

IDENTIFIKASI LIMPASAN PERMUKAAN DI SEKITAR SUNGAI MENGUNAKAN ANALISIS DEM DAN ARCMAP DI DESA TONGKO

Chaidar¹, Inarmiwati²

puacebe@gmail.com¹, inarmiwati11@gmail.com²

Universitas Muhammadiyah Enrekang

ABSTRAK

Desa Tongko, Kecamatan Baroko, Kabupaten Enrekang memiliki topografi berbukit dengan alur sungai yang berpotensi membentuk limpasan permukaan musiman pada musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lokasi limpasan, menghitung luas serta kedalaman maksimum limpasan, dan menganalisis dampaknya terhadap lahan kebun masyarakat di sekitar sungai. Metode penelitian menggunakan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan data Digital Elevation Model (DEM) resolusi 30 meter yang diolah menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.8.2. Analisis dilakukan melalui pembuatan flow direction, flow accumulation, identifikasi cekungan topografi, serta penerapan buffer sungai sejauh 10 meter. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 13 titik limpasan musiman dengan total luas 39,670 ha. Dari jumlah tersebut, 5 titik berinteraksi langsung dengan lahan kebun dengan luas terdampak 2,446 ha. Kedalaman limpasan maksimum mencapai 127 cm berdasarkan perbedaan elevasi DEM. Limpasan bersifat sementara dan terbentuk akibat kondisi topografi. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan pengelolaan limpasan dan konservasi air di tingkat desa.

Kata Kunci: Limpasan Permukaan, Digital Elevation Model (DEM), Sistem Informasi Geografis, Flow Accumulation, Arcmap.

ABSTRACT

Tongko Village, Baroko District, Enrekang Regency is characterized by hilly topography with river channels that potentially generate seasonal surface runoff during the rainy season. This study aims to identify runoff locations, calculate the area and maximum depth of runoff, and analyze its impact on community plantation land near the river. The research method employed spatial analysis based on Geographic Information Systems (GIS) using a 30-m resolution Digital Elevation Model (DEM) processed with ArcMap 10.8.2 software. The analysis included flow direction mapping, flow accumulation analysis, identification of topographic depressions, and application of a 10-m river buffer. The results indicate the presence of 13 seasonal runoff points with a total area of 39.670 ha, of which five points directly interact with plantation land, affecting an area of 2.446 ha. The maximum runoff depth reached 127 cm based on DEM elevation differences. The runoff is temporary in nature and primarily controlled by topographic conditions. The findings of this study can serve as a basis for runoff management planning and water conservation strategies at the village level.

Keywords: Surface Runoff, Digital Elevation Model, Geographic Information Systems, Flow Accumulation, Arcmap.

PENDAHULUAN

Desa Tongko, Kecamatan Baroko, Kabupaten Enrekang, merupakan wilayah dengan topografi berbukit yang memiliki beberapa cekungan datar di sepanjang aliran sungai. Pada musim hujan, cekungan-cekungan ini menjadi tempat akumulasi air sehingga membentuk limpasan musiman. Genangan yang terjadi meskipun sementara dapat memengaruhi aktivitas masyarakat serta menyebabkan erosi tanah. Beberapa limpasan juga mendekati lahan kebun masyarakat, namun sifatnya musiman dan cepat surut. Meskipun limpasan tersebut dapat menjadi gangguan, potensi ini juga dapat dimanfaatkan untuk konservasi air. Keberadaan cekungan alami memungkinkan pengembangan embung musiman atau kolam tampungan sederhana yang dapat membantu penyediaan air untuk

lahan kebun terutama pada musim kemarau. Oleh karena itu, identifikasi lokasi limpasan dan kedalaman genangan menjadi penting untuk perencanaan pengelolaan air berbasis topografi. Kemajuan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan pemetaan limpasan dilakukan dengan cepat dan akurat. Dengan memanfaatkan DEM resolusi 30 m dan perangkat lunak ArcMap 10.8.2, analisis dapat dilakukan tanpa memerlukan data curah hujan atau pengukuran lapangan. Metode ini memberikan gambaran spasial yang dapat digunakan langsung oleh pemerintah desa dan masyarakat untuk pengelolaan lingkungan dan air. Penelitian ini memberikan informasi spasial yang praktis, mudah dipahami, dan bermanfaat, sehingga dapat mendukung perencanaan pengelolaan air yang lebih efektif dan berkelanjutan di Desa Tongko.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah, menganalisis, dan menyajikan data spasial. SIG dapat memodelkan kondisi permukaan bumi secara digital sehingga dapat mengidentifikasi bentuk lahan, aliran permukaan, hingga potensi genangan. Menurut ESRI (2018), SIG sangat efektif untuk analisis:

- a. Topografi
- b. Hidrologi permukaan
- c. Pola limpasan
- d. Lokasi cekungan air
- e. Area terdampak aliran atau banjir

Dalam penelitian ini digunakan ArcMap 10.8.2, karena memiliki kelengkapan Spatial Analyst Tools yang khusus menangani model permukaan dan hidrologi.

Digital Elevation Model (DEM)

DEM adalah representasi digital bentuk permukaan bumi yang menunjukkan elevasi tiap titik. DEM menjadi input utama dalam analisis hidrologi berbasis GIS. Resolusi DEM 30 m Resolusi 30 m berarti Satu piksel mewakili area $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ (900 m^2), semakin kecil resolusi, semakin detail bentuk permukaan yang dapat diidentifikasi. DEM 30 m cukup baik untuk:

- a. Deteksi cekungan besar-menengah
- b. Analisis arah aliran
- c. Delineasi limpasan sepanjang sungai
- d. Identifikasi CH (Closed Depression / genangan kecil)

Analisis Hidrologi berbasis DEM

Analisis hidrologi dalam GIS dilakukan untuk memetakan arah aliran, mengidentifikasi cekungan, serta menentukan area limpasan. Dalam ArcMap terdapat beberapa fungsi utama:

- a. Fill

Berfungsi memperbaiki DEM dengan menutup cekungan kecil yang tidak realistis.

Namun pada penelitian ini tidak digunakan, karena justru ingin mendeteksi cekungan asli tempat limpasan terjadi.

- b. Flow Direction

Menghasilkan peta arah aliran untuk mengetahui kemana air bergerak berdasarkan kemiringan elevasi.

- c. Flow Accumulation

Menghasilkan peta akumulasi aliran, menunjukkan area yang menerima aliran dari banyak piksel. Area dengan nilai akumulasi tinggi biasanya:

- a) Alur sungai kecil,
- b) Parit alami,
- c) Area konsentrasi limpasan.

Limpasan Permukaan (Surface Runoff)

Limpasan permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan tanah karena kapasitas infiltrasi telah terlampaui. Pada daerah berbukit seperti Desa Tongko, limpasan cepat mengalir mengikuti kontur menuju sungai.

Faktor yang memengaruhi limpasan:

- a. Kemiringan lereng – semakin miring, limpasan semakin cepat.
- b. Jenis tanah – tanah liat menghasilkan limpasan lebih besar.
- c. Tutupan lahan – area kebun cenderung punya limpasan sedang.
- d. Bentuk cekungan – topografi yang rendah akan menahan air sehingga membentuk genangan.

Genangan dan Cekungan Mikro (Micro-Depression)

Cekungan mikro adalah bagian permukaan tanah yang memiliki elevasi lebih rendah dibanding area sekitarnya, sehingga dapat menahan air sementara saat musim hujan.

Karakter cekungan mikro dari DEM:

- a. Terlihat sebagai area berpola tertutup (closed depression)
- b. Luasnya bervariasi, dari <0,1 ha hingga >5 ha
- c. Dalam konteks Desa Tongko, lokasinya banyak di dekat sungai

Buffer Sungai

Buffer adalah zona penyangga pada jarak tertentu dari sungai. Radius 10 meter digunakan untuk:

- a. Mengidentifikasi limpasan yang langsung berhubungan dengan badan sungai
- b. Menentukan risiko limpasan terhadap kebun yang dekat sungai
- c. Mengetahui hubungan antara alur limpasan dan potensi genangan lokal

Buffer 10 m relevan pada skala desa, karena:

- 1) Memperlihatkan alur limpasan kecil
- 2) Menggambarkan area yang paling sering jenuh air pada musim hujan
- 3) Menunjukkan cekungan alami yang paling rentan tergenang

ArcMap 10.8.2 dalam Analisis Limpasan

Beberapa alat (tools) yang digunakan:

- a. Flow Direction – menentukan arah aliran
- b. Flow Accumulation – menentukan area limpasan
- c. Raster Calculator – mengekstrak limpasan berdasarkan nilai tertentu
- d. Raster to Polygon – mengubah data limpasan menjadi vektor
- e. Intersect – menentukan limpasan yang mengenai lahan kebun
- f. Buffer – menentukan area pengaruh sungai

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan analisis spasial berbasis GIS untuk mengidentifikasi lokasi limpasan permukaan di sekitar aliran sungai pada wilayah Desa Tongko Kecamatan Baroko. Metode ini dipilih karena mampu mengolah data berbasis elevasi secara visual dan kuantitatif tanpa memerlukan data hidrologi tambahan. Proses analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.8.2 dengan input utama berupa data Digital Elevation Model (DEM) resolusi 30 meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Tongko, Kecamatan Baroko, yang memiliki karakteristik lereng bergelombang dan aliran sungai kecil yang membelah area kebun masyarakat. Topografi wilayah ini menyebabkan air hujan mengalir menuju sungai dan membentuk limpasan musiman, terutama pada musim hujan. Dengan mempertimbangkan jarak pengaruh limpasan terhadap aktivitas pertanian, analisis difokuskan pada area 10 meter dari tepi sungai, karena zona ini merupakan batas paling dekat di mana air limpasan berpotensi masuk ke lahan kebun.

Pengolahan Data Spasial

Analisis menggunakan ArcMap 10.8.2 dengan data utama DEM resolusi 30 meter. Tahapan pengolahan meliputi:

Pengolahan DEM

A. Clip DEM sesuai batas Desa Tongko.

B. Menurunkan data:

- 1) elevasi,
- 2) arah aliran (flow direction),
- 3) akumulasi aliran (flow accumulation),
- 4) cekungan alami (sink),
- 5) kedalaman potensi limpasan melalui proses Fill.

Pembuatan Buffer Sungai 10 meter

Buffer digunakan untuk mengidentifikasi titik limpasan yang memiliki interaksi langsung dengan lahan kebun.

Identifikasi Titik Limpasan

Berdasarkan analisis Flow Direction, Flow Accumulation, dan Sink, ditemukan 13 titik limpasan yang terbentuk saat musim hujan. Titik-titik ini merupakan area depresi lokal pada alur sungai yang menampung air sementara ketika hujan. Total luas limpasan di sepanjang sungai adalah 39,670 ha, diperoleh dari analisis raster setelah reclass limpasan. Detail luas tiap objek ditampilkan pada tabel berikut

Tabel 1. Identifikasi titik titik limpasan air semetara

Point	Panjang Area (m)	Luas area (Ha)
1	173.753	0.238
2	301.352	0.558
3	173.753	0.238
4	387.300	0.772
5	2419.530	5.899
6	1975.916	4.766
7	709.194	1.581
8	1635.833	3.922
9	701.297	1.575
10	1111.453	2.588
11	3279.753	8.053
12	3292.377	8.065
13	639.390	1.415
Total	16800.902	39.670

Sumber: Hasil olah data pada aplikasi ArcMap 10.8.2

Interpretasi:

- a. Limpasan bersifat musiman dan hanya terjadi saat hujan,

- b. Tidak membentuk genangan permanen,
- c. Mayoritas limpasan langsung mengalir melalui alur sungai.

Overlay Limpasan dengan Peta Kebun

Tabel 2. Hasil overlay limpasan sementara dengan peta kebun

Point	Panjang Area (m)	Luas area (Ha)
1	33.635	0.005
2	783.863	0.804
3	610.501	0.680
5	431.939	0.594
7	3227.590	0.362
Total	5087.527	2.446

Sumber: Hasil olah data pada aplikasi ArcMap 10.8.2

Proses overlay menunjukkan bahwa:

Dari 13 titik limpasan, hanya 5 titik yang limpasan airnya mengalir menuju dan memasuki lahan kebun Kelima titik ini merupakan lokasi kritis yang perlu diperhatikan karena dapat mengikis permukaan kebun, mengganggu aktivitas pertanian, menyebabkan kelembapan tanah berlebih setelah hujan. 5 titik limpasan ini terjadi karena arah aliran DEM menunjukkan kemiringan yang condong ke area kebun sehingga air keluar jalur sungai.

Kedalaman Limpasan (Hasil Analisis DEM)

Kedalaman limpasan diperoleh dari selisih elevasi permukaan DEM sebelum Fill dan setelah Fill. Pendekatan ini tidak membutuhkan data curah hujan, karena kedalaman yang dihitung adalah kedalaman cekungan geomorfologis, bukan tinggi air banjir

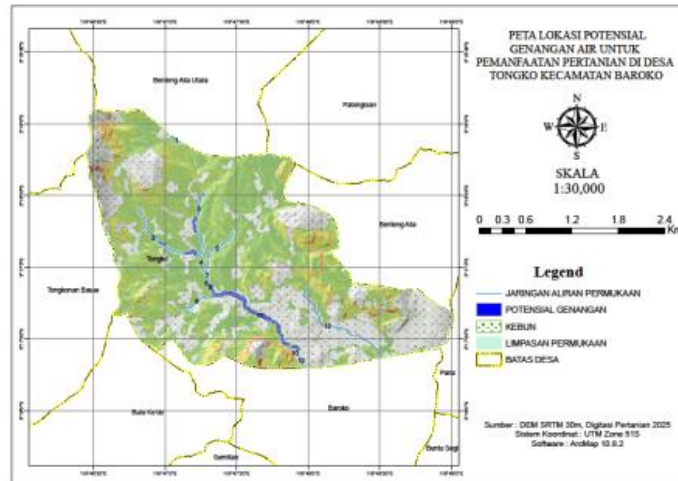
Tabel 3. Kedalaman 5 Titik Limpasan Berdampak ke Kebun

Titik Limpasan Berdampak	Kedalaman (cm)	Keterangan Dampak
1	127 cm	Titik terdalam, limpasan deras masuk langsung ke kebun
2	83 cm	Limpasan sedang, air bergerak melalui lereng menuju kebun
3	64 cm	Limpasan moderat, mengikis bagian tepi kebun
4	41 cm	Limpasan ringan namun sering terjadi
5	29 cm	Limpasan dangkal yang mengalir ke permukaan tanah kebun

Sumber: Hasil olah data pada aplikasi ArcMap 10.8.2

Berdasarkan Topografi DEM cekungan terdalam pada alur sungai memiliki perbedaan elevasi 127 cm terhadap tepi cekungan setelah proses Fill. Ini adalah kedalaman potensi tumpukan air sebelum limpasan keluar. Titik ini menerima aliran dari lereng yang lebih tinggi flow accumulation menunjukkan bahwa titik 1 menerima konsentrasi aliran terbesar, menjadikan titik tersebut tempat awal limpasan memasuki kebun. Analisis Tidak Membutuhkan Curah Hujan karena yang dihitung adalah kedalaman cekungan topografi, bukan volume air hujan.

Pembahasan



Gambar 1. Hasil pemetaan potensial genangan pada aplikasi ArcMap 10.8.2

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebanyak 13 titik limpasan yang teridentifikasi pada wilayah penelitian bersifat musiman, yaitu hanya muncul pada periode musim hujan. Limpasan tersebut terjadi karena peningkatan volume air permukaan yang tidak sepenuhnya terserap oleh tanah ataupun dialirkan melalui saluran alami sehingga air sementara tertahan pada cekungan topografi. Dengan demikian, limpasan yang muncul tidak bersifat permanen, melainkan merupakan respon sementara terhadap kondisi curah hujan musiman.

Dari keseluruhan titik limpasan, hanya 5 titik yang berdampak langsung terhadap area kebun masyarakat. Hal ini disebabkan oleh kedekatan lokasi kebun dengan aliran sungai serta posisinya yang berada pada jalur arah aliran limpasan berdasarkan hasil analisis flow direction. Titik limpasan lainnya tidak memberikan pengaruh terhadap lahan produktif karena berada pada area yang tidak bersinggungan dengan pemanfaatan lahan pertanian.

Dampak limpasan terhadap kebun teridentifikasi melalui beberapa indikator. Pertama, limpasan berpotensi menyebabkan erosi permukaan tanah yang dapat mengurangi ketebalan lapisan produktif. Kedua, aliran membawa sedimen dari sungai menuju lahan kebun sehingga berpotensi menurunkan kesuburan tanah akibat akumulasi material halus. Ketiga, tanah menjadi terlalu jenuh air pada musim hujan, yang dapat menghambat suplai oksigen ke perakaran dan berdampak pada penurunan kualitas pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa limpasan musiman tetap memiliki risiko terhadap keberlanjutan produksi kebun jika tidak dilakukan upaya mitigasi.

Di antara seluruh titik limpasan, terdapat satu titik kritis dengan kedalaman maksimum mencapai 127 cm yang terletak pada cekungan di sekitar aliran sungai. Titik tersebut menjadi prioritas penanganan karena memiliki kapasitas tampungan limpasan terbesar dan berpotensi menghasilkan aliran permukaan yang lebih kuat dibandingkan titik lainnya. Nilai kedalaman diperoleh melalui analisis selisih elevasi lokal pada model permukaan DEM, sehingga hasil tersebut dapat dijadikan representasi spasial yang valid terhadap kondisi cekungan.

Berdasarkan temuan tersebut, beberapa upaya mitigasi sederhana dapat diterapkan tanpa memerlukan konstruksi berskala besar. Rekomendasi yang disarankan meliputi pembuatan saluran pengarah limpasan berukuran kecil untuk mengalihkan aliran menjauhi area kebun, penanaman vegetasi penahan seperti rumput vetiver pada titik masuk limpasan, serta perbaikan tepi sungai pada area sumber limpasan untuk mengurangi erosi

dan pergerakan sedimen. Pendekatan ini dapat dilakukan secara bertahap oleh pemerintah desa maupun masyarakat sebagai strategi pengelolaan konservasi lahan yang efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis limpasan permukaan menggunakan ArcMap 10.8.2 dengan dukungan DEM resolusi 30 m serta radius analisis 10 meter dari tepi sungai, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 13 titik limpasan (overland flow) di Desa Tongko, Kecamatan Baroko, yang muncul khusus pada musim hujan. Titik-titik ini terbentuk karena adanya variasi elevasi dan kemiringan lahan yang mengarahkan air menuju area cekungan sepanjang sungai.
2. Dari 13 titik limpasan tersebut, 5 titik berada dekat dengan kawasan kebun masyarakat, sehingga berpotensi memberikan gangguan terhadap aktivitas pertanian. Kelima titik tersebut memiliki luas masing-masing:
 - a) Titik 1: 0,005 ha
 - b) Titik 2: 0,804 ha
 - c) Titik 3: 0,680 ha
 - d) Titik 5: 0,594 ha
 - e) Titik 7: 0,362 ha
3. Total luas limpasan pada seluruh titik mencapai 39,670 ha, mencakup area yang berada dalam dan luar kawasan kebun namun tetap berada dalam zona pengaruh aliran permukaan sungai.
4. Kedalaman limpasan maksimum mencapai 127 cm, terjadi pada cekungan sungai dengan elevasi paling rendah. Nilai ini didapat melalui analisis perbedaan elevasi pada DEM antara titik depresi dan tepi aliran, sehingga valid secara topografi meskipun tanpa data hidrologi.
5. Secara keseluruhan, pola limpasan di Desa Tongko menunjukkan bahwa topografi merupakan faktor utama yang membentuk akumulasi air, tanpa memerlukan input data hidrologi dalam proses analisis menggunakan ArcMap.

Saran

1. Penanganan sederhana seperti saluran drainase tanah atau parit kecil dapat dilakukan masyarakat pada titik-titik limpasan yang mendekati area kebun agar aliran air dapat diarahkan kembali ke sungai.
2. Penelitian lanjutan perlu menggunakan data hidrologi seperti curah hujan, debit sungai, dan infiltrasi tanah untuk menghasilkan analisis yang lebih komprehensif. Dengan demikian, estimasi volume limpasan dapat dihitung secara kuantitatif, bukan hanya berdasarkan topografi.
3. Penggunaan DEM dengan resolusi lebih tinggi, seperti 10 m atau 5 m, sangat direkomendasikan untuk meningkatkan ketelitian penentuan kedalaman limpasan dan batas-batas area tergenang.
4. Pemantauan lapangan pada musim hujan perlu dilakukan untuk memvalidasi titik limpasan yang telah diidentifikasi melalui ArcMap, terutama 5 titik yang berada dekat kebun.
5. Saran khusus terkait metode penelitian, Penelitian ini hanya menggunakan aplikasi ArcMap tanpa dukungan data hidrologi, sehingga hasil analisis sepenuhnya bergantung pada kondisi topografi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggabungkan metode GIS dengan data hidrologi agar hasil dapat lebih akurat dan menggambarkan kondisi nyata secara menyeluruh.
6. Masyarakat diharapkan menjaga vegetasi di sekitar sungai, karena semakin sedikit

tutupan lahan, semakin besar kemungkinan meningkatnya limpasan permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- adav, V., & Dey, S. (2025). Estimating rainfall, surface runoff, and river discharge using integrated RS and GIS-based SCS-CN approach. *Discover Geoscience*, 3, 177.
- Aditama, D. H., Harisuseno, D., & Sajali, M. A. (2025). Analisis limpasan permukaan untuk penentuan daerah rawan banjir menggunakan ArcSWAT pada Sub DAS Wonosari, Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 5(1), 200–208.
- ESRI. (2020). *Hydrology Modeling with ArcGIS*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Murda, G. B. J., & Mashuri, M. (2024). Analisis limpasan Sungai Way Kuripan Kota Bandar Lampung akibat pengaruh curah hujan menggunakan HEC-RAS 5.0.7. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 211–222.
- Nilap, A. R., Rajakumara, H. N., Aldrees, A., Majdi, H. S., & Khan, W. A. (2025). Storm water runoff studies in built-up watershed areas using curve number and remote sensing techniques. *Discover Sustainability*, 6, 26.
- Putra, F. A. D., Harisuseno, D., & Haribowo, R. (2025). Pemetaan limpasan permukaan menggunakan ArcSWAT untuk penentuan daerah rawan banjir pada DAS Gembong. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 5(1), 78–92.
- Taufik, M. (2023). Analisis limpasan permukaan berbasis sistem informasi geografis untuk mendukung evaluasi fungsi hidrologi daerah aliran sungai. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(2), 189–198.
- USGS. (2022). *Digital Elevation Model (DEM) Product Guide*. United States Geological Survey.