

PEMBELAJARAN BENCANA BANJIR BANDANG DENGAN PENDEKATAN GEOSPASIAL DI DAS BERINGIN KOTA SEMARANG

Oleh: Ariyani Indrayati¹, Nur 'Izzatul Hikmah²

¹*pengajar pada Jurusan Geografi, FIS, Universitas Negeri Semarang*
(Gd. C1 Kampus Unnes Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang, 08122554026)
Email: ariyani.ideas@gmail.com atau ariyani_geo@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Bencana Banjir di DAS Beringin dari tahun 2010-2017 terjadi delapan kali, dengan dua kejadian banjir mengalami perubahan tipe dari banjir genangan menjadi banjir bandang. Sebagian besar penduduk di area tersebut memiliki tempat tinggal yang berdekatan dengan sungai. Namun, kapasitas pemahaman penduduk terhadap karakteristik sungai, khususnya yang berhubungan dengan kejadian banjir bandang masih rendah. Tujuan penelitian adalah: 1) mengetahui profil spasial dan profil sosial di DAS Beringin 2) menyusun data pokok berbasis spasial mengenai pemicu bencana banjir bandang di DAS Beringin, dan 3) melakukan pembelajaran bencana banjir bandang DAS Beringin dengan pendekatan geospasial. Metode penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif. Untuk mencapai tujuan pertama dilakukan analisis data curah hujan, analisis peta, interpretasi citra satelit dan analisis data penduduk. Perolehan data untuk mencapai tujuan kedua adalah dengan survei lapangan, *tracking* GPS dan pengukuran terhadap morfometri sungai. Tujuan penelitian ketiga diwujudkan dengan melakukan pembelajaran bencana banjir bandang dan evaluasi proses dan hasil pembelajaran dengan desain pra-eksperimen dengan membandingkan pengetahuan dan tindakan kelompok sasaran sebelum dan sesudah intervensi (pembelajaran). Hasil utama penelitian adalah profil spasial dan sosial di DAS Beringin, Kota Semarang. Berikutnya adalah data pokok berbasis geospasial mengenai pemicu bencana banjir bandang di DAS Beringin, Kota Semarang yang diharapkan menjadi dasar temuan untuk selanjutnya dijadikan sebagai bahan pembelajaran pada penduduk. Evaluasi proses dan hasil pembelajaran dilakukan untuk mengetahui seberapa efektifkah pembelajaran yang dilakukan.

Kata kunci: pembelajaran bencana, banjir bandang, DAS Beringin

ABSTRACT

Flood disaster in Beringin Water Sheet had 8 times happened since 2010-2017 and the type already change from inundation floods into flash floods. Most of the people who live in that area build their home near to the river. In the other side, the understanding capacity about the river characteristic especially about flash flood is still low. The purposes of this research are to: 1) Know the spatial profile and social profile in Beringin Water Sheet. 2) Compiling the spatial database about flash flood triggers in Beringin Water Sheet. 3) Do the learning about flash flood in Beringin Water Sheet use geospatial approach. The research method used quantitative approach. To meet the first objective used analysis of rainfall data, map analysis, satellite image interpretation, and population data analysis. The second purposed achieved by field survey, GPS tracking, the measured of river morphometry. The third purposed realized by teaching and learning about flash flood and continuous by process and learning outcomes assessment used pre-experimental design that compare knowledge and action of the target groups before and after intervention. Main results of the research are spatial and social profile in Beringin Water Sheet, Semarang City. The second is spatial database about flash flood triggers in Beringin Water Sheet, that used to be learning resources to the people. Process and learning outcomes assessment will give the information how effective the knowledge and action of the target groups before and after intervention.

Key words: disaster learning, flash floods, Beringin Water Sheet

PENDAHULUAN

Bencana Banjir di DAS Beringin dari tahun 2010 hingga 2017 sudah terjadi sebanyak 8 (delapan) kali, dengan prevalensi terutama terjadi pada musim penghujan. Rata-rata masyarakat di area tersebut memiliki tempat tinggal yang berdekatan dengan sungai bahkan terletak di bantaran sungai. Suharini menganalisis bahwa dilihat dari keadaan lingkungan permukimannya yang berada di bantaran sungai dan merupakan daerah yang kotor memperparah keadaan yang memang secara alami memiliki kerawanan akan terjadinya banjir. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan banyaknya sampah yang berserakan di badan sungai dan yang tersedimentasi pada lokasi pengendapan pada bagian sungai yang berbelok [1]. Masyarakat yang bertempat tinggal di sana sebagian besar pernah menjadi korban bencana banjir dengan akibat yang ditimbulkan yaitu rumah rusak bahkan jebol, harta benda hilang dan rusak, keadaan ekonomi rumah tangga menurun, dan menderita beberapa macam penyakit, seperti gatal-gatal dan batuk pilek.

Di antara bencana banjir di DAS Beringin antara tahun 2010-2017 tersebut, dua kejadian banjir teridentifikasi mengalami perubahan tipe dari banjir genangan menjadi banjir bandang. Banjir adalah meluapnya aliran sungai akibat air melebihi kapasitas tampungan sungai sehingga meluap dan menggenangi dataran atau daerah yang lebih rendah di sekitarnya. Banjir genangan ini berubah tipe menjadi banjir bandang yang merupakan banjir besar yang terjadi secara tiba-tiba dan berlangsung hanya sesaat yang terjadi karena hasil dari curah hujan yang berintensitas tinggi dengan durasi (jangka waktu) pendek yang menyebabkan debit sungai naik secara cepat [2].

