengecek tingkat pemahaman para pendamping.



Gambar 5.3.13 Foto Workshop Ketiga

5.3.6 Saran untuk Kedepannya

Meskipun peta rawan dan peta risiko dasar sudah dibuat, kebutuhan informasi secara berkelanjutan masih sangat penting untuk bisa menggunakan peta-peta tersebut secara efektif.

Disamping itu, sangat penting memberikan pemahaman kepada para pendamping mengenai proses pembuatan peta tersebut, pentingnya data, teknik survey lapang, dll.

Lebih lanjut, aktivitas-aktivitas berikut penting untuk dilakukan: 1) Perbaiki standar curah hujan yang akurat dengan mengumpulkan data curah hujan atau pemasangan peralatan/stasiun pengamatan hujan per jam, dan 2) Meningkatkan keakuratan peta rawan dan risiko untuk mempersempit daerah yang terkena bencana melalui pemeriksaan lebih detil mengenai wilayah yang berisiko tersebut.

Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan dan direkomendasikan diperlukan untuk meningkatkan keakuratan peta seperti yang dijelaskan di berikut ini:

- Pemasangan alat pencatat hujan otomastis atau pengukur hujan telemeter, dan stasiun pengamatan tingkat permukaan air
- Penelitian lapang secara detil mengenai lereng yang curam atau tempat-tempat yang bahaya akan terjadinya longsor.
- Pembuatan peta topografi dengan skala 1/10,000 atau dengan memasukkan informasi mengenai rute dan tempat evakuasi, serta membuat profil longitudinal dan cross-section (penampang) sungai.

Selanjutnya, sangat perlu melakukan tindakan nyata dalam proyek ini bersama dengan para pendamping dari departemen terkait dalam beberapa hal seperti cara pembuatan peta rawan dan peta risiko, metode survey lapang, tempat untuk memasang stasiun pengukur hujan dan juga penentuan jenis dan cara penggunaannya, serta menunjukkan kepada para penduduk tentang bagaimana cara membuat dan menggunakan (nilai dari) alat pengukur hujan sederhana.

5.4 Karakteristik Bencana Sedimen dan Penanggulangannya di Kota Pariaman

5.4.1 Karakteristik Bencana Sedimen di Kota Pariaman

1) Bencana Sedimen Terdahulu

Di Kota Pariaman, kebanyakan rumah terletak di kawasan pantai. Meskipun dataran tersebut memiliki perbukitan yang rendah, secara komparatif memang sedikit sekali terjadi bencana sedimen. Catatan bencana sedimen untuk beberapa tahun terakhir disajikan berikut ini (termasuk banjir).

Tabel 5.4.1 Beberapa Kejadian Terakhir Bencana Sedimen di Kota Pariaman

Tanggal (Hari/Bln/Thn)	Jenis	Profil Kerusakan akibat Bencana
22/01/07	Banjir	Banjir di Kec. Pariaman Selatan Rumah terendam: 62, dll.
	Sedimen	Tanah Longsor di Kec. Pariaman Utara Korban luka-luka: 3; Rumah rusak: 3; dll.
25/08/05	Banjir	Banjir di Desa Marunggi, Desa Kampung Apar dan Desa Pasir Sunur di sepanjang Sungai Mangau Rumah rusak: 94

Sumber: Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat, Kota Pariaman Dan Pengawasan dan Kemanan Nasioanl Kota Pariaman

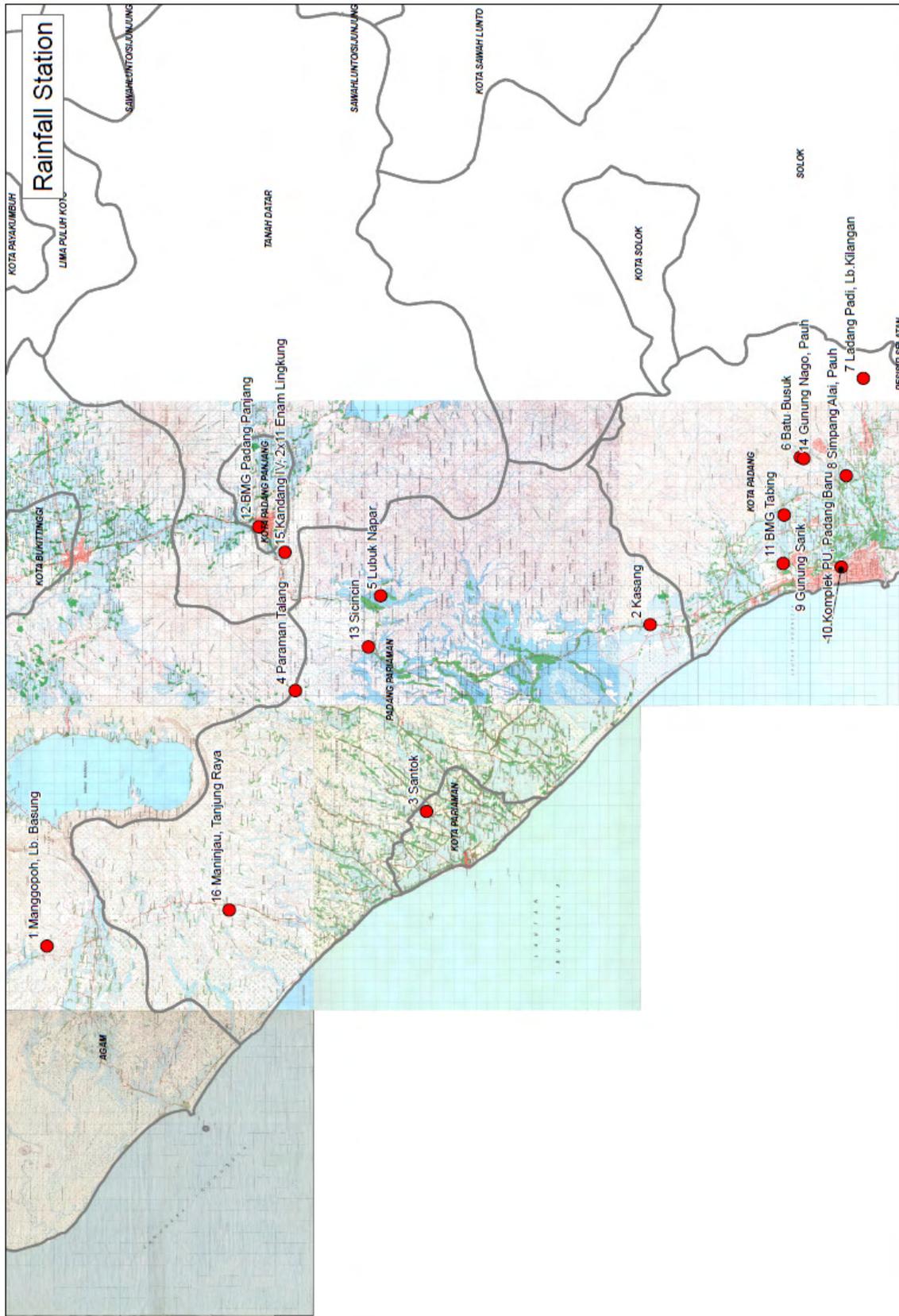
2) Faktor penyebab Kerusakan Sedimen

Faktor mekanis bencana sedimen di Kota Pariaman adalah wilayah pesisir yang berteras-teras dan curam, sedangkan faktor pemicunya sama seperti pada kasus-kasus kebanyakan adalah hujan. Tidak ada penanggulangan berupa apapun di tempat tersebut untuk mencegah terjadinya bencana sedimen, malahan mereka lebih percaya pada penanganan setelah terjadinya bencana (misalnya perbaikan dan relokasi rumah). Saat ini sangat sulit untuk mengukur tingkat curah hujan standar untuk peringatan dan evakuasi, tetapi masih memungkinkan untuk dilakukan di masa yang akan datang melalui pengumpulan data bencana secara rutin. Penduduk yang tinggal di sekitar lereng harus belajar dari pengalaman masa lalu serta menggunakan intuisi mereka untuk melakukan pengungsian. Juga dipastikan bahwa lereng akan mengalami longsor apabila terjadi gempa bumi di masa mendatang. Perlu dilakukan penelitian pada wilayah yang berbahaya dan juga relokasi rumah-rumah, dll.

3) Analisis Curah Hujan

Karakteristik Kabupaten Padang Pariaman yang terletak di sebelah barat Sumatera di tampilkan berikut ini. Selain itu, data curah hujan yang digunakan ini dikumpulkan serta dikelola oleh PSDA (Pengelolaan Sumber Daya Air) dari beberapa organisasi berikut ini.

- BMG: Badan Meteorologi dan Geofisika
- PLN: Perusahaan Listrik Negara
- DPU: Dinas Pekerjaan Umum
- Kimpraswil: Pemukiman Prasarana Wilayah
- Dep Pertanian Irigasi



Gambar 5.4.1 Peta Stasiun Pengukur Hujan

Tabel 5.4.2 Presipitasi pada saat Bencana Terjadi

No.	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
1	524.0	3024.0	2500.9	657.5	2354.6	2479.7	2097.1	2276.0	1576.5	1860.1	2494.0	2419.6	2277.7	2922.4	2877.7	2922.4
2	2953.0	4436.0	3894.0	1974.0	-	4340.0	3877.0	3344.0	4968.0	3064.0	3276.7	6556.0	7986.0	4574.9	4574.9	4574.9
3	2466.0	3169.0	2502.0	664.7	3568.0	3229.0	3096.5	4751.0	6914.0	5199.0	3367.0	6677.0	4275.0	3875.9	4275.0	3875.9
4	4566.0	5623.0	4592.0	9437.0	6398.0	4921.0	3895.0	3947.0	4831.0	4332.0	4221.7	6189.0	6186.0	5052.4	6186.0	5052.4
5	2318.0	4688.0	4255.0	2750.0	4143.0	4815.0	3849.0	3482.0	5193.0	7119.0	5343.0	5495.0	7128.0	4492.4	5495.0	4492.4
6	2903.0	4905.0	5015.0	1836.0	4356.0	963.0	2502.0	4173.0	4646.0	7664.0	3094.0	3096.0	2546.0	3876.3	3096.0	3876.3
7	2742.0	4634.0	4876.0	2774.7	4833.0	5004.0	5277.0	4173.0	7392.0	7664.0	4426.0	2347.0	4024.2	4113.1	4426.0	4113.1
8	2194.0	4630.0	4204.0	2042.0	5802.0	4373.0	4119.0	3293.0	4568.0	3828.0	3026.0	2937.0	4024.2	4110.0	3026.0	4110.0
9	2602.0	3656.0	2749.0	1836.0	6251.0	4382.0	3615.0	3584.0	4450.0	3656.0	2751.0	4721.0	4024.2	4110.0	2751.0	4110.0
10	1466.0	1731.0	2869.0	1447.0	2329.0	2795.0	2709.0	3255.0	4250.0	4813.0	3723.0	-	3452.5	4113.1	3723.0	3452.5
11	2721.0	4704.0	4904.9	1801.0	5693.7	4489.9	4108.4	4172.0	5286.7	5437.3	5033.0	4171.7	3793.2	4421.2	4171.7	4421.2
12	2717.0	4576.0	4103.0	2346.0	3714.0	4454.0	3904.0	4122.0	4650.0	4813.0	3723.0	-	3516.4	4171.7	3723.0	3516.4
13	3512.0	4838.0	3501.0	2792.0	4615.0	4570.0	3662.0	4172.0	5286.7	5437.3	5033.0	4171.7	3793.2	4421.2	4171.7	4421.2
14	-	-	4015.0	1834.0	4057.0	4275.0	2676.0	2676.0	-	-	-	-	-	-	-	-
15	3978.0	4635.0	4909.0	3088.0	4475.0	6275.0	4979.0	4939.0	7860.7	6589.7	5167.0	7860.7	6589.7	5167.0	7860.7	6589.7
16	2930.0	4372.0	3997.0	1942.3	3367.9	4001.4	3066.7	2336.5	3869.5	1946.5	3880.8	4320.4	3820.7	3799.3	3820.7	3799.3

No.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Rata-Rata
1	2524.0	3024.0	2500.9	657.5	2354.6	2479.7	2097.1	2276.0	1576.5	1860.1	2494.0	2419.6	2277.7	2922.4	2922.4
2	2953.0	4436.0	3894.0	1974.0	-	4340.0	3877.0	3344.0	4968.0	3064.0	3276.7	6556.0	7986.0	4574.9	4574.9
3	2466.0	3169.0	2502.0	664.7	3568.0	3229.0	3096.5	4751.0	6914.0	5199.0	3367.0	6677.0	4275.0	3875.9	4275.0
4	4566.0	5623.0	4592.0	9437.0	6398.0	4921.0	3895.0	3947.0	4831.0	4332.0	4221.7	6189.0	6186.0	5052.4	6186.0
5	2318.0	4688.0	4255.0	2750.0	4143.0	4815.0	3849.0	3482.0	5193.0	7119.0	5343.0	5495.0	7128.0	4492.4	5495.0
6	2903.0	4905.0	5015.0	1836.0	4356.0	963.0	2502.0	4173.0	4646.0	7664.0	3094.0	3096.0	2546.0	3876.3	3096.0
7	2742.0	4634.0	4876.0	2774.7	4833.0	5004.0	5277.0	4173.0	7392.0	7664.0	4426.0	2347.0	4024.2	4113.1	4426.0
8	2194.0	4630.0	4204.0	2042.0	5802.0	4373.0	4119.0	3293.0	4568.0	3828.0	3026.0	2937.0	4024.2	4110.0	3026.0
9	2602.0	3656.0	2749.0	1836.0	6251.0	4382.0	3615.0	3584.0	4450.0	3656.0	2751.0	4721.0	4024.2	4110.0	2751.0
10	1466.0	1731.0	2869.0	1447.0	2329.0	2795.0	2709.0	3255.0	4250.0	4813.0	3723.0	-	3452.5	4113.1	3723.0
11	2721.0	4704.0	4904.9	1801.0	5693.7	4489.9	4108.4	4172.0	5286.7	5437.3	5033.0	4171.7	3793.2	4421.2	4171.7
12	2717.0	4576.0	4103.0	2346.0	3714.0	4454.0	3904.0	4122.0	4650.0	4813.0	3723.0	-	3516.4	4171.7	3723.0
13	3512.0	4838.0	3501.0	2792.0	4615.0	4570.0	3662.0	4172.0	5286.7	5437.3	5033.0	4171.7	3793.2	4421.2	4171.7
14	-	-	4015.0	1834.0	4057.0	4275.0	2676.0	2676.0	-	-	-	-	-	-	-
15	3978.0	4635.0	4909.0	3088.0	4475.0	6275.0	4979.0	4939.0	7860.7	6589.7	5167.0	7860.7	6589.7	5167.0	7860.7
16	2930.0	4372.0	3997.0	1942.3	3367.9	4001.4	3066.7	2336.5	3869.5	1946.5	3880.8	4320.4	3820.7	3799.3	3820.7

4) Hubungan antara Curah Hujan dan Bencana yang berkaitan dengan Air

Hampir semua bencana yang terdahulu terjadi karena hujan yang turun pada hari sebelumnya ataupun pada hari saat terjadinya bencana. Seperti halnya faktor pemicu bencana sedimen hampir semuanya juga berasal dari hujan.

Tabel 5.4.3 Presipitasi/Hujan pada saat terjadinya Bencana

Kota/Pantaman	Tanggal Bencana/Tahun	Jenis	Sebab/ Badan Korban/Batas dan Perkiraan Masyrakat Kota/Pantaman	Curah Hujan Harian										Keterangan				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2001/024	2001/024	Banjir	Belum mendapat konfirmasi	Nama Stasiun Presipitasi	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7			
				1. Mangrove/Lubuk	4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				2. Sempang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				3. Sembak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				4. Pantan Tabak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				5. Lubuk Pagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				6. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				7. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				8. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				9. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				10. Mangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2001/022	2001/022	Banjir	Banjir di Kec. Pantan Selatan Rumah yang terdampak banjir: 82, di	Nama Stasiun Presipitasi	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17			
				1. Mangrove/Lubuk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				2. Sempang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				3. Sembak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				4. Pantan Tabak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				5. Lubuk Pagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				6. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				7. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				8. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				9. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				10. Mangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2001/021	2001/021	Sedimen	Tanah longsor di Kec. Pantan Utara Jumlah korban luka-luka: 3 Rumah yang rusak: 3, di	Nama Stasiun Presipitasi	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17			
				1. Mangrove/Lubuk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				2. Sempang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				3. Sembak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				4. Pantan Tabak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				5. Lubuk Pagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				6. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				7. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				8. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				9. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				10. Mangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005/025	2005/025	Banjir	Banjir di Desa Marungg, Desa Kumpang Apar, dan Desa Pasi Sujur di sepanjang Sungai Mangau Jumlah rumah yang rusak: 94	Nama Stasiun Presipitasi	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03			
				1. Mangrove/Lubuk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				2. Sempang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				3. Sembak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				4. Pantan Tabak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				5. Lubuk Pagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				6. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				7. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				8. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				9. IBAI Talang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				10. Mangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*) Tanggal bencana yang diwarnai

5.4.2 Peta Rawan Sedimen di Kota Pariaman

1) Indeks Peta Rawan di Kota Pariaman

Berdasarkan data yang terkumpul dari lembaga-lembaga terkait dan faktor-faktor utama pemicu bencana sedimen pada kajian-kajian lainnya, terdapat dua penyebab utama bencana sedimen: faktor pemicu. Faktor mekanis bergantung pada kondisi lapangan di mana bencana sedimen terjadi, sedangkan faktor pemicu merupakan kekuatan eksternal yang mempengaruhi wilayah terjadinya bencana sedimen. Faktor mekanis dan faktor pemicu bencana sedimen terangkum dalam tabel berikut ini.

Tabel 5.4.4 Faktor-Faktor Mekanis dan Pemicu Bencana Sedimen

BENCANA SEDIMEN	FAKTOR MEKANIS	FAKTOR PEMICU
Kerusakan lereng	Geologi: akibat kekuatan batu, kerusakan karena iklim, runtuhan, patahan, arah medan, kondisi lapisan permeabel, hilangnya lapisan permukaan permeabel, penyebaran lapisan. Ciri-ciri: kerusakan lereng terbesar pada lereng yang curam (30' derajat atau lebih), dan juga lereng yang membentuk ceruk dimana hujan dapat mengumpulkannya dan merubah bentuk lereng. Vegetasi: hutan yang berpengaruh untuk mencegah kerusakan permukaan.	Curah hujan: berbagai kasus kerusakan lereng terjadi di tempat yang memiliki intensitas hujan tinggi dan tanahnya lembab. Aktivitas berapi/Seismik: gempa bumi dan kegiatan gunung berapi mempengaruhi kondisi tekanan di dalam lereng, menjadikan tanah kurang stabil. Air tanah: rembesan air yang berasal dari hujan dapat menambah tekanan air dalam tanah dan mengakibatkan kerusakan lereng. Aktivitas manusia: Penghijauan kembali, merubah lereng alam dengan pemangkasan atau penambahan tanah, dll.
Aliran debris/reruntuhan	Geografis lembah sungai: lereng curam, lereng gunung yang tidak stabil, berpotensi untuk pengumpulan air permukaan, adanya air tanah atau mata air. Geografis sungai: lereng vertikal di palung sungai, cabang sungai yang menanjak ke atas dan sebidang. Tanah yang tidak stabil: ketebalan lapisan lereng bukit, ketebalan dan jumlah sedimen di dasar sungai, volume dan komposisi sedimen, sedimentasi karena runtuhnya lereng.	Hujan/ Pencairan Salju: peningkatan aliran air yang deras atau besarnya luapan. Aktivitas vulkanis/Seismik: tanah tidak stabil yang dihasilkan dalam jumlah besar karena kerusakan lereng (mekanis), runtuhnya kawah karena ledakan, luapan cairan salju, dll.
Tanah Longsor	Terjadinya tanah longsor terbesar berada pada lapisan tersier. Lapisan sedimen tersier masih muda dengan kepadatan yang rendah sehingga rapuh terhadap cuaca. Selain itu, cuaca memiliki karakteristik, pergantian terus-menerus antara musim hujan dan kemarau yang akan menghaluskan butiran atau membentuk argilasi. Selanjutnya, tanah tersusun atas batu pasir/lempung, dan smectite (montmorillonite) yang mengandung lempung yang berpotensi untuk bisa mengembang yang dapat memicu terjadinya tanah longsor.	Air akan memicu terjadinya tanah longsor. Hal tersebut terjadi pada saat air hujan merembes ke dalam tanah. Ketika air tersebut meningkatkan tekanan pori-pori air, maka akan menurunkan gaya geser air. Disamping itu, tanah longsor juga bisa dipicu oleh aktivitas manusia seperti mengambil tanah lereng di zona longsor, ataupun menggunakan lahan di wilayah yang bukan zona longsor untuk teknik sipil

Sumber: PEDOMAN PENGEMBANGAN SISTEM EVAKUASI DAN PERINGATAN BENCANA SEDIMEN DI NEGARA-NEGARA BERKEMBANG (Institut Pengembangan Infrastruktur-Jepang)

Peta Rawan untuk bencana sedimen di Kota Pariaman diciptakan berdasarkan data dan informasi yang didapat dari organisasi-organisasi terkait Kota Pariaman dan PSDA (Pengelolaan Sumber Daya Air) Propinsi Sumatera Barat melalui diskusi antara para ahli di Tim Studi JICA dan anggota counterpart Kota Pariaman. Indeks yang digunakan untuk pembuatan peta rawan untuk bencana sedimen ditunjukkan di dalam Tabel 5.4.5. Indeks “Kemiringan”, “Geologi”, dan “Curah Hujan Tahunan” dijadikan sebagai indeks untuk kerawanan bencana sedimen.

Tabel 5.4.5 Indeks untuk pembuatan peta rawan sedimen

Indeks Kerawanan	1) Kemiringan (H_{P4}) 2) Geologi (H_{P5}) 3) Curah Hujan Per Tahun (H_{P6})
------------------	--

Rumus yang digunakan untuk melakukan penaksiran terhadap kerawanan sedimen di Kota Pariaman ditunjukkan di bawah ini:

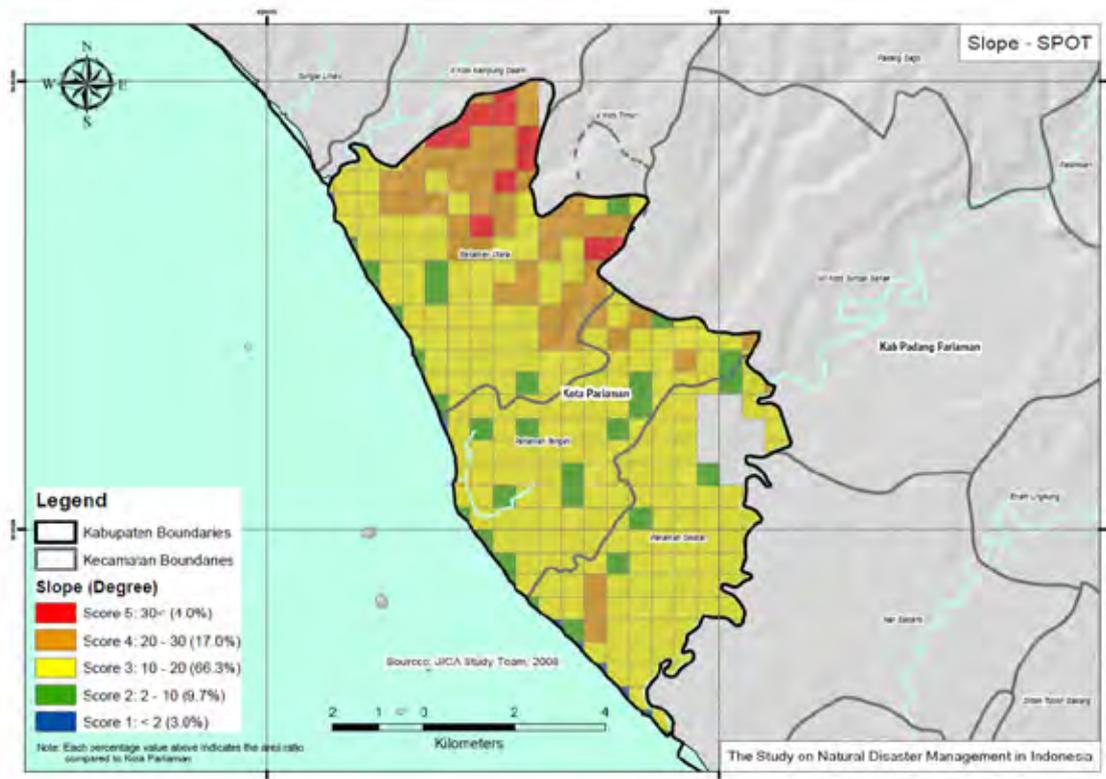
$$\text{Kerawanan} = H_{P4} + H_{P5} + H_{P6}$$

Di mana H_{P4} : Nilai indeks kemiringan, H_{P5} : Nilai indeks geologi, dan H_{P6} : Nilai indeks curah hujan tahunan.

A. Kemiringan/Lereng (H_{P4})

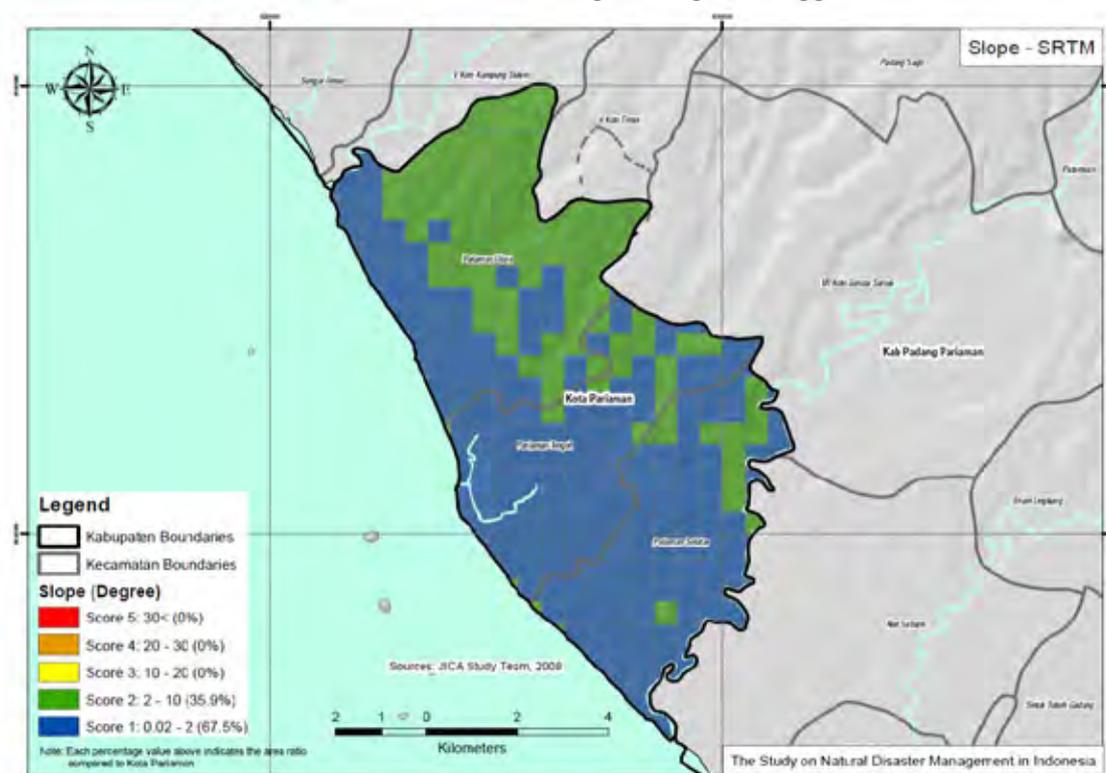
Seperti sudah disebutkan sebelumnya, berbagai kejadian bencana sedimen tersebut terkait dengan kemiringan lereng sebagai faktor mekanis. Secara umum, tanah longsor terjadi pada kemiringan 5-30 derajat, sedangkan tanah longsor yang lebih besar terjadi pada kemiringan lebih dari 30 derajat. Berdasarkan hal tersebut, maka digunakan data SPOT (resolusi 20 m) dan SRTM (resolusi 90 m), serta dibuat peta indeks kerawanan “kemiringan”. Data SPOT yang asli tidak mencakup semua wilayah Kota Pariaman. Kemudian, data SRTM, yang mencakup seluruh wilayah Kota Pariaman, digunakan untuk menginterpolasikan jaringan yang kosong dari data SPOT. Sistem penilaian untuk melakukan penaksiran kerawanan dari segi kemiringan diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut ini.

- i) Skor 5: 30° atau lebih <Kerawanan Tertinggi>
- ii) Skor 4: 20° – 30° <Kerawanan Lebih Tinggi>
- iii) Skor 3: 10° – 20° <Kerawanan Sedang>
- iv) Skor 2: 2° – 10° <Kerawanan Lebih Rendah>
- v) Skor 1: 2° atau kurang <Kerawanan Terendah>



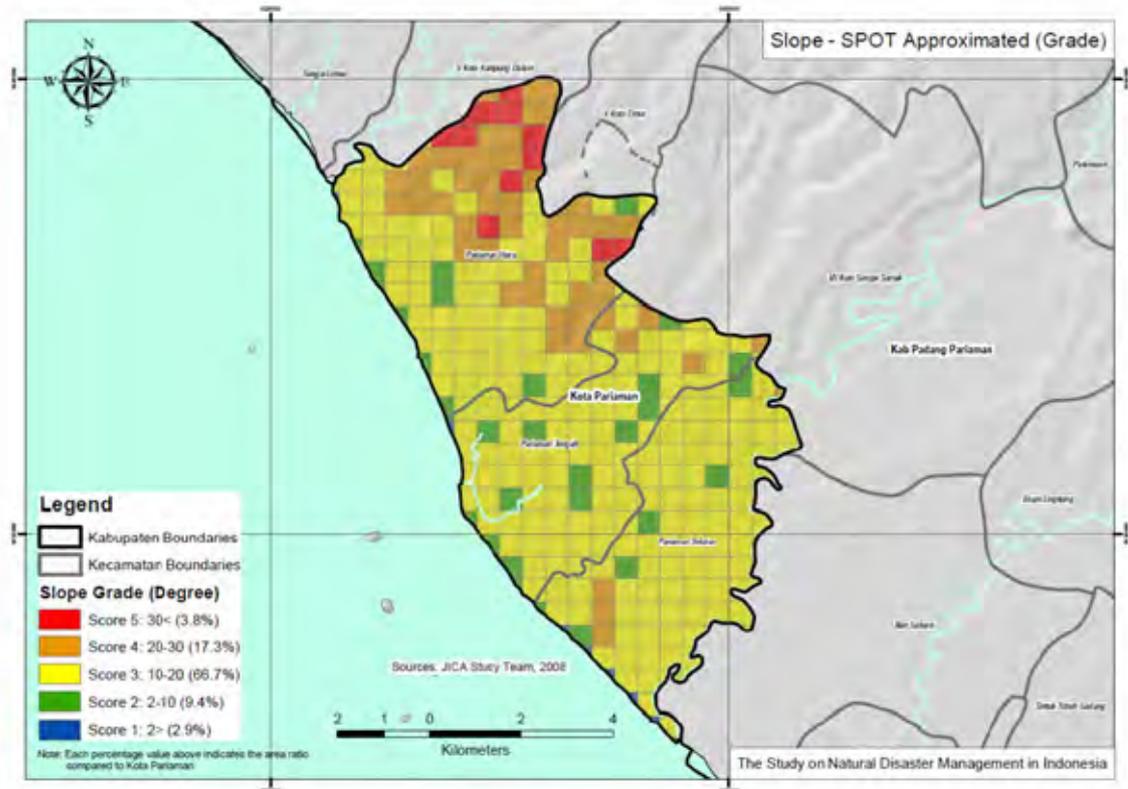
Catatan: Wilayah abu-abu merupakan data SPOT yang hilang.

Gambar 5.4.2 Peta Klasifikasi Kemiringan dengan menggunakan Data SPOT



Catatan: Data SRTM mencakup seluruh wilayah Kota Pariaman yang digunakan untuk menginterpolasi jaringan yang kosong dari data SPOT.

Gambar 5.4.3 Peta Klasifikasi Kemiringan dengan menggunakan Data SRTM

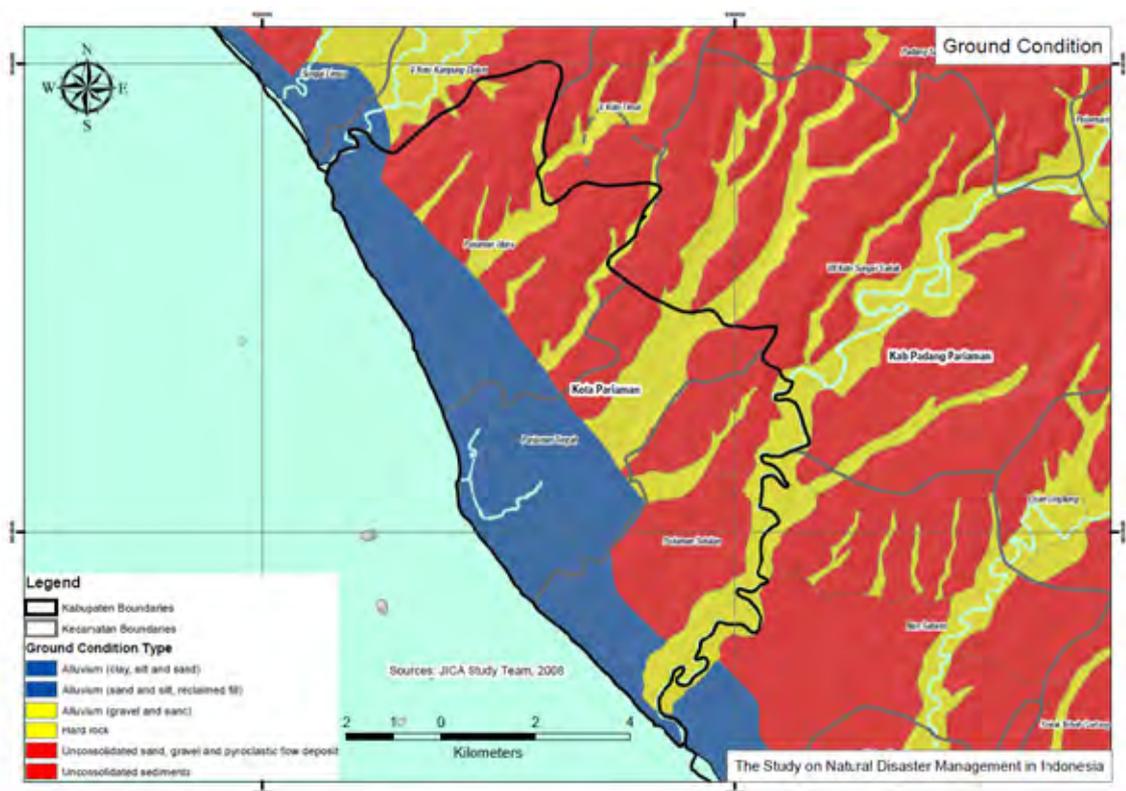


Gambar 5.4.4 Peta Indeks Kerawanan “Kemiringan/Lereng (H_{P4})”

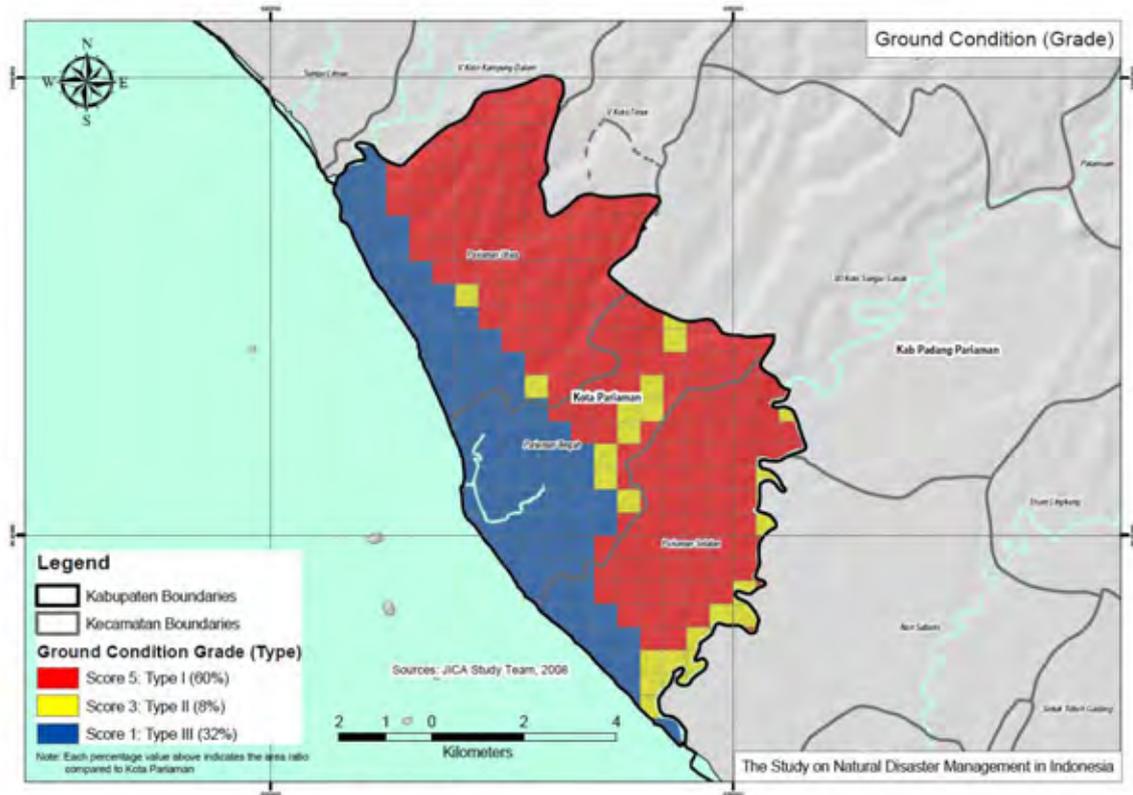
B. Geologi (H_{P5})

Geologi merupakan faktor mekanis yang berpengaruh nyata terhadap bencana sedimen. Peta kondisi tanah dibuat berdasarkan analisis yang mengelompokkan mana kondisi tanah yang rawan terhadap bencana. Pada dasarnya, wilayah rawan dapat diartikan sebagai wilayah di mana terdapat sedimen yang tidak terkonsolidasi (tidak padat), pasir yang tidak terkonsolidasi (tidak padat), kerikil dan sesuatu yang disebut sedimen pyroklastik, seperti misalnya aliran piroklastik. Sistem penilaian untuk melakukan penaksiran kerawanan dari segi geologi diterapkan berdasarkan klasifikasi berikut ini.

- i) Skor 5: Sedimen yang tidak terkonsolidasi, pasir yang tidak terkonsolidasi, kerikil, dan aliran piroklastik<Kerawanan Tertinggi>
- ii) Skor 3: Bebatuan keras, Alluvium (kerikil dan pasir)<Kerawanan Sedang>
- iii) Skor 1: Alluvium (pasir dan lumpur, tanah reklamasi)<Kerawanan Terendah>



Gambar 5.4.5 Peta Geologi

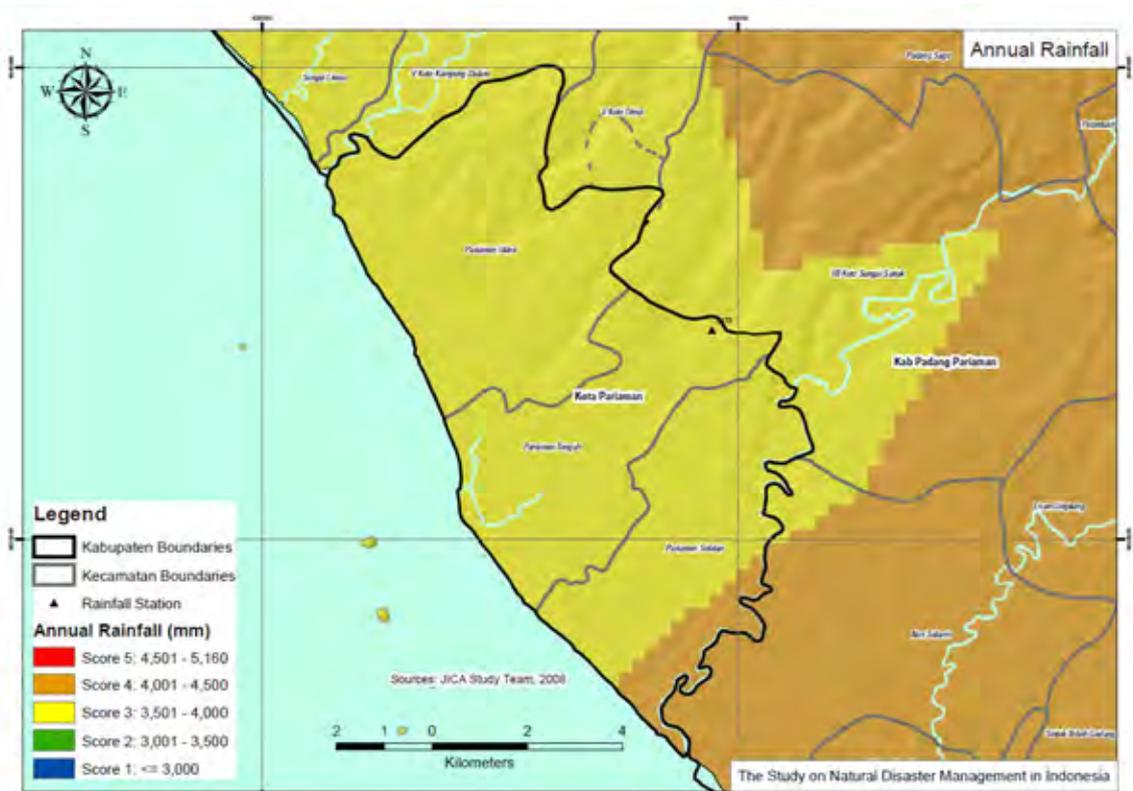


Gambar 5.4.6 Peta Indeks Kerawanan “Geologi (H_{P5})”

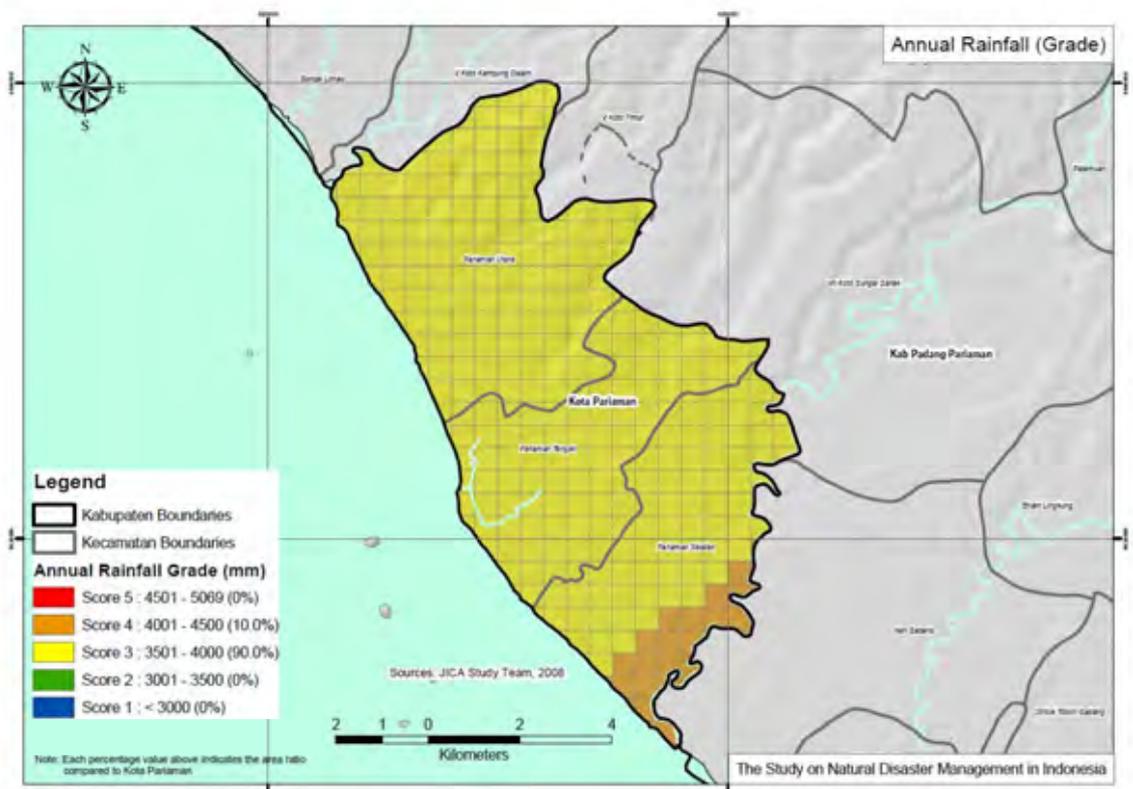
C. Curah Hujan per Tahun (H_{P6})

Hujan merupakan faktor pemicu yang cukup besar untuk terjadinya bencana sedimen. Data yang sekarang ini diamati di Kota Pariaman dan sekitarnya pun dikumpulkan. Data curah hujan rata-rata digunakan sebagai indeks. Curah hujan per tahun dibagi menjadi lima kategori dan diberi skor sebagai berikut:

- | | | | |
|------|--------|----------------------|--------------------------|
| i) | Skor 5 | : 4.500 – 5.000 (mm) | <Kerawanan Tertinggi> |
| ii) | Skor 4 | : 3.500 – 4.500 (mm) | <Kerawanan Lebih Tinggi> |
| iii) | Skor 3 | : 2.500 – 3.500 (mm) | <Kerawanan Sedang> |
| iv) | Skor 2 | : 1.500 – 2.500 (mm) | <Kerawanan Lebih Rendah> |
| v) | Skor 1 | : 1.000 – 1.500 (mm) | <Kerawanan Terendah> |



Gambar 5.4.7 **Peta Penyebaran Curah Hujan per Tahun**

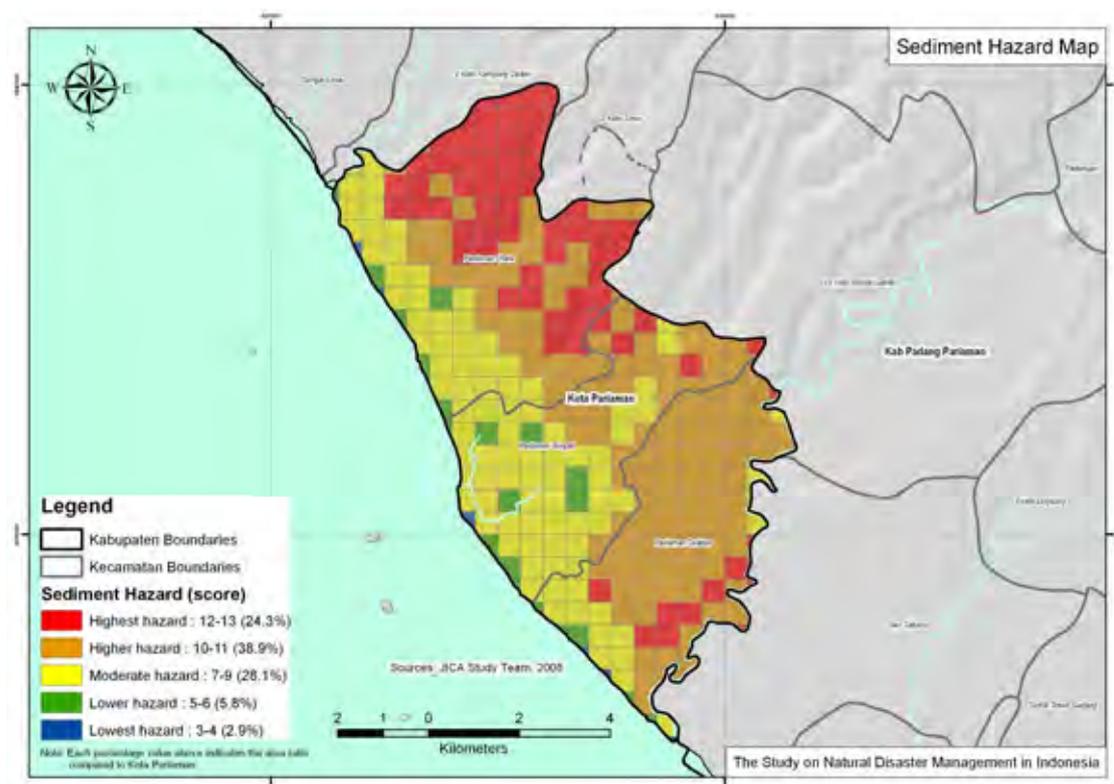


Gambar 5.4.8 **Peta Penyebaran Curah Hujan per Tahun (Tingkatannya) (Hp6)**

2) Peta Risiko Sedimen di Kota Pariaman

Peta rawan bencana sedimen menilai tentang jumlah kemiringan (H_{P4}), Geologi (H_{P5}) dan Curah hujan per tahun (H_{P6}).

Gambar 5.4.9 menunjukkan peta rawan sedimen untuk Kota Pariaman. Sebagaimana ditunjukkan dalam gambar, nilai kerawanan sedimen terbagi atas 5 kelas yang menunjukkan klasifikasi kerawanan. Serupa dengan geologi di Kabupaten Padang Pariaman, tumpukan aliran piroklastik memenuhi sebagian besar wilayah ini, terutama pada perbukitan dengan relief rendah di sebelah utara Kota Pariaman. Kerawanan tertinggi dapat dilihat di sebelah utara Kota Pariaman berhubung kemiringan di wilayah ini lebih curam. Kerawanan yang lebih rendah dapat terlihat di sepanjang garis pantai berhubung sebagian besar wilayah ini sangat rendah dan datar. Rasio wilayah kerawanan tertinggi dan yang tinggi di Kota Pariaman kurang lebih 60% .



Gambar 5.4.9 Peta Rawan Bencana Sedimen

5.4.3 Peta Risiko Sedimen di Kota Pariaman

1) Dasar Pembuatan Peta Resiko Bencana Sedimen

Indeks kerentanan ditunjukkan pada Tabel 5.4.6. Rincian indeks kerawanan untuk “Kepadatan Populasi (V_{P1})”, “Area Terbangun (V_{P2})”, dan “Jalan/Rel di Area Curam (V_{P4})” dijelaskan di bagian 1.6.4, Bab 1, Jilid 3: Laporan Penunjang.

Tabel 5.4.6 Indeks Kerentanan yang Digunakan untuk Bencana Sedimen

Indeks Kerentanan	1) Kepadatan Populasi (V_{P1}) 2) Area Terbangun (V_{P2}) 3) Jalan/Rel di Area Curam (V_{P4})
-------------------	---

Rumus yang digunakan untuk penaksiran risiko di Kota Pariaman adalah seperti berikut.

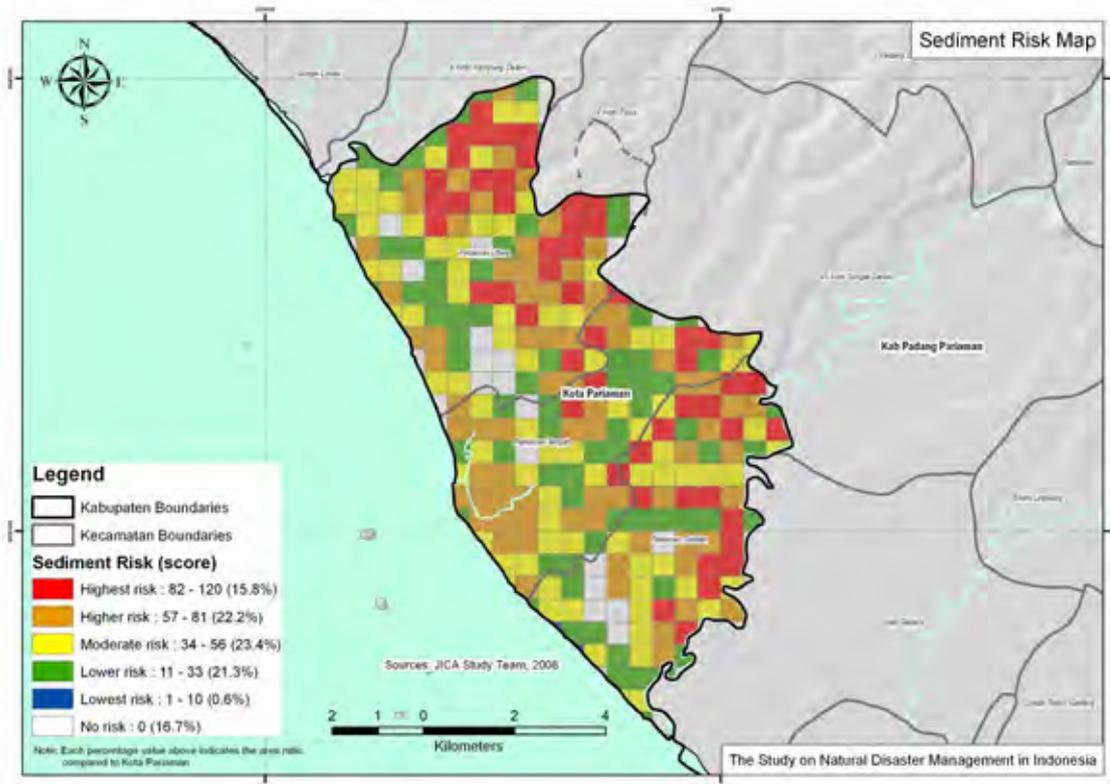
$$\text{Risiko} = \text{Kerawanan} \times \text{Kerentanan}$$

$$\text{Risiko} = (H_{P4} + H_{P5} + H_{P6}) \times (V_{P1} + V_{P2} + V_{P4}) \quad (\text{Sama dengan 5.3})$$

Di mana H_{P4} : Nilai indeks kemiringan, H_{P5} : nilai indeks geologi, H_{P6} : nilai indeks curah hujan per tahun, V_{P1} : nilai indeks kepadatan populasi, V_{P2} : nilai indeks area terbangun dan V_{P4} : nilai indeks jalan/rel di wilayah curam.

2) Pembuatan Peta Risiko Sedimen di Kota Pariaman

Mengacu pada Gambar 5.4.10 yang menunjukkan peta risiko sedimen di Kota Pariaman. Sebesar 16% dari Kota Pariaman berada di area yang memiliki risiko tertinggi. Kecenderungan di Kota Pariaman menunjukkan bahwa ditemukan nilai lebih tinggi di bagian timur Kota Pariaman. Terdapat beberapa anak sungai yang terkikis oleh arus sungai yang tidak memiliki tembok penahan di sepanjang Sungai Mangau. Risiko sangat tinggi di wilayah semacam itu. Meskipun begitu, jarang sekali ada tebing yang curam kecuali di area dengan risiko tertinggi, dan kemungkinan terjadi bencana sedimen sangat rendah. Tetap saja, fasilitas umum yang terdapat di depan tebing berukuran kecil harus diperhatikan jika terjadi hujan lebat.



Gambar 5.4.10 Peta Risiko Bencana Sedimen

5.4.4 Kemungkinan Penanggulangan Bencana Sedimen di Kota Pariaman

Karena Kota Pariaman terletak di wilayah datar, penanggulangan bencana sedimen dalam skala besar kurang diperlukan. Akan tetapi, daerah perumahan yang berada dekat dengan lereng membutuhkan penanganan. Terlebih lagi, di wilayah hilir Sungai Mangau yang tidak memiliki pelindung dipinggirannya sehingga perlu dibangun untuk mencegah gesekan dan erosi oleh air jika terjadi banjir.

Selanjutnya, uraian penanggulangan bencana sedimen ditunjukkan berikut ini.

Tabel 5.4.7 Kemungkinan Penanggulangan Bencana Sedimen

Kecamatan		Karakteristik Bencana	Kemungkinan Penanggulangan	
			Penanggulang an struktural	Penanggulangan Non Struktural
1	Pariaman Utara Pariaman Tengah Pariaman Selatan	Hanya sedikit terjadi longsor dan juga bencana sedimen. Meskipun daerah longsor sempat terlihat di bagian utara kota, namun tidak memerlukan penanggulangan dalam skala besar	<ul style="list-style-type: none"> • Dinding Penahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembatasan Penggunaan Lahan • Peringatan Dini (Informasi ramalan dan pengukuran curah hujan)

5.4.5 Kegiatan Peningkatan Kapasitas

Mengacu pada sub-bagian yang sama untuk Kabupaten Padang Pariaman, berhubung semua workshop yang berkaitan dengan bencana banjir dan sedimen untuk Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman diadakan pada saat yang sama.

5.4.6 Saran untuk Kedepannya

Mengacu pada sub-bagian yang sama untuk Kabupaten Padang Pariaman.