ANALISIS TINGKAT BAHAYA EROSI DI SUB DAS MANDAY

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:
NYIT FUNG
NIM D1011211015

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nyit Fung

NIM : D1011211015

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "Analisis Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 25 Juni 2025



Nyit Fung
NIM D1011211015

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS TINGKAT BAHAYA EROSI
DI SUB DAS MANDAY

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

NYIT FUNG
NIM. D1011211015

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada 25 Juni 2025
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Dr. Stefanus Barlian Soeryammassoeka, S.T., M.T., IPM NIP. 197212262000031001
Dosen Pembimbing Kedua	: Ir. Danang Gunarto, S.T., M.T., IPM NIP. 197506182000121001
Dosen Penguji Utama	: Prof. Dr. Hj. Henny Herawati, S.T., M.T., IPM NIP. 197201311996012001
Dosen Penguji Kedua	: Umar, S.T., M.T., IPM NIP. 197101031996011001

Pontianak, 25 Juni 2025

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Dr. Stefanus Barlian S. S.T., M.T., IPM
NIP. 197212262000031001

HALAMAN PERSEMBAHAN

To my Mamak (Lay Jiu Kim) and Chong-Chong (Chin Pho Min),
Thank you for your constant love, support, and every quiet sacrifice along the way. Your presence has been my greatest source of strength.

To My Brothers (Koko Ahong and Koko Asang),
Thank you for always being there, for your steady support, and for all the unspoken encouragement. It meant more than words could say.

This milestone may have my name on it, but it stands on the foundation of everything you've given me.
I'm proud to share this moment with you.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Sang Triratna, Buddha, Dharma dan Sangha karena dengan berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday" ini dengan baik.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk teknis dari berbagai pihak yang sangat membantu dalam perkembangan penulisan penelitian ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.-Ing Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Ibu Dr. Elsa Tri Mukti, S.T., M.T., selaku Koordinator Program studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Ibu Sumiyattinah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, memberikan saran dan semangat kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dan memberikan saran serta masukan yang bermanfaat kepada penulis.
6. Bapak Ir. Danang Gunarto, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing dan memberikan saran serta masukan yang bermanfaat kepada penulis.
7. Ibu Prof. Dr. Hj. Henny Herawati, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat kepada penulis.
8. Bapak Umar, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Dosen Jurusan dan Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.

10. Seluruh *Staff* Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu semua proses administrasi selama masa perkuliahan.
11. Teman seperjuangan di UKM KBMB Untan (Keluarga Besar Mahasiswa Buddhis Universitas Tanjungpura Pontianak) yang telah memberikan pengalaman berharga bagi penulis, serta telah mengisi hari-hari penulis selama masa perkuliahan.
12. Teman Seperjuangan di Teknik Sipil Angkatan 2021 yang telah menemani perjalanan selama masa perkuliahan .
13. Semua pihak yang tidak tercantum namanya yang telah membantu penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
14. Kepada diri saya sendiri yang telah bertahan sampai titik ini dengan berjuang keras, bersemangat, dan pantang menyerah dengan segala tantangan yang telah di hadapi dari awal masa perkuliahan sampai akhir di masa penulisan skripsi ini. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya masukan dan kritik yang membangun guna untuk menyempurnakan dan perbaikan sehingga akhirnya skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lebih lanjut.

Sabbe Satta Bhavantu Sukhitata, Semoga Semua Makhluk Hidup Berbahagia.

Pontianak, 25 Juni 2025
Penulis,

Nyit Fung

ABSTRAK

Erosi adalah proses terlepas dan terangkutnya partikel tanah dari lokasi asal ke tempat lain yang dipicu oleh pengaruh air dan angin, melalui proses pemecahan agregat tanah (dipersi) serta pengangkutan oleh limpasan air di permukaan. Proses erosi yang berlangsung secara terus-menerus dapat menyebabkan sedimentasi di sungai, yang berdampak pada berkurangnya kapasitas tampung aliran sungai dan meningkatnya risiko banjir saat curah hujan tinggi. Namun demikian, kajian mengenai erosi di Sub DAS Manday masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besarnya erosi yang terjadi di Sub DAS Manday dengan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikombinasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi (TBE) di Sub DAS Manday, dan menghasilkan peta distribusi tingkat bahaya erosi (TBE) di Sub DAS Manday. Parameter yang digunakan meliputi faktor erosivitas (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), tutupan lahan (C), serta tindakan konservasi lahan (P). Hasil penelitian menunjukkan erosi yang terjadi di Sub DAS Manday sebesar 101.491,44 ton/ha/thn, dengan lima klasifikasi tingkat bahaya erosi (TBE) yang didominasi oleh kategori sangat ringan seluas 176.966,41 ha (56,95%) dan ringan seluas 92.773,49 ha (29,86%), sedangkan untuk kategori sedang sebesar 5,67% (17.618,21 ha), berat sebesar 3,35% (10.397,92 ha), dan sangat berat sebesar 4,17% (12.971,30 ha). Pemetaan distribusi tingkat bahaya erosi (TBE) memperlihatkan bahwa wilayah dengan kategori erosi yang lebih tinggi umumnya berada di lahan berlereng curam dengan vegetasi penutup lahan yang minim. Pemetaan ini menegaskan perlunya pengelolaan lahan yang terfokus di area berisiko tinggi untuk mengurangi dampak erosi.