Di sisi lain, kapasitas pemahaman penduduk terhadap karakteristik sungai, khususnya yang berhubungan dengan kejadian banjir bandang masih rendah. Banjir bandang merupakan salah satu jenis bencana banjir yang perlu terus diwaspadai oleh masyarakat. Karakter banjir yang datang secara tiba-tiba dan menyusutnya juga cepat memberikan dampak yang besar bagi masyarakat di hilir sungai. Kesiapsiagaan dari masyarakat sangat diperlukan dalam menghadapi ancaman bencana banjir bandang melalui peningkatan kapasitas masyarakat [3]. Hasil Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai kesiapsiagaan masyarakat di DAS Beringin [4] menunjukkan perubahan kesiapsiagaan terjadi pada upaya pemahaman kebencanaan, mobilisasi sumber daya, sistem peringatan dini banjir bandang, dan perencanaan kesiapsiagaan. Pemahaman kebencanaan terjadi perubahan pada aspek sumber informasi pengetahuan dan aspek paradigma tindakan mitigasi bencana menjadi lebih baik. Pada upaya kesiapsiagaan dengan dilakukannya peningkatan kapasitas masyarakat terkait mobilisasi sumber daya, perubahan terjadi pada aspek ketersediaan tim bencana, prosedur komando, aspek peran kelembagaan, aspek struktur kelembagaan, aspek skema komunikasi dan koordinasi, kesepakatan penggunaan alat dan manajemen komunikasi ke luar dan dalam wilayah.

Tujuan dari penelitian yang telah dilakukan adalah mengetahui profil spasial dan profil sosial di DAS Beringin. Dilanjutkan dengan tujuan kedua, yaitu menyusun data pokok berbasis spasial mengenai pemicu bencana banjir bandang di DAS Beringin. Berikutnya adalah melakukan pembelajaran bencana banjir bandang DAS Beringin dengan pendekatan geospasial.

METODE

Metode Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, dengan melakukan analisis terhadap angka-angka [8], meliputi data curah hujan, peta, interpretasi citra satelit dan data penduduk untuk mengetahui profil spasial dan profil sosial di DAS Beringin. Untuk menyusun data pokok berbasis spasial dilakukan pengambilan data dengan survei lapangan melalui *tracking* GPS tempat-tempat teridentifikasi pemicu bencana banjir bandang di DAS Beringin, serta metode penelitian partisipatif dengan pendekatan geospasial untuk melakukan pembelajaran bencana banjir bandang di DAS Beringin.

Untuk mencapai tujuan pertama dilakukan analisis data curah hujan, analisis peta, interpretasi citra satelit dan analisis data penduduk. Data curah hujan didapat dari BMKG digunakan untuk mengetahui pola hujan dan pola debit puncak sebagai prediksi kejadian banjir.

Analisis peta dan interpretasi citra digunakan untuk menghasilkan informasi tentang kondisi tanah dan lereng. Data sekunder geospasial meliputi peta rupabumi skala 1 : 25.000, citra satelit TM untuk mendeteksi penggunaan lahan, zona rawan bencana, serta persebaran pemukiman masyarakat di daerah rawan bencana. Sedangkan data kependidikan, kependudukan, sosial, dan ekonomi yang didapat dari BPS digunakan untuk menggambarkan profil penduduk yang tinggal di daerah yang rawan banjir bandang.

Perolehan data untuk mencapai tujuan kedua adalah dengan survei lapangan. Penelusuran sungai mulai dari hulu dianak-anak sungai Beringin yang berorde satu dengan *tracking* GPS. Pengukuran terhadap morfometri sungai, dilakukan terutama di lokasi-lokasi ditemukannya penyempitan badan sungai. Observasi dan pengukuran di lapangan juga dilakukan untuk memperoleh data terkait bencana banjir bandang, meliputi data-data yang berkaitan dengan kondisi fisik daerah rawan bencana seperti kondisi kemiringan lereng, daerah cekungan banjir, zona erosi alur dan erosi parit serta zona retakan baik yang berupa lipatan dan patahan yang merupakan cikal bakal terjadinya longsor di permukaan bumi. Dengan relief yang berbukit-bukit, menyebabkan kemungkinan terjadinya bencana longsor semakin besar. Apalagi ditemukannya zona erosi alur dan erosi parit yang memiliki kecepatan air limpasan yang lebih tinggi. Erosi parit kelanjutan dari erosi alur dimana alur – alur semakin lebar dan dalam membentuk parit dengan kedalaman yang dapat mencapai 1 sampai 2,5 meter atau lebih [5] yang jika erosi ini tidak ditangani, maka dikhawatirkan akan menimbulkan bencana longsor yang dapat merusak atau menimbun segala benda yang terkena longSORan.

Tujuan penelitian ketiga diwujudkan dengan melakukan pembelajaran bencana banjir bandang dan evaluasi proses dan hasil pembelajaran dengan desain pra-eksperimen dengan membandingkan pengetahuan dan tindakan kelompok sasaran sebelum dan sesudah intervensi (pembelajaran). Dengan menggunakan teknik pengukuran uji-gain dihasilkan data tingkat keberhasilan (efektifitas) pembelajaran, dari hasil perbandingan pengetahuan dan tindakan kelompok sasaran sebelum dan sesudah intervensi (pembelajaran).

Teknik pengukuran efektifitas hasil pembelajaran adalah dengan uji-gain. Setelah semua data terkumpul, untuk mengetahui signifikansi peningkatan (efektifitas) pembelajaran bencana banjir bandang diolah dengan menggunakan Normal Gain [6].

Rumus N-Gain adalah sebagai berikut.

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor post test} - \text{Skor pre test}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor pre test}}$$

Kategori:

- G – tinggi = nilai $g > 0,70$
- G – sedang = nilai $0,30 < g < 0,70$
- G – rendah = nilai $g < 0,30$

HASIL

Secara astronomis DAS Beringin terletak diantara $110^{\circ}17'30''$ LS- $110^{\circ}21'100''$ LS dan $7^{\circ}4'00''$ BT- $6^{\circ}50'00''$ BT. Secara geografis dapat digambarkan bahwa DAS ini mengalir dengan hulu di sebelah selatan dan airnya mengalir ke arah hilir yang berada di utara dan bermuara di Laut Jawa. Di sebelah barat berbatasan dengan DAS Plumbon sedangkan disebelah timur berbatasan dengan DAS Garang. Secara administrasi DAS Beringin terletak di Kota Semarang, meliputi beberapa kelurahan di Kecamatan Mijen, Kecamatan Ngaliyan, dan Kecamatan Tugu.

