



SEJARAH MODIFIKASI LANSKAP HILIR SUNGAI BENGAWAN SOLO PADA AKHIR ABAD KE-19

The History of Downstream Landscape Modification of the Bengawan Solo River In the Late 19th Century

Harriyadi^{1*}, Hikmana Arafah Wiryandara¹, Dimas Nugroho¹, Dewangga E. Mahardian²,
Katrynada Jauharatna², M. Fauzi Hendrawan³, Lolita Refani Lumban Tobing³

¹Pusat Riset Arkeologi Prasejarah dan Sejarah, Badan Riset dan Inovasi Nasional

²Pusat Riset Arkeometri, Badan Riset dan Inovasi Nasional

³Pusat Riset Arkeologi Lingkungan, Maritim dan Budaya Berkelanjutan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

*Korespondensi: harriyadi93@gmail.com

Diajukan: 16/02/2024; revisi: 28/03-07/05/2024; disetujui: 08/05/2024

Publikasi online: 31/07/2024

Abstract

The Bengawan Solo River has a significant role in Java's economic growth. Massive deforestation caused floods in Bengawan Solo. In the 19th century, the colonial government launched a large-scale project, namely solo-valleiwerken, to create an irrigation and flood control system. The project includes dam construction and land modification along the Bengawan Solo. There are indications of channel modification, indicated by the change in the river estuary in the 19th-20th century maps, which initially faced the Madura Strait and then changed towards the Ujung Pangkah, North Java Sea. The research was conducted to uncover spatial and time aspects related to environmental changes and the impact of modifications downstream of the Bengawan Solo River by the colonial government in the 19th century. Gathering data includes collecting historical maps and archives that relate to its projects. Map analysis was carried out by overlay technique between historical and current maps, while archival data was traced to find chronological details and historical events. The downstream river channel was diverted to Ujung Pangkah to reduce the impact of sedimentation. This resulted in the shallowing of the Madura Strait, the main trade traffic route in Surabaya Port, East Java.

Keywords: *Bengawan Solo River; landscape modification; Madura Strait; river channel.*

Abstrak

Sungai Bengawan Solo berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi di Jawa. Deforestasi yang masif turut menyebabkan banjir di Bengawan Solo. Pemerintah kolonial pada akhir abad ke-19, meluncurkan proyek skala besar yaitu *solo-valleiwerken* untuk membuat sistem irigasi dan pengendalian banjir. Proyek mencakup pembuatan bendungan dan modifikasi lahan sepanjang aliran Bengawan Solo. Tampak adanya indikasi modifikasi alur yang diindikasikan dengan perubahan muara sungai dalam peta abad ke-19--20 yang mulanya menghadap Selat Madura kemudian berubah berubah menuju daerah Ujung Pangkah menghadap Laut Jawa. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengungkap aspek spasial dan waktu terkait dengan perubahan lingkungan dan dampak dari modifikasi bagian hilir Sungai Bengawan Solo yang dilakukan oleh pemerintah kolonial pada akhir abad ke-19. Data yang dikumpulkan dalam kajian berupa peta kuno dan arsip sejarah yang berkaitan dengan modifikasi alur Sungai Bengawan Solo bagian hilir. Analisis peta dilakukan dengan teknik tumpang susun antara peta kuno dengan peta terkini sedangkan data arsip ditelusuri guna mengetahui detail kronologis dan latar belakang peristiwa. Alur sungai bagian hilir dialihkan menuju Ujung Pangkah guna mengurangi dampak sedimentasi yang berakibat pada pendangkalan Selat Madura yang kala itu menjadi jalur lalu lintas utama perdagangan menuju pelabuhan Surabaya di Jawa Timur.

Kata Kunci: Sungai Bengawan Solo; modifikasi lanskap; Selat Madura; alur sungai.

PENDAHULUAN

Masa kolonial Belanda merupakan salah satu periode yang mewarnai dinamika sejarah budaya, politik, ekonomi, dan lingkungan di wilayah Nusantara. Pengaruh kolonial Belanda turut membawa berbagai perubahan yang cukup signifikan pada setiap wilayah di Nusantara. Perubahan besar pasca menguatnya pengaruh kolonial di Nusantara terjadi di Pulau Jawa yang menjadi pusat aktivitas ekonomi dan politik karena faktor geografi, lingkungan, dan lokasi yang strategis (van Valkenberg, 1925). Pulau Jawa mengalami dinamika dan pertumbuhan berbagai sektor, sebagai contoh tumbuhnya industri serta perdagangan, munculnya permukiman dengan tata ruang yang khas, dan meningkatnya populasi penduduk di Jawa karena urbanisasi maupun transmigrasi (White, 1973). Meskipun demikian, dampak yang muncul tidak hanya positif saja, tetapi juga muncul dampak negatif berupa berbagai permasalahan yang berkaitan dengan lingkungan.

Fokus pemerintah kolonial terhadap isu-isu pengelolaan lingkungan, mitigasi bencana, dan kesehatan masyarakat mulai tampak masif sejak akhir abad ke-19 (Boomgaard, 1993; Nawiyanto, 2014). Muncul berbagai macam kebijakan pemerintah kolonial yang berorientasi pada pengelolaan lingkungan dan penanganan bencana. Masalah lingkungan fisik, seperti bencana banjir, menjadi salah satu bencana yang kerap melanda kota-kota besar seperti Surabaya, Semarang, dan Batavia juga turut mendapat perhatian (Kurniawan & Suharni, 2021; Tantri, 2017; Wati, 2020). Pemerintah kolonial kemudian mengesahkan berbagai macam kebijakan untuk menanggulangi permasalahan lingkungan tersebut. Sebagai contoh, Pemerintah kolonial di Kota Semarang pada awal abad ke-20 mengesahkan kebijakan terkait pendirian hunian baru di area Perbukitan Gajahmungkur, Semarang karena area Kota Lama Semarang memiliki

jumlah kematian penduduk yang tinggi akibat wabah penyakit serta masalah banjir rob yang sering melanda (Harriyadi et al., 2023). Pemerintah kolonial di kota-kota lain di Jawa turut serta meluncurkan berbagai kebijakan dan proyek, seperti pembuatan kanal, bendungan, waduk, dan perbaikan drainase air untuk pengelolaan lingkungan, sanitasi dan mitigasi bencana khususnya banjir (Ganjar Budiman, 2021; Nur Utomo, 2021; Tanoyo & Sari, 2022; van Oosterhout, 2008).

Kebijakan penanganan dan mitigasi bencana banjir oleh pemerintah kolonial tampaknya dibuat dengan tujuan tidak hanya untuk memberikan jaminan keselamatan bagi penduduk, tetapi juga untuk menjaga keberlangsungan perdagangan dan ekonomi yang sangat berpengaruh pada pemerintah kolonial itu sendiri. Kebijakan pengelolaan lingkungan dan mitigasi bencana banjir tidak hanya diberlakukan di kota-kota besar, tetapi juga mencakup aspek lingkungan lain yaitu sungai. Sungai menjadi salah satu komponen lingkungan yang sangat diperhatikan oleh pemerintah kolonial di Pulau Jawa karena sungai turut serta menjadi penggerak ekonomi dan sarana transportasi yang cukup penting. Salah satu sungai penting di Pulau Jawa yang mendapat perhatian cukup besar dari pemerintah kolonial adalah Sungai Bengawan Solo (Telders et al., 1900).

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terpanjang di Pulau Jawa dengan total panjang alur mencapai ±600 Km, di mana aliran airnya bersumber dari area Pegunungan Sewu, Gunung Merapi, Merbabu, Lawu, dan beberapa gunung vulkanik di Jawa Timur. Muaranya menghadap Laut Jawa, tepatnya di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Wilayah-wilayah yang dilalui oleh Sungai Bengawan Solo kemudian termasuk ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo. DAS Bengawan Solo terbagi menjadi tiga sub DAS, yakni sub DAS Bengawan Solo Hulu

dengan luas 6.072 km², sub DAS Kali Madiun dengan luas 3.755 km², dan sub DAS Bengawan Solo Hilir dengan luas mencapai 6.273 km² (Kementerian Pekerjaan Umum, 2010).

Sungai Bengawan Solo secara fisiografi terbagi menjadi tiga zona utama yaitu Zona Hulu, Tengah, dan Hilir. Zona Hulu memiliki ciri penampang sungai berbentuk “V” atau sungai yang memiliki ciri dinding curam dengan debit air yang tidak terlalu besar. Wilayah Zona Hulu terdiri dari area Kali Tenggar, Kali Muning, dan Waduk Gajah Mungkur. Wilayah Zona Tengah meliputi beberapa kabupaten yakni Kabupaten Wonogiri, Sukoharjo, Karanganyar, Klaten, Solo, Sragen, dan Ngawi. Zona Hilir mencakup Kabupaten Blora, Bojonegoro, Lamongan, Tuban, dan Gresik. Secara umum bagian hilir memiliki karakter debit air besar, dinding sungai tidak terjal atau memiliki penampang berbentuk “U”, dan bermeander atau berkelok-kelok (Arif & Nugroho, 2016). Zona tengah dan hilir memiliki kemiringan lahan yang cenderung datar dan komposisi tanahnya sebagian besar tersusun dari endapan material tanah vulkanis gunung berapi dan endapan sungai. Kondisi tersebut mendukung wilayah-wilayah di sekitar aliran sungai untuk dikembangkan sebagai lahan-lahan pertanian yang kemudian menjadi salah satu faktor penyebab berkembangnya okupasi manusia di sepanjang aliran Sungai Bengawan Solo.

Sungai Bengawan Solo memiliki riwayat historis yang begitu panjang dalam bidang perdagangan dan transportasi air. Sungai Bengawan Solo adalah jalur perdagangan utama yang menghubungkan wilayah pedalaman Jawa Tengah dengan wilayah perdagangan di Jawa Timur (Fauzi, 2015). Peran Sungai Bengawan Solo sebagai penggerak ekonomi telah tampak sejak masa Hindu-Buddha, buktinya adalah beberapa prasasti kuno yang menyebut beragam jenis perahu yang digunakan oleh masyarakat Jawa Kuno untuk mengarungi

Sungai Bengawan Solo yaitu *masunghāra*, *hiliran*, *maramwan*, *wlah galah*, dan perahu *pakbwanan* (Prihatmoko, 2014). Keterikatan Sungai Bengawan Solo dengan budaya Jawa juga tampak pada fungsi magis Bengawan Solo yang menjadi bagian penting dalam kosmologi Kasunanan Surakarta (Savitri, 2015). Peran penting Sungai Bengawan Solo tampaknya tak luput dari perhatian pemerintah kolonial untuk dieksplorasi guna meningkatkan perdagangan dan perekonomian.

Sungai Bengawan Solo berperan penting dalam lalu lintas transportasi sungai di Jawa selama masa kolonial. Sungai Bengawan Solo salah satunya fungsinya adalah untuk mengirim kayu jati hasil eksploitasi hutan-hutan menuju area pelabuhan di Jawa Timur (Warto, 2017). Maraknya deforestasi hutan dan alih fungsi lahan dari hutan menjadi perkebunan tampaknya memberi dampak yang cukup signifikan pada kerusakan lingkungan di Pulau Jawa (Boomgaard, 1992; Peluso, 1991; Smiet, 1990). Curah hujan yang besar di Pulau Jawa dan rusaknya hutan sebagai penahan air permukaan menyebabkan bencana banjir yang memberi efek domino pada perekonomian dan perdagangan pemerintah kolonial. Bencana banjir juga sering terjadi di Sungai Bengawan Solo yang kala itu menjadi bagian penting dalam transportasi air dan kegiatan pertanian di Jawa. Pemerintah kolonial kemudian merancang proyek *solo-valleiwerven* untuk menciptakan sistem irigasi dan pengendalian banjir di wilayah-wilayah yang dilewati oleh Bengawan Solo (Ravesteijn, 2005). Proyek tersebut merupakan upaya manajemen Sungai Bengawan Solo dengan tujuan untuk menciptakan sistem irigasi, mengontrol banjir, serta sedimen sungai. Proyek dilakukan dengan cara melakukan pembuatan bendungan dan modifikasi lahan sepanjang aliran sungai. Upaya modifikasi alur sungai juga diperkirakan dilakukan

secara masif pada bagian hilir Sungai Bengawan Solo.

Sungai Bengawan Solo sebagai sungai yang tergolong tua, memiliki bentuk sungai yang berkelok-kelok pada bagian hilir atau membentuk *meandering pattern* (Moechtar, 2021). Pola *meander* pada Sungai Bengawan Solo telah tampak dari bagian tengah hingga bagian hilir, tetapi terdapat indikasi anomali bentuk sungai pada bagian hilir. Anomali yang dimaksud adalah bentuk alur sungai lurus sepanjang 10 km dari Desa Bedanten, Kecamatan Bungah menuju ke arah utara yaitu Ujung Pangkah. Menurut Charlton (2008: 7) dalam bukunya yang berjudul "*Fundamentals of Fluvial Geomorphology*", sungai dengan bentuk lurus sangat langka untuk ditemukan dan sungai dengan bentuk lurus sebagian besar merupakan sungai artifisial hasil dari modifikasi yang dilakukan oleh manusia. Indikasi modifikasi alur sungai bagian hilir turut diperkuat dengan bukti peta-peta yang diterbitkan sebelum tahun 1860an. Bagian muara Sungai Bengawan Solo mulanya berada tepat menghadap Selat Madura, tetapi pada peta yang dicetak pada tahun 1900an arah aliran serta muara Sungai Bengawan Solo tampak lurus menuju arah utara serta muaranya tepat berada di Ujung Pangkah menghadap Laut Jawa. Hal tersebut memperkuat indikasi upaya modifikasi yang dilakukan oleh manusia untuk mengubah arah aliran Sungai Bengawan Solo.

Bengawan Solo menjadi bagian penting untuk mendukung ekonomi, perdagangan, dan transportasi di Jawa selama kurun waktu sejarah. Eksplorasi dan eksploitasi terhadap Sungai Bengawan Solo semakin masif pada masa kolonial. Deforestasi dan alih fungsi lahan selama masa kolonial yang masif menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan. Dampaknya adalah terjadinya banjir yang turut berpengaruh pada Sungai Bengawan Solo. Muncul perhatian dari pemerintah

untuk mengelola Sungai Bengawan Solo dengan meluncurkan proyek skala besar yakni *solo-valleiwerven*. Proyek tersebut merupakan upaya mengelola banjir dan memanfaatkan sumberdaya air dengan membuat bendungan dan modifikasi lahan. Pengamatan pada peta menunjukkan bahwa tampak adanya indikasi modifikasi lanskap sungai bagian hilir. Perlu dilakukan penelusuran aspek historis yang melatarbelakangi modifikasi aliran hilir Sungai Bengawan Solo yang dilakukan oleh pemerintah kolonial. Penelusuran perubahan aliran sungai menggunakan metode *overlay* peta dari masa ke masa dapat menunjukkan timeline sejarah yang lebih akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap aspek spasial dan waktu terkait dengan perubahan lingkungan dan dampak dari modifikasi bagian hilir Sungai Bengawan Solo yang dilakukan oleh pemerintah kolonial pada akhir abad ke-19.

Beberapa penelitian terkait dengan hilir Sungai Bengawan Solo telah dilakukan, antara lain pertama penelitian yang berkaitan dengan sejarah dan perdagangan telah dilakukan oleh Rahmawati, et al. (2019) dengan artikel berjudul "Sungai Bengawan Solo: Tinjauan Sejarah Maritim dan Perdagangan di Laut Jawa". Kedua, penelitian yang berkaitan dengan geo-arkologi di Bengawan Solo dilakukan oleh Arif and Nugroho (2016). Hasil penelitian ini dipublikasikan dalam artikel berjudul "Geo-Arkeologi Teras Purba Bengawan Solo di sekitar Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur". Ketiga, penelitian mengenai perahu kuno dan perahu besi di Bojonegoro, yang dilakukan oleh Intan (2022). Pada penelitian ini dikatakan bahwa Kabupaten Bojonegoro salah satu bagian hilir Bengawan Solo, yang memiliki peran penting dalam kegiatan perdagangan dan perekonomian masa lalu yang ditandai dengan banyak ditemukan temuan arkeologis seperti perahu, koin, tembikar, dan lain sebagainya. Hasil penelitian ini dipublikasikan dalam artikel

berjudul “Situs Perahu Kuno dan Perahu Besi di Bojonegoro” pada tahun 2022. Keempat, artikel berjudul “Analisis Teknologi Laboratoris Tembikar dari Situs-Situs DAS Bengawan Solo, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur” yang dilakukan oleh Intan (2015). Kelima, laporan hasil kajian berjudul Laporan Penelitian Permukiