

DINAMIKA BENTUKAN LAHAN FLUVIAL AKIBAT SEDIMENTASI DI SUNGAI GRINDULU, SEGMENT ARJOSARI-PACITAN

*(Fluvial landform dynamics caused by sedimentation of Grindulu River,
Arjosari-Pacitan Segment)*

Arina Miardini¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Jl. A. Yani, Pabelan, P.O. Box 295, Surakarta 57102, Indonesia
Email: arinamiardini@gmail.com

Diterima: 21 Maret 2019 ; Direvisi: 16 April 2019 ; Disetujui: 29 April 2019

ABSTRACT

Landforms experience dynamics during the geomorphological process. The fluvial process occurs due to the flow of water from erosion, erosion transportation, and sedimentation activities. Sedimentation material is resulted from erosion transported through the river. Later the deposited erosion will produce landform variations. Therefore, information of landform dynamic is important in controlling runoff and floods. The purpose of this study was to identify and determine the dynamics of the fluvial landform in Grindulu River, Arjosari-Pacitan Segment. The method used is combination of desk analysis and field surveys. The desk analysis is conducted to identify the types of landforms through visual interpretation of SPOT-7 Imagery, while field surveys are to determine sample units using purposive sampling. Based on landform analysis in the Arjosari-Pacitan Segment, there were five fluvial landforms processes due to sedimentation namely point bar, channel bar, flood plain, meandering, and natural levee. The dynamics that occur are dominated by the aggradation process, namely the addition of flood plain landform area of 0.872 ha (0.216%), channel bar of 0.091 ha (0.019%), and natural levee of 0.014 ha (0.002%). The identification of landforms can be used as a basis in spatial planning to optimize water system in watershed.

Keywords: *landform; fluvial; sedimentation; Grindulu Watershed*

ABSTRAK

Bentuklahan mengalami dinamika selama terjadinya proses geomorfologi. Proses fluvial terjadi akibat aliran air dari aktivitas erosi, transportasi, dan sedimentasi. Material sedimentasi berasal dari hasil erosi yang terangkut melalui sungai yang kemudian diendapkan yang nantinya akan menghasilkan variasi bentuklahan. Dengan demikian informasi mengenai dinamika bentuklahan sangat penting untuk mengendalikan aliran permukaan dan banjir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengetahui dinamika bentuklahan hasil proses fluvial di Sungai Grindulu, Segmen Arjosari-Pacitan. Metode yang digunakan yaitu kombinasi antara *desk analysis* (dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis bentuklahan melalui interpretasi citra SPOT-7) dan *survey lapangan* (menentukan unit sampel secara *purposive sampling*). Hasil analisis bentuklahan pada Segmen Arjosari-Pacitan diperoleh lima bentuklahan proses fluvial akibat sedimentasi yaitu *point bar*, *channel bar*, *flood plain*, *meandering*, dan *natural levee*. Dinamika yang terjadi didominasi oleh proses aggradasi yaitu penambahan luasan bentuklahan *flood plain*

sebesar 0,872 ha (0,216%), *channel bar* sebesar 0,091 ha (0,019%), dan *natural levee* sebesar 0,014 ha (0,002%). Identifikasi bentuklahan ini dapat dijadikan dasar dalam perencanaan tata ruang untuk mengoptimalkan tata air dalam DAS.

Kata kunci: bentuklahan; fluvial; sedimentasi; DAS Grindulu

I. PENDAHULUAN

Perkembangan bentuklahan merupakan salah satu aspek dalam kajian proses geomorfologi (Huggett, 2007). Salah satu bentuk lahan yang mendominasi pada permukaan lahan di dunia adalah bentuklahan fluvial (Balasubramanian, 2016). Geomorfologi fluvial merupakan kajian yang mempelajari tentang interaksi antara bentuk sungai dan proses pembentukannya dalam kisaran ruang dan waktu. Bentuklahan diklasifikasikan berdasarkan genesis, proses, dan batuan. Bentuklahan fluvial disebabkan karena proses fluvial akibat proses air yang mengalir baik yang memusat dan atau aliran permukaan (Raharjo, 2013). Morfologi fluvial dipengaruhi oleh rezim aliran, hasil sedimen dan karakteristik lembah (Ibise, Ollero, & Elena, 2011). Proses fluvial oleh aliran sungai terjadi karena adanya aktivitas erosi, transportasi dan sedimentasi yang saling berkaitan (Charlton, 2008).

Sedimentasi menjadi salah satu ancaman besar terhadap ekosistem sungai (Paryono, Damar, Susilo, Dahuri, & Suseno, 2017). Sedimentasi adalah proses dimana partikel tanah terkikis dan diangkut melalui aliran air atau media pengangkut lainnya dan diendapkan sebagai lapisan padat (sedimen) dalam badan air seperti danau atau sungai (Tundu, Tumbare, & Onema, 2018). Hal ini menegaskan bahwa tidak semua sedimen

diangkut oleh aliran keluar DAS, namun sebagian ada yang mengendap pada bagian tertentu di bagian bawah kaki bukit, saluran sungai, daerah dataran banjir dan waduk (Banuwa, 2013). Deposisi sedimen hasil proses fluvial akan menghasilkan berbagai bentuklahan yang berbeda bergantung bentuk dan ukurannya. Aliran air yang membawa sedimen menyebabkan berbagai macam bentuklahan hasil pengendapan misalnya variasi bentuklahan pada saluran sungai, dataran banjir, kipas alluvial, teras sungai dan delta (Huggett, 2007). Pengendapan sedimen dapat berupa *channel bar*, *point bar* dan *overbank* (River & Das, 2016).

Salah satu DAS yang memiliki kerawanan erosi dan sedimentasi tinggi yaitu DAS Grindulu. DAS Grindulu merupakan DAS terbesar di Kabupaten Pacitan seluas 71.518,7 ha (BPDAS Solo, 2011). Tingkat erosi di DAS Grindulu sangat tinggi, material yang terangkut kurang lebih 60 ton ha/tahun (erosi yang dapat ditoleransi 12,5 ton/ha/th) (KPPIP, 2019). Berdasarkan penelitian Wijayanti & Gunawan (2017) besarnya sedimentasi yang mencapai muara sungai Grindulu diperkirakan mencapai 1.636.543 ton/tahun. Tingginya tingkat erosi dan sedimentasi yang terjadi di DAS Grindulu ini disebabkan karena DAS Grindulu memiliki jenis tanah Entisol. Jenis tanah ini mempunyai tingkat erodibilitas yang tinggi, tekstur tanah yang didominasi debu dan kandungan bahan organik yang tinggi.

Menurut BBWS Bengawan Solo (2015) sungai-sungai di DAS Grindulu memiliki kemiringan yang besar dengan kecepatan arus yang tinggi. Hal ini akan berpengaruh pula terhadap proses transportasi sedimen ke hilir. DAS Grindulu juga rawan terhadap bencana banjir yang memungkinkan transportasi sedimen yang lebih besar dan kecepatan yang tinggi. Berdasarkan data BNPB (2019) bahwa dalam kurun 10 tahun terakhir telah tercatat 21 kejadian banjir di DAS Grindulu. Tabarestani & Zarrati (2015) menyatakan bahwa ketidakstabilan aliran dalam kejadian banjir menimbulkan dampak terhadap struktur medan aliran dan gerakan partikel sedimen.

Pengenalan mengenai bentuklahan yang berasal dari endapan fluvial sangat penting dalam pemahaman evolusi sungai sebagai bahan pertimbangan manajemen limpasan, desain sistem pengendalian banjir, serta infrastruktur transportasi (Hudson, 2017). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengetahui dinamika bentuklahan hasil proses fluvial di Sungai Grindulu, segmen Arjosari-Pacitan. Dinamika bentuklahan dalam kajian ini meliputi proses dan hasil. Proses yang terjadi adalah perubahan geomorfologi bentuklahan yang dipengaruhi oleh proses fluvial akibat adanya aggradasi dan degradasi oleh sedimentasi yang menghasilkan bentuklahan yang bervariasi.