Dari kelurahan-kelurahan yang berada di tiga kecamatan tersebut, tidak semua kelurahan berada pada DAS Beringin. Contohnya adalah yang terjadi di Kelurahan Mangunharjo dan Mangkang Wetan, yang mana di lokasi tersebut Sungai Beringin telah ditanggul secara permanen di sisi kiri dan kanan sungai sehingga secara hidrologis keduanya hanya dilewati badan Sungai Beringin dan menerima luapan apabila terjadi banjir.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa hanya Kelurahan Beringin dan Kelurahan Gondoriyo yang secara keseluruhan wilayahnya berada di DAS Beringin sedangkan kelurahan-kelurahan lainnya, memiliki sebagian wilayah yang berada di luar wilayah DAS Beringin. Secara lengkap hal ini terlihat sebagai berikut.

Tabel 1. Kelurahan-Kelurahan di DAS Beringin

No	Kelurahan	Luas Kel. DAS Beringin (Km ²)
1	Purwosari	0,02
2	Tambangan	0,01
3	Mijen	1,77
4	Jatibarang	1,58
5	Kedungpane	2,80
6	Pesantren	3,79
7	Podorejo	0,55
8	Wates	2,97
9	Beringin	4,60
10	Ngaliyan	2,44
11	Bambankerep	0,24
12	Tambakaji	1,07
13	Gondoriyo	5,33
14	Wonosari	2,90
15	Mangkang Wetan	0,26
16	Mangunharjo	0,03
Jumlah		30,36

Sumber: RTRW Kota Semarang 2011-2031

Profil Spasial dan Profil Sosial di DAS Beringin

Profil spasial Sungai Beringin akan digambarkan dengan melihat kondisi fisiknya sebagai berikut. Sungai Beringin merupakan salah satu Sungai yang mengalir di wilayah Semarang Barat, mulai dari Kecamatan Mijen dan Kecamatan Ngaliyan dan bermuara di Kecamatan Tugu (mengalir ke utara laut Jawa). Panjang Sungai Beringin kurang lebih mencapai 22,5 km dengan DAS seluas 30,36 Km². Kondisi topografi DAS Beringin memiliki kondisi yang berbukit-bukit pada daerah hulu serta mempunyai karakteristik lereng yang datar pada bagian hilir, dengan elevasi tanah mendekati elevasi muka air laut sehingga akan mempersulit pembuangan air ketika pasang naik.

Lebar Sungai Beringin mendekati hilir, yaitu di Mangunharjo pada daerah jembatan jalan nasional adalah 20 m dan secara berangsur menyempit ke arah muara sehingga lebar tinggal 9,5 m. Dilihat dari bentuknya Sungai Beringin merupakan sungai yang berbentuk memajang yang mana dibagian hulu mempunyai bentuk DAS yang lebar atau luas sedangkan ke hilir cenderung menyempit. Beberapa fakta menunjukkan bahwa air yang mengalir ke hilir pada bagian yang menyempit tersebut sering menyebabkan luapan, karena sungai tidak bisa tertampung lagi oleh sungai. Dengan demikian pada daerah ini frekuensi terjadinya banjir luapan lebih sering daripada daerah lainnya, dengan kedalaman genangan biasanya kurang lebih 0,5 meter dan lama genangan hingga dua hari.

Namun demikian fakta menunjukkan telah terjadi perubahan tipe banjir dari banjir genangan yang terjadi secara lokal menjadi banjir bandang, pada dua kejadian banjir yang terakhir. Lokasi yang terdampak terjadinya banjir bandang ini secara geografis berada relatif di daerah yang lebih mengarah ke hulu. Observasi yang dilakukan di DAS Beringin, pada bagian hulu telah terjadi pembukaan lahan baru untuk perumahan sehingga mengurangi kemampuan daerah resapan dalam menahan air hujan yang terjadi. Akibatnya air hujan banyak mengalir sebagian air limpasan yang dengan cepat masuk ke sungai menambah debit aliran sungai di anak-anak Sungai Beringin. Limpasan permukaan yang cukup besar di sungai-sungai ber-orde kecil tersebut disertai erosi pada daerah hulu, yang kemudian yang berakibat terjadinya sedimentasi pada penampang sungai yang menyempit, sehingga memicu kejadian banjir bandang.

Curah hujan dengan intensitas tinggi pada daerah hulu akan meningkatnya volume air sungai, sehingga air yang mengalir ke daerah hilir dengan kondisi sungai yang sempit maka air tidak mampu lagi tertampung dan pada akhirnya air akan meluap. Begitu pula hujan yang secara

terus menerus dalam kurun waktu yang lama pada daerah hilir juga dapat menyebabkan genangan di daerah dataran sungai. Curah hujan yang didapat dari Stasiun Wonosari di DAS Beringin dapat dilihat Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Data Curah Hujan

Bulan	Stasiun Hujan Wonosari				
	2009	2010	2011	2012	2013
Jan.	294	439	367	662	634
Feb.	676	291	164	346	329
Maret	100	277	135	234	90
April	229	234	191	193	212
Mei	265	417	147	88	148
Juni	92	273	28	126	320
Juli	9	46	17	14	191
Agust	0	0	0	0	33
Sept.	20	188	57	8	0
Okt.	1	152	74	161	101
Nop.	194	233	274	194	151
Des.	91	344	196	287	230

Sumber: Stasiun Hujan DAS Beringin

Secara umum dapat dikatakan bahwa curah hujan di DAS Beringin cenderung mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Intensitas hujan tertinggi berada di bulan Desember sampai Februari, yang mana hujan ini merupakan tenaga penghancur lapisan tanah yang dapat memicu kejadian erosi dan longsor. Sebagaimana diketahui bahwa kejadian banjir bandang selalu didahului dengan longsor lahan di sekitar badan sungai. Kemiringan lereng DAS Beringin bervariasi dari datar (0-2%), landai (2-15%), agak curam (15-25%), dan curam (25-40%), sebagaimana terlihat dalam Tabel 3, tentang kelas kemiringan lereng. Dari berbagai kelas yang ada di DAS Beringin, terdapat kemiringan lereng datar (0-2%) dengan luas 4,17 Km² yang berada di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Ngaliyan, Tugu, dan Mijen. Secara lebih detil jika dilihat pada tingkat kelurahan, penyebaran lereng datar yang berada di Kecamatan Ngaliyan meliputi Kelurahan Wates dan Gondoriyo. Lereng dalam kategori datar di Kecamatan Mijen, meliputi Kelurahan Mijen, Jatibarang, Kedungpane, Pesantren. Sedangkan di Kecamatan Tugu meliputi Kelurahan Mangkang Wetan dan Mangunharjo.

Kelas kemiringan lereng kategori landai (2-15%) seluas 17,93 Km², penyebarannya di Kecamatan Ngaliyan meliputi Kelurahan Bambankerep, Wates, Podorejo, Ngaliyan, Beringin, Tambakaji, Gondoriyo dan Kecamatan Mijen meliputi Kelurahan Tambangan, Purwosari, Mijen, Pesantren, Kedungpane. Kelas kemiringan lereng agak curam (15-25%) dengan luas 6,71 Km² yang penyebarannya di Kecamatan Ngaliyan meliputi Kelurahan Bambankerep, Ngaliyan, Beringin, Tambakaji, Gondoriyo, Wonosari, Podorejo dan Kecamatan Mijen meliputi Kelurahan Kedungpane.

Kemiringan lereng DAS beringin didominasi oleh kemiringan lereng landai dengan klasifikasi 2-15% yaitu seluas 17,93 Km². Kemiringan lereng yang landai menyebabkan DAS Beringin merupakan daerah yang rawan terhadap bencana banjir luapan. Kondisi topografi di Kecamatan Ngaliyan memiliki rentan kemiringan yang relatif sama dengan Kecamatan Mijen, yaitu berkisar antara 2%-40%. Kecamatan Tugu letaknya lebih dekat dengan batas pantai (daerah hilir) dengan sebagian besar lahannya berupa permukiman. Kondisi kemiringan lereng yang dapat mengakibatkan banjir luapan tersebut yaitu kemiringan lereng datar dengan kemiringan 0-2% yang berdekatan dengan outlet atau laut yang memiliki potensi banjir, hal tersebut terbukti pada daerah hilir Sungai Beringin.

Banjir luapan yang terjadi pada Sungai beringin bagian hilir, juga disebabkan adanya badan sungai yang semakin menyempit. Lebar sungai yang semakin kecil menyebabkan air yang mengalir dari hulu dengan volume yang sangat besar tidak bisa lagi ditampung oleh sungai. Akibatnya, air akan meluap dan menggenangi daerah-daerah yang lebih rendah di sekitarnya.

Genangan air tersebut semakin lama akan semakin banyak dan akan berakibat banjir pada daerah hilir Sungai Beringin.

Tabel 3. Kelas Kemiringan Lereng Klasifikasi Van Zuidam [13] DAS Beringin

No	Kemiringan Lereng (%)	Klasifikasi	Luas (Km ²)
1	0-2	Datar	4,17
2	2-15	Landai	17,93
3	15-25	Agak Curam	6,71
4	25-40	Curam	1,55
Jumlah			30,36

Sumber: RTRW Kota Semarang Tahun 2011-2031 [7].

Kelas kemiringan lereng curam (25-40%) dengan luas 1,55 Km² yang penyebarannya di Kecamatan Ngaliyan meliputi Kelurahan Bambankerep, Ngaliyan, Beringin, Gondoriyo, Wonosari. Meskipun wilayah yang berkemiringan lereng curam ini tidak begitu luas, namun menyimpan potensi bahaya yang lain lagi, yaitu berupa bahaya longsor lahan. Longsor lahan yang materialnya terbawa sampai ke badan sungai kemudian membentuk bendung alami pada bagian tubuh sungai yang mengalami penyempitan. Ketika bendung alami tersebut bobol maka akan terjadi banjir bandang.

Profil sosial Sungai Beringin akan digambarkan dengan melihat kondisi penggunaan lahan lahan sebagai hasil budidaya manusia dan permukiman yang rawan banjir bandang sebagai berikut. Perkembangan kegiatan perkotaan di DAS Beringin memiliki perbedaan di tiga Kecamatan di dalamnya Ciri penggunaan lahan secara umum di Kecamatan Mijen adalah berupa penggunaan lahan berorientasi untuk kegiatan perdesaan (*rural*). Penggunaan lahan yang bercirikan perkotaan (*urban*) tersebar di wilayah pusat aktivitas dan di sepanjang jalur-jalur jalan. Daerah-daerah yang cukup cepat perkembangan lahan terbangunnya antara lain adalah di sekitar kawasan perkotaan dan perdagangan jasa di kelurahan Wonopolo, Mijen dan Cangkiran. Perubahan penggunaan lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun cukup tinggi di daerah tersebut.

Tabel 4. Penggunaan Lahan DAS Beringin

No	Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	% Luas DAS
1	Hutan	0,12	0,39
2	Kebun	24,60	81,04
3	Permukiman	1,36	4,45
4	Rawa	0,15	0,42
5	Sawah	1,88	6,19
6	Tegalan	2,25	7,41
Jumlah		30,36	100

Sumber: RTRW Kota Semarang 2011-2031 [7].

Sebagian besar penggunaan lahan di Kecamatan Ngaliyan dan Kecamatan Tugu telah bercirikan perkotaan atau *urban*. Kegiatan industri pengolahan dengan skala intensitas kegiatan tinggi menjadi faktor penyebab pesatnya pertumbuhan di wilayah tersebut. Sebaran wilayah yang berciri kekotaan berada di wilayah yang berbatasan langsung dengan akses Jalur Alteri Pantura Semarang-Kendal dan dekat dengan pusat pelayanan transportasi seperti Bandara Ahmad Yani dan pelabuhan.

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa penggunaan lahan DAS Beringin meliputi kebun sebesar 81,04%, disusul dengan tegalan 7,41%, sawah sebesar 6,19%, permukiman sebesar 4,45%, rawa sebesar 0,63%, dan hutan sebesar 0,42%. Penggunaan lahan terbesar adalah kebun sebesar 81,04% dan penggunaan lahan terkecil adalah rawa sebesar 0,42%.

Kondisi tata guna lahan pada bantaran secara gradual telah berubah menjadi lahan terbangun. Perubahan penggunaan lahan yang semakin meningkat dapat mengakibatkan peresapan air yang kurang maka akan meningkatkan limpasan permukaan sehingga menimbulkan banjir. Pada kenyataannya dijumpai banyak sampah bertumpukan di badan sungai. Hal ini mencerminkan

kurangnya kesadaran masyarakat bahwa timbunan sampah ini dapat mempersempit area pengaliran air sungai. Dikarenakan rendahnya kesadaran masyarakat akan bahaya sampah yang dibuang ke sungai maka resiko kejadian banjir akan semakin meningkat.

Tabel 5. Penduduk Existing di DAS Beringin

NO	Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas kelurahan Eksisting (kk)	Kepadatan penduduk (jiwa/Ha)
1	Wates	3.911	382	10,24
2	Beringin	12.150	125	97,20
3	Ngaliyan	12.373	528	23,43
4	Tambakaji	20.102	383	52,49
5	Gondoriyo	4.778	371	12,88
6	Wonosari	16.943	323	52,46
7	Jatibatang	2.641	227	11,63
8	Kedungpane	4.720	583	8,10
9	Pesantren	948	680	1,39
10	Mijen	4.969	474	10,40
			Rata-Rata	28,03

Sumber: Monografi Kelurahan, 2009 [11].

Penduduk DAS Beringin selengkapnya dan luas wilayah kelurahan yang masuk DAS Beringin sebagaimana dalam Tabel 5. Jumlah Penduduk DAS Beringin dapat diperkirakan dari perbandingan luas eksisting kelurahan dengan luas wilayah kelurahan yang masuk DAS Beringin. Jumlah penduduk kelurahan yang masuk ke dalam DAS Beringin pada tahun 2009 secara keseluruhan adalah 83.535 jiwa, dengan jumlah penduduk terbesar di kelurahan Tambak Aji dan yang paling sedikit di kelurahan Pesantren.

Pemicu Banjir Bandang DAS Beringin, Kota Semarang

Kejadian banjir bandang memiliki penyebab yang sama [14] dan [15] yaitu terjadinya hujan dengan intensitas yang tinggi, yang terjadi secara terus menerus dalam rentang waktu cukup lama (beberapa hari). Hujan dengan intensitas tinggi tersebut kemudian disertai dengan peristiwa longsor lahan di lereng terjal yang berbatasan langsung dengan badan sungai. Longsoran membawa serta material berupa kayu-kayu dari pohon-pohon yang tumbang, material batu-batu dan juga sampah. Seluruh material inilah yang kemudian tersangkut pada badan sungai yang mengalami penyempitan, membentuk sumbatan dan terbentuk semacam bendungan alami. Ketika hujan terus menerus menghasilkan limpasan yang memenuhi badan sungai maka bendung alami tersebut tidak mampu lagi menahan kekuatan debit air dan tanggul sungai. Terjadilah apa yang disebut sebagai banjir bandang.

Dengan demikian pemicu banjir bandang adalah terjadinya longsor lahan di sekitar badan sungai yang mengalami penyempitan. Banjir bandang ini memiliki karakter yang datang dengan tiba-tiba di mana air meluap dengan sangat cepat ke sekitar badan sungai dengan kekuatan daya hantam yang sangat kuat, sehingga sifatnya lebih destruktif daripada banjir luapan. Setelah itu, limpasan air dari banjir bandang ini akan surut dengan lebih cepat juga, dibandingkan dengan banjir genangan yang terjadi karena luapan.

Oleh karena salah satu pemicu banjir bandang adalah penyempitan badan sungai maka sangat penting dipetakan lokasi-lokasi pada badan sungai yang mengalami penyempitan tersebut. Penyempitan ini dapat terjadi akibat material alami yaitu hasil sedimentasi hasil erosi yang terakumulasi dalam waktu yang lama, maupun sedimentasi hasil material longsor lahan. Penyempitan juga dapat terjadi sebagai akibat dari ulah manusia yang membuang sampah sembarangan sehingga mengakibatkan penyempitan badan sungai. Tabel 4 berikut memperlihatkan tempat-tempat terjadinya penyempitan badan sungai di DAS Beringin.

Tabel 4. Lokasi Terjadinya Penyempitan di Badan Sungai Beringin

NO	Koordinat	Lebar Sungai (Meter)	Lebar Penyempitan (Meter)	Panjang Penyempitan (Meter)
1	7° 0'10.58" LS 110°20'2.06" BT	4.1	2,7	3
2	6°59'59.98" LS 110°19'48.91" BT	4.2	2.5	2
3	7° 0'10.12" LS 110°20'21.16" BT	6.1	4.4	17.4
4	6°59'27.70" LS 110°19'15.84" BT	5.2	4.2	11
5	6°59'29.84" LS 110°19'14.86" BT	5.2	2.5	2
6	6°59'16.42" LS 110°18'59.93" BT	7.1	3	3.5
7	6°59'28.09" LS 110°18'28.64" BT	3.35	1.1	1.5
8	6°59'24.34" LS 110°18'43.15" BT	3.1	3.1	0,5

Sumber: Survey Lapangan Indrayati. A., dkk, 2018.

Hasil pengukuran dari Sungai Beringin dapat dibaca pada Tabel 4. Pengukuran lapangan dan observasi hasil sedimentasi pada lokasi-lokasi terjadinya penyempitan di Sungai Beringin tersebut dilakukan dengan menyusuri badan sungai mulai dari daerah hulu yang terdiri dari sungai-sungai yang berorde satu. Titik-titik sampel juga sudah diidentifikasi terlebih dahulu berdasarkan interpretasi peta pada badan sungai yang berhubungan langsung dengan lereng memiliki kerawanan longsor.

Pembelajaran DAS Beringin dengan Pendekatan Geospasial

Pembelajaran dilakukan kepada anggota kelompok siaga bencana (KSB) yang ada di Kelurahan Beringin dan Kelurahan Gondoriyo yang memiliki luas wilayah yang paling besar di DAS Beringin. Pengambilan kelompok sasaran pembelajaran yang dilakukan kepada Kelompok Siaga Bencana yang diambil di tiga lokasi di Kelurahan Beringin dan empat lokasi di Kelurahan Gondoriyo. Pemilihan lokasi yang berbeda – beda di Kelurahan Beringin dan Kelurahan Gondoriyo didasari pada terjadinya penyempitan badan sungai di lokasi yang berbeda di DAS Beringin.

Pembelajaran dilakukan dengan metode partisipatif, yang terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap pra lapangan, survey lapangan, dan kegiatan pasca lapangan yang berupa diskusi kelompok terfokus. Pada tahap pra lapangan dilakukan upaya penyadaran perlunya melakukan dan pengukuran terhadap sungai morfometri dan kaitannya dengan upaya penurunan resiko banjir bandang. Pada tahap ini dilakukan pula *pre-test* untuk mengukur pengetahuan awal anggota kelompok. Tahap survey lapangan dilakukan dengan melibatkan sebagian anggota KSB secara langsung bersama tim peneliti melakukan pengukuran dan pengamatan untuk menemukan lokasi-lokasi terjadinya penyempitan badan sungai. Hal ini membutuhkan waktu 3 hari. Tahap pasca lapangan dilakukan pada malam harinya, yaitu dilakukan analisis hasil bersama-sama dengan format FGD, dan dilakukan pembelajaran bersama dengan peneliti sebagai fasilitator. Kegiatan ini membutuhkan dua kali pertemuan yang kemudian diakhiri dengan dilakukannya *post- test*.

Hasil pembelajaran yang telah dilakukan di tujuh lokasi di Kelurahan Beringin dan Kelurahan Gondoriyo menunjukkan hasil pengukuran lapangan yang berbeda – beda adalah sebagai berikut. Lokasi 1 memiliki letak astronomis 7°0'10.58" LS dan 110°20'2.06" BT dan secara administrasi terletak di area Perumahan Permata Sentosa, Kelurahan Beringin, Kecamatan

Ngaliyan Kota Semarang. Secara umum kondisi sungai ada dua, yaitu kondisi aliran sungai yang berada dalam kawasan perumahan dan aliran sungai yang berada di luar perumahan. Aliran sungai yang masuk kawasan perumahan rata-rata berada di bawah permukaan tanah yang ditutup oleh konstruksi bangunan, pada beberapa titik aliran masih terbuka dengan kondisi dua tanggul sungai sudah dibeton. Penyempitan tidak ekstrim karena sisi sungai yang dibeton mengurangi longsoran dari lereng di kedua sisi, namun betonisasi tanggul itu sendiri memberikan penyempitan terhadap lebar sungai. Lokasi 2, berada di kawasan perumahan namun di luar area kompleks rumah, yaitu di titik $6^{\circ}59'59.98''$ LS, $110^{\circ}19'48.91''$ BT. Kondisinya hampir sama dengan titik pertama. Karakteristik aliran sungai memiliki debit aliran yang rendah. Vegetasi yang mendominasi di sekitar sisi sungai adalah semak dan rumput. Pada beberapa titik terlihat penyempitan lebar sungai yang berasal dari hasil sedimentasi material yang terbawa aliran/bebatuan kecil yang longsor dari pinggir sungai serta tumbuhan semak belukar yang roboh ditengah sungai. Kedalaman aliran saat cek lapangan kira-kira sebatas 10 cm di atas mata kaki, lebar sungai hanya sekitar 1,5 meter dengan kondisi di kanan dan kiri aliran berupa kebun pisang yang tidak terawat atau memang tumbuh dengan sendirinya.

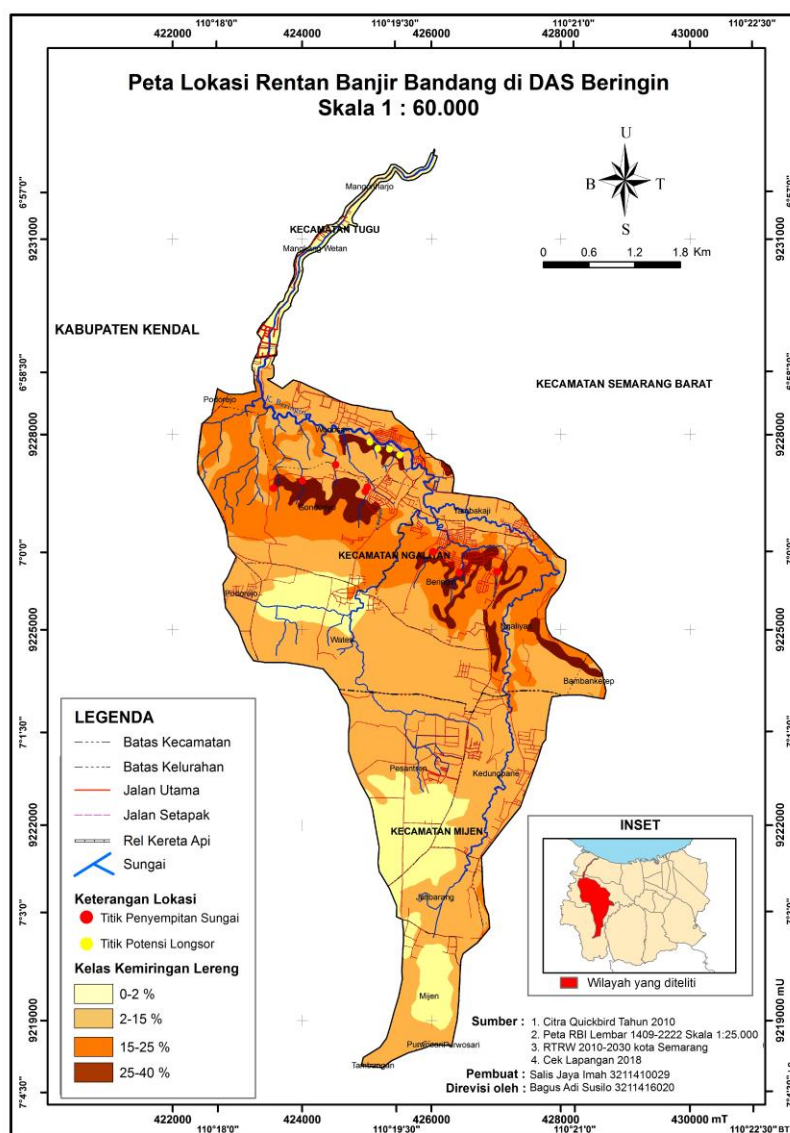
Lokasi ketiga, letak astronomisnya $7^{\circ}0'10.12''$ LS dan $110^{\circ}20'21.16''$ BT dan berada satu kilometer di sebelah utara Perumahan Permata Sentosa, Kelurahan Beringin, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. Berdasarkan kondisi di lapangan, penyempitan yang terjadi cukup besar. Dari lebar sungai 6,1 m penyempitan sendiri selebar 4,4 m dan panjangnya mencapai 17,4 m yang dibagi oleh dua tempat dengan sisi sungai yang berlawanan. Materialnya berupa sampah rumah tangga, tanah hasil sedimentasi dan longsoran dari kedua sisi sungai. Banyaknya sampah rumah tangga yang terdapat pada aliran sungai ini dikarenakan letak sungai yang berada di belakang beberapa rumah warga sehingga dijadikan saluran pembuangan limbah rumah tangga. Selain itu adanya tumbuhan yang tumbuh di atas endapan sungai juga sangat berperan terhadap penyempitan sungai.

Lokasi ke-4 sampai ke-7 secara administratif merupakan bagian dari Kelurahan Gondoriyo, Kecamatan Ngaliyan. Lokasi ke 4 memiliki letak astronomis $6^{\circ}59'27.70''$ LS dan $110^{\circ}19'15.84''$ BT. Lokasi pengukuran belum terlalu masuk ke bagian hulu sungai, melainkan cenderung lebih dekat ke pertemuan (tempuran) anak sungai. Bentuk penggunaan lahan di sekitar sungai berupa pemukiman yang dikembangkan [12] dan kebun bambu. Penyempitan yang terjadi di lokasi ini cukup besar disebabkan oleh robohnya pohon-pohon bambu yang ditebang sehingga menutupi aliran. Dengan lebar sungai 5,2 m dan panjang mencapai 11 m penyempitan terlihat menutupi sebagian besar aliran dan menyisakan sekitar 1 m aliran yang masih mengalir. Menurut keterangan dari warga yang ditemui di lapangan, kondisi sungai semakin menyempit karena di beberapa titik dibangun tanggul beton. Selain itu dengan adanya proyek jalan tol di wilayah tersebut juga berperan dalam penyempitan sungai. Terlihat daerah itu dilalui pembangunan jembatan tol yang kurang memperhatikan kapasitas aliran saat debit banjir meningkat. Selain itu sungai tersebut menurut informan pada sekitar tahun 2010 telah meluap karena banjir yang diakibatkan salah satunya oleh hal semacam itu. Pada bagian lebih dalam dari hulu sungai ini juga dilakukan pemantauan dan ditemukan juga beberapa lokasi penyempitan sungai. Namun materialnya hanya berupa sedimentasi dan bebatuan yang jatuh dari sisi sungai. Lokasi ke-5 ini berada pada $6^{\circ}59'29.84''$ LS, $110^{\circ}19'14.86''$ BT. Penyempitan yang terjadi terdapat di beberapa tempat dengan kuantitas yang kecil di masing-masing tempat.

Letak astronomis lokasi ke-6 adalah $6^{\circ}59'16.42''$ LS, $110^{\circ}18'59.93''$ BT. Berdasarkan kondisi terakhir, terdapat banyak penyempitan lebar sungai karena runtuh dari kedua sisi sungai. Runtuhan tersebut sedikit banyak dipengaruhi oleh adanya penataan lahan dari proyek jalan tol yang berada tepat di depan lokasi. Dari lebar sungai yang mencapai 7,1 m lebar penyempitan 3 m dengan panjang 3,5 m. Bentuk penggunaan lahan di sekitar sungai yaitu tegalan dan tanah kosong sehingga di sepanjang kedua sisi aliran sungai tidak dijumpai adanya pepohonan yang mampu menahan laju erosi dengan lebih efektif, hanya terdapat semak dan rumput. Lokasi ke-7 terletak secara astronomis di $6^{\circ}59'28.09''$ LS dan $110^{\circ}18'28.64''$ BT. Berdasarkan kondisi di lapangan, sungai dengan lebar 3,35 m tersebut mengalami penyempitan yang didominasi oleh sampah rumah tangga. Hal ini dikarenakan letaknya yang berada tidak jauh dari belakang pemukiman warga sehingga kebanyakan warga memilih membuang sampah mereka ke sungai. Terlihat bahwa selain dari sampah yang menjadi material penyempitan sungai juga terdapat pohon bambu yang tumbuh di tengah aliran. Kondisi dari aliran sungai tersebut saat cek lapangan sedang kurang debit airnya sehingga tidak terlalu tampak. Jenis penggunaan lahan yang terdapat disekitar sungai yaitu kebun dengan vegetasi pohon bambu dan semak belukar.

Dari uraian di atas dapat diketahui penyebab penyempitan badan sungai [9] mirip dengan [10] secara singkat ada enam (6) macam, yaitu karena tertutup konstruksi bangunan perumahan dan pemukiman, betonisasi tanggul di pinggir sungai, proyek pembangunan jembatan tol, hasil dari sedimentasi material yang terbawa air hujan ke aliran sungai (erosi) dan pelapukan dari semak belukar serta robohnya pepohonan bambu yang berada di pinggir sungai menyebabkan laju sedimentasi semakin tinggi, longsor di pinggir sungai, dan sampah rumah tangga yang dibuang oleh masyarakat sekitaran DAS Beringin semakin memperparah penyempitan badan sungai.

Hasil pembelajaran yang berupa diskripsi tersebut kemudian diplotkan ke dalam peta lokasi rentan banjir bandang, Gambar 1. Pada peta ini simbol titik yang berwarna merah menunjukkan bahwa di lokasi tersebut ditemukan penyempitan sungai dan sekaligus rawan longsor, sehingga titik inilah yang diperkirakan dapat memicu terjadinya banjir bandang. Sedangkan lokasi yang disimbulikan dengan titik berwarna kuning menunjukkan bahwa di lokasi tersebut terdapat salah satu faktor pemicu banjir bandang, yaitu dapat berupa penyempitan sungai atau lokasi yang rawan longsor.



Gambar 1. Peta Lokasi Rawan Banjir bandang di DAS Beringin

Setelah dilakukan pembelajaran mengenai bencana banjir bandang DAS Beringin dengan pendekatan geospasial. Hasil menunjukkan adanya peningkatan pemahaman Kelompok Siaga

Bencana di Kelurahan Beringin dan Kelurahan Gondoriyo tentang banjir bandang yang ditunjukkan dengan nilai yang sebelumnya hanya 0,25-gain yang termasuk dalam kategori rendah menjadi 0,99-gain yang termasuk dalam kategori tinggi, nilai tersebut mengalami peningkatan setelah dilakukannya pembelajaran mengenai bencana banjir bandang yang dilakukan melalui evaluasi proses pembelajaran dengan membandingkan pengetahuan dan tindakan kelompok sasaran yaitu Kelompok Siaga Bencana sebelum dan sesudah intervensi (pembelajaran) yang menjadi dasar temuan untuk selanjutnya dijadikan sebagai bahan pembelajaran pada penduduk. Evaluasi proses dan hasil pembelajaran terbukti efektif yang dilakukan kepada Kelompok Siaga Bencana yang terdiri dari warga di Kelurahan Beringin dan Kelurahan Gondoriyo yang kemudian kelompok tersebut selalu siap dalam menghadapi bencana banjir bandang yang terjadi di DAS Beringin, baik sebelum, saat, dan setelah terjadi bencana banjir bandang.

SIMPULAN

Profil spasial Sungai Beringin digambarkan dengan baik setelah melihat kondisi fisiknya dan profil sosial Sungai Beringin. Secara umum dapat dikatakan bahwa tergambarkan kondisi fisiknya secara alami memiliki kerawanan banjir bandang. Secara sosial tampak dari penggunaan lahan di sekitar badan sungai, sebagai hasil budidaya manusia dan terdapatnya permukiman yang berada di daerah rawan banjir bandang merupakan faktor resiko yang nyata. Data pokok berbasis geospasial mengenai pemicu bencana banjir bandang di DAS Beringin, Kota Semarang adalah temuan yang cukup lengkap, termasuk lokasinya yang berbasis geospasial dan melibatkan masyarakat pada saat surve-nya, menjadi dasar temuan untuk selanjutnya dijadikan sebagai bahan pembelajaran pada kelompok tersasar. Evaluasi proses dan hasil pembelajaran yang dilakukan terhadap Kelompok Siaga Bencana mengalami peningkatan pemahaman mengenai bencana banjir bandang di Kelurahan Beringin dan Kelurahan Gondoriyo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Suharini, "Pengembangan Model *Early Warning System* Bencana Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis Di DAS Beringin Kota Semarang", Laporan Penelitian LP2M Unnes, Semarang, 2014.
- [2] E. Yulaelawati dan U. Syihab, *Mencerdasi Bencana*, Presindo : Jakarta, hal. 4 - 11, 2008.
- [3] Azmeri, Safrida, dan R. Mironi, "Manajemen Kesiapsiagaan Masyarakat terhadap Bencana Banjir Bandang di Desa Beureunut Kecamatan Seulimum Kabupaten Aceh Besar," di Seminar Nasional Teknik Sipil 2016, ISBN : 2086-5244, 2016.
- [4] A.N Nurromansyah dan J.S Setyono, "Perubahan Kesiapsiagaan Das Beringin Kota Semarang dalam Menghadapi Ancaman Banjir Bandang ," Jurnal Wilayah dan Lingkungan, vol. 2, no. 3, hal. 231 - 244, 2014
- [5] H.C Hardiyatmo. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*, Gadjah Mada University Press: Yogyakarta, 2006.
- [6] Anonim. "Metode Penelitian", eprints.uny.ac.id/9730/3/Bab 3 -08108249113.pdf .
- [7] Peraturan Daerah Kota Semarang, Nomor 14 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 – 2031.
- [8] L.M Jannah, N. Safitri, B. Prasetyo dan M. Syarien, "Pendekatan Kuantitatif", google scholar : repository.ut.ac.id, 2014.
- [9] Barus dan Suwardjo. 1977. *Hubungan antara Sifat-sifat Hujan dengan Erosi*, Kongres Nasional Ilmu Tanah II, Jogyakarta.
- [10] Julien, P.Y. 1995. *Erosion and Sedimentation*, 1st ed. New York : Cambridge University.
- [11] E. Susilo dan B. Sudarmanto, "Kajian Hidrologi terhadap Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian dan Lahan Hijau Menjadi Pemukiman di Kota Semarang," Riptek Vol. 6, No.1, Hal. 1 – 9, Tahun 2012.
- [12] Suryato, 2007. *Daya Dukung Lingkungan Daerah Aliran Sungai Untuk Pengembangan Kawasan Permukiman (Studi Kasus Das Beringin Kota Semarang)*. Semarang : Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- [13] Gispedia, "Membuat Lereng dari Kontur di Arc-GIS," <http://www.gispedia.com/2016/03/membuat-lereng-dari-kontur-di-arcgis.html>, 2016.

- [14] S. Adi, “ Karakterisasi Bencana Banjir Bandang di Indonesia,” *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* Vol. 15, No. 1, Hlm.42-51, April 2013.
- [15] S. Wahyuni, Marzuki, D. Pujiastuti, L.F Sani, dan A. Rahayu, “Tinjauan Keadaan Meteorologi pada Banjir Bandang Kota Padang Tanggal 24 Juli 2012,” *Jurnal Fisika Unand* Vol. 4, No. 4, Oktober 2015 : ISSN 2302-8491.