

# JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

## Analisis Spasial Risiko Banjir Bandang Akibat Keruntuhan Bendungan Alami pada DAS Krueng Teungku, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh

**Azmeri**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam  
Jl. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111  
E-mail: azmeri@unsyiah.ac.id

**Eldina Fatimah**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam  
Jl. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111  
E-mail: eldinafatimah64@gmail.com

**Henny Herawati**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura  
Jl. Rof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124  
E-mail: hennyherawati@civil.untan.ac.id

**Devi Sundary**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam  
Jl. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111  
E-mail: devisundary@gmail.com

**Amir Hamzah Isa**

Dinas Pekerjaan Umum, Bidang Pengairan, Kabupaten Pidie Jaya  
E-mail: amirhamzah\_isa@yahoo.co.id

### Abstrak

Penelitian ini menyajikan hasil analisis spasial risiko bencana banjir bandang akibat keruntuhan bendungan alam pada Daerah Aliran Sungai Krueng Teungku Kecamatan Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Parameter kerentanan merupakan gabungan komponen kerentanan sosial dan kerentanan fisik. Selanjutnya dari parameter ancaman dan kerentanan tersebut, dilakukan analisis risiko melalui penentuan klasifikasi risiko bencana banjir bandang untuk daerah hilir bendungan. Secara keseluruhan daerah berisiko seluas 32,02 hektar berdasarkan pembentukan 15 grid (100 meter horisontal x 100 meter sejajar tebing sungai). Klasifikasi tingkat risiko untuk daerah hilir bendungan alam Krueng Teungku 5 wilayah termasuk dalam Tingkat Risiko Tinggi, 8 wilayah Tingkat Risiko Sedang dan 2 wilayah Tingkat Risiko Ringan. Kelas risiko sedang mendominasi seluas 23,33 hektar atau 72,85% dari luas total daerah yang berisiko. Kemudian diikuti oleh kelas risiko tinggi seluas 6,29 hektar atau 19,64% dari luas total daerah yang berisiko. Kelas risiko rendah seluas 2,41 hektar atau 7,51% dari luas total daerah yang berisiko. Klasifikasi tingkat risiko bencana banjir bandang ini berguna untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat di hilir bendungan alam untuk meminimalisir risiko bencana banjir bandang yang merupakan bencana berulang pada Desa Beureunut.

**Kata-kata Kunci:** Ancaman, kerentanan, risiko, banjir bandang, bendungan alam.

### Abstract

This research presents the results of spatial analysis of flash flood disaster risk due to the collapse of natural dam at the watershed Krueng Teungku, Seulimeum sub-district, Aceh Besar Regency, Aceh Province. The vulnerability parameter is a combination of components of social vulnerability and physical vulnerability. Furthermore, based on the parameters of these hazard and vulnerabilities, risk analysis was done through the determination of flash flood risk classification for downstream area of the dam. In general, the risk area covered 32.02 hectares based on the formation of 15 grids (100 meters horizontal x 100 meters parallel river cliff). Based on risk level classification of the natural downstream of Krueng Teungku, there were 5 areas included in the High Risk Level, 8 areas in Medium Risk areas, and 2 areas in Risk Level Light. The medium level was the most dominant category which covers 23.33 hectares or 72.85% of the total area. The high risk areas comprises of 6.29 hectares or 19.64% of total area followed by low risk class covering an area of 2.41 hectares or 7.51% of total area. The classification of flash flood disaster risk level is useful to improve community preparedness in downstream of a natural dam to minimize the risk of flash flood disaster which is a recurrent disaster in Beureunut Village.

**Keywords:** Hazard, vulnerability, risk, flash flood, natural dam.

## 1. Pendahuluan

Bencana banjir bandang memiliki karakter waktu puncak hidrograf banjir yang kurang dari 6 jam. Kejadian banjir bandang sering terjadi di daerah yang berlereng curam dan daerah tangkapan hujan yang kecil (Tao dan Barros, 2013). Faktor penyebab lainnya pemicu terjadinya banjir bandang akibat hujan ekstrim (*extreme rainstorms*) di hulu DAS dapat meningkatkan frekuensi banjir bandang, yang menimbulkan kemungkinan terjadinya bencana sekunder dari bendungan alam (Chen, *et al.*, 2015). Selain karakter hidrologi tersebut, banjir bandang juga dipengaruhi oleh kondisi geoteknik dari lereng, bahan sumber erosi dan ketersediaan sedimen (Borga, *et al.*, 2014). Ketersediaan material sedimen hasil longsoran tebing sungai dapat memicu terbentuknya bendungan alam.

Keruntuhan bendungan dapat menyebabkan terjadinya bencana baru berupa bencana banjir bandang. Keruntuhan bendungan biasanya diawali dengan rekahan yang terbentuk pada tubuh bendungan. Untuk meramal banjir di hilir akibat keruntuhan bendungan, dianggap bendungan runtuh total dan mendadak (Kurniawan, 2012). Dan menurut Franz, *et al.* (2010), empat elemen penting dari setiap analisis keruntuhan bendungan diantaranya adalah penelusuran banjir.