Kata kunci: Erosi, USLE, Sub DAS Manday, ArcGIS, Tingkat Bahaya Erosi

ABSTRACT

Erosion is the process of detachment and transport of soil particles from their original location to other areas, primarily driven by water and wind, through the breakdown of soil aggregates (dispersion) and surface runoff. Continuous erosion can lead to sedimentation in rivers, which reduces their water-carrying capacity and increases the risk of flooding during periods of high rainfall. However, scientific studies on erosion in the Manday sub-watershed remain limited. This study aims to analyze the extent of erosion occurring in the Manday Sub-Watershed using the Universal Soil Loss Equation (USLE) method combined with Geographic Information Systems (GIS), classify the erosion hazard level (EHL) in the Manday Sub-Watershed, and produce a map of the distribution of erosion hazard levels (EHL) in the Manday Sub-Watershed. The parameters used include the erosivity factor (R), soil erodibility (K), slope length and gradient (LS), land cover (C), and land conservation measures (P). The results of the study show that erosion in the Manday Sub-Watershed amounts to 101,491.44 tons/ha/year, with five classifications of erosion hazard levels (EHL) dominated by the very low category covering 176,966.41 ha (56.95%) and the low category covering 92. 773.49 ha (29.86%), while the moderate category accounted for 5.67% (17,618.21 ha), severe for 3.35% (10,397.92 ha), and very severe for 4.17% (12,971.30 ha). Mapping the distribution of erosion hazard levels (TBE) shows that areas with higher erosion categories are generally located on steep slopes with minimal vegetation cover. This mapping underscores the need for focused land management in high-risk areas to reduce the impact of erosion.

Keywords: Erosion, USLE, Manday Sub-watershed, ArcGIS, Erosion Hazard Level

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Luaran dan Manfaat Penelitian 2
1.4.1 Luaran 2
1.4.2 Manfaat 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) 4
2.2 Erosi 5
2.2.1 Proses Terjadinya Erosi 5
2.2.2 Tipe Erosi 6
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Erosi 7
2.3 Jenis Tanah 10
2.4 Metode USLE 13
2.4.1 Analisa Erosivitas Hujan (R) 14
2.4.2 Analisa Faktor Erodibilitas Tanah (K) 14
2.4.3 Panjang Lereng (L) dan Kemiringan Lereng (S) 16
2.4.4 Indeks Pengelolaan Tanaman (C) 17
2.4.5 Analisa Faktor Konservasi Tanah (P) 18
2.4.6 Tingkat Bahaya Erosi (TBE) 18

