

Analisis terhadap debit air dalam upaya mitigasi bencana banjir di Sungai Rante Limbong dan kawasan sekitarnya

Andi Arifai¹, Rudi Latief², Nurul Istiqamah Ulil Albab^{1*}

¹Program Studi Teknik Perencanaan Wilayah & Kota
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 63, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. 92113

²Program Studi Teknik Perencanaan Wilayah & Kota
Fakultas Teknik Universitas Bosowa
Jl. Urip Sumoharjo KM.4, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. 90232

*E-mail: nurul.istiqamah@uin-alauddin.ac.id

Abstrak: Pada tahun 2020 terdapat 5 kelurahan/ desa di Kecamatan Lasusua yang terdampak banjir dengan jumlah rumah rusak mencapai 637 unit berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan banjir serta upaya mitigasi bencana banjir di Sungai Rante Limbong Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara menggunakan metode analisis debit air dengan variabel meliputi debit rencana dan debit limpasan. Debit rencana digunakan untuk mendapatkan angka volume air yang mengalir dalam kondisi normal sedangkan debit limpasan digunakan untuk mendapatkan jumlah satuan volume air yang mengalir dalam kondisi tidak normal atau banjir. Hasil penelitian menunjukkan perbandingan antara debit rencana dan debit limpasan tersebut sehingga diperoleh tingkat kerentanan banjir di Sungai Rante Limbong dan kawasan sekitarnya. Upaya mitigasi bencana banjir dapat dilakukan dengan memperbesar kemampuan debit rencana dalam mengalirkan air serta memperkecil debit limpasan agar air yang masuk ke dalam daerah aliran sungai dapat teralirkan dengan baik.

Kata Kunci: banjir; debit limpasan; debit rencana; kerentanan banjir; mitigasi bencana

Abstract: In 2020 there were 5 sub-districts/ villages in Lasusua District which were affected by floods with the number of damaged houses reaching 637 units based on data from the National Disaster Mitigation Agency (NDMA). This study aims to determine the level of flood vulnerability and flood disaster mitigation efforts in the Rante Limbong River, Lasusua District, North Kolaka Regency using the water discharge analysis method, with variables including planned discharge and runoff discharge. The design debit is used to obtain the volume of water flowing under normal conditions, while the runoff discharge is used to obtain the unit volume of water flowing under abnormal or flood conditions. The results of the study show a comparison between the planned discharge and the runoff discharge in order to obtain the level of flood vulnerability in the Rante Limbong River and the surrounding area. Flood disaster mitigation efforts can be carried out by increasing the capacity of the planned discharge in flowing water and reducing runoff discharge so that water entering the watershed can flow properly.

Keywords: disaster mitigation; flood; flood vulnerability; plan discharge; runoff discharge

PENDAHULUAN

Bencana alam adalah bencana yang disebabkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam, antara lain gempa bumi, kekeringan, angin topan, tsunami, letusan gunung berapi, banjir, dan tanah longsor. Banjir merupakan bagian dari bencana hidrometeorologi yang dapat berdampak signifikan terhadap jiwa dan harta benda. Indikator utama terjadinya banjir adalah curah hujan yang tinggi. Terkait daya tampung debit aliran air pada sungai. Selanjutnya debit air yang terlalu tinggi tidak dapat tertampung hingga meluap dan menyebabkan banjir. Berdasarkan UU No. 26 Tahun 2007, pengendalian penggunaan ruang merupakan upaya

Cara Sitasi:

Arifai, A., Latief, R., Nurul Istiqamah Ulil Albab, N. I. U. (2023). Analisis terhadap debit air dalam upaya mitigasi bencana banjir di Sungai Rante Limbong dan kawasan sekitarnya. *Teknosains: Media Informasi dan Teknologi*, 17(2), 201-209. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v17i2.36414>

Diajukan 1 Maret 2023; Ditinjau 4 Mei 2023; Diterima 5 Agustus 2023; Diterbitkan 30 Agustus 2023
Copyright © 2023. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

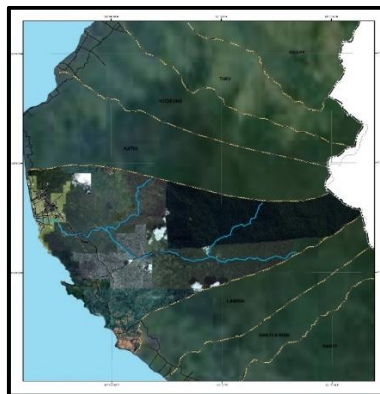
untuk menciptakan penataan ruang yang teratur. Pemanfaatan ruang diwujudkan melalui langkah-langkah pengembangan ruang. Pemanfaatan ruang pada kawasan bencana dipantau dengan memperhatikan hubungan (kesesuaian dan keserasian lahan) antara penataan ruang dan pemanfaatan ruang. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan manajemen risiko bencana bersifat komprehensif dan terfokus pada tindakan pencegahan dan tidak hanya terkait dengan bencana alam.

Pengelolaan banjir dapat dilaksanakan dengan mengidentifikasi dan memetakan daerah rawan banjir, jalur evakuasi, drainase dengan ukuran yang tepat, pembangunan sumur resapan, pembangunan bendungan sungai, alat peringatan dini dan rambu evakuasi, serta pembangunan fasilitas sementara tempat pembuangan sampah (Peraturan Menteri Perumahan Rakyat Republik Indonesia, No. 10 Tahun 2014). Banjir merupakan bencana alam yang sering disebabkan oleh faktor hidrometeorologi dan meningkat setiap tahunnya. Banjir dapat merusak infrastruktur dan secara serius memengaruhi stabilitas ekonomi suatu masyarakat. Karakteristik banjir sangat beragam. Banjir dapat disebabkan oleh hujan lebat dan tidak diimbangi oleh penyerapan tanah relatif, atau dapat berupa gelombang pasang atau petir. Oleh karena itu, kita harus siap menghadapi banjir apa pun. Banjir tidak dapat dicegah, hanya dapat dikendalikan, dan akibat dari kerusakan yang ditimbulkan dapat dikurangi.

Kabupaten Kolaka utara secara umum terdiri atas 15 kecamatan yang merupakan wilayah dengan daerah pesisir dan daratan sampai daerah pegunungan yang berbukit sampai terjal, dimana berbatasan langsung dengan perairan (BPS Kabupaten Kolaka Utara). Banjir yang sering melanda Kabupaten Kolaka Utara khususnya Kecamatan Lasusua bukan hal baru. Debit air yang terlalu tinggi melewati aliran sungai yang pada akhirnya meluap ke pemukiman warga. Dalam beberapa tahun terakhir, Kecamatan ini sudah identik dengan bencana banjir. Sehingga beberapa daerah berada dekat dari pinggiran sungai rentan terhadap banjir luapan dari Sungai Rante Limbong. Berdasarkan uraian latar belakang maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerentanan banjir dan upaya mitigasi bencana banjir. Upaya mitigasi bencana banjir ini dapat membantu untuk mengetahui upaya yang dapat dilakukan guna meminimalisir bencana banjir yang akan datang.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan pada Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara (Gambar 1). Pertimbangan pemilihan lokasi penelitian yaitu karena Kecamatan Lasusua merupakan wilayah yang kerap mengalami bencana banjir secara periodik yang umumnya diakibatkan karena air Sungai Rante Limbong meluap.



Gambar 1. Peta citra lokasi penelitian di Daerah Aliran Sungai Rante Limbong

Penelitian menggunakan data primer yang diambil secara langsung di lapangan atau dengan kata lain data yang diambil langsung oleh peneliti. Beberapa data primer yang dibutuhkan yaitu debit rencana, kecepatan aliran sungai, luas penampang sungai, debit limpasan, koefisien *run off*, dan luas *catchment* area. Data sekunder yaitu data yang diambil dari tangan kedua atau dalam hal ini instansi yang terkait, diperoleh dari jurnal, berita, maupun referensi internet yang berkaitan dengan mitigasi bencana banjir. Data sekunder dalam penelitian ini juga didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Kolaka Utara, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Kolaka Utara, Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kab. Kolaka Utara, serta Badan Pusat Statistik Kabupaten Kolaka Utara.

Metode analisis yang digunakan pada rumusan masalah pertama terkait tingkat kerentanan banjir di Sungai Rante Limbong digunakan metode analisis debit air (metode pelampung) dengan $Q_1 = C \cdot I \cdot A$ yang dibandingkan dengan $Q_2 = A \cdot V$ untuk menghasilkan tingkat kerentanan banjir di Sungai Lasusua jika $Q_2 < Q_1$ (Rentan). Pada rumusan masalah kedua terkait upaya mitigasi bencana banjir di Sungai Lasusua berdasarkan tingkat kerentanan banjir, maka Q_2 harus lebih besar dari Q_1 dengan upaya memperbesar Q_2 (debit rencana) mulai dari kecepatan aliran sungai dan luas penampang sungai dan memperkecil Q_1 melalui penurunan koefisien *run off*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran debit air di Sungai Rante Limbong menggunakan metode pelampung untuk mendapatkan data kerentanan banjir. Adapun variabel yang digunakan adalah debit limpasan dan debit rencana yang merupakan sumber acuan dalam mencari kerentanan banjir menurut Badaruddin (2017).

1. Debit rencana

Debit rencana merupakan jumlah air dalam suatu saluran yang akan melewati saluran air yang telah ada. Sedang, dalam pengukuran debit rencana ini menggunakan metode pelampung. Metode pelampung merupakan cara menghitung debit rencana dengan rumusan sebagai berikut:

$$Q_2 = A \cdot V \text{ dengan } A = L \cdot d \text{ dan } V = D/t$$

Keterangan:

Q_2 = Debit rencana (m^3/s)

A = Luas penampang sungai (m^2)

V = Kecepatan aliran sungai (m/s)

D = Jarak penampang I dan II (m)

T = Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak (s)

L = Lebar saluran (m)

d = Kedalaman air rata-rata (m)

Diketahui:

$$D = 45 \text{ m}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$d_1 = 0,7 \text{ m}$$

$$d_2 = 0,9 \text{ m}$$

$$d_3 = 1,6 \text{ m}$$

$$d_4 = 0,75 \text{ m}$$

$$d_5 = 0,6 \text{ m}$$

$$t_1 = 30 \text{ s}$$

$$t_2 = 25s$$

$$t_3 = 15s$$

$$t_4 = 28s$$

$$t_5 = 34s$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} d \text{ rata-rata} &= \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \\ &= \frac{0,7 + 0,9 + 1,6 + 0,75 + 0,6}{5} \\ &= 0,91 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah kedalaman rata-rata diketahui (d_n) selanjutnya mencari nilai luas penampang sungai (A):

$$\begin{aligned} A &= L \times d \\ &= 15 \times 0,91 \\ &= 13,65 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ rata-rata} &= \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} \\ &= \frac{30 + 25 + 15 + 28 + 34}{5} \\ &= 26,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

Setelah waktu rata-rata diketahui (t_n) selanjutnya mencari nilai kecepatan aliran sungai (V):

$$\begin{aligned} V &= \frac{D}{t} \\ &= \frac{45}{26,4} \\ &= 1,7 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Setelah nilai A dan V diketahui, kemudian memasukkan rumus mencari debit rencana:

$$\begin{aligned} Q_2 &= A \times V \\ &= 13,65 \times 1,7 \\ &= 23,26 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Adapun debit rencana yang didapatkan dari rumus diatas yaitu sebesar 23,26 m³/s.

2. Debit limpasan

Debit limpasan adalah jumlah air yg sampai ke sungai tanpa mencapai permukaan air tanah, yaitu curah hujan yang dikurangi sebagian dari resapan, jumlah air yang tertahan, dan jumlah genangan. Dalam menghitung debit limpasan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_1 = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Tabel 1. Harga koefisien *run off*

No.	Klasifikasi	Koefisien <i>run off</i>
1	Hutan	0,02
2	Perkebunan	0,4
3	Pemukiman	0,6
4	Sawah	0,15
5	Tambak	0,05
6	Belukar	0,07

Sumber: Kodoatie & Syarieff, 2005

Keterangan:

- Q1 = Debit limpasan (m³/s)
 C = Koefisien Run Off
 I = Intensitas Curah Hujan (mm/tahun)
 A = Luas Catchment Area (km²)

Cara untuk menentukan koefisien run off (C) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Diketahui:

A = 176,08km² = 176.080 m² yang terdiri dari:

A1 = hutan (110,69km² = 110.690 m²)

A2 = permukiman (2,54km² = 2.540 m²)

A3 = perkebunan (62,85km² = 62.850 m²)

C1 = 0,02

C2 = 0,6

C3 = 0,4

Penyelesaian:

Hal pertama yang dilakukan yaitu mencari nilai koefisien *run off* (C)

$$C = \frac{\sum C_n \times A_n}{A \text{ Total}}$$

$$C = \frac{(C1 \times A1) + (C2 \times A2) + (C3 \times A3)}{A \text{ Total}}$$

$$C = \frac{(0,02 \times 110.690) + (0,6 \times 2.540) + (0,4 \times 62.850)}{176.080}$$

$$C = \frac{2.213,8 + 1.524 + 25.140}{176.080}$$

$$C = \frac{28.877,8}{176.080}$$

$$C = 0,164$$

Lalu mencari nilai intensitas curah hujan:

$$I = \frac{I_n}{t}$$

$$I = \frac{2.550}{12}$$

$$I = 212,5 \text{ mm/bulan}$$

$$I = 8,1 \text{ mm/s}$$

$$I = 0,0081 \text{ m/s}$$

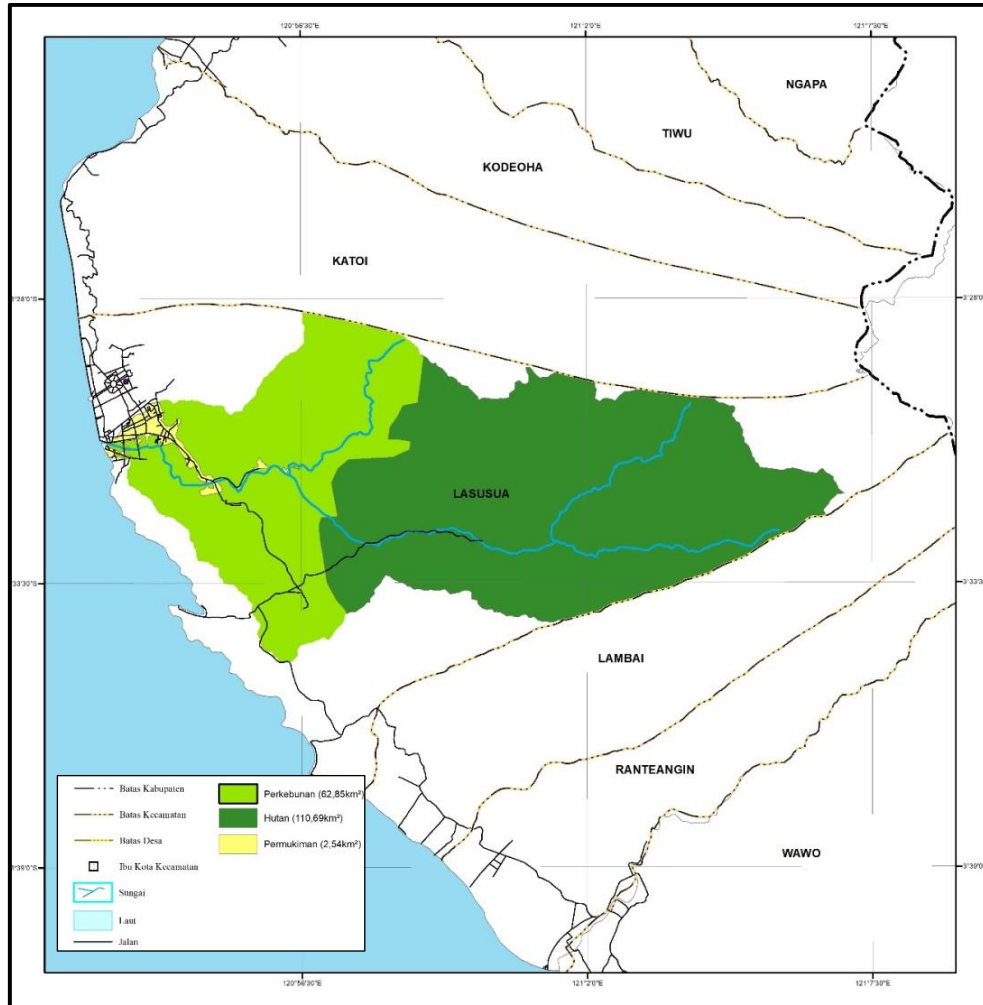
Kemudian, memasukkan rumus mencari debit limpasan:

$$Q1 = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q1 = 0,278 \times 0,164 \times 0,0081 \times 176.080$$

$$Q1 = 65,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Adapun debit limpasan yang didapatkan dari rumus di atas yaitu sebesar 65,02 m³/s.



Gambar 2. Peta daerah tangkapan air Kecamatan Lasusua

3. Tingkat kerentanan banjir

Berdasarkan hasil analisis kerentanan banjir dengan menggunakan acuan dari analisis debit air menggunakan metode pelampung dapat diketahui bahwa debit rencana (Q_2) dengan nilai $23,26 \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan debit limpasan (Q_1) dengan nilai $65,02 \text{ m}^3/\text{s}$. sehingga menyebabkan kerentanan dimana $Q_2 < Q_1$. adapun selisih Q_2 dengan Q_1 yaitu sebesar $41,76 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mitigasi bencana banjir di Sungai Rante Limbong Kecamatan Lasusua dapat dilakukan dengan upaya mitigasi bencana banjir melalui perbesaran debit rencana dan memperkecil debit limpasan. Adapun kedua upayanya sebagai berikut:

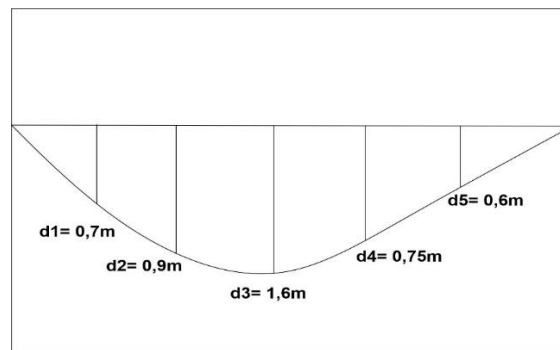
a. Upaya mitigasi bencana banjir melalui debit rencana

Sebagaimana kita ketahui bahwa Sungai Rante Limbong memiliki kapasitas pengaliran air hanya $23,26 \text{ m}^3/\text{s}$ sehingga ketika air dengan debit yang cukup tinggi di waktu hujan tidak dapat teralir karena tidak dapat tertampung di saluran sungai hingga kemudian meluap ke daerah dataran banjir. Hal ini kemudian dapat diatasi dengan dua indikator dalam debit rencana yaitu mengubah luas penampang sungai dan kecepatan aliran sungai.

b. Luas penampang sungai

Penampang sungai adalah penampang melintang sungai/ saluran terbuka yang dibatasi oleh dasar sungai/ saluran terbuka dan muka air tanah. Luas penampang sungai

sangatlah memengaruhi jumlah debit rencana dimana luas penampang sungai ini mencakup pada lebar saluran sungai dan kedalaman sungai. Mengecilnya luas penampang sungai dipengaruhi oleh faktor erosi dan sedimentasi sehingga perlu adanya penambahan lebar saluran sungai dan pengerukan guna menambah lebar serta kedalaman pada sungai agar dapat menampung debit limpasan yang memiliki kapasitas cukup besar pada waktu penghujan. Sketsa bentuk kedalaman aliran Sungai Rante Limbong sebagai berikut:



Gambar 3. Sketsa bentuk kedalaman Sungai Rante Limbong

c. Kecepatan aliran sungai

Kecepatan aliran sungai adalah jarak yang ditempuh aliran air pada saluran dalam satuan waktu. Kecepatan aliran sungai juga sangat berpengaruh dalam menyalurkan air dimana ini mencakup pada kemiringan lereng pada aliran sungai. Sungai dengan kemiringan lereng yang landai akan menyebabkan air mengalir sangat lambat sehingga debit rencananya sangat kecil ini biasa terjadi di daerah hilir pada sungai. Untuk meminimalisir kondisi kemiringan lereng yang landai perlu dilakukan pengerukan di bagian hilir dengan tingkatan kedalaman-kedalaman tertentu untuk memperbaiki kemiringan lereng pada saluran sungai sebagaimana upaya sebelumnya. Serta perlu adanya sosialisasi kemasyarakat sekitar agar tidak membuang sampah ke sungai karena dapat menyebabkan saluran sungai terjadi penyumbatan dan pendangkalan.

4. Upaya mitigasi bencana banjir melalui debit limpasan

Sebagaimana kita ketahui bahwa Sungai Rante Limbong memiliki debit limpasan sebesar 65,02 m³/s. Debit limpasan yang cukup besar ini perlu diperkecil agar dapat teralirkan dengan baik pada saluran sungai. Beberapa indikator yang memengaruhi debit limpasan yaitu koefisien *run off*, intensitas curah hujan dan luas daerah tangkapan air atau *catchment area*. Akan tetapi intensitas curah hujan dan luas daerah tangkapan air tidak dapat diperkecil sehingga hal ini kemudian dapat diatasi dengan memperkecil koefisien *run off* dengan pembuatan ruang terbuka hijau (RTH) di sepanjang aliran sungai agar ketika dalam keadaan intensitas curah hujan yang sangat tinggi air yang jatuh ke daerah tangkapan air tidak langsung mengalir ke saluran air akan tetapi meresap dan tertahan oleh RTH.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa dalam menentukan kerentanan banjir di Kecamatan Lasusua dapat digunakan metode analisis debit air metode pelampung yang ditentukan dengan mencari debit rencana dan debit limpasan. Hasil analisis kerentanan banjir dengan menggunakan acuan dari analisis debit

air menggunakan metode pelampung diperoleh bahwa debit rencana (Q_2) sebesar 23,26 m^3/s sedangkan debit limpasan (Q_1) sebesar 65,02 m^3/s . sehingga menyebabkan kerentanan dimana $Q_2 < Q_1$ dengan selisih sebesar 41,76 m^3/s . Upaya mitigasi bencana banjir yang dapat digunakan pada penelitian ini yaitu dengan upaya mitigasi bencana banjir melalui perbesaran debit rencana dan memperkecil debit limpasan. Pada upaya mitigasi bencana banjir melalui perbesaran debit rencana dengan penambahan lebar saluran sungai dan pengerukan guna menambah lebar serta kedalaman pada sungai agar dapat menampung debit limpasan yang memiliki kapasitas cukup besar pada waktu penghujan serta perlu dilakukan pengerukan di bagian hilir dengan tingkatan kedalaman-kedalaman tertentu untuk memperbaiki kemiringan lereng pada saluran sungai sebagaimana upaya sebelumnya. Serta perlu adanya sosialisasi ke masyarakat sekitar agar tidak membuang sampah ke sungai karena dapat menyebabkan saluran sungai terjadi penyumbatan dan pendangkalan. Sedangkan upaya yang digunakan untuk memperkecil debit limpasan yaitu memperkecil kecepatan aliran air yang mengalir di atas permukaan lahan dengan pembuatan ruang terbuka hijau (*green belt*) di sepanjang aliran sungai agar ketika dalam keadaan intensitas curah hujan yang sangat tinggi air yang jatuh ke daerah tangkapan air tidak langsung mengalir ke saluran air akan tetapi meresap dan tertahan oleh ruang terbuka hijau (*green belt*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abast, D. E. H. U., Moniaga, E. L., & Gosal, P. H. (2014). Tingkat kerentanan terhadap bahaya banjir di Kelurahan Ranotana. *Spasial*, 3(2), 123-130. <https://doi.org/10.35793/sp.v3i2.12852>.
- Adi, S. (2013). Karakterisasi bencana banjir bandang di Indonesia. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 15(1), 42-51.
- Ake, U. R., Koto, A. G., & Taslim, I. (2018). Analisis kesesuaian penggunaan lahan berdasarkan arahan fungsi kawasan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Alo Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sains Informasi Geografi [JSIG]*, 1(1):41-50.
- Ali, M., & Trisutomo, S. (2017). Pemetaan daerah rawan banjir berbasis Sistem Informasi Geografis (GIS) di Pesisir Danau Tempe Kabupaten Wajo. *Losari: Jurnal Arsitektur Kota dan Pemukiman*, 2(2), 37-42. <https://doi.org/10.33096/losari.v2i2.57>.
- As'ad, N. (2018). Analisis Tingkat Kerawanan Bencana Banjir terhadap Upaya Pengurangan Dampak Banjir di Kelurahan Simboro Kecamatan Simboro Kota Mamuju. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Badaruddin, B. (2017). *Panduan Praktikum Debit Air*. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Khaidir, I. (2019). Mitigasi bencana banjir untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan dan kehidupan sosial masyarakat. *Jurnal Rekayasa*, 8(2), 154-160. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v8i2.29>.
- Khambali. *Manajemen Penanggulangan Bencana*. Yogyakarta: Andi.
- Menteri Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Perumahan Rakyat RI Nomor 10 Tahun 2014 tentang Pedoman Mitigasi Bidang Perumahan dan Kawasan Permukiman.
- Mokodongan, B., Sela, R., & Karongkong, H. H. (2014). Identifikasi pemanfaatan Kawasan Bantaran Sungai Dayanan di Kotamobagu. *Sabua: Jurnal Lingkungan Binaan dan Arsitektur*, 6(3), 273-283. <https://doi.org/10.35793/sabua.v6i3.6052>.
- Musyahada, M. (2011). Arahan Pemanfaatan Ruang di Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Noor, D. (2014). *Pengantar Mitigasi Bencana Geologi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Padli, M. I. (2018). Arahan Penanggulangan Bencana Banjir di Kecamatan Larompong Kabupaten Luwu. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Pantow, M. R. N., Warouw, F., & Egam, P. P. (2021). Analisis permukiman rawan banjir pendekatan mitigasi bencana studi kasus Kelurahan Ternate Tanjung. *Jurnal Fraktal*, 6(1), 38-45.
- Pratomo, A. J. (2008). Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Presiden Republik Indonesia. (2007). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

- Putra, M. A. R. (2017). Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Menentukan Titik dan Rute Evakuasi. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Kolaka Utara Tahun 2012 - 2032.
- Rosyidie, A. (2013). Banjir: fakta dan dampaknya, serta pengaruh dari perubahan guna lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 24(3), 241-249.
- Rozita, S. G., & Setiadi, R. (2020). Kerangka kerja penilaian rencana tata ruang berbasis manajemen risiko bencana. *REGION: Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, 15(2), 189-205.
- Sambas, A. M. (2017). Kajian Kawasan Berpotensi Banjir Dan Mitigasi Bencana Banjir Pada Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Sari, U. A., Yasri, H. L., & Arumawan, M. M. (2020). Sosialisasi mitigasi bencana banjir melalui pendidikan kebencanaan berbasis kearifan lokal. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(4), 518-526.
- Suwarsito, S., Suwarno, S., & Shalihati, S. F. (2022). Arahan Pemanfaatan Lahan di Daerah Aliran Sungai Pemali dan Cikabuyutan Kabupaten Brebes. *Sainteks*, 19(1), 117-127.
- Syafril. (2011). Arahan Penanganan Kawasan Rawan Bencana Banjir Berbasis GIS di Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Syam, N. (2015). Arahan penanganan kawasan rawan banjir berbasis GIS (*Geography Information System*) di Kecamatan Tamalate Kota Makassar. *Plano Madani : Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 4(2).
- Tamrin, A. (2017). Arahan Pemanfaatan Lahan Daerah Aliran Sungai Jeneberang terhadap Jarak Sempadan Sungai di Kelurahan Pangkabinanga Kabupaten Gowa. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Urbanus, A., Sela, R. L. E., & Tungka, A. E. (2021). Mitigasi bencana banjir struktural dan non-struktural di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 8(3), 447-458. <https://doi.org/10.35793/sp.v8i3.36350>.