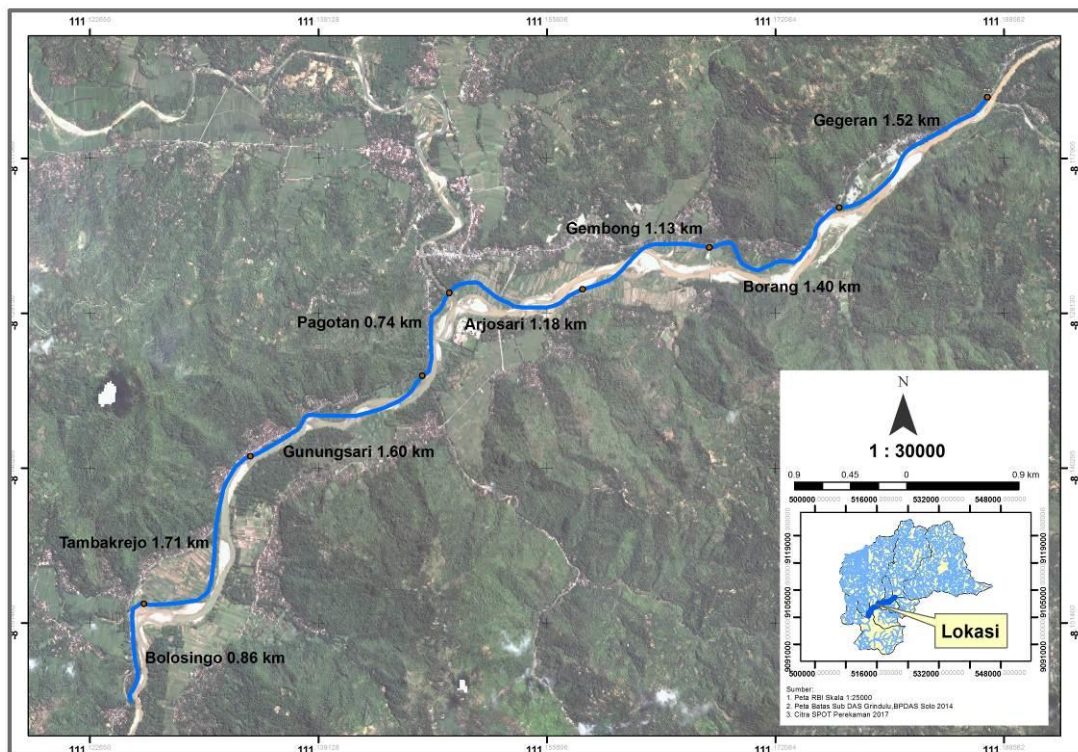
Penelitian ini bermanfaat sebagai pemahaman dinamika sungai di masa depan, melalui proses fluvial dan kemampuan memprediksi evolusi sungai (Kasvi, Laamanen, Lotsari, & Alho, 2017). Dinamika sungai merupakan hasil interaksi

antara aliran sungai dengan material dasar sungai yang mengontrol mekanisme kerja sungai, misalnya proses banjir sungai, sedimentasi, perubahan alur sungai, proses penggerusan sungai, yang merupakan aktivitas sungai secara alami (Charlton, 2008). Bentuklahan proses fluvial saat ini menjadi ilmu terapan yang bermanfaat dalam perencanaan modifikasi saluran sungai, kebijakan sungai, pengendalian banjir dan erosi, pembangunan bangunan struktural, pembuatan saluran air, perencanaan penggunaan lahan, dan upaya pemulihan sungai (Balasubramanian, 2016; Kasvi, Laamanen, Lotsari, & Alho, 2017).

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan pada Januari 2019 di Sungai Grindulu Segmen Arjosari-Pacitan dengan panjang 10,6 km yang dibagi menjadi 8 segmen. Lokasi penelitian berada pada bagian tengah dan hilir DAS Grindulu. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2007 tentang Pedoman Pengkajian Teknis untuk Menetapkan Kelas Air bahwa pembagian segmentasi badan air dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu penggunaan air, topografi wilayah, morfologi sungai, potensi sumber air, potensi sumber pencemar, dan batas administrasi. Penentuan segmentasi sungai dilakukan berdasarkan batas administrasi tiap desa pada lokasi dengan tingkat kerawanan banjir tinggi. Berdasarkan Dokumen RTRW Pemerintah Kabupaten Pacitan (2010)



Gambar (Figure) 1. Lokasi Penelitian pada Sungai Grindulu, Segmen Arjosari-Pacitan (*Research location on the Grindulu River, Arjosari-Pacitan Segment*)

Sumber (Source): Analisis data (*Data analysis*), 2019

Kecamatan Arjosari dan Pacitan merupakan lokasi prioritas pengendalian banjir dalam program pembangunan tahun 2009-2028 di Kabupaten Pacitan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan data BPDAS Solo (2012) kondisi iklim di DAS Grindulu didominasi tipe iklim C dan D dengan 4 bulan kering dan 6 bulan basah dengan curah hujan terendah mencapai 875 mm/ tahun dan maksimal 3.627 mm/ tahun. Jenis tanah pada lokasi penelitian didominasi oleh jenis Entisol, agihan jenis tanah ini kompleks dengan jenis tanah Inceptisol, Mollisol, dan Vertisol. Tanah Entisol memiliki potensi erosi sangat berat dengan tekstur didominasi oleh debu (*silt*), konsistensi gembur-agak teguh, pH

bervariasi dan KTK yang rendah. Topografi DAS Grindulu didominasi oleh kemiringan lereng curam seluas 28.277,4 ha (39,5%), agak curam seluas 23.495,4 ha (32,9%), datar seluas 12.041,2 ha (18,8%), dan sangat curam seluas 7.705,4 ha (10,8%).