2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG) 19
2.5.1 ArcGIS 20
2.5.2 Implementasi SIG dalam Teori USLE 20
2.6 Penelitian Terdahulu 20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 26
3.1 Lokasi Penelitian 26
3.2 Diagram Alir Penelitian 27
3.3 Data dan Teknik Pengumpulan Data 28
3.4 Pengolahan Data 35
3.4.1 Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Aritmatika 35
3.4.2 Perhitungan Erosivitas Hujan (R) 35
3.4.3 Perhitungan Erodibiltas Tanah (K) 35
3.4.4 Analisis Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) 35
3.4.5 Analisis Vegetasi (C) 36
3.5 Pembuatan Peta 36
3.5.1 Delineasi Batas Sub DAS 36
3.5.2 Analisis Data Kemiringan Lereng (LS) 38
3.5.3 Peta Jenis Tanah 40
3.5.4 Analisis Data Tutupan Lahan (C) 41
3.6 Teknik Analisis Data 43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Hasil Analisis Erosivitas Hujan (R) 45
4.2 Hasil Analisis Erodibilitas Tanah (K) 52
4.3 Hasil Analisis Panjang Dan Kemiringan Lereng (LS) 55
4.4 Hasil Analisis Vegetasi (C) 56
4.5 Konservasi Lahan (P) 58
4.6 Analisis Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday 58
4.7 Hasil Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi Sub DAS Manday 65
4.8 Pembahasan 66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 68
5.1 Kesimpulan 68
5.2 Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Harkat Struktur Tanah 15
Tabel 2. 2 Permeabilitas Tanah..... 15
Tabel 2. 3 Jenis Tanah dan Nilai Faktor Erodibilitas Tanah (K) 16
Tabel 2. 4 Tingkat Erodibilitas Tanah 16
Tabel 2. 5 Klasifikasi Kemiringan Lereng..... 17
Tabel 2. 6 Nilai Faktor C 17
Tabel 2. 7 Nilai Faktor P Sesuai Tindakan Konservasi Tanah 18
Tabel 2. 8 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi 19
Tabel 3. 1 Data Jumlah Curah Hujan Stasiun BMKG Pangsuma (cm) 29
Tabel 3. 2 Data Jumlah Curah Hujan Stasiun KPH-09 Jongkong (cm)..... 29
Tabel 3. 3 Data Curah Hujan Maksimum Stasiun BMKG Pangsuma (cm) 30
Tabel 3. 4 Data Curah Hujan Maksimum Stasiun KPH-09 Jongkong (cm)..... 30
Tabel 3. 5 Data Hari Hujan Stasiun BMKG Pangsuma..... 31
Tabel 3. 6 Data Hari Hujan Stasiun KPH-09 Jongkong 31
Tabel 3. 7 Data Jumlah Curah Hujan Satelit TRMM Grid 29 (cm) 32
Tabel 3. 8 Data Jumlah Curah Hujan Satelit TRMM Grid 30(cm) 32
Tabel 3. 9 Data Curah Hujan Maksimum 1 Harian Satelit TRMM Grid 29 (cm) 33
Tabel 3. 10 Data Curah Hujan Maksimum 1 Harian Satelit TRMM Grid 30 (cm) 33
Tabel 3. 11 Data Hari Hujan Satelit TRMM Grid 29 yang sudah Divalidasi..... 34
Tabel 3. 12 Data Hari Hujan Satelit TRMM Grid 30 yang sudah Divalidasi..... 34
Tabel 3. 13 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi 43
Tabel 4. 1 Hujan Kawasan Sub DAS Manday (cm) 46
Tabel 4. 2 Curah Hujan Maksimum Sub DAS Manday (cm)..... 48
Tabel 4. 3 Hari Hujan Sub DAS Manday 49
Tabel 4. 4 Nilai Erosivitas Hujan Sub DAS Manday (MJ.cm/tahun)..... 51
Tabel 4. 5 Koordinat Titik Pengambilan Sampel Tanah..... 52
Tabel 4. 6 Rekapan Sebaran Jenis Tanah di Sub DAS Manday (ha)..... 53
Tabel 4. 7 Tingkat Erodibilitas Tanah di Sub DAS Manday..... 54
Tabel 4. 8 Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) 55
Tabel 4. 9 Fungsi Lahan di Sub DAS Manday 56
Tabel 4. 10 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday Pada Kemiringan Lereng 0-8% (Nilai LS= 0,4)..... 60
Tabel 4. 11 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday Pada Kemiringan Lereng 8-15% (Nilai LS= 1,4)..... 61
Tabel 4. 12 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday Pada Kemiringan Lereng 15-25% (Nilai LS= 3,1)..... 62

Tabel 4. 13 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday Pada Kemiringan Lereng 25-45% (Nilai LS= 6,8)..... 63
Tabel 4. 14 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi di Sub DAS Manday Pada Kemiringan Lereng 25-45% (Nilai LS= 9,5)..... 64
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Tingkat Bahaya Erosi Sub DAS Manday 65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian 27
Gambar 3. 2 Tampilan peta Sub DAS 38
Gambar 3. 3 Tampilan peta kemiringan lereng 39
Gambar 3. 4 Tampilan peta jenis tanah 41
Gambar 3. 5 Tampilan peta tutupan lahan..... 42

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PETA LOKASI PENELITIAN A-1
LAMPIRAN B PETA LOKASI STASIUN OBSERVASI DAN *GRID* SATELIT TRMM B-1
LAMPIRAN C PETA JENIS TANAH SUB DAS MANDAY C-1
LAMPIRAN D PETA LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL TANAH..... D-1
LAMPIRAN E PETA KEMIRINGAN LERENG SUB DAS MANDAY E-1
LAMPIRAN F PETA TUTUPAN LAHAN SUB DAS MANDAY F-1
LAMPIRAN G PETA TINGKAT BAHAYA EROSI SUB DAS MANDAY..... G-1

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Erosi tanah yang disebabkan oleh air merupakan isu lingkungan yang mendesak dan kompleks karena dapat mengurangi produktivitas tanah, menurunkan daya dukung air, serta meningkatkan risiko banjir (Kironoto *el al*., 2020). Proses erosi yang berlangsung terus-menerus menyebabkan sedimentasi di sungai, yang mengurangi kapasitas tampung sungai dan memperbesar kemungkinan banjir saat curah hujan tinggi (Ridwan & Sarjito, 2024).

Sub DAS Manday merupakan bagian dari Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, telah mengalami beberapa kejadian banjir dalam beberapa tahun terakhir akibat curah hujan tinggi yang menyebabkan meluapnya Sungai Kalis dan Sungai Manday. Misalnya, pada Januari 2022, banjir dengan ketinggian air mencapai 30 cm hingga 1 m terjadi di beberapa wilayah Kapuas Hulu (BPBD Kapuas Hulu, 2022). Selain itu, pada Oktober 2024, banjir yang terjadi berdampak pada akses jalan di Teluk Barak Kedamin Hilir Kecamatan Putusibau Selatan sehingga tidak bisa dilalui kendaraan dengan kedalaman air 50-70 cm di atas permukaan tanah (Kalbar.AntaraNews.com, 2024). Kejadian banjir ini menunjukkan perlunya kajian tentang erosi sebagai salah satu faktor penyebab banjir.

Namun, kajian ilmiah mengenai tingkat bahaya erosi di Sub DAS Manday masih sangat terbatas. Minimnya informasi ini akan menghambat upaya mitigasi bencana yang efektif di wilayah tersebut. Oleh karena itu, analisis tingkat bahaya erosi di Sub DAS Manday ini sangat penting untuk memberikan data yang diperlukan dalam pengelolaan lahan dan mitigasi bencana. Untuk menganalisis laju erosi digunakan Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*), karena terbukti efektif dalam memperkirakan kehilangan tanah akibat erosi berdasarkan faktor-faktor seperti erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng serta penutup lahan (Hanggara & Irvani, 2018). Metode USLE dikombinasikan dengan GIS (*Geographic Information System*) memungkinkan analisis spasial yang akurat dan efisien, karena beberapa faktor yang terdapat dalam Metode USLE dapat dihitung menggunakan fasilitas yang ada pada perangkat lunak GIS (Taslim *el al.*,

2019). Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan data mengenai tingkat bahaya erosi yang dapat menjadi dasar pengelolaan DAS dan mengurangi risiko banjir di masa mendatang.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar erosi yang terjadi di Sub DAS Manday berdasarkan perhitungan Metode USLE?
2. Bagaimana klasifikasi tingkat bahaya erosi (TBE) di Sub DAS Manday?
3. Bagaimana distribusi spasial tingkat bahaya erosi (TBE) di Sub DAS Manday berdasarkan hasil pemetaan menggunakan perangkat lunak ArcGIS?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya erosi yang terjadi di Sub DAS Manday berdasarkan perhitungan Metode USLE.
2. Mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi (TBE) di Sub DAS Manday.
3. Membuat peta distribusi tingkat bahaya erosi (TBE) di Sub DAS Manday yang dapat menggambarkan klasifikasi bahaya erosi menggunakan perangkat lunak ArcGIS.

1.4 Luaran dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Luaran

Penelitian ini menganalisis tingkat bahaya erosi di Sub DAS Manday yang akan menghasilkan luaran, antara lain:

1. **Data Tingkat Bahaya Erosi**

   Penelitian ini akan memberikan informasi besarnya erosi yang terjadi dan klasifikasi tingkat bahaya erosi di Sub DAS Manday.

2. **Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi**

   Penelitian ini akan menghasilkan pemetaan tingkat bahaya erosi di Sub DAS Manday. Data tingkat bahaya erosi diolah menjadi peta yang akan memberikan pemahaman yang lebih jelas yang berguna untuk mengidentifikasi area-area yang paling rentan terhadap erosi.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengurangan ancaman bahaya erosi: erosi tanah dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanah, daya dukung air serta menyebabkan banjir. Dengan mengetahui tingkat bahaya erosi di Sub DAS Manday, dapat diidentifikasi daerah-daerah yang memiliki risiko erosi tinggi, sehingga langkah-langkah mitigasi dapat lebih terfokus.
2. Usaha pengendalian banjir: erosi tanah yang tinggi akan menyebabkan sedimentasi sungai, yang akan menyebabkan peningkatan risiko banjir di wilayah hilir. Dengan memetakan tingkat bahaya erosi dapat membantu mengidentifikasi area kritis yang berpotensi menjadi sumber sedimentasi, informasi ini dapat mendukung perencanaan strategis dalam pengelolaan DAS, sehingga aliran air dapat tetap terkendali dan risiko banjir dapat diminimalkan.