

MITIGASI BENCANA BANJIR DI WILAYAH PANTAI UTARA KABUPATEN BREBES

Suwarno, Suwarsito dan Sakinah Fathrunnadi Shalihati

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Email: pemangkulongsor@yahoo.co.id

Abstrak

Bencana banjir di Kabupaten Brebes awal tahun 2018 mengakibatkan 3 kecamatan tergenang dan dua warga kehilangan nyawa. Faktor penyebab banjir dapat dipengaruhi alam dan non alam seperti perilaku manusia, khususnya seperti mengubah kondisi lahan ke arah pemanfaatan yang tidak semestinya. Tujuan penelitian adalah mengetahui faktor penyebab terjadinya banjir di Kabupaten Brebes. Pendekatan penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengkaji penyebab banjir di wilayah Kabupaten Brebes melalui pengumpulan bukti dokumen. Sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menginterpretasi foto udara atau satelit dan Peta Curah Hujan, Peta Lereng dan Peta Tanah guna menyusun Peta Data Elevation Model (DEM), Peta Penggunaan Lahan Eksisting, Peta Arah Pemanfaatan Lahan dan Peta Bentuk Lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Pemali dan Cikabuyutan. Analisis data penelitian menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab banjir di Kabupaten Brebes adalah faktor alam dan non alam. Faktor alam penyebab banjir meliputi curah hujan yang tinggi, terjadinya sedimentasi, dan kondisi morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) Pemali dan Cikabuyutan yang memiliki alur sungai yang melewati batuan yang resisten yang lebih lunak sehingga sedimen mudah tersangkut, permeabilitas dan kapasitas infiltrasi yang rendah serta memiliki aliran permukaan yang dihasilkan tinggi karena air hujan yang turun cenderung menjadi aliran permukaan daripada meresap ke tanah. Faktor non alam penyebab banjir meliputi aktifitas masyarakat yang membuang sampah di sungai, penambangan batu dan pasir di sepanjang sungai, dan alih fungsi penggunaan lahan.

Kata-kata Kunci: Banjir, Sedimentasi, Morfometri DAS Pemali dan Cikabuyutan, Alih Fungsi Penggunaan Lahan.

PENDAHULUAN

Banjir merupakan fenomena alam yang menyebabkan terjadinya bencana, dampak dari banjir adalah rusaknya sarana dan prasarana, terganggunya aktivitas manusia, kerugian harta benda bahkan nyawa manusia, dan kerugian ekonomi. Bencana banjir disebabkan oleh karena faktor curah hujan tinggi di atas normal, sistem pengaliran yang berupa sungai dan anak sungai alamiah, serta sistem drainase yang tidak mampu menampung air hujan. Daya tampung sungai mengalami penurunan yang disebabkan oleh terjadinya sedimentasi di tubuh sungai, penyempitan sungai, dan arena tersumbat oleh sampah. Banjir juga disebabkan oleh peningkatan debit sungai karena

penggundulan hutan dan berkurangnya daerah resapan akibat dari pembangunan perumahan (Prasasti, dkk. 2015).

Dampak dari bencana banjir meliputi beberapa aspek antara lain aspek penduduk yang berupa korban jiwa, pengungsian, berjangkit penyakit, dan penduduk terisolasi. Aspek pemerintahan berupa hilangnya dokumen, arsip, dan lain-lain yang dapat mengganggu jalannya pemerintahan. Aspek ekonomi berupa hilangnya mata pencaharian, fungsi pasar terganggu, dan hilangnya harta benda. Aspek sarana dan prasarana berupa rusaknya rumah penduduk, jembatan, jalan, gedung perkantoran, dan fasilitas umum lainnya. Aspek lingkungan antara lain rusaknya ekosistem, obyek wisata, lahan pertanian, sumber air bersih, dan jaringan irigasi (Anonim, 2007). Besar dampak dari banjir dapat dikurangi dengan cara melakukan tindakan mitigasi banjir. Tujuan utama dari mitigasi adalah untuk mengurangi kerugian-kerugian pada saat terjadinya bahaya di masa mendatang. Tindakan mitigasi memerlukan strategi dan langkah-langkah yang tepat dalam bentuk aksi-aksi dan program mitigasi (Caburn, et. all., 1994), namun sebelum menyusun program mitigasi perlu mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya banjir.

Bencana banjir di Kabupaten Brebes diawal tahun 2018 ini terjadi dua kali pada tanggal 12 dan 20 Februari. Banjir dari luapan Sungai Pemali yang terjadi pada tanggal 12 Februari tersebut telah menggenangi 3 kecamatan dan dua warga kehilangan nyawa. Rumah warga yang tergenang mencapai ribuan, dengan tinggi genangan mencapai 1 m dan juga menggenangi jalur transportasi (Anonim. 2018a). Banjir pada tanggal 20 Februari ini disebabkan oleh meluapnya dua sungai yaitu Sungai Pemali dan Sungai Cisanggarung. Tinggi genangan antara 50 hingga 150 cm yang menggenangi permukiman, areal persawahan padi dan bawang merah di Kecamatan Jatibarang (Anonim. 2018b).

Di Wilayah Kabupaten Brebes sendiri terdapat 2 Daerah Aliran Sungai (DAS) besar yaitu DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan, sehingga Kabupaten Brebes memiliki banyak sumber air. Sumber air ini dapat menjadi anugerah bagi Kabupaten Brebes jika dapat dikelola dengan baik dan dapat menjadi bencana seperti banjir jika tidak dikelola dengan perencanaan yang maksimal. Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji faktor penyebab terjadinya banjir di Kabupaten Brebes.

METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengkaji penyebab banjir melalui pengumpulan bukti dokumen dari kondisi delta, keberadaan sedimen, penambangan di sepanjang sungai dan alih fungsi penggunaan lahan di wilayah Kabupaten Brebes. Sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menginterpretasi foto udara atau satelit dan Peta Curah Hujan, Peta Lereng dan Peta Tanah guna menyusun Peta Data Elevation Model (DEM), Peta Penggunaan Lahan Eksisting, Peta Arah Pemanfaatan Lahan dan Peta Bentuk Lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Pemali dan Cikabuyutan. Analisis data penelitian menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif, meliputi:

1. Analisis data debit sungai utama di DAS Pemali dan Cikabuyutan.

Data Debit sungai utama pada DAS Pemali diperoleh dari Balai Pengelola Sumberdaya Air Pemali-Comal di Kota Tegal dan Debit sungai utama DAS Cikabuyutan diperoleh dari waduk utama bagian hulu yaitu Waduk Malahayu, meliputi data debit sejak tahun 2014 hingga 2018, yang kemudian dari data-data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik untuk melihat pola debit yang terjadi pada masa-masa terjadinya banjir.

2. Analisis data pola curah hujan di Kabupaten Brebes.

Curah Hujan di Kawasan Kabupaten Brebes diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Semarang, meliputi data curah hujan sejak tahun 2014 hingga 2018.

3. Analisis data sedimentasi di DAS Pemali dan Cikabuyutan

Sedimentasi yang terjadi di DAS Pemali dan Cikabuyutan diperoleh dengan cara pengamatan langsung dilapangan, hasil data yang diperoleh didokumentasikan dan kemudian ditampilkan dalam bentuk foto.

4. Analisis data morfometri DAS Pemali dan Cikabuyutan.

Untuk analisis morfometri, dilakukan dengan bantuan Sistem Informasi Geografi (SIG) pada software ArcGIS 10.4, untuk mencari beberapa data pendukung morfometri (Nugraha, dkk., 2012; Sobatnu, dkk. 2017) sebagai berikut:

- a. Luas DAS, Panjang sungai utama, dan Lebar DAS
- b. Kemiringan atau Gradien Sungai

$$G = \text{Jarak Vertikal} / \text{Jarak Horizontal}$$

Keterangan:

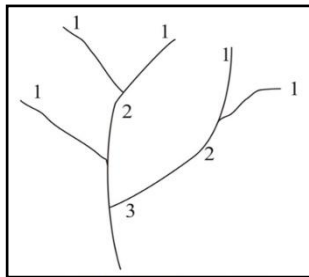
G : Gradien Sungai

Jarak Vertikal : Beda tinggi antara hulu dengan hilir (m)

Jarak Horisontal: Panjang sungai induk/utama (m)

c. Tingkat Percabangan Sungai

Alur sungai dalam suatu DAS dapat dibagi dalam beberapa orde sungai. Orde sungai adalah posisi percabangan alur sungai di dalam urutannya terhadap induk sungai di dalam suatu DAS. Dengan demikian makin banyak jumlah orde sungai akan semakin luas pula DAS nya dan akan semakin panjang pula alur sungainya.



Gambar 1. Cara Pemberian Indeks pada Cabang Sungai

Tingkat percabangan sungai (*bifurcation ratio*) adalah angka atau indeks yang ditentukan berdasarkan jumlah alur sungai untuk suatu orde. Untuk menghitungnya dapat menggunakan rumus:

$$R_b = N_u / N_{u+1}$$

Keterangan:

R_b = Indeks tingkat percabangan sungai

N_u = Jumlah alur sungai untuk orde ke u

N_{u+1} = Jumlah alur sungai untuk orde ke u+1

d. Kerapatan Sungai

Kerapatan Sungai adalah suatu angka indeks yang menunjukkan banyaknya anak sungai didalam suatu DAS. Indeks tersebut diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$D_d = L/A$$

Keterangan:

D_d = Indeks kerapatan sungai (km/km^2)

L = Jumlah panjang sungai termasuk anak-anak sungainya (km^2)

A = Luas DAS (km^2)

Tabel 1. Parameter Tingkat Kerapatan Sungai

Dd (km/km ²)	Kelas Kerapatan	Keterangan
< 0,25	Rendah	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi keras, maka angkutan sedimen yang terangkut aliran sungai lebih kecil jika dibandingkan pada alur sungai yang melewati batuan dengan resistensitas yang lebih lunak, apabila kondisi lain yang mempengaruhi sama
< 0,25 - 10	Sedang	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi yang lebih lunak, sehingga angkutan sedimen yang tersangkut aliran akan lebih besar
10 - 25	Tinggi	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi yang lunak, sehingga angkutan sedimen yang tersangkut akan lebih besar
> 25	Sangat Tinggi	Alur sungai melewati batuan yang kedap air. Kadaan ini akan menunjukkan bahwa air hujan yang menjadi aliran akan lebih besar jika dibandingkan dengan suatu daerah Dd rendah melewati batuan yang permeabilitas besar.

Sumber : Soewarno (1991)

e. Bentuk Daerah Aliran Sungai

Pola sungai menentukan bentuk suatu DAS. Bentuk DAS mempunyai arti penting dalam hubungannya dengan aliran sungai, yaitu berpengaruh terhadap kecepatan terpusat aliran. Menurut Gregari dan Walling (1975), untuk menentukan bentuk DAS dapat diketahui dengan terlebih dahulu menentuka nilai Rc, yaitu dengan cara:

$$Rc = 4 \pi A / (P)^2$$

Keterangan:

Rc = Basin Circularity

A = Luas DAS (m²)

P = Keliling (m)

π = 3,14

Tabel 2. Parameter Bentuk DAS

Dd (km/km ²)	Keterangan
< 0,5	Bentuk DAS memanjang, debit puncak datangnya cepat, begitu pula penurunannya
> 0,5	Bentuk DAS membulat, debit puncak datangnya lama, begitu pula penurunannya

Sumber : Soewarno (1991)

f. Frekuensi Sungai (F_s)

Digunakan untuk mengukur kemampuan permeabilitas, kapasitas infiltrasi dan dominasi batuan kedap air sehingga aliran permukaan yang dihasilkan tinggi atau rendah. Rumus F_s menurut Horton (1932) adalah:

$$F_s = N_u/A$$

Keterangan:

N_u = Jumlah segmen sungai orde u

A = Luas DAS (km^2)

g. *Texture ratio* (T)

Merupakan factor penting dalam analisis morfometrik drainase yang tergantung pada litologi yang mendasarinya dan aspek relief medan. Jika nilai T dibawah 1, maka erosi dan aliran permukaan rendah, namun jika nilai T diatas 1, berlaku sebaliknya. Rumus T menurut Horton (1932) adalah:

$$T = N_1/P$$

Keterangan:

N_1 = Jumlah sungai orde 1

P = Keliling DAS

h. *Length of overland flow* (L_{of})

L_{of} merupakan panjang air dipermukaan tanah sebelum terkonsentrasi pada saluran. Rumus menentukan L_{of} menurut Horton (1932) adalah:

$$L_{of} = \frac{1}{2} D_d$$

Keterangan:

D_d = Drainase Density/ Indeks Kerapatan Sungai

i. *Constant channel maintenance* (C)

Menunjukkan seberapa km^2 dari luas DAS yang membutuhkan konservasi dan keberlangsungan sungai sepanjang 1 km. Rumus menghitung C menurut Horton (1932) adalah:

$$C = 1/D_d$$

5. Analisis data bentuk lahan DAS Pemali dan Cikabuyutan

Terlebih dahulu mengetahui kondisi Data Elevation Model (DEM) yang digunakan untuk identifikasi relief, densitas dan lokasi (Verstappen, 1977). Pola penggunaan lahan yang berasal dari Citra Satelit yang diakses melalui Google Earth pada Tahun 2018 digunakan untuk interpretasi visual dari ciri-ciri bentuk lahan. Setelah keduanya diketahui, digunakan untuk sumber dalam

mengidentifikasi jenis dan letak persebaran dari bentuk lahan yang ada di kedua DAS tersebut.

6. Analisis data Alih Fungsi Penggunaan Lahan

Pada Alih Fungsi Penggunaan Lahan menggunakan satuan wilayah Kabupaten Brebes, karena DAS Cikabuyutan keseluruhannya masuk pada wilayah Kabupaten Brebes. Sedangkan DAS Pemali, pada bagian Hulu dan Hilir masuk di wilayah administrasi Kabupaten Brebes, namun ada sedikit dibagian tengah masuk di Kabupaten Tegal.

Untuk memperoleh alih fungsi penggunaan lahan minimal terdapat 2 data penggunaan lahan pada waktu yang berbeda. Pada penelitian ini, data penggunaan lahan Kabupaten Brebes diperoleh dari Peta Rupa Bumi Indonesia yang berisikan informasi penggunaan lahan pada Tahun 2000 dan Peta penggunaan lahan Tahun 2018 yang bersumber dari Citra Satelit yang diakses melalui Google Earth Tahun 2018. Dengan bantuan SIG kedua peta tersebut di-*overlay*, yang menghasilkan data penggunaan lahan yang berubah/tidak berubah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Banjir dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor penyebab (Murti dkk., 2015) yaitu air sungai yang meluap, banjir yang terjadi di muara, bencana air, air laut yang meluap, rusaknya hutan, endapan sedimentasi lumpur, perilaku manusia terhadap lingkungan, perubahan iklim dan cuaca yang ekstrim, saluran *drainase* yang buruk dan penyebab lain seperti kawasan kedap air.

Perilaku manusia khususnya seperti mengubah kondisi lahan ke arah pemanfaatan yang tidak semestinya juga akan memicu terjadinya banjir, menurut Utomo (2004) hal ini disebabkan oleh 1) Daya tampung sungai makin lama makin kecil akibat pendangkalan. 2) Fluktuasi debit air antara musim penghujan dengan musim kering makin tinggi. 3) Terjadi konversi lahan pertanian dan daerah *buffer* alami ke lahan non pertanian dengan mengabaikan konservasi sehingga menyebabkan rusaknya daerah tangkapan air (*catchment area*). 4) Eksploitasi air tanah yang berlebihan menyebabkan lapisan akuifer makin dalam sehingga penetrasi air laut lebih jauh ke darat yang berakibat mengganggu keseimbangan hidrologi.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai kondisi curah hujan, debit sungai, sedimentasi sungai, morfometri dan bentuk lahan sungai, serta alih fungsi pemanfaatan lahan di DAS Sungai Pemali dan Cikabuyutan menunjukkan kondisi sebagai berikut :

1. Kondisi Curah Hujan

Faktor alam yang dominan menyebabkan terjadinya banjir di wilayah pantai utara Kabupaten Brebes adalah curah hujan yang tinggi. Pada saat terjadinya banjir pada Bulan Februari 2018, jumlah curah hujan di Kabupaten Brebes mencapai nilai tertinggi yaitu mencapai rata-rata 687 mm/bulan. Hal ini berdampak pada peningkatan debit sungai, terutama Sungai Pemali dan Cikabuyutan yang bermuara ke pantai utara Brebes. Kondisi Curah hujan yang digunakan sebagai salah satu variabel dalam menentukan arahan pemanfaatan lahan, kondisi curah hujan yang digunakan untuk analisis yang bersumber dari BMKG Semarang, pola curah hujan saat bersamaan dengan kejadian banjir di Bulan Februari 2018. Pada bulan tersebut pola curah hujan hanya menunjukkan 2 kelas yaitu Tinggi dan Sangat Tinggi, berkisar pada 151-200 mm jatuh di sebagian besar wilayah Kecamatan Bumiayu, 201-300 mm di sebagian besar wilayah Kecamatan Bantarkawung, Tonjong, Paguyangan, Sirampong, Kersana, Salem dan Brebes dan curah hujan diatas 300 mm terjadi di Kecamatan Losari, Tanjung, Bulakamba, Wanasari, Jatibarang, Songgom, Larangan, Ketanggahan, Banjarharjo dan Salem

2. Kondisi Debit Sungai

Dari data debit 2 sungai di Kabupaten Brebes yang diperoleh sejak Januari 2014 hingga September 2018, yaitu Sungai Cikabuyutan dan Sungai Pemali, menunjukkan bahwa pada 5 tahun terakhir debit sungai yang bermuara di Utara Kabupaten Brebes tersebut paling besar diproduksi oleh Sungai Pemali. Sejak tahun 2014, dibandingkan dengan Sungai Cikabuyutan, Sungai Pemali terus mengalami kenaikan debit hingga Tahun 2018. Saat ini, kedua sungai tersebut memiliki pola yang fluktuatif, hanya terdapat beberapa bulan dengan nilai debit terkecil (Q_{min}) $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$, yaitu pada Bulan Agustus dan September 2018. Debit sungai dengan nilai tertinggi (Q_{maks}) $215.77 \text{ m}^3/\text{s}$ terjadi pada Bulan Februari 2018. Nilai debit rerata Sungai Pemali sebesar $50.44 \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan rata-rata debit Sungai Cikabuyutan hanya mencapai $3.74 \text{ m}^3/\text{s}$. Sepanjang tahun 2017, debit Sungai Pemali tidak ada yang menyentuh pada nilai debit terkecil, namun pada satu tahun itu nilai debit $1.29 \text{ m}^3/\text{s}$ terendah di Bulan September 2017 dan debit tertinggi $155.45 \text{ m}^3/\text{s}$ yang terjadi di awal Tahun 2017 pada Bulan Januari. Dari beberapa data diatas dapat disimpulkan sementara bahwa kejadian banjir di Tahun 2018, merupakan hasil akumulasi dari limpasan air yang berakibat pada tingginya debit sungai karena salah satunya dipengaruhi oleh curah hujan yang turun di sepanjang Tahun 2017.

3. Sedimentasi DAS

Dari hasil pengamatan di lapangan, terdapat beberapa lokasi pengendapan sedimentasi yang dapat menghambat jalannya air untuk sampai ke muara sungai, seperti sedimen tinggi yang membentuk delta di muara Sungai Pemali dan Cikabuyutan. Aliran air sungai yang menuju ke laut terhambat oleh adanya sedimen di muara sungai sehingga meningkatkan genangan air, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, berupa kondisi sedimen yang ada di muara Sungai Pemali.



Gambar 2. Sedimentasi di muara Sungai Pemali

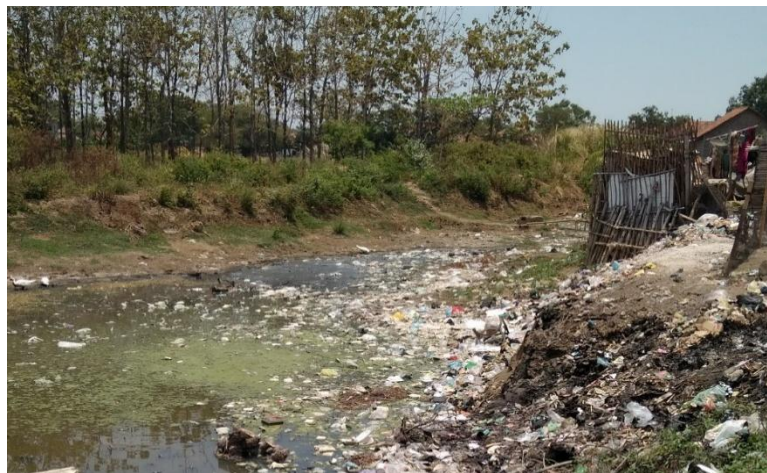


Gambar 3. Sedimentasi di badan Sungai Pemali lokasi Koordinat X 282374 Y 9238114

Sedangkan pada Gambar 3 menunjukkan terjadinya sedimentasi di badan Sungai Pemali, dengan lokasi koordinat X 282374 Y 9238114 yang menyebabkan penyempitan Sungai Pemali. Penyempitan badan sungai ini juga dapat menghambat laju aliran sungai. Jika terjadi peningkatan debit aliran sungai akibat hujan lebat

yang terjadi di hulu Sungai Pemali, keberadaan sedimen ini dapat menyebabkan banjir di sekitar area sungai tersebut.

Kapasitas sungai juga berkurang akibat adanya aktivitas penambangan batu dan pasir di sepanjang sungai yang dilakukan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar sungai. Aktivitas penambangan batu dan pasir dapat merusak tanggul-tanggul sungai yang dapat memudahkan air sungai meluap. Selain itu, didapati pula penimbunan sampah di sungai, sehingga menyebabkan aliran air sungai terhambat, kondisi ini dibuktikan pada Gambar 4 yang menunjukkan kondisi anak Sungai Cikabuyutan yang dipenuhi sampah akibat perilaku masyarakat sekitar sungai yang kurang peduli dengan lingkungan sungai. Sampah-sampah tersebut mampu mengambat aliran sungai dan dapat menyebabkan terjadinya banjir jika terjadi peningkatan debit sungai akibat hujan deras yang terjadi di sepanjang DAS sungai.



Gambar 4. Kondisi Anak Sungai DAS Cikabuyutan di Desa Prapag Lor

4. Morfometri DAS

Hasil identifikasi morfometri DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan Kabupaten Brebes, adalah sebagai berikut:

- a. DAS Pemali memiliki Luas 1.388,38 km² atau 138.838 hektar dan memiliki panjang sungai utama 151.494,68 m. DAS Cikabuyutan memiliki Luas 544,784 km² atau 54.478 hektar, dan memiliki panjang sungai utama 49.735,28 m.
- b. Berdasarkan analisis DEM Kabupaten Brebes, DAS Pemali memiliki nilai elevasi pada daerah hulu DAS mencapai 342meter dan Hilir mencapai 0 meter

karena langsung berbatasan dengan Laut Jawa, dengan demikian beda tinggi dari Hulu ke Hilir mencapai 342 meter. Untuk DAS Cikabuyutan memiliki beda tinggi mencapai 1.038 meter, sedangkan gradien sungai pada kedua DAS dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Gradien Sungai DAS Pemali} &= 342 \text{ m}/151.494,68 \text{ m} \\ &= 1/442,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Gradien Sungai DAS Pemali} &= (1/442,97) \times 100\% \\ &= 0,0023 \times 100\% \\ &= 0,23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gradien Sungai DAS Cikabuyutan} &= 1.038 \text{ m}/49.735,28 \text{ m} \\ &= 1/47,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Gradien Sungai DAS Cikabuyutan} &= (1/47,92) \times 100\% \\ &= 0,0209 \times 100\% \\ &= 2,09\% \end{aligned}$$

- c. IndeksTingkat percabangan sungai DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan memiliki nilai rendah, yang mengindikasikan bahwa daerah ini memiliki pelapisan batuan dengan lereng landai dan kontrol geologi tidak dominan menjadi faktor pengaruh terhadap pola pengaliran.

Tabel 3. Tingkat Percabangan Sungai DAS Pemali

Orde	Nu	Nu+1	Indeks Tingkat Percabangan Sungai (Rb)
1	1.148	1.149	0,999
2	583	584	0,998
3	329	330	0,997
4	182	183	0,995

Tabel 4. Tingkat Percabangan Sungai DAS Cikabuyutan

Orde	Nu	Nu+1	Indeks Tingkat Percabangan Sungai (Rb)
1	758	759	0.999
2	303	304	0.997
3	149	150	0.993
4	33	34	0.971
5	6	7	0.857

- d. Kerapatan sungai DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan setelah dilakukan hitungan menunjukkan masing-masing sebesar 2,54 km/km² dan 2,72 km/km², yang berarti kedua DAS memiliki kerapatan sungai sedang. Dengan kata lain alur sungai melewati batuan dengan resistensi (hambatan) yang lebih lunak, sehingga sedimen yang tersangkut pada aliran sungainya akan lebih besar.

$$\begin{aligned}
 &Rc \text{ DAS Cikabuyutan} \\
 &= (4 \times 3,14 \times 544.783.644,88 \text{ m}^2) / (103.911,62 \text{ m} \times 103.911,62 \text{ m}) \\
 &= 0,64 \text{ (DAS membulat)} \\
 &\text{Tingkat Kerapatan Sungai DAS Pemali} = 3.525,44 \\
 &\text{km} / 1.388,38 \text{ km}^2 \\
 &= 2,54 \text{ km/km}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tingkat Kerapatan Sungai DAS Cikabuyutan} &= 1480,58 \text{ km} / 544,78 \text{ km}^2 \\
 &= 2,72 \text{ km/km}^2
 \end{aligned}$$

- e. Bentuk DAS Pemali berdasarkan hitungan dengan rumus Gregari dan Walling (1975) memiliki nilai 0,33 yang bermakna bentuk DAS memanjang, dimana debit puncak datangnya cepat, begitu pula penurunannya, DAS Pemali tersusun dari percabangan dua sungai utama dibagian hulu, tetapi menyatu dibagian pertengahan, serta memiliki anak-anak sungai dengan pola paralel. Sedangkan DAS Cikabuyutan dengan rumus yang sama mendapatkan nilai 0,64 yang berarti bentuk DAS membulat, debit puncak datangnya lama, begitu pula penurunannya.

Rc DAS Pemali

$$\begin{aligned}
 &= (4 \times 3,14 \times 1.388.375.699,81 \text{ m}^2) / (231.474,03 \text{ m} \times 231.474,03 \text{ m}) \\
 &= 0,33 \text{ (DAS memanjang)}
 \end{aligned}$$

- f. Frekuensi Sungai (Fs) untuk DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan menghasilkan nilai yang rendah, hal ini menunjukkan permeabilitas yang rendah, kapasitas infiltrasi rendah dan batuan yang kedap air sehingga akan menyebabkan aliran permukaan yang dihasilkan tinggi.

Tabel 5. Frekuensi Sungai DAS Pemali

Orde	Nu	Luas DAS (km ²)	Frekuensi Sungai (Fs)
1	1.148		0.827
2	583	1.388,38	0.420
3	329		0.237
4	182		0.131

Tabel 6. Frekuensi Sungai DAS Cikabuyutan

Orde	Nu	Luas DAS (km ²)	Frekuensi Sungai (Fs)
1	758		1.391
2	303		0.556
3	149	544,78	0.274
4	33		0.061
5	6		0.011

- g. Texture ratio (T) DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan diketahui masing-masing bernilai 4,96 dan 7,30, yang mengindikasikan potensi erosi dan aliran permukaan yang tinggi.

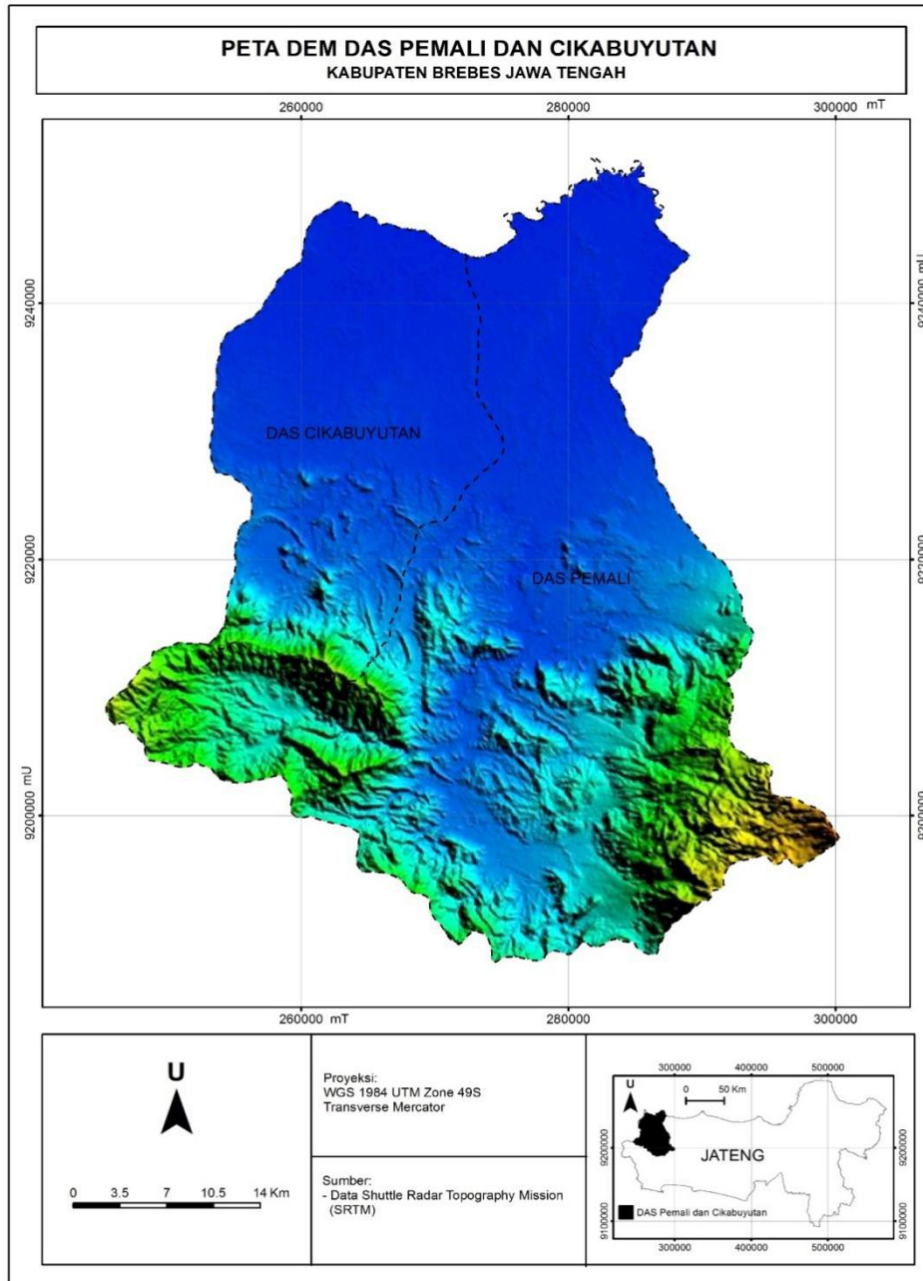
- h. *Length of overland flow* (Lof) DAS Pemali bernilai 1,27 dan DAS Cikabuyutan bernilai 1,36, dengan nilai yang kecil ini menunjukkan bahwa aliran yang terbentuk di kedua DAS akan semakin cepat menuju saluran dan potensi banjir bandang akan tinggi.

Nilai *Constant channel maintenance* (C) untuk DAS Pemali 0,39 dan DAS Cikabuyutan 0,37, nilai tersebut merupakan nilai yang rendah mengindikasikan bahwa aliran permukaan (*runoff*) lebih besar dari permeabilitasnya. Hal ini berarti bahwa air hujan yang jatuh ke permukaan cenderung menjadi aliran permukaan daripada meresap ke dalam tanah.

5. Bentuk Lahan DAS Pemali dan Cikabuyutan

Berdasarkan dari DEM dan Citra Satelit berupa Penggunaan Lahan yang diakses melalui Google Earth pada Tahun 2018, Bentuk Lahan di DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan didominasi oleh Bentuk Lahan Fluvial seluas 125.581,79 Hektar, kemudian Bentuk Lahan Struktural seluas 44.133,62 Hektar dan Bentuk Lahan Vulkanik seluas 23.600,53 Hektar.

Bentuk Lahan asal fluvial (Raharjo, 2010), berhubungan dengan daerah-daerah penimbunan (sedimentasi) seperti lembah-lembah sungai besar dan dataran aluvial. Pada dasarnya bentuklahan ini disebabkan karena proses fluvial akibat proses air yang mengalir baik yang memusat (sungai) maupun aliran permukaan bebas (*overlandflow*). Ketiga aktivitas baik dari sungai maupun aliran bebas mencakup Erosi, Transportasi, dan Sedimentasi. Erosi merupakan pelepasan progresif material dasar dan tebing sungai, yang diakibatkan karena proses menumbuk dan menggerus material sungai sehingga material alluvial yang tidak kompak seperti krakal, kerikil, pasir, dan lempung dapat terangkut. Transportasi pada sedimen yang terangkut tergantung pada: debit sungai, material sedimen, kecepatan aliran. Deposisi merupakan suatu pengendapan dari material-material permukaan yang terendapkan disuatu tempat dimana gaya yang bekerja sudah tidak aktif.



Gambar 5. Peta DEM DAS Pemali dan Cikabuyutan

6. Alih Fungsi Pemanfaatan Lahan

Berdasarkan Citra Satelit yang diakses melalui Google Earth pada Tahun 2018, Penggunaan Lahan yang ada saat ini (*existing*) di Kabupaten Brebes menunjukkan dominasi Penggunaan Lahan yang paling besar adalah Sawah mencapai 46% dari Luas Wilayah Kabupaten Brebes, tersebar di bagian wilayah utara seperti Kecamatan Losari, Tanjung, Wanasari, Brebes, Bulakamba, Kersana, Jatibarang, Banjarharjo, Ketanggungan, Larangan, Songgom, yang merupakan didominasi oleh

Bentuk Lahan Aluvial, dibagian selatan juga ditemukan penggunaan sawah seperti di Kecamatan Salem, Tonjong, Bumiayu dan Sirampong.

Perubahan penggunaan lahan sejak tahun 2000-2018 diketahui dari perbandingan antara penggunaan lahan pada peta rupa bumi Kabupaten Brebes Tahun 2000 dengan penggunaan lahan yang ada sekarang yang diperoleh dari Citra Satelit Google Earth Tahun 2018. Dari proses menggunakan ArcGIS 10.4 dengan cara mengoverlay kedua peta maka diperoleh hasil perubahan yang signifikan pada penggunaan lahan sawah yang mengalami kenaikan luas sebesar 15.4%, dan terjadi penurunan yang signifikan pada hutan sebesar 9.53%. Jenis penggunaan lahan lainnya yang mengalami penambahan luas dari tahun 2000 hingga 2018 adalah waduk, kebun, padang rumput, pasir, permukiman dan sawah. Sedangkan penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas adalah empang dan hutan mangrove, hutan, dan perkebunan, ladang/tegalan, sawah tadah hujan, semak belukar dan sungai (Gambar 6).

Tabel 7. Perubahan Penggunaan Lahan Kabupaten Brebes Tahun 2000-2018

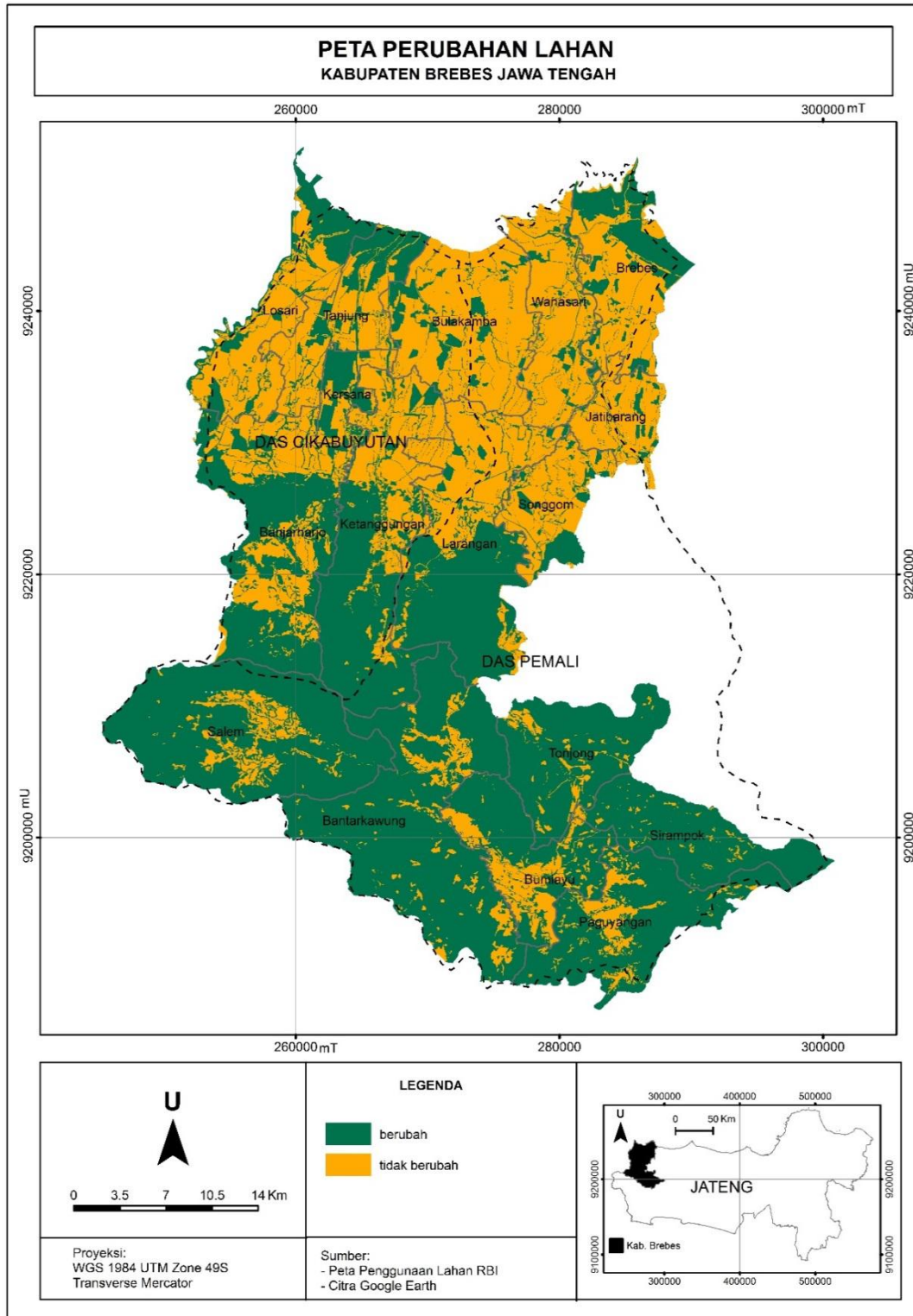
Jenis Penggunaan Lahan	Luas Tahun 2000 (m ²)	%	Luas Tahun 2018 (m ²)	%	Selisish Luas(m ²)	%
Waduk	7.982.199.76	0.45	8.843.191.07	0.50	860.991.31	0.05
Empang dan Hutan Mangrove	85.833.471.99	4.88	36.848.839.50	2.10	-48.984.632.50	-2.79
Hutan dan Perkebunan	536.612.703.89	30.52	368.984.821.57	20.99	-167.627.882.32	-9.53
Kebun	120.313.705.91	6.84	160.614.353.34	9.14	40.300.647.44	2.29
Ladang/Tegalan	116.738.492.54	6.64	111.449.486.79	6.34	-5.289.005.75	-0.30
Padang Rumput	0	0.00	164.770.11	0.01	164.770.11	0.01
Pasir	664.303.51	0.04	1.541.183.17	0.09	876.879.67	0.05
Permukiman	150.013.749.02	8.53	178.637.033.69	10.16	28.623.284.67	1.63
Sawah	546.922.174.40	31.11	817.666.095.11	46.51	270.743.920.71	15.40
Sawah Tadah Hujan	117.155.958.29	6.66	47.247.073.54	2.69	-69.908.884.74	-3.98
Semak Belukar	24.722.295.08	1.41	13.388.034.07	0.76	-11.334.261.01	-0.64
Sungai	51.084.489.94	2.91	12.658.662.36	0.72	-38.425.827.59	-2.19
Total	1.758.043.544.33	100.00	1.758.043.544.33	100.00		

Sumber : Peta RBI Kabupaten Brebes Tahun 2000 dan Citra Satelit Google Earth

Tahun 2018

Terjadinya perubahan penggunaan lahan terutama semakin luasnya penggunaan lahan sawah dan menurunnya lahan hutan menyebabkan terjadinya peningkatan erosi di daerah hulu sungai dan meningkatnya sedimentasi di bagian

muara sungai. Selain itu, perubahan penggunaan lahan ini menyebabkan berkurangnya laju infiltrasi air hujan ke dalam tanah dan meningkatkan *runoff* sehingga kapasitas tanah untuk menyimpan air tanah berkurang. Kondisi ini secara langsung maupun tidak langsung mengakibatkan terjadinya banjir di wilayah pantai utara Brebes. Pada saat hujan lebat, tingginya *runoff* menyebabkan debit air sungai meningkat tajam sehingga menyebabkan banjir besar. Apalagi didukung adanya sedimentasi di muara sungai yang mengakibatkan terhambatnya laju aliran sungai. Di sisi lain, pada saat musim kemarau, di wilayah DAS Pemali dan Cikabuyutan mengalami kekeringan karena cadangan air tanah yang berkurang akibat berkurangnya kapasitas infiltrasi air hujan.



Gambar 6. Peta Perubahan Lahan Kabupaten Brebes

Berdasarkan Gambar 6 terlihat adanya perubahan atau alih fungsi penggunaan lahan, dimana sebagian besar wilayah yang mengalami perubahan lahan terjadi di DAS Pemali.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab banjir di Kabupaten Brebes adalah faktor alam dan non alam. Faktor alam penyebab banjir meliputi curah hujan yang tinggi, terjadinya sedimentasi, dan kondisi morfometri DAS Pemali dan DAS Cikabuyutan yang memiliki alur sungai yang melewati batuan yang resisten yang lebih lunak sehingga sedimen mudah tersangkut, permeabilitas dan kapasitas infiltrasi yang rendah serta memiliki aliran permukaan yang dihasilkan tinggi karena air hujan yang turun cenderung menjadi aliran permukaan daripada meresap ke tanah. Faktor non alam penyebab banjir meliputi aktifitas masyarakat yang membuang sampah di sungai, penambangan batu dan pasir di sepanjang sungai, dan alih fungsi penggunaan lahan.

Saran yang diusulkan bahwa banjir yang terjadi di Kabupaten Brebes perlu dilakukan tindakan dalam pengelolaan air permukaan. Pengelolaan air tersebut dapat berupa memperluas area resapan air, normalisasi sungai, penataan penggunaan lahan sesuai dengan arahan pemanfaatan lahannya, dan optimalisasi fungsi waduk.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terselesaikannya pemikiran dalam penelitian ini tidak terlepas adanya kerjasama antar institusi dan bantuan dana dari Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah (Baperlitbangda) Kabupaten Brebes, serta dukungan tenaga survey lapangan yang telah dilakukan oleh alumni, mahasiswa dari Pendidikan Geografi FKIP dan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto yaitu Agus Setiawan, S.Pd., Wahyu, Muslim dan Mughny serta Tim Laboratorium SIG yaitu Dwi Yulianto, A.Md., Mira, Fani, Dwi, Wahyu Pratama dan Agung Pri Aji.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Pedoman Penanggulangan Bencana Banjir Tahun 2007/2008 Tentang Pelaksana Harian Bakornas*. Jakarta. Ratnasari. 2015. Estimasi Debit Puncak Untuk Identifikasi Potensi Banjir Pada DAS Jangkok Menggunakan Penginderaan Jauh Dan SIG. Simposium Nasional Sains Geoinformasi IV: *Penguatan Peran Sains Informasi Geografi dalam Mendukung Penanganan Isyu-Isyu Strategis Nasional*.
- Anonim. 2018a. *Banjir Rendam 3 Kecamatan di Brebes, 2 Warga Tewas*, <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-3862709/banjir-rendam-3-kecamatan-di-brebes-2-warga-tewas>. Diakses Pukul 13.45 Tanggal 17 Juni 2018.
- Anonim. 2018b. *Brebes – Dua sungai di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah, meluap*, <https://news.detik.com/jawatengah/3875936/dua-sungai-di-brebes-meluap-ratusan-rumah-terendam-banjir>. Diakses Pukul 13.56 Tanggal 17 Juni 2018.

- Caburn, A.W., Spence, R.J.S., Pomonis, A., 1994. *Mitigasi Bencana*, UNDIP, DHA.
- Murti, S.H., A.F. Wijdani, A. Jaya, A. Putri, A. Fahsya, D. Prabantoro, A.R.P Dzimar, dan N. Ratnasari. 2015. *Estimasi Debit Puncak Untuk Identifikasi Potensi Banjir Pada DAS Jangkok Menggunakan Penginderaan Jauh Dan SIG. Simposium Nasional Sains Geoinformasi IV 2015: Penguatan Peran Sains Informasi Geografi dalam Mendukung Penanganan Isyu-Isyu Strategis Nasional*.
- Nugraha, Henky dan A. Cahyadi. 2012. *Analisis Morfometri menggunakan Sistem Informasi Geografis Untuk Penentuan Sub DAS Prioritas (Studi Kasus Mitigasi Bencana Banjir Bandang di DAS Garang Jawa Tengah)*. Prosiding Seminar Nasional InformatikaUPN “Veteran” Yogyakarta.
- Prasasti, I., Sofan, P., Febrianti, N., Suprpto, T., 2015. *Sekapur Sirih Kajian Fenomena Banjir di Jakarta (Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir)*, Editors: Asriningrum, W., Harsanugraha, W.K., Prasasti, I. IPB Press, Bogor.
- Raharjo, P.D. 2010. *Penggunaan Data Penginderaan Jauh Dalam Analisis Bentuk Lahan Fluvial di Wilayah Karangsembung*. Jurnal Geografi, Volume 7 Nomor 2.
- Sobatnu, F., F.A. Irawan, dan A. Salim. 2017. *Identifikasi dan Pemetaan Morfometri Daerah Aliran Sungai Martapura Menggunakan Teknologi GIS. Jurnal Gradasi Teknik Sipil. Volume 1 Nomor 2*. Soewarno. 1991. *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova. Bandung