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra SPOT-7 yang telah terkoreksi dengan format *Enhanced Compression Wavelet (.ecw)*, perekaman tahun 2015 dan 2017 untuk interpretasi bentuklahan, DEMNAS 1507-43 untuk penentuan dataran banjir, peta jaringan sungai RBI skala 1:25.000, dan koordinat cheking lapangan tahun 2019. Alat yang digunakan adalah GPS untuk pengambilan titik sampel, kamera, *Software Arc GIS 10.1*.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode kombinasi antara *desk analysis* dengan survey lapangan. Pengenalan bentuklahan dilakukan menggunakan klasifikasi dari Verstappen (1983). *Desk analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis bentuklahan hasil proses fluvial melalui interpretasi citra secara visual-manual. Delineasi bentuklahan dilakukan dengan digitasi *on screen* dalam bentuk data vektor. Kunci interpretasi masing-masing bentuklahan dikenali melalui perbedaan ciri spesifik obyek pada citra berdasarkan rona/ warna, ukuran, bentuk, pola, tekstur, bayangan, situs, dan asosiasi (Sutanto, 1994). Untuk interpretasi bentuklahan dataran banjir dikombinasikan dengan data topografi berupa kemiringan yang diturunkan dari data DEMNAS menggunakan *spatial analyst tools* dengan hasil akhir berupa data raster dan kemudian dilakukan klasifikasi. Data raster kemudian diubah menjadi data vektor dan dilakukan eliminasi. Bentuklahan dataran banjir dibatasi pada kemiringan lereng sampai 8%. Hasil interpretasi bentuklahan dari

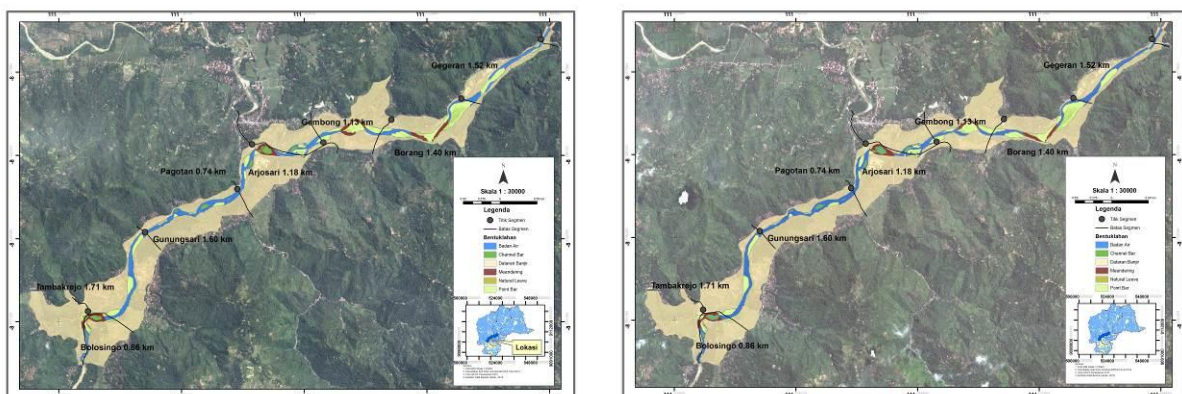
citra selanjutnya dilakukan pengecekan lapangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Dinamika Bentuklahan Fluvial akibat Sedimentasi

Proses fluvial dengan agen utama dari aliran air sungai akan mengangkut sejumlah sedimen dan mengendap dan menyebabkan penumpukan material sehingga membentuk kenaikan permukaan yang disebut sebagai aggradasi. Dalam dinamika terdapat pula bagian yang mengalami pengikisan sehingga berakibat pada berkurangnya bagian suatu bentang alam, yang dapat terjadi karena erosi yang disebut sebagai degradasi. Bentuklahan fluvial akibat sedimentasi dapat dilihat pada Gambar 2 a dan b.

Hasil analisis bentuklahan pada Segmen Arjosari-Pacitan diperoleh lima bentuklahan proses fluvial akibat sedimentasi yaitu *point bar*, *channel bar*, *flood plain*, *meandering* dan *natural levee*. Kunci interpretasi yang digunakan dalam mengenali bentuklahan fluvial pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar (Figure) 2. Bentuklahan fluvial akibat sedimentasi pada Segmen Arjosari-Pacitan a) tahun 2015, b) tahun 2017 (*Fluvial landform caused by sedimentation process on Arjosari-Pacitan Segment a) year 2015, b) year 2017*)

Sumber (Source): Analisis data (*Data analysis*), 2019

Tabel (Table) 1. Kunci interpretasi visual bentuklahan fluvial (*Key visual interpretation of fluvial landform*)

Bentuklahan (<i>Landform</i>)	Rona/ Warna (<i>Tone/ Colour</i>)	Ukuran (<i>Size</i>)	Bentuk (<i>Shape</i>)	Tekstur (<i>Texture</i>)	Pola (<i>Pattern</i>)	Bayangan (<i>Shadow</i>)	Situs (<i>Site</i>)	Asosiasi (<i>Association</i>)
<i>Point bar</i>	Krem, cerah	Sedang	Lonjong memanjang	Halus	Kurang teratur	Tidak terlalu tegas	Endapan lumpur	Dekat sungai dan dataran banjir
<i>Channel Bar</i>	Krem, cerah	Sedang	Lonjong	Halus	Kurang teratur	Tidak terlalu tegas	Endapan lumpur	Ditengah sungai dan
<i>Flood plain</i>	Hijau, coklat, gelap	Luas	Tidak beraturan	Halus	Tidak teratur	Tidak tegas	Air, vegetasi, sungai	Dekat sungai, pemukiman, lahan pertanian
<i>Meandering</i>	Hijau, gelap	Sedang	Membentuk huruf u atau s	Halus	Tidak teratur	Tidak tegas	Kelokan sungai	Dataran banjir, badan air, point bar dan channel bar
<i>Natural levee</i>	Coklat, Gelap	Sedang	Memanjang	Agak kasar	Tidak teratur	Tegas	Batuan, membentuk tanggul dan bervegetasi	Dataran banjir, badan air, point bar

Sumber (Source): Analisis data (*Data analysis*), 2019

Berdasarkan penelitian Hosu & Sabo (2012) bahwa proses aggradasi berupa sedimentasi menjadi faktor yang dominan dalam perubahan morfologi sungai. Hal ini terjadi pula pada sungai Segmen Arjosari-Grindulu bahwa selama kurun waktu 2 tahun telah terjadi proses aggradasi yaitu: a) Perubahan paling dominan terjadi pada bentuk lahan dataran banjir dengan penambahan luasan sebesar 0,872 ha (0,216%), b) *channel bar* bertambah 0,091 ha (0,019%), dan c) *natural levee* mengalami penambahan luas 0,014 ha (0,002%). Selain proses aggradasi terjadi pula proses degradasi yaitu bentuklahan *point bar* mengalami penurunan seluas 1,298 ha (0,262%).

Dinamika bentuklahan yang perlu diwaspadai adalah terjadinya aggradasi yang menyebabkan penambahan luasan akibat sedimentasi. Aggradasi ini dapat mengancam penurunan kapasitas

pengaliran sungai. Hal ini berimplikasi pada menurunnya daya tampung sehingga saat terjadi debit yang tinggi maka sungai akan meluap terutama pada dataran banjir dan dataran alluvial disekitarnya. Identifikasi bentuklahan asal proses fluvial pada segmen sungai maka dapat digunakan sebagai perencanaan tata ruang demi terwujudnya kondisi tata air DAS yang optimal. Upaya tersebut ditargetkan pada pengendalian daya rusak air akibat erosi dan sedimentasi. Lokasi pengendalian erosi sebagai sumber material sedimen diprioritaskan pada: 1) tebing sungai dengan kedalaman >3 m yg berada pada wilayah hulu dan pada areal meandering (Segmen Bolosingo, Arjosari, Gembong, dan Borang) melalui kegiatan pengendalian morfoerosi tebing sungai (*stream bank protection*) berupa penanaman vegetasi yang mendukung stabilitas tebing sungai, 2) Alur sungai

yang teridentifikasi deposit sedimentasi (Segmen Bolosingo, Arjosari, Gembong, dan Borang) melalui normalisasi sungai, pembuatan *sediment trap*, dam pengendali, dam penahan, dan *gully plug*.

B. Bentuklahan Fluvial akibat Sedimentasi

Permasalahan sedimentasi dapat terjadi karena adanya perubahan penggunaan lahan. Penelitian Putri & Terunajaya (2012) menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan dapat meningkatkan debit puncak 5 sampai 35 kali, hal ini terjadi karena ketidakseimbangan pada air hujan yang terinfiltrasi lebih rendah sehingga terjadi aliran permukaan (*run off*) yang menyebabkan terkikisnya tanah dan berpotensi terjadi erosi. Hasil erosi berupa sedimen akan terbawa aliran dan mengendap pada bagian tertentu di sungai. Berdasarkan penelitian Ningrum (2014) pemantauan sedimentasi secara spasial menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan di hulu akan mengakibatkan timbulnya sedimentasi dimulai dari tengah hingga hilir. Sedimentasi yang ditandai dengan adanya endapan-endapan di kanan kiri Sungai Grindulu mulai terjadi pada bagian tengah sampai hilir. Menurut Abdullah, Magetsari & Purwanto (2003) bahwa endapan pada bagian tengah-hilir di Sungai Grindulu berupa material lepas dari hasil rombakan dan pelapukan batuan yang terdiri dari kerakal, kerikil, pasir dan tanah.

