

BULETIN KEA

Media Informasi Kegiatan Peneliti

B.(3).6

VOL. 1 NO. 1, JUNI 2008

ISSN 1979-9233

PENELITIAN RESAPAN BUATAN MELALUI SUMUR DALAM TERHADAP AIR TANAH TERKEKANG SECARA GRAVITASI

Wawan Herawan

PENANGANAN BANJIR BANDANG DI KOTA LARANTUKA, NUSA TENGGARA TIMUR

Kustamar, Silvester Sari Sai

HUBUNGAN RASIO N/P DENGAN KECENDERUNGAN DOMINASI KOMUNITAS MIKROALGA PADA WADUK-WADUK DI DPS CITARUM

Augustiza Haarcorryati

PERILAKU DAN KEAMANAN BENDUNGAN NOTOPURO AKIBAT PENGARUH LONGSORAN DAN DEFORMASI

Carlina Soetjiono

PENENTUAN STANDAR OPERASI POMPA SISTEM POLDER PANTAI INDAH KAPUK SEKTOR UB-2

Joyce Martha Widjaya

KAJIAN TRANSFER DATA BERBASIS SELULER PADA MITIGASI BENCANA ALAM DI WILAYAH KABUPATEN BANYUMAS

Hariyadi Djamal, Oriza Andamari

KAJIAN AWAL SUMBER DAYA AIR DANAU ULAK LIA, KABUPATEN MUSI BANYUASIN, SUMATERA SELATAN

Bambang Priadie

PERUBAHAN GARIS PANTAI SANUR PASCA PENGISIAN PASIR

Dede M. Sulaiman



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR

BULETIN KEAIRAN

Media Informasi Kegiatan Penelitian Keairan

Pelindung

Ir. Hendrianto Notoesoegondo

Pembina

Dr. Ir. Arie Setiadi Moerwanto, M.Sc.

Penanggung Jawab

Dr. Ir. William Marcus Putuhena, M.Eng.

Ketua Dewan Penyunting

Dr. Simon S. Brahmana, CES, DEA

Penyunting Ahli

Prof. (R) Ir. Agus Pudji Prawoto, M.Sc.

Prof. (R) Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT.

Dr. Ir. Syamsudin, Dipl. HE.

Dr. Ir. Bambang Soenarto, Dipl. H., M.Eng.

Ir. L. Budi Triadi, Dipl. HE.

Ir. Marfani Barmawi, Dipl. HE.

Dr. Chay Asdak (FTIP UNPAD)

Dr. Ir. Badruddin Machbub, Dipl. S.E. (Ahli Lingkungan SDA, HATHI)

Dr. Ir. Sri Legowo, M.Sc. (Lektor Kepala ITB)

Penyunting Pelaksana

Dr. Ir. F. Mulyantari, M.Eng.

Ir. Iskandar A. Yusuf, M.Sc.

Ir. Firdaus Larosa, M.T.

Sekretaris

Dra. Aidillisyah Luthan (Lisa)

Sobari Relino, S.T.

Staf Umum

Dra. Marijke Roest

Ati Kurniati

Alamat Redaksi/Penerbit :

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

Jl. Ir. H. Juanda No. 193 Bandung 40135

Tlp. : (022) 2501083, 2504053

Fax. : (022) 2500163

PO. Box : 841

Email: buletin@pusair-pu.go.id

<http://www.pusair-pu.go.id>

PENANGANAN BANJIR BANDANG DI KOTA LARANTUKA, NUSA TENGGARA TIMUR

Kustamar*) Silvester Sari Sai**)

Abstract

Larantuka is a subdistrict of East Flores Regency, on the eastern end of Flores Island, East Nusa Tenggara, Indonesia. Most of the land area of larantuka located on the foot hill of the Ile mandiri Mountain which is a flate area of the Larantuka Strait Larantuka is the risk area for the deluge floods disaster when the hard rainy happened. Deluge floods is the floods followed by rock material which is result of the landslide process. Because that, all the rivers which have river-basin is the Risk landslide area is the deluge floods rivers. Deluge floods disaster has a specific kinds and to overcome the impact of deluge floods disaster it is needed the specific study. Indetification of the disaster risk area is needed in management of deluge floods disaster phases. Deluge floods disaster phases are prevention phase, early warning system phase, evacuation disaster victim phase and post disaster management phase. Prevent phase are done to prevent of deluge floods disaster with inprove the quality of the landcover area and build natural teras. If the landslide happen, the flow of surface stream are directed to cover the interest area.

Keywords : Risk area of the deluge floods disaster, Larantuka, Indonesia.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Fenomena terjadinya banjir bandang, yaitu banjir yang disertai material longsoran (massa tanah bercampur batuan), merupakan indikasi terjadinya erosi parit, dan erosi jurang di lahan bagian hulu daerah aliran sungai (DAS). Erosi parit terjadi sebagai akibat lanjutan dari proses terjadinya erosi permukaan. Faktor penutupan lahan, dan topografi, serta cara olah tanah merupakan penyebab dominan terjadinya erosi permukaan akibat air hujan. Sungai-sungai yang merupakan muara limpasan permukaan dari daerah rawan longsor, dapat dianggap sebagai sungai rawan banjir.

Fenomena terjadinya banjir bandang masih terus berlangsung, dan diprediksi akan semakin meningkat seiring dengan cenderung semakin bertambahnya kerusakan kondisi hutan. Konversi penggunaan lahan pada kawasan lindung dan kawasan konservatif,

terus berlangsung sebagai akibat dari meningkatnya kebutuhan lahan pertanian. Aktivitas masyarakat yang sulit dikendalikan tersebut, semakin meluas dan mayoritas tanpa disertai pengetahuan yang cukup dalam hal cara olah tanah yang tepat.

Demikian juga di Kota Larantuka, bahaya banjir bandang masih terus menghantui penduduknya, baik pada masyarakat yang tinggal di kawasan yang sering terjadi banjir maupun pada kawasan yang belum pernah terkena banjir. Oleh karena itu, untuk merancang strategi yang tepat dalam menanganinya diperlukan adanya studi.

2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari studi ini ialah mengidentifikasi daerah rawan longsor dan sungai rawan banjir di wilayah Kota Larantuka. Sedangkan tujuannya ialah mengetahui daerah rawan bencana (longsor dan banjir bandang) sebagai dasar untuk menyusun strategi yang tepat dalam penanganannya.

*) Dosen Teknik Pengairan, ITN, Malang.

***)Dosen Teknik Geodesi, ITN, Malang.

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang.

METODE PENDEKATAN

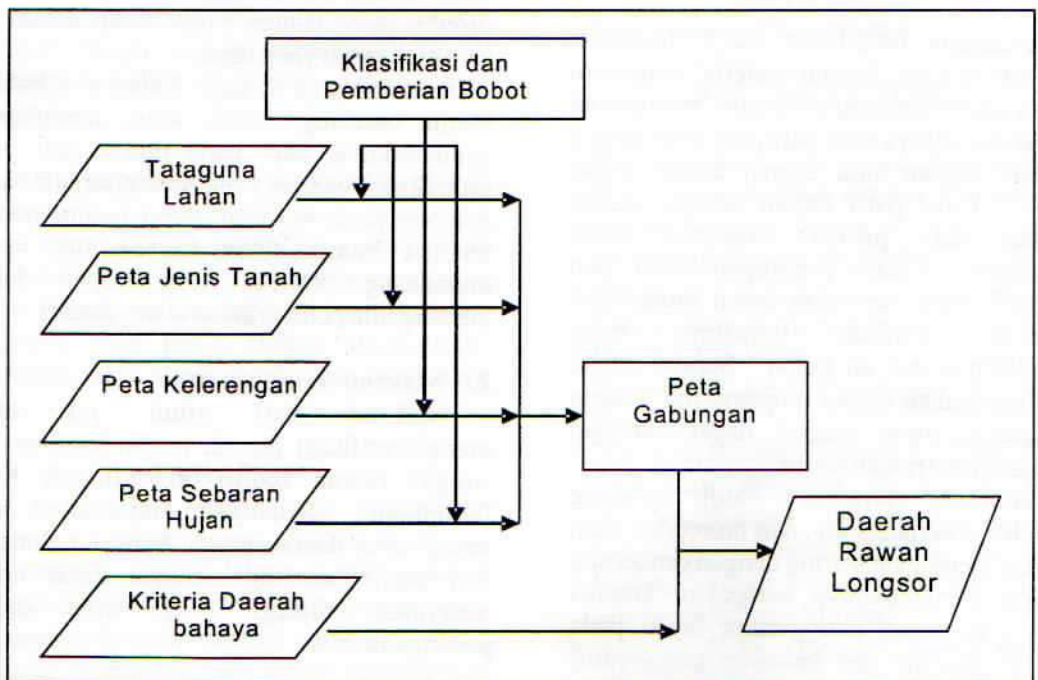
1. Identifikasi Daerah Rawan Longsor

Zonasi daerah rawan longsor dilakukan dengan jalan memadukan informasi spasial: hujan, topografi, jenis atau tekstur tanah, serta jenis dan kondisi tutupan lahan. Dengan melakukan klasifikasi, pemberian bobot dan teknik tumpang susun, maka dapat diidentifikasi daerah rawan longsor (Gambar 1). Energi yang terjadi akibat percikan hujan dapat berakibat terbongkarnya butiran tanah di atas permukaan lahan. Intensitas hujan selain berpengaruh terhadap besarnya energi tersebut, juga terhadap kapasitas angkut material sedimen. Dengan demikian, semakin tinggi intensitas hujan akan mempunyai dampak yang lebih

Tabel 1. Klasifikasi Intensitas Hujan

Intensitas (mm/menit)	Deskripsi	Bobot
< 0,02	Sangat Lemah	5
0,02 – 0,05	Lemah	4
0,05 – 0,25	Normal	3
0,25 – 1	Deras	2
> 1	Sangat Deras	1

parah terhadap erosi permukaan. Proses transportasi sedimen yang berlangsung secara menerus dalam waktu lama berpotensi mengubah relief permukaan lahan, kepadatan tanah, dan stabilitasnya. Oleh karenanya, untuk analisis tingkat kerawanan longsor suatu kawasan dilakukan klasifikasi seperti yang dicantumkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Alir Zonasi Daerah Rawan Longsor

Tabel 2. Klasifikasi Kelerengn Topografi

Lereng	Deskripsi	Bobot
< 8	Sangat Landai	1
8 - 15	Landai	2
15 - 25	Bergelombang	3
25 - 40	Curam	4
>40	Sangat Curam	5

Tabel 3. Klasifikasi Tekstur Tanah

Tekstur	Deskripsi	Bobot
Sand	Kasar	5
Sandy loam	Agak Kasar	4
Loam	Sedang	3
Clay loam	Agak Halus	2
Clay	Halus	1

Tabel 4. Klasifikasi Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Bobot
Hutan Lebat	1
Hutan Produksi, Perkebunan	2
Semak, Padang Rumput	3
Hortikultura (landai)	4
Pemukiman, Sawah	5

Tingkat kelerengn lahan selain berpengaruh terhadap kecepatan aliran limpasan permukaan, juga berpengaruh terhadap bidang longsor dari suatu lahan. Berdasarkan peta topografi, tingkat kelerengn lahan diklasifikasi dan diberikan bobot seperti terlihat pada Tabel 2.

Dalam kaitannya dengan potensi terjadinya erosi permukaan dan longsor pada suatu kawasan, tekstur tanah berperan dalam hal besarnya jumlah air hujan yang terinfiltrasi ke bawah permukaan tanah. Dalam studi ini, klasifikasi terhadap tekstur tanah dilakukan seperti terlihat pada Tabel 3. Dalam kaitannya dengan peran vegetasi dalam intersepsi dan penutupan lahan, maka jenis dan kondisi penggunaan lahan dilakukan klasifikasi sebagai tercantum pada Tabel 4. Kriteria tingkat kerawanan longsor dilakukan berdasarkan total skor dari proses tumpang susun, yang besarnya dinyatakan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Daerah Rawan Longsor

Total Bobot	Deskripsi
> 12	Sangat Rawan Longsor
9 - 12	Rawan Longsor
5 - 8	Aman
1 - 4	Sangat Aman

2. Identifikasi Sungai dan Daerah Rawan Banjir

Terdapat dua jenis sungai yang berada di dalam kawasan yang sedang ditinjau, yaitu sungai yang merupakan muara dari anak-anak sungai yang berada pada daerah rawan longsor dan sebaliknya. Sungai-sungai yang merupakan muara limpasan permukaan dari daerah rawan longsor, dapat dianggap sebagai sungai rawan banjir bandang. Anggapan tersebut didasarkan bahwa saat terjadi banjir, air limpasan permukaan yang berasal dari daerah rawan longsor akan mengangkut material sedimen dan mengendapkannya pada penggal yang kecepatan alirannya rendah. Berkurangnya kapasitas sungai akibat pengendapan tersebut akan menyebabkan terjadinya luapan air.

Daerah rawan banjir diidentifikasi akan terjadi pada daerah yang dilalui sungai rawan banjir, khususnya pada belokan yang tajam atau pada perubahan kemiringan dasar sungai dari curam ke datar. Hal tersebut disebabkan karena pada penggal sungai dengan kondisi tersebut sangat berpotensi terjadi luapan,

terutama jika banjir mengangkut material dalam ukuran dan jumlah yang besar. Proses identifikasi dijelaskan pada Gambar 2.

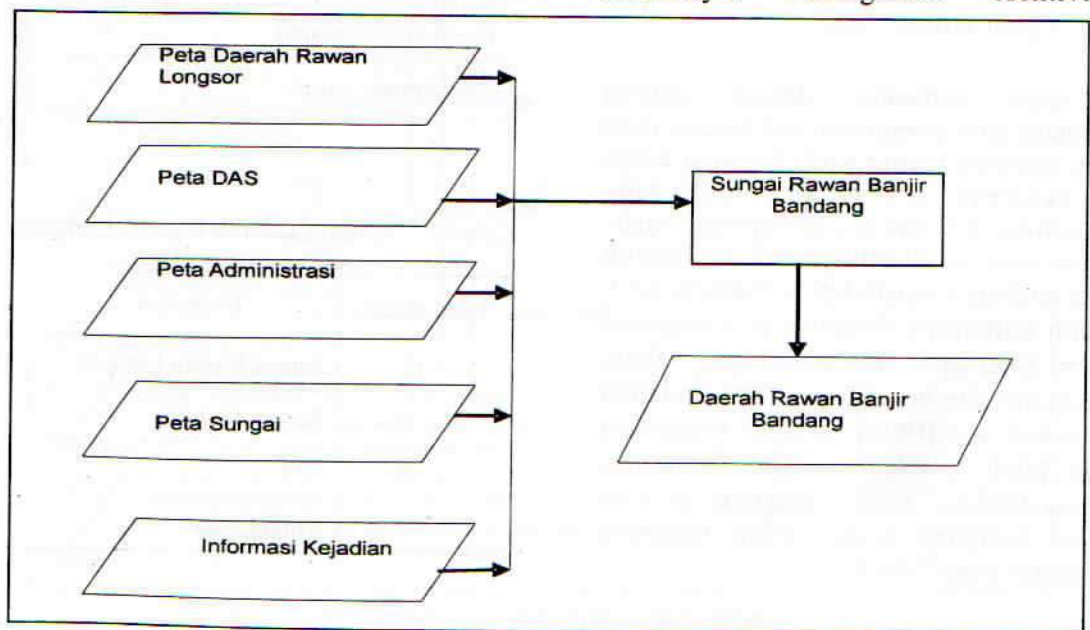
3. Usulan Solusi

1) Pengembangan Konsep

Untuk mengendalikan banjir-bandang, terdapat beberapa kelompok kegiatan yang dapat dilakukan, yaitu: mengurangi dampak, mengurangi volume material, mengarahkan arah arus, dan meningkatkan kapasitas alur sungai.

a. Mengurangi Dampak

Untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan, dapat dilakukan dengan membangun sistem peringatan dini. Pembuatan sistem peringatan dini diawali dengan pengenalan daerah rawan bencana, baik bencana longsor maupun bencana banjir bandang. Menyusun skenario evakuasi, dan sosialisasi kepada masyarakat merupakan kegiatan penting yang dilakukan pada tahap berikutnya. Peningkatan efektivitas



Gambar 2. Alir Identifikasi Daerah Rawan Banjir Bandang

penyampaian tanda peringatan akan terjadinya bencana memerlukan sarana pendukung yang sesuai. Dalam pengadaan perangkat keras tersebut harus dipilih teknologi yang murah dan aplikatif. Karena waktu tempuh banjir yang relatif singkat, peringatan akan terjadinya kondisi bahaya dapat dilakukan dengan memberi tanda peringatan berupa suara yang khas dan keras yang didasarkan pada tingginya intensitas hujan.

b. Mengurangi Volume Material

Material yang terbawa banjir-bandang mayoritas merupakan hasil dari erosi permukaan yang terakumulasi. Untuk mengurangi jumlah produktivitasnya, dapat dilakukan dengan mendaratkan tingkat kecuraman lereng (dengan membuat teras), dan mengurangi daya rusak air hujan dengan memperbanyak tanaman keras yang berdaun lebat dan bertajuk lebar.

c. Mengarahkan Arah Arus

Pada lahan dengan kemiringan lereng relatif terjal, arus dapat diarahkan dengan membuat tanggul searah kontur yang ditanami tanaman penguat berjenis rumput. Dengan jarak antar tanggul yang tidak begitu berjauhan, secara alami lama-kelamaan akan terbentuk teras bangku.

d. Meningkatkan Kapasitas Alur Sungai

Saat terjadi banjir bandang, aliran air terjadi dengan kecepatan tinggi dan mengangkut material dalam jumlah yang cukup banyak, serta dalam durasi waktu yang singkat. Untuk mengalirkan debit banjir yang mengangkut material tersebut diperlukan alur sungai dengan kapasitas yang besar. Adanya bangunan - bangunan persungai yang melintang sungai akan mengurangi kapasitas debitnya. Dengan demikian, desain bangunan harus disesuaikan agar dapat berfungsi dengan baik akan tetapi tidak banyak mengurangi kapasitas debit sungainya.

2) Pentahapan

Potensi bencana longsor dan banjir-bandang di kawasan Kota Larantuka sangat besar, sehingga setiap saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi masyarakat (terutama yang tinggal pada daerah yang pernah diterjang banjir bandang) merasa ketakutan. Untuk menangani secara tuntas, diperlukan biaya sangat besar dan waktu yang relatif lama. Hal tersebut mengingat sulitnya medan dan luasnya kawasan yang rusak kondisi penutupan lahannya. Dengan demikian, diperlukan pentahapan dan dipilih program-program yang strategis agar penanganan dapat efektif dan efisien.

a. Jangka Pendek

Penanganan bahaya longsor dan banjir bandang yang dapat dilakukan dalam jangka pendek ialah:

- Membangun sistem peringatan dini, untuk mengurangi kerugian yang mungkin ditimbulkan.
- Membangun sabuk hijau, berupa tanggul dengan lebar 2 m dan tinggi 1 meter yang dibuat melingkar kaki Gunung Iemandiri. Tanggul dibuat pada kawasan peralihan antara kawasan terbangun dengan kawasan lindung, yaitu pada lahan dengan kemiringan berkisar 30%. Sabuk hijau dimaksudkan untuk melindungi kawasan terbangun dan membatasi agar penduduk tidak memanfaatkan kawasan lindung sebagai daerah pemukiman. Agar tidak mengurangi estetika, bambu yang ditanam dipilih jenis bambu kuning.

b. Jangka Menengah

Tindakan dalam jangka menengah diarahkan untuk memperkuat stabilitas lereng pada kawasan rawan longsor. Stabilitas daerah rawan longsor dilakukan dengan 2 kegiatan, yaitu mengurangi kecuraman lereng dan meningkatkan penutupan lahan. Untuk membuat teras bangku secara serentak di

seluruh kawasan memerlukan biaya yang banyak. Oleh karenanya hal tersebut diatasi dengan membuat tanggul penguat berukuran lebar 1 m dan tinggi 0,6 m, serah kontur, dengan jarak antar tanggul sekitar 25 m. Untuk meningkatkan stabilitas lereng, dan fungsi penutupan lahan maka tanggul diusulkan ditanami bambu Ori.

Dengan tanggul-tanggul tersebut air limpasan permukaan akan mengalir searah kontur, dan diharapkan secara alami berangsur-angsur akan terbentuk teras bangku.

c. Jangka Panjang

Jika teras bangku sudah mulai terbentuk, dapat ditanami dengan tanaman berbatang kayu keras. Pemilihan jenis tanaman diusulkan berupa tanaman yang mudah bereproduksi dan juga meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Jenis tanaman yang menghasilkan biji-bijian dalam jumlah cukup banyak (kenari, asam-Jawa) akan dapat memperbanyak diri dengan cepat. Pada medan yang "relatif datar" dan mudah dijangkau, penanaman jenis buah-buahan (mangga, mente) dapat mengkondisikan masyarakat cenderung tidak menebang untuk diambil kayunya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Faktor Dominan

Berdasarkan simulasi yang dilakukan dengan mengubah beberapa kondisi penggunaan lahan pada beberapa kemiringan lereng yang berbeda, diperoleh kecenderungan bahwa: jenis dan kondisi penggunaan lahan mempunyai pengaruh yang paling dominan dalam penentuan daerah rawan longsor. Oleh karenanya arah

kebijakan dalam penanganan daerah rawan longsor dikonsentrasikan bagaimana mengkondisikan agar fungsi vegetatif sebagai penutupan lahan dapat maksimal. Tentunya, kebijakan yang dimaksud selain dalam hal pemilihan jenis tanaman juga cara menanamnya, sehingga dapat menghasilkan dampak positif ganda.

Dampak yang dimaksud ialah meningkatnya efektivitas penutupan lahan, dan meningkatnya kesejahteraan penduduk. Dengan melibatkan penduduk, mulai dari tahap perencanaan hingga tahap pelaksanaan setiap kegiatan diharapkan dapat memperbesar tingkat keberhasilannya.

2. Daerah Rawan Longsor

Hasil identifikasi dan analisis ditetapkan bahwa beberapa daerah yang merupakan wilayah kecamatan Ile Mandiri (566 ha), Larantuka (1057 ha), dan Lewolema (395 ha) merupakan daerah rawan longsor. Dengan demikian, sungai-sungai yang berhulu pada daerah tersebut diidentifikasi sebagai sungai rawan banjir bandang. Rincian luas di masing-masing kelurahan dicantumkan pada Tabel 6.

3. Sungai dan Daerah Rawan Banjir Bandang

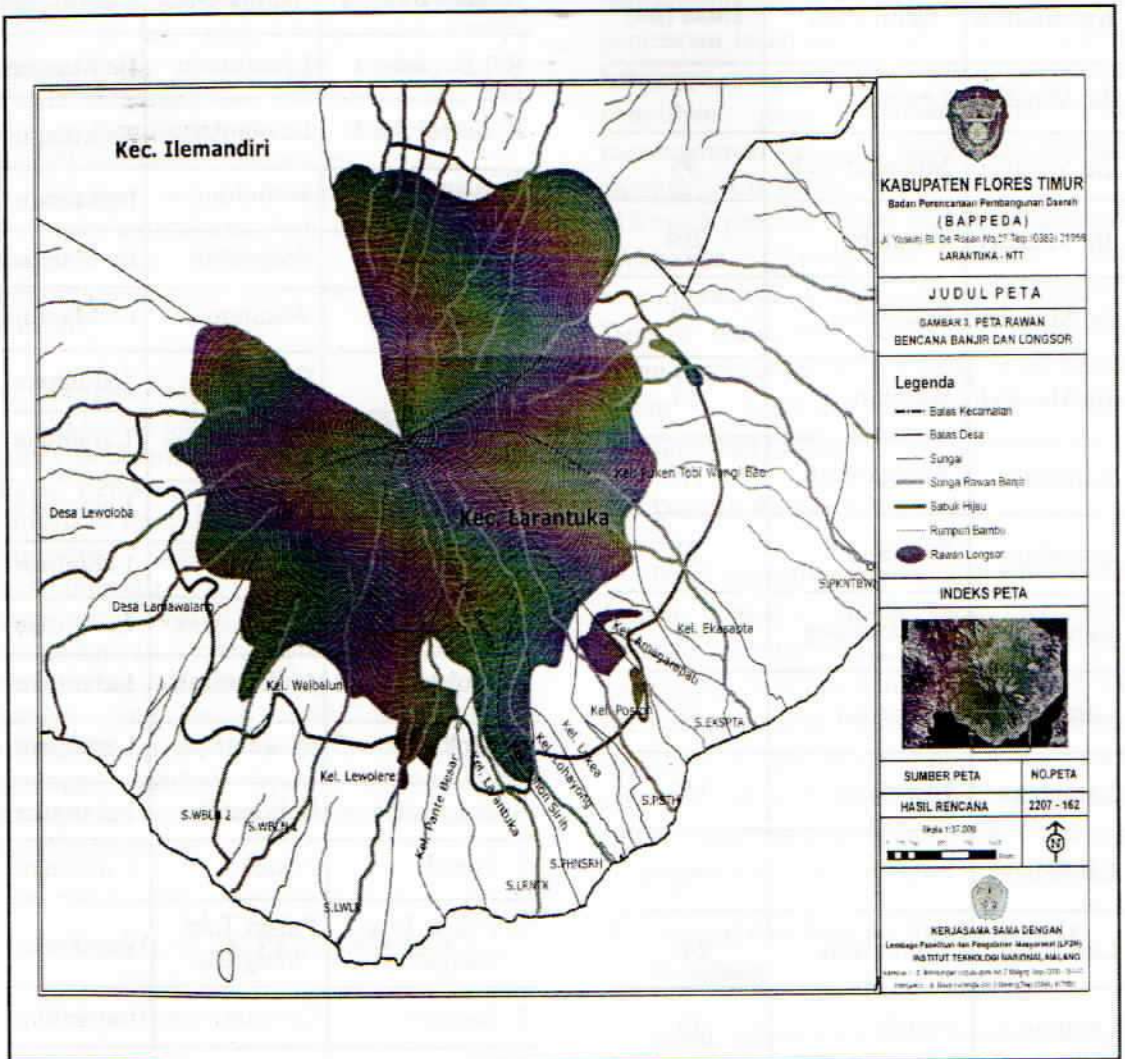
Hasil identifikasi dari seluruh sungai yang berada pada wilayah Kota Larantuka, 21 sungai yang memiliki anak sungai pada daerah rawan longsor ditetapkan sebagai sungai rawan banjir. Analisis dari paduan informasi sungai rawan banjir dengan batas wilayah administrasi, ditetapkan 21 desa pada 2 kecamatan ditetapkan sebagai daerah rawan banjir bandang (periksa Tabel 7).

Tabel 6. Daerah Rawan Longsor

Kecamatan	Kelurahan	Luas (ha)
Ile Mandiri	Lewoloba	73
Ile Mandiri	Mudakaputuk	95
Ile Mandiri	Tiwatobi	264
Ile Mandiri	Wailolong	79
Ile Mandiri	Watotutu	53
Larantuka	Amagarapati	119
Larantuka	Balela	31
Larantuka	Lamawalang	41
Larantuka	Larantuka	92
Larantuka	Lewolere	153
Larantuka	Lokea	66
Larantuka	Mokantarak	241
Larantuka	Postoh	13
Larantuka	Puken Tobi Wangi Bao	139
Larantuka	Waibalun	158
Lewolema	Bantala	395

Tabel 7. Sungai dan Daerah Rawan Banjir

Nama Sungai	Nama Desa	Kecamatan
S. Lewoloba 1	Lewoloba	Ile Mandiri
S. Lewoloba 2	Lewoloba	Ile Mandiri
S. Wailolong 1	Wailolong	Ile Mandiri
S. Wailolong 2	Wailolong	Ile Mandiri
S. Watotutu 1	Watotutu	Ile Mandiri
S. Ekasapta	Ekasapta	Larantuka
S. Lamawalang	Lamawalang	Larantuka
S. Larantuka	Larantuka	Larantuka
S. Lewolere	Lewolere	Larantuka
S. Mokantarak 1	Mokantarak	Larantuka
S. Mokantarak 2	Mokantarak	Larantuka
S. Mokantarak 3	Mokantarak	Larantuka
S. Pohonsirih	Pohonsirih	Larantuka
S. Postoh	Postoh	Larantuka
S. Puken Tobi Wangibao	Puken Tobi Wangibao	Larantuka
S. Sarotari	Sarotari	Larantuka
S. Waibalun 1	Waibalun	Larantuka
S. Waibalun 2	Waibalun	Larantuka
S. Weri	Weri	Larantuka
S. Watotutu 2	Watotutu	Ile Mandiri
S. Mudakeputuk	Mudakeputuk	Ile Mandiri



Gambar 3. Peta Rawan Bencana Banjir dan Longsor

4. Usulan Skenario Penanganan

Banjir yang disertai material longsoran di daerah rawan banjir tersebut diantisipasi dengan jalan menekan sekecil mungkin kemungkinan terjadinya longsor. Pembuatan teras untuk mengubah kemiringan topografi dan perbaikan kondisi vegetasi secara serentak seluas 2019 ha akan memerlukan biaya yang sangat mahal. Untuk mensiasati hal tersebut dipilih strategi sebagai berikut:

Dalam jangka pendek, pada daerah yang bertopografi curam dilakukan penanaman bambu searah kontur dengan sedikit membentuk sudut, sehingga semakin miring ke arah lembah. Dengan perlakuan tersebut diharapkan terjadi pembentukan "parit" yang secara alami terjadi karena perbedaan tingkat erosi permukaan pada lahan yang ditanami bambu dengan alur lahan "produktif" yang terletak di antara deretan rumpun bambu. Dengan "parit alami" yang kemiringannya terkontrol tersebut, maka arus limpasan permukaan dapat terarah dengan kecepatan yang relatif aman. Dengan demikian maka banjir yang kemungkinan akan mengalir pada lembah sungai rawan banjir tidak disertai material longsoran.

Kawasan terbangun di Kota Larantuka seluruhnya berpunggung bukit, bencana banjir akibat limpasan permukaan dari daerah hulu dapat diantisipasi dengan membuat teras gulud selebar 2 m dengan ketinggian 1 m yang ditanami bambu kuning (dan sejenisnya) sebagai "kawasan sabuk hijau". Dengan terpisahnya kawasan hunian secara hidrologis, maka sistem drainase yang diperlukan akan relatif kecil dan tingkat keamanan yang memadai. Hasil analisis dan penanganannya disajikan pada Gambar 3.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Daerah Rawan Banjir di wilayah Kota Larantuka tersebar merata hampir pada seluruh wilayah, yaitu daerah di sepanjang kiri dan kanan sungai yang terletak pada 16 desa sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1 dan Gambar 3.
2. Pembuatan sabuk hijau di kaki Gunung Ile Mandiri dapat meningkatkan keamanan wilayah kota Larantuka, sebab selain melindungi dari bahaya banjir juga mengarahkan arus yang searah kemiringan lereng berbelok ke arah melintang dan menuju alur sungai yang sudah ada.
3. Pembuatan tanggul penguat yang ditanami rumpun bambu di daerah rawan longsor, selain berfungsi mengarahkan arus limpasan permukaan, juga membentuk teras secara alami.
4. Pembuatan sistem peringatan dini dan segala perangkat pendukungnya merupakan tindakan penting dan wajar yang patut segera dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dinas Pengairan Kab. Malang, LP2M ITN Malang, 2001. *Identifikasi Daerah Rawan Banjir dan Pencemaran Sungai Kabupaten Malang*, tidak diterbitkan, Malang.

2. Kustamar, 2003, *Pengelolaan Pasca Banjir di Pujiharjo Malang*, Jurnal: Spectra. No. I Vol. I Januari 2003. FTSP., ITN Malang, Malang.
3. Kustamar, 2004, *Identifikasi Daerah Rawan Banjir Kota Batu*, Jurnal: Spectra. No. IV Vol. II April 2004 FTSP., ITN Malang, Malang.
4. Kustamar, 2007, *Pengembangan Model Simulasi Penggunaan Lahan Untuk Mengendalikan Fluktuasi Debit Sungai*, Disertasi, Universitas Brawijaya, Tidak diterbitkan, Malang.
5. Pemkab. Flores Timur, LP2M ITN Malang, 2007. *Rencana Detail Tata Ruang Kota Larantuka*, tidak diterbitkan, Larantuka.

Diterima 29 Januari 2008; disetujui 3 April 2008