Keruntuhan bendungan menyebabkan air yang tertampung di area genangan bendungan akan mengalir dengan kecepatan dan debit yang besar menuju ke hilir bendungan. Ketidakmampuan kapasitas tampung alur sungai akan menyebabkan air meluap ke arah kanan dan kiri tebing sungai. Dapat menggenangi daerah hilir bendungan yang umumnya padat penduduk. Analisis lanjutan perlu dilakukan terhadap sebaran wilayah tergenang, tinggi muka air genangan, dan cepat rambat aliran banjir (*flood travel time*). Dengan analisis tersebut maka dapat diketahui risiko bencana pada wilayah-wilayah yang terkena dampak bencana (Wirustyastuko dan Nugroho, 2013).

Banjir bandang merupakan bencana alam yang telah merenggut banyak nyawa dan berakibat pada penghancuran sifat dan degradasi lahan. Menjadi penyebab kerusakan ekonomi dan sosial yang signifikan dibandingkan bencana alam lainnya (Nkeki, F.N., Henah, P.J., Ojeh, V.N., 2013). Peristiwa banjir bandang memiliki dampak sosial dan ekonomi yang besar, menyebabkan penduduk kehilangan rumah dan memerlukan biaya tinggi untuk memulihkan kerusakan (Rosso, R., dan Rulli, M.C., 2002). Banjir bandang juga merupakan fungsi interaksi masyarakat dengan lingkungan dan akibatnya. Interaksi ini melibatkan perancangan dan penempatan infrastruktur, pemanfaatan sumber daya alam dan jumlah populasi (Hualou, 2011). Penelitian empiris telah dilakukan terhadap konsekuensi dasar dari banjir bandang, seperti kehilangan nyawa manusia, kerugian ekonomi dan kerusakan infrastruktur (Okereke, 2007).

Penilaian kerentanan merupakan evaluasi kuantitatif terhadap komponen kerentanan fisik dan sosial. Kerentanan fisik direpresentasikan melalui hubungan

antara tinggi genangan dan lokasi infrastruktur. Sehubungan dengan kerentanan sosial, penilaian dilakukan dengan pengumpulan data berdasarkan survei dari rumah ke rumah (Karagiorgos, *et al.*, 2016).

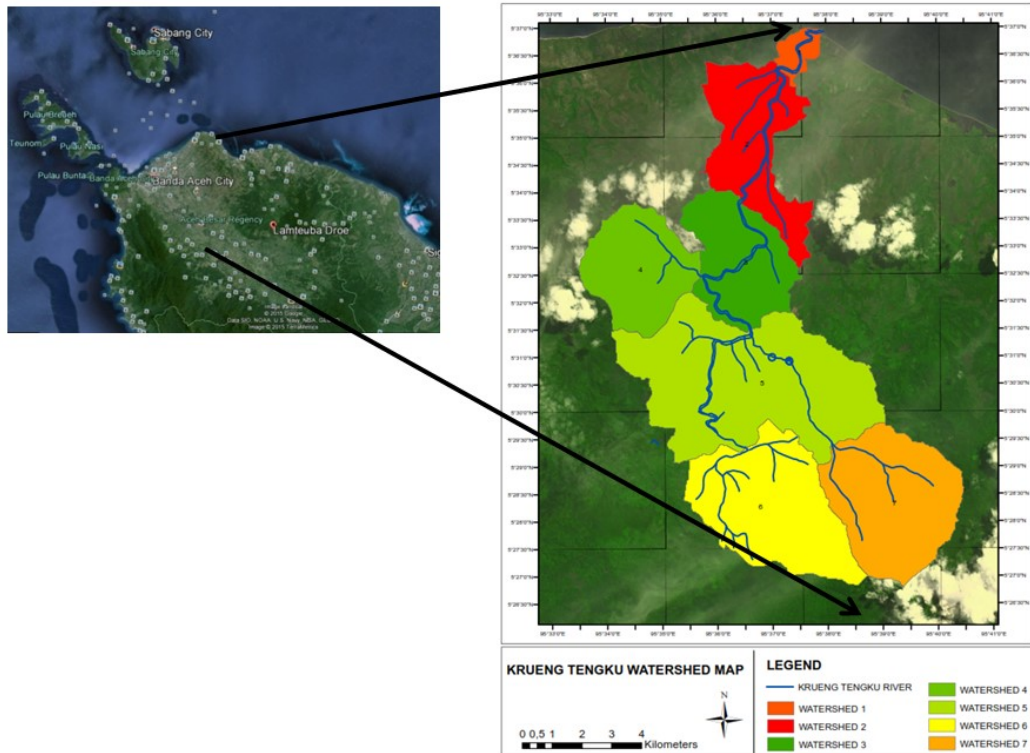
Kerugian akibat kerentanan penting untuk dikurangi atau dicegah sebagai pengurangan risiko bencana. Salah satunya dapat dilakukan dengan pembuatan peta genangan banjir bandang. Pembuatan peta genangan tersebut dilakukan dengan mensimulasikan keruntuhan bendungan dengan menggunakan perangkat lunak, seperti HEC-RAS dan BOSS DAMBRK. Hasil dari pembuatan peta genangan banjir dapat dijadikan dalam pembuatan Rencana Tindak Darurat (RTD).

Kurangnya informasi khususnya data spasial mengenai kondisi wilayah yang berisiko banjir bandang dapat memperparah kerugian yang akan ditimbulkan kedepannya. Kajian spasial wilayah bencana banjir sangat diperlukan sebagai referensi upaya mitigasi. Menurut Plate (2002) langkah pertama dalam manajemen risiko banjir adalah pemetaan bahaya banjir. Penilaian risiko bencana dapat dilakukan dengan mengidentifikasi tingkat bahaya (*hazard*) dan menilai tingkat kerentanan (*vulnerability*). Tingkat bahaya banjir dapat diketahui melalui pemodelan spasial genangan, sedangkan tingkat kerentanan dapat diketahui melalui analisis secara spasial aspek-aspek yang rentan terhadap bencana banjir.

Daerah bahaya banjir diidentifikasi melalui pendekatan model genangan berbasis GIS berdasarkan data *Digital Elevation Model* (DEM) dan volume sumber banjir yang diketahui (Jing, 2010). Model ini menggunakan algoritma aproksimasi (*approximation algorithm*) untuk menganalisis ketinggian genangan (H) berdasarkan perbandingan antara volume air (V) daerah yang tergenang dan volume air (Q) sumber banjir.

Kejadian banjir bandang telah berulang kali terjadi di Provinsi Aceh. Selama tiga puluh tahun terakhir telah terjadi empat kejadian bencana banjir bandang (Tahun 1987, 2000, 2013 dan 2016) di studi area. Kejadian tersebut menimbulkan dampak besar pada Desa Beureuneut Kecamatan Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar. Lokasi studi berada pada DAS Krueng Teungku Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh yang berada pada koordinat  $5^{\circ}26'40''$  –  $5^{\circ}38'20''$ LU dan  $95^{\circ}32'30''$  –  $95^{\circ}40'50''$  BT (**Gambar 1**).

Banjir bandang yang terjadi di Desa Beureuneut berasal dari volume air yang besar dari DAS Krueng Teungku. Kejadian tersebut diakibatkan oleh runtuhnya bendungan alam di Sungai Krueng Teungku yang terbentuk oleh material tebing sungai yang longsor akibat curah hujan yang tinggi (Azmeri, *et al.*, 2016). Keruntuhan bendungan dapat disebabkan oleh *overtopping* maupun *piping*. *Overtopping* terjadi akibat air melimpah melalui puncak bendungan yang menyebabkan terjadinya erosi serta longsor sehingga terjadi keruntuhan bendungan. Sementara *piping* disebabkan oleh rembesan atau bocoran yang membawa material penyusun tubuh bendungan disebut dengan *piping* atau erosi buluh. Berdasarkan penelitian terdahulu (Azmeri, *et al.*, 2015) keruntuhan bendungan alam Krueng Teungku disebabkan akibat *overtopping*.



Gambar 1. Lokasi studi - DAS Krueng Teungku  
(Sumber : Azmeri, *et al.*, 2016)

Akibat ancaman banjir bandang yang berulang dan kerugian yang ditimbulkannya, maka studi ini bertujuan melakukan analisis spasial risiko banjir bandang akibat keruntuhan bendungan alam Sungai Krueng Teungku. Penelitian ini bermanfaat untuk meminimalisir risiko banjir bandang akibat keruntuhan bendungan tersebut. Analisis spasial melalui parameter ancaman genangan meliputi tinggi genangan, jarak lokasi genangan dari as bendungan dan sungai, serta subjek terkena risiko bencana yaitu penduduk, pemukiman dan infrastruktur. Selanjutnya parameter tersebut akan dikuantifikasi menjadi tingkatan indeks risiko bencana ke arah hilir khususnya ke Desa Beureunut yang merupakan daerah terparah akibat bencana banjir bandang.

## 2. Parameter Risiko Bahaya Genangan Banjir Bandang

Menurut Sugiarto (2009), faktor bahaya banjir dapat dianalisis berdasarkan luas genangan dan ketinggian banjir. Variabel bahaya banjir tersebut karena tipe banjir bandang memiliki ketinggian banjir yang besar. Semakin tinggi maka kerugian yang ditimbulkan akan semakin besar akibat banyaknya pemukiman dan infrastruktur yang rusak akibat terkena banjir. Tingkat bahaya banjir dikelaskan berdasarkan kelas kedalaman air. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Nasional BNPB (2012) kedalaman air < 0,76 m merupakan kelas bahaya rendah, kedalaman air 0,76 – 1,5 m merupakan kelas bahaya sedang, dan kedalaman air > 1,5 m merupakan kelas bahaya tinggi. Berdasarkan Direktorat Jenderal Pengairan (1998) untuk klasifikasi daerah bahaya berdasarkan tinggi genangan banjir akibat keruntuhan bendungan alam, terbagi menjadi 3 kategori,

yaitu tinggi genangan banjir 0,0 – < 0,5 meter merupakan kelas bahaya rendah, 0,5 – 2,0 meter merupakan kelas bahaya sedang dan > 2 meter merupakan kelas bahaya tinggi.

Berdasarkan Pedoman Penyusunan RAD PRB bagi Kabupaten/Kota (2008) kerentanan fisik didasarkan pada beberapa faktor, diantaranya kepadatan permukiman, jalan, jaringan listrik dan telekomunikasi, dan sarana publik. Sedangkan menurut Yulaelawati, *et al.* (2008) kerentanan didasarkan hanya pada kepadatan permukiman. Kepadatan permukiman sebagai variabel yang berpengaruh terhadap kerentanan karena semakin padat permukiman di suatu daerah rawan banjir. Selain itu, semakin padat permukiman di suatu daerah rawan banjir, maka kerugian yang ditimbulkan akibat kerusakan akan semakin besar pula. Menurut Seniarwan, *et al.* (2013) kerentanan dianalisis berdasarkan tingkat keterpaparan (*exposure*) dan sensitivity masyarakat atau infrastruktur.

$$V = (E \times S) \tag{1}$$

dimana :

- V = kerentanan (*vulnerability*)
- E = keterpaparan (*exposure*)
- S = sensitivitas (*sensitivity*)

Sedangkan risiko bencana banjir dianalisis berdasarkan hasil perkalian antara komponen bahaya dan kerentanan. Menurut BNPB (2012) hasil indeks perkalian perlu dikoreksi untuk mendapatkan kembali dimensi asalnya. Untuk melakukan koreksi tersebut digunakan persamaan :

$$R = (H \times V) \quad (2)$$

dimana :

- R = risiko
- H = ancaman (*hazard*)

Identifikasi risiko dengan menggunakan matriks antara kelas bahaya dan kelas kerentanan (**Tabel 1**). Kelas risiko sedang berarti memiliki komponen bahaya yang rendah dan komponen kerentanan tinggi, memiliki komponen bahaya yang sedang dan komponen kerentanan yang sedang, atau memiliki komponen bahaya yang tinggi dan komponen kerentanan yang rendah. Penilaian secara kualitatif kelas risiko berdasarkan matriks tersebut dapat dilakukan berdasarkan klasifikasi nilai/skor kelas bahaya dan kelas kerentanan yang berada dalam rentang (interval) nilai yang sama.

**Tabel 1. Matrik penilaian tingkat risiko banjir bandang**

Kelas Risiko		Kelas Kerentanan		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Kelas Bahaya	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
	Sedang	Rendah	Sedang	Tinggi
	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi

Pada penelitian ini, tingkat risiko dikaji secara spasial sehingga menghasilkan peta risiko bencana banjir bandang. Bobot masing-masing komponen adalah 0.5. Kelas risiko diklasifikasikan dengan metode *equal interval* (interval sama) menjadi 3 kelas yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Pada bencana banjir bandang akibat keruntuhan bendungan, menurut Wirustyastuko dan Nugroho (2013) klasifikasi tingkat risiko bencana berupa hubungan antara jarak pemukiman dengan jumlah kumulatif Kepala Keluarga dan jarak dari as bendungan. Klasifikasi tersebut diberikan pada **Tabel 2**. Kepadatan penduduk dipilih menjadi variabel, karena semakin banyak penduduk yang tinggal dalam suatu daerah yang rentan terhadap banjir, maka peluang jatuhnya korban jiwa akan semakin besar.

**Tabel 2. Sistem klasifikasi risiko bencana banjir bandang akibat keruntuhan bendungan**

Jumlah Kepala Keluarga Kumulatif	Jarak dari As Bendungan				
(KK)*	0 – 5>	0 – 10	0 – 20	0 – 30	0 – >30
0	1	1	1	1	1
1 – 200	3	2	2	1	1
201 – 5.000	4	4	3	3	2
5001 – 20.000	5	5	4	3	3
20.001 – 250.000	5	5	4	4	4
> 250.000	5	5	5	5	5

Sumber : Keputusan Direktur Jenderal Pengairan Nomor: 108/Kpts/A/1998, Pedoman Klasifikasi Bahaya Bendungan

**Tabel 3. Sumber data spasial**

No.	Data	Format GIS	Sumber Data
1	Karakteristik Demografi	ESRI, Inc	BPS (2016) dan Survey lapangan
2	Batas DAS	ESRI, Inc	BIG (2016)
3	Luas Genangan Banjir Bandang	ESRI, Inc	Survey lapangan
4	Nilai <i>Guidance</i> Banjir Bandang	<i>Created</i>	Kombinasi Direktorat Jenderal Pengairan (1998) dan BNPB (2012)
5	Infrastruktur dan fasilitas kritis	ESRI, Inc	Survey lapangan

Jumlah kumulatif keluarga digunakan sebagai indikator untuk memudahkan perhitungan di lapangan dan setiap keluarga mendiami satu rumah. Jumlah penduduk yang terkena risiko dapat diperoleh dengan mengalikan jumlah rumah di daerah genangan (rata-rata jumlah keluarga kira-kira 5 orang). Sistem klasifikasi dapat juga digunakan sebagai sarana memprioritaskan pekerjaan untuk rehabilitasi dan dalam rangka peningkatan bendungan. Klasifikasi yang lebih tinggi akan memiliki tingkat bahaya hilir yang lebih besar, sebab itu upaya penanganan adalah sangat penting.

Analisis risiko bencana banjir bandang di daerah berpenduduk, sehingga akan menunjukkan dengan jelas jumlah kerugian jiwa manusia. Faktor-faktor lain untuk dipertimbangkan, mengenai perkiraan kehilangan jiwa manusia adalah dekatnya dengan sumber bahaya. Masyarakat berlokasi cukup jauh di hilir akan aman karena cukup banyak waktu untuk memberi peringatan dan mengungsikan penduduknya (Yulaelawati, *et al.*, 2008).

Metode analisis tingkat risiko spasial dengan menggunakan teknik overlay beberapa peta yang berkaitan dengan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penilaian kerentanan (Utomo dan Supriharjo, 2012). Pada penelitian ini teknik analisis untuk memperoleh zonasi risiko bencana banjir bandang berdasarkan tingkat kerentanannya menggunakan teknik *overlay weighted sum* beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kerentanan menggunakan *Geographic Information System*.

### 3. Metodologi

Studi ini mengeksplorasi bahaya banjir bandang, kerentanan fisik, kerentanan sosial, dan mengembangkan metodologi berbasis GIS untuk penilaian risiko banjir. Pada tahap awal penelitian ini menentukan kumpulan data yang tersedia untuk analisis spasial risiko banjir bandang. Data spasial untuk lokasi studi selengkapnya diberikan pada **Tabel 3** berikut.

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada studi ini sebagai berikut :

### 3.1 Analisis spasial

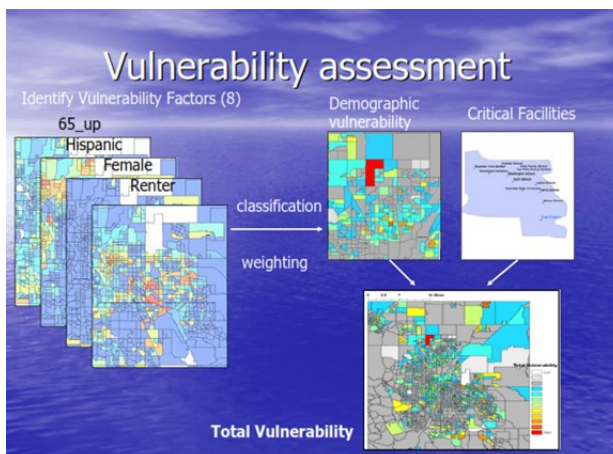
Analisis spasial dengan menggunakan peta DEM (*Digital Elevation Model*) dan Rupa Bumi Indonesia (RBI) untuk menentukan batasan DAS Krueng Teungku dan total area genangan akibat perambatan aliran banjir bandang yang disebabkan keruntuhan bendungan alam. Secara keseluruhan daerah berisiko didigitasi melalui pembentukan 15 grid wilayah (100 meter horisontal x 100 meter sejajar tebing sungai).

### 3.2 Analisis kerentanan fisik

Penilaian kerentanan fisik berdasarkan jumlah dan posisi masing-masing rumah penduduk dan infrastruktur. Selain itu juga dinilai jarak antara as bendungan dan sungai dengan lokasi penilaian kerentanan, yang dilakukan melalui pengukuran jarak dengan menggunakan peta GIS. Penilaian kerentanan fisik terhadap perumahan dilakukan melalui pengumpulan data yang dilakukan antara bulan April dan Juli 2017 berdasarkan teknik survei dari rumah ke rumah. Pada akhirnya diperoleh kerentanan fisik secara total.

### 3.3 Analisis kerentanan sosial

Analisis kerentanan sosial berdasarkan jumlah penduduk bermukim, untuk menentukan kerentanan penduduk terhadap risiko genangan banjir bandang. Penilaian kerentanan sosial ini juga dilakukan melalui pengumpulan data yang dilakukan antara bulan April dan Juli 2017 berdasarkan teknik survei dari rumah ke rumah. Proses seleksi didasarkan pada korban banjir, mendata nama penduduk dan jumlah anggota keluarga. Jumlah total responden adalah 189 korban banjir yang tersebar di lokasi penelitian. Selanjutnya dilakukan proses membangun indeks kerentanan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Proses penilaian kerentanan**  
(Sumber : Edwards, 2005)

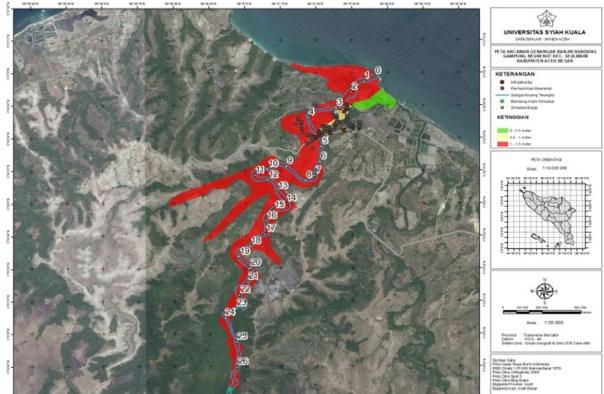
### 3.4 Analisis sebaran risiko

Analisis sebaran risiko berdasarkan parameter bahaya (ancaman) dan kerentanan. Selanjutnya parameter tersebut

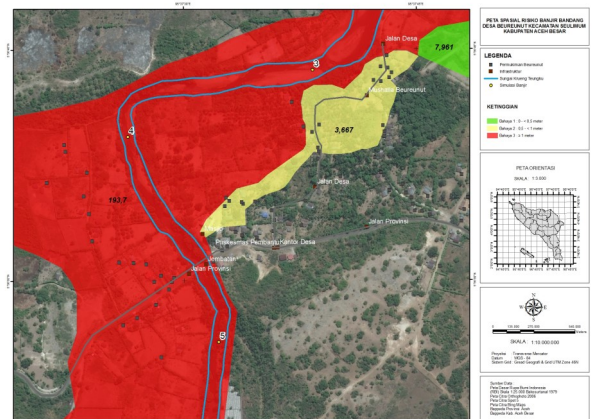
akan dikuantifikasi menjadi tingkatan indeks risiko bencana bandang. Penilaian indeks risiko berdasarkan klasifikasi nilai kelas bahaya dan kelas kerentanan yang berada dalam rentang (interval) nilai yang sama. Parameter yang digunakan yaitu kombinasi informasi bahaya dengan kerentanan fisik dan sosial. Batasan pada penelitian ini belum memasukkan parameter kapasitas dapat analisis risiko.

## 4. Hasil dan Diskusi

Tingkat ancaman genangan banjir bandang dari lokasi pembendungan alami. Posisi pembendungan alami berdasarkan penelitian Azmeri, *et al.* (2015). Selanjutnya diperoleh informasi luasan genangan mulai dari lokasi pembendungan alami menuju ke pemukiman masyarakat (**Gambar 3 dan 4**).



**Gambar 3. Sebaran ancaman genangan banjir bandang pada DAS Krueng Teungku (dari bendungan alami)**



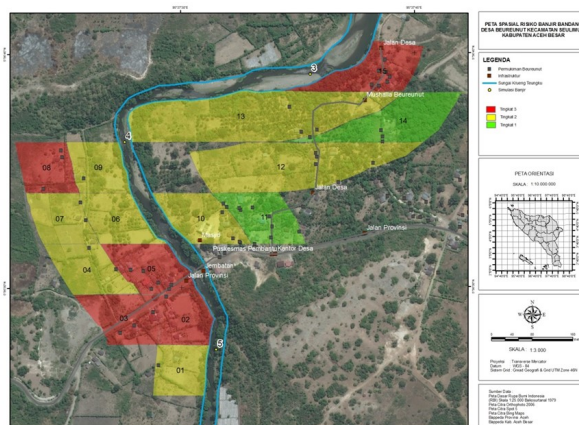
**Gambar 4. Sebaran ancaman genangan banjir bandang pada kawasan berisiko**

Total wilayah ancaman banjir bandang seluas 205,33 hektar. Klasifikasi tingkat ancaman berdasarkan ketinggian genangan di daerah hilir bendungan alam Krueng Teungku yaitu tingkat ancaman tinggi ( $\geq 1$  meter), tingkat ancaman sedang ( $0,5 - < 1$  meter) dan tingkat ancaman rendah ( $0 - < 0,5$  meter). Selengkapnya klasifikasi tingkat ancaman tinggi (merah) seluas 193,7 hektar, tingkat ancaman sedang (kuning) seluas 3,67 hektar dan tingkat ancaman rendah (hijau) seluas 7,96 hektar. Ancaman tinggi sebagian besar terdapat pada bagian

hulu bagian kiri tebing sungai, mulai dari lokasi bendung alami ke bagian hilir pemukiman. Hal ini disebabkan karena topografi muka tanah di sekitar sungai Krueng Teungku rendah pada bagian kiri dan tinggi bada bagian kanan sungai.

Penilaian kerentanan dibagi atas 15 grid yang memiliki potensi kerentanan (Tabel 4). Penilaian kerentanan berdasarkan jumlah dan posisi masing-masing rumah penduduk, infrastruktur desa, jarak antara bendungan dengan lokasi penilaian kerentanan dan jarak antara sungai dengan lokasi penilaian kerentanan.

Berdasarkan sebaran ancaman genangan banjir bandang dan kerentanan, maka diperoleh tingkat risiko. Dengan menggunakan indikator pada Tabel 1, diketahui sebaran daerah risiko didominasi oleh kelas sedang dan tinggi. Pada penelitian ini, tingkat risiko dikaji secara spasial sehingga menghasilkan peta risiko bencana banjir bandang. Bobot masing-masing komponen adalah 0,5. Kelas risiko sedang berarti memiliki komponen bahaya yang rendah dan komponen kerentanan tinggi, memiliki komponen bahaya yang sedang dan komponen kerentanan yang sedang, atau memiliki komponen bahaya yang tinggi dan komponen kerentanan yang rendah. Penilaian secara kualitatif kelas risiko berdasarkan matriks tersebut dapat dilakukan berdasarkan klasifikasi nilai kelas bahaya dan kelas kerentanan yang berada dalam rentang (interval) nilai yang sama. Selengkapnya sebaran tingkat risiko banjir bandang diberikan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Sebaran tingkat risiko banjir bandang di hilir bendungan alami

Melihat risiko untuk Desa Beureunut, merupakan lokasi yang berisiko tinggi karena mengalami kerusakan yang luas akibat banjir bandang. Secara keseluruhan daerah berisiko seluas 32,02 hektar. Kelas risiko sedang mendominasi seluas 23,33 hektar atau 72,85% dari luas total daerah yang berisiko. Kemudian diikuti oleh kelas risiko tinggi seluas 6,29 hektar atau 19,64% dari luas total daerah yang berisiko. Kelas risiko rendah seluas 2,41 hektar atau 7,51% dari luas total daerah yang berisiko. Pada daerah dengan kelas risiko sedang, khususnya berada dalam kelas bahaya tinggi namun memiliki kelas kerentanan yang rendah membutuhkan pertimbangan dalam pengembangan wilayah secara

Tabel 4. Penilaian parameter kerentanan sosial dan kerentanan fisik

Grid	Kerentanan Sosial		Kerentanan Fisik		
	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah Rumah	Infrastruktur	Jarak dengan bendungan (m)	Jarak dengan sungai (m)
1	9	1	-	100	100
2	10	2	Jalan Provinsi	200	100
3	8	2	Jalan Provinsi	200	200
4	9	2	-	300	200
5	27	6	Jalan Provinsi	300	100
6	6	1	-	400	100
7	1	1	-	400	200
8	12	1	-	500	200
9	7	1	-	500	100
10	6	1	Masjid	400	100
11	28	5	-	400	200
12	14	3	-	500	200
13	7	3	Jalan Desa, Mushalla Desa	500	100
14	10	2	Jalan Desa	500	200
15	35	7	Jalan Desa	600	100

fisik (grid 1, 4, 6, 7, dan 9). Daerah dengan kondisi tersebut akan meningkatkan risiko bencana kedepannya apabila dilakukan pengembangan kawasan khususnya pemukiman. Saat ini masyarakat Desa Beureunut belum memiliki dasar yang kuat untuk dijadikan sebagai informasi lokasi wilayah yang berisiko terhadap banjir bandang. Dengan disusunnya klasifikasi tingkat risiko bencana banjir bandang ini, berguna untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat di hilir bendungan alam untuk meminimalisir risiko bencana banjir bandang. Hal ini terkait karena bencana banjir bandang di wilayah ini merupakan bencana berulang. Titik fokus informasi penilaian risiko yang diperoleh juga merupakan manajemen darurat sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi banjir bandang di Kabupaten Aceh Besar, khususnya Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD Aceh Besar).

Ketika memperkirakan risiko banjir bandang adalah penting untuk dicatat lokasi yang memiliki populasi yang tinggi, menilai jaringan jalan, infrastuktur lainnya. Sebagaimana di daerah studi, jaringan jalan utama merupakan zona risiko tinggi, karena merupakan Jalan Provinsi yang menghubungkan Provinsi Aceh dan Provinsi Sumatera Utara. Faktor risiko akan semakin bertambah karena jaringan jalan ini terganggu saat terjadinya banjir bandang (grid 2, 3, dan 5). Terputusnya jalan provinsi ini memberikan kesulitan tambah bagi manajemen darurat, termasuk mendistribusikan sumber daya untuk semua lokasi yang berisiko. Jika lokasi ini lebih terpusat, maka jika terjadi banjir bandang maka manajemen darurat tidak akan mengecil. Aspek penting lainnya seperti masjid merupakan bangunan yang rentan, karena pentingnya fungsi bangunan ini dalam bidang religious bagi masyarakat di lokasi studi.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil kajian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Total wilayah ancaman banjir bandang seluas 205,33 hektar. Klasifikasi tingkat ancaman berdasarkan ketinggian genangan di daerah hilir bendungan alam Krueng Teungku yaitu tingkat ancaman tinggi ( $\geq 1$  meter), tingkat ancaman sedang (0,5 – <1 meter) dan tingkat ancaman rendah (0 – <0,5 meter). Selengkapnya klasifikasi tingkat ancaman tinggi (merah) seluas 193,7 hektar, tingkat ancaman sedang (kuning) seluas 3,67 hektar dan tingkat ancaman rendah (hijau) seluas 7,96 hektar.
2. Secara keseluruhan daerah berisiko seluas 32,02 hektar berdasarkan pembentukan 15 grid (100 meter horisontal x 100 meter sejajar tebing sungai). Klasifikasi tingkat risiko untuk daerah hilir bendungan alam Krueng Teungku 5 wilayah termasuk dalam Tingkat Risiko Tinggi, 8 wilayah Tingkat Risiko Sedang dan 2 wilayah Tingkat Risiko Ringan.
3. Kelas risiko sedang mendominasi seluas 23,33 hektar atau 72,85% dari luas total daerah yang berisiko. Kemudian diikuti oleh kelas risiko tinggi seluas 6,29 hektar atau 19,64% dari luas total daerah yang berisiko. Kelas risiko rendah seluas 2,41

hektar atau 7,51% dari luas total daerah yang berisiko. Sementara itu total penduduk yang terkena risiko bencana banjir bandang sebanyak 189 jiwa.

4. Dalam penelitian ini digunakan GIS untuk menganalisis risiko banjir bandang secara spasial di hilir DAS Krueng Teungku, khususnya di wilayah Beureunut. Parameter yang digunakan yaitu kombinasi informasi bahaya dengan kerentanan fisik dan sosial. Untuk penelitian lanjutan, penelitian ini dapat dikembangkan dengan memasukkan parameter kapasitas dapat analisis risiko.
5. Klasifikasi tingkat risiko bencana banjir bandang ini berguna untuk meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat di hilir bendungan alam untuk meminimalisir risiko bencana banjir bandang yang merupakan bencana berulang pada Desa Beureunut. Titik fokus informasi penilaian risiko yang diperoleh juga merupakan manajemen darurat sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi banjir bandang di Kabupaten Aceh Besar.

## Daftar Pustaka

- Azmeri, Hadihardaja, I.K., Vadya, R., 2016, Identification of flash flood hazard zones in mountainous small watershed of Aceh Besar Regency, Aceh Province, Indonesia, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 19,143 -160.
- Azmeri, Yulianur, A., Listia, V., 2015, Analisis Perilaku Banjir Bandang akibat Keruntuhan Bendungan Alam pada Daerah Aliran Sungai Krueng Teungku Provinsi Aceh, Vol 22 No.3, 209-218, *Jurnal Teknik Sipil ITB*.
- Badan Penanggulangan Bencana Nasional, 2012, Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 tentang *Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. BNPB. Jakarta.
- Borga, M., Stoffel, M., Marchi, L., Marra, F., Jakob, M., 2014, Hydrogeomorphic Response to Extreme Rainfall in Headwater Systems: Flash Floods and Debris Fows, *Journal of Hydrology* 518, 194–205.
- Chen, S.C., Lin, T.W., Chen, C.Y., 2015, *Modeling of Natural dam Failure Modes and Downstream Riverbed Morphological Changes with Different Dam Materials in a Fume Test*, *Engineering Geology* 188, 48–158.
- Direktorat Jenderal Pengairan, 1998, Laporan Penunjang Perhitungan DBA dan Klasifikasi Hazard, *Penyusunan Rencana Tindak Darurat (Emergency Action Plan) Bendungan Tempuran*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Edwards, B., 2005, *A Flash Flood Risk Assessment of the Colorado Front Range using GIS*, *The Significant Opportunities in Atmospheric Research and Science (SOARS®)*. University of Oklahoma

- Franz, J., Blair, John, G., Gavin, Matt., McCormick, Bill, 2010, *Guidelines for Dam Breach Analysis*, Office of The State Engineer Dam Safety Branch, State of Colorado.
- Jing, Z., 2010, *GIS based urban flood inundation modeling*, Second WRI Global Congress on Intelligent Systems, 2, 140-143.
- Kurniawan, Y.T., 2012, Simulasi 1-D Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan Alam (Studi Kasus Bencana Banjir Bandang Di Sungai Kaliputih Kabupaten Jember Tahun 2006), *Tesis Magister Pengelolaan Bencana Alam*, Program Pascasarjana, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Karagiorgos, K., Thaher, T., Hubl, J., Maris, F., Fuchs S., 2016, *Multi-vulnerability analysis for flash flood risk management*, *Natural Hazards*, 82: S63–S87 DOI 10.1007/s11069-016-2296-y.
- Nkeki, F.N., Henah, P.J., Ojeh, V.N., 2013, Geospatial Techniques for the Assessment and Analysis of Flood Risk along the Niger-Benue Basin in Nigeria, *Journal of Geographic Information System*, 5, 123-135
- Okereke, R.A., 2007, Incidence of Flooding in Southern Nigeria, *International Journal of Environmental Issues*, Vol. 5, No. 1-2, 20-28.
- Plate, E.J., 2002, Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology*, 267, 2-11.
- Rosso, R., and Rulli, M.C., 2002, An integrated simulation method for flash-flood risk assessment: 2. Effects of changes in land-use under a historical perspective, *Hydrology and Earth System Sciences*, 6(3), pp. 285–294.
- Seniarwan, Baskoro, D.P.T., Gandasmita, K., 2013, Analisis Spasial Risiko Banjir Wilayah Sungai Mangottong Di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan, *Jurnal Tanah Lingkungan* 15 (1) April 2013: 39-44, ISSN 1410-7333.
- Sugiarto, A., 2009, *Prinsip-prinsip Zoning Regulation Kegiatan Permukiman Di Catchment Area Sistem Drainase Gunungsari Kota Surabaya*. Surabaya.
- Tao, J., and Barros, A.P., 2013, Prospects for Fash Food Forecasting in Mountainous Regions - An Investigation of Tropical Storm Fay in the Southern Appalachians, *Journal of Hydrology* 506, 69–89.
- Utomo, B.B., dan Supriharjo, R.D., 2012, Pemintakatan Risiko Bencana Banjir Bandang di Kawasan Sepanjang Kali Sampean, Kabupaten Bondowoso, *Jurnal Teknik ITS* Vol. 1, No. 1, ISSN: 2301-9271.
- Wirustyastuko, D., dan Nugroho, J., 2013, Analisis Wilayah Tergenang dan Perilaku Banjir pada Simulasi Kegagalan Bendungan Ciawi, *Jurnal Teknik Sipil ITB*, Bandung, Vol. 20 No. 2, 129-140.
- Yulaelawati, E., dan Syihab, U., 2008, *Mencerdasi Bencana*, PT. Grasindo. Jakarta.