b.1. Point Bar

Point bar atau disebut sebagai gosong tepi sungai banyak dijumpai pada tepi alur

sungai di daerah *meandering* sungai. *Point bar* adalah endapan sedimen yang berbentuk busur di sepanjang bagian dalam dari lekukan sungai dengan arah vertikal dari saluran sungai (Coffman, Malstaff, & Heitmuller, 2011). Pembentukan *point bar* di sepanjang sungai yang diamati lebih disebabkan oleh tekanan arus sungai dari tempat yang lebih tinggi kelerengannya sehingga yang mengakibatkan erosi di suatu tepi sungai kemudian hasil erosi tersebut diendapkan pada arah yang berlawanan. Ukuran *point bar* yang dijumpai bervariasi bergantung dari alur dan besarnya kelokan sungai. Pada alur sungai yang besar (lebar aliran lebih dari 40 m pada muka air normal) akan berbanding lurus dengan tekanan aliran sungai, sehingga berpotensi untuk mengerosi tepi alur di kelokan sungai. Adanya kelokan sungai akan memperkecil kecepatan aliran sungai sehingga material sedimen akan mengendap di sekitar lekukan. Perkembangan *point bar* sejalan dengan berkembangnya sungai menjadi meander. Morfologi bentuklahan *point bar* akan bertambah luas maju (*slip-off slope*) dengan membentuk igir (*ridges*) dan ledok memanjang (*swale*) secara berurutan (Dibyosaputro, 2016). Pada penelitian ini secara total luasan *point bar* mengalami degradasi akibat pengerukan dan pengikisan akibat aliran banjir, namun pada beberapa lokasi *point bar* juga bertambah maju. Salah satu perubahan bentuklahan *point bar* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



a.



b.

Gambar (Figure) 3. Perubahan *point bar* a. Tahun 2015 dan b. Tahun 2017 (*Point bar transformation a. Year 2015 and b. Year 2017*)

Sumber (Source): Citra SPOT 7 2015, 2017 (*SPOT 7 Imagery 2015, 2017*)



Gambar (Figure) 4. Gosong tepi sungai (*Point Bar*)

Sumber (Source): Dokumentasi pribadi, 2019

b.2. *Channel bar*

Channel bar atau disebut gosong tengah sungai merupakan endapan seperti bukit pasir yang terbentuk secara bertahap disimpan di sepanjang sisi dangkal tengah alur sungai dan menghasilkan akresi lateral (Hudson, 2017). Material dan pembentukan *channel bar* hampir mirip dengan *point bar*, namun hanya berbeda pada lokasi pengendapannya. Menurut Wintenberger *et al.* (2015) perkembangan *channel bar*

terkait dengan pasokan sedimen (fase, kuantitas dan ukuran butir) yang terangkut oleh saluran sela terjadi banjir sehingga berpengaruh pada perkembangan bukit pasir. *Channel bar* juga mampu menjebak sedimen selama kejadian banjir sehingga dalam jangka panjang memungkinkan terjadinya perubahan pada morfologi dan sedimentasi saluran sungai bagian hilir (Wang & Xu, 2015).



Gambar (Figure) 5. Gosong tengah sungai (Channel Bar)
Sumber (Source): Dokumentasi pribadi, 2019

b.3. Flood plain

Flood plain atau dataran banjir merupakan dataran yang berada pada sisi kanan kiri sungai yang mungkin terendam pada waktu air tinggi. Dataran banjir terbentuk dari hasil endapan di alur dan pengendapan sedimen halus pada daerah genangan pada waktu banjir (Linsley, Kohler, & Paulhus, 1996). Pembentukan dataran banjir berawal dari material hasil erosi terangkut ke arah hilir dalam jumlah yang besar dan waktu yang relatif lama, sehingga membentuk tebing-tebing sungai yang berfungsi sebagai batas alur sungai kemudian diendapkan pada daerah yang relatif rendah dan membentuk dataran. Endapan ini terdiri dari material pasir, batu halus, dan lumpur. Dataran banjir berada di sepanjang kanan kiri sungai sebagian besar telah dimanfaatkan menjadi kawasan permukiman dan kawasan pertanian.



Gambar (Figure) 6. Dataran banjir (Flood plain)
Sumber (Source): Dokumentasi pribadi, 2019

b.4. Meandering

Meandering atau kelokan sungai merupakan bentukan alam sungai yang dihasilkan dari proses migrasi bertahap saluran sungai dan erosi tanggul. *Meander* sungai menggeser lereng di bagian bawah dengan mengendapkan sedimen pada bagian dalam tikungan, sementara pada sisi cekungan akan terkikis (Ahmed & Fawzi, 2011). Adanya kelokan sungai akan



Gambar (Figure) 7. Meander (Meandering)
Sumber (Source): Dokumentasi pribadi, 2019

mengurangi kecepatan aliran sungai sehingga menyebabkan pengendapan sedimen secara horizontal. Jika dilihat sungai bermeander memiliki alur berbelok-belok menyerupai huruf “S” berulang. Sungai bermeander terbentuk oleh adanya pergerakan menyamping akibat arus sungai terhadap formasi dan perubahan bentuk lengkungan sungai. Kondisi topografi pada daerah meandering mempengaruhi kekuatan gradien tekanan, gesekan di sepanjang batas saluran, percepatan sentrifugal karena kelengkungan, dan perubahan kecepatan aliran (Legleiter, Harrison, & Dunne, 2011).

b.5. *Natural levee*

Natural levee atau tanggul alami merupakan salah satu bentuk fluvial

yang banyak dijumpai pada dataran banjir yang membentuk suatu batas dengan saluran sungai yang mengalami banjir. Tanggul alami memiliki ketinggian yang lebih tinggi dibandingkan dengan saluran sungai dan meruncing ke bawah mencapai batas ambang banjir (Smith & Perez-arlucea, 2008). Tanggul alami yang terbentuk pada lokasi penelitian merupakan akumulasi sedimen yang memanjang dan berbatas tegas dengan sungai sebagai tanda tinggi muka air sungai tertinggi saat banjir. Tanggul alam yang terbentuk dekat dengan alur sungai berasal dari proses pengendapan material sungai yang membawa sedimen akibat luapan banjir. Ukuran material sedimen yang kasar mengendap di sekitar palung sungai. Material kasar yang terendapkan dalam waktu yang lama dan terjadi terus



Gambar (Figure) 8. Tanggul alam (*Natural levee*)
Sumber (Source): Dokumentasi pribadi, 2019

menerus akan membentuk tanggul alam dengan perbedaan elevasi dan kemiringan yang cukup curam. Tanggul alam berperan menahan air hasil limpasan banjir dan dapat kembali lagi ke badan air. Bentuk tanggul alam biasanya dimanfaatkan untuk menentukan pembangunan tanggul buatan. Tanggul biasanya dibangun di atas tanggul alami pada tepi aliran sungai (Hyndman & Hyndman, 2010).

IV. KESIMPULAN

Identifikasi bentuklahan pada Sungai Segmen Arjosari-Pacitan dilakukan berdasarkan interpretasi citra secara visual, terdiri dari lima bentuklahan proses fluvial akibat sedimentasi yaitu *point bar*, *channel bar*, *flood plain*, *meandering*, dan *natural levee*. Dalam kurun waktu 2 tahun telah terjadi dinamika yang didominasi oleh proses aggradasi dengan derajat perubahan rata-rata sebesar 0,065%. Adanya proses aggradasi menunjukkan

berkembangnya luasan bentuklahan fluvial akibat sedimentasi yang dapat menyebabkan penurunan kapasitas pengaliran sungai. Identifikasi bentuklahan ini dapat dijadikan dasar dalam perencanaan upaya pengendalian daya rusak air akibat erosi dan sedimentasi yang diprioritaskan pada Segmen Bolosingo, Arjosari, Gembong, dan Borang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung dan Perhutanan Sosial Solo atas dukungan datanya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, C. I., N. A. Magetsari & Purwanto, H. S. (2003). Analisis dinamik tegasan purba pada satuan batuan paleogen – neogen di daerah Pacitan dan sekitarnya, Provinsi Jawa Timur ditinjau dari studi sesar minor

- dan kekar tektonik. *PROC. ITB Sains & Tek*, 35(2), 111–127.
- Ahmed, A., & Fawzi, A. (2011). Meandering and bank erosion of the River Nile and its environmental impact on the area between Sohag. *Arab J Geosci*, 4(1–11). <https://doi.org/10.1007/s12517-009-0048-y>
- Balasubramanian, A. (2016). Fluvial landforms. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17116.39044>
- Banuwa, I. (2013). Erosi. Jakarta: Prenadamedia Group.
- BBWS Bengawan Solo. (2015). *Rencana Pengelolaan sumber daya air wilayah Sungai Bengawan Solo*. Surakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- BNPB. (2019). Data kejadian banjir. <https://dibi.bnpb.cloud>. Diakses pada 14 Maret 2019.
- BPDAS Solo. (2011). *Rencana tindak rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) dalam rangka pengendalian banjir dan tanah longsor DAS Solo tengah-hilir*. Direktorat Perencanaan dan Evaluasi Pengelolaan DAS Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial.
- BPDAS Solo. (2012). *Penyusunan rencana pengelolaan Daerah Aliran Sungai SWP Grindulu terpadu*. Surakarta: Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Solo. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial.
- Charlton, R. (2008). *Fundamentals of fluvial geomorphology*. London: Routledge.
- Coffman, D. K., Malstaff, G., & Heitmuller, F. T. (2011). *Characterization of geomorphic units in the Alluvial Valleys and Channels of Gulf Coastal Plain Rivers in Texas , with examples from the Brazos , Sabine , and Trinity Rivers , 2010*. Denver.
- Dibiyosaputro, S. (2016). Karakteristik point bar di Sungai Bogowonto, Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah. *Geomedia*, 14, 1–12.
- Hosu, M., & Sabo, H. (2012). The morphodynamics of the some ú river channel , Northwestern Romania , as response to natural influences, 1(January), 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.03.034>
- Hudson, P. F. (2017). Fluvial depositional processes and landforms. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg087>
- Huggett, R. J. (2007). *Fundamentals of geomorphology*. Canada: Routledge.
- Hyndman, D., & Hyndman, D. (2010). *Natural hazard and disaster*. Brooks Cole.
- Ibisate, A., Ollero, A., & Elena, D. (2011). Influence of catchment processes on fluvial morphology and river habitats Influence of catchment processes on fluvial morphology and river habitats. *Limnetica*, 30(2), 169–182.
- Kasvi, E., Laamanen, L., Lotsari, E., & Alho, P. (2017). Flow patterns and morphological changes in a sandy meander bend during a flood — spatially and temporally intensive ADCP measurement approach. *water*, 9(106), 6–11. <https://doi.org/10.3390/w9020106>
- KPPIP. (2019). Proyek prioritas nasional. retrieved from <https://kppip.go.id/proyek-strategis-nasional/p-proyek-bendungan-dan-jaringan-irigasi/bendungan-tukul/>
- Legleiter, C. J., Harrison, L. R., & Dunne, T. (2011). Effect of point bar development on the local force balance governing flow in a simple , meandering gravel bed river, 116, 1–29. <https://doi.org/10.1029/2010JF001838>

- Linsley, R. K., Kohler, M. A., & Paulhus, J. . (1996). *Hidrologi untuk insinyur*. Jakarta: Erlangga.
- Ningrum, M. (2014). *Kajian perubahan penggunaan lahan DAS Bogowonto terhadap rencana tata ruang wilayah dalam rangka pengendalian sedimentasi*. Universitas Gadjah Mada.
- Paryono, Damar A., Susilo S.B., Dahuri R., Suseno H. (2017). *Sedimentasi di delta Sungai Citarum, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi*. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2017.1.1.15-26>
- Pemerintah Kabupaten Pacitan. (2010). Peraturan Daerah Kabupaten Pacitan Nomor 3 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pacitan.
- Putri, A. P., & Terunajaya. (2012). Pengaruh perubahan pola tata guna lahan terhadap sedimentasi di hulu Sungai Ular. *Tekhnil Sipil USU*, 1(2).
- Raharjo, P. D. (2013). Penggunaan data penginderaan jauh dalam analisis bentukan lahan asal proses fluvial di wilayah Karangsambung. *Jurnal Geografi*, 7(2), 167–174. <https://doi.org/10.15294/jg.v7i2.85>
- River, T., & Das, S. S. (2016). Vertical sequences of lithofacies in point bar and natural levee deposits ., *International Journal of Environmental Sciences*, 6(5), 746–757. <https://doi.org/10.6088/ijes.6070>
- Smith, N. D., & Pérez-arlucea, M. (2008). Natural levee deposition during the 2005 flood of the Saskatchewan River geomorphology natural levee deposition during the 2005 flood of the Saskatchewan River. *Geomorphology*, 101(2008), 583–594. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.02.009>
- Sutanto. (1994). *Penginderaan jauh jilid II*. Yogyakarta,: Gadjah Mada University Press.
- Tabarestani, M. K., & Zarrati, A. . (2015). Sediment transport during flood event : a review. *International Journal Environmental Science Technology*, 12(424), 775–788. <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0689-6>
- Tundu, C., Tumbare, M. J., & Onema, J. K. (2018). Sedimentation and its impacts / effects on river system and reservoir water quality : case study of Mazowe Catchment , Zimbabwe. *International Association of Hydrological Sciences.*, 377, 57–66. <https://doi.org/10.5194/piahs-377-57-2018>
- Verstappen, H. (1983). *Applied geomorphology*. Amsterdam: Elsevier.
- Wang, B., & Xu, Y. J. (2015). Sediment trapping by emerged channel bars in the lowermost Mississippi River during a major flood. *Water*, 7, 6079–6096. <https://doi.org/10.3390/w7116079>
- Wijayanti, D. A., & Gunawan, T. (2017). *Pemanfaatan citra penginderaan jauh untuk ekstraksi parameter laju erosi-sedimentasi di daerah aliran sungai*. Universitas Gadjah Mada.
- Wintenberger, C. L., Rodrigues, S., Claude, N., Jugé, P., Bréhéret, J., & Villar, M. (2015). Geomorphology dynamics of nonmigrating mid-channel bar and superimposed dunes in a sandy-gravelly river (Loire River , France). *Geomorphology*, 248, 185–204. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.07.032>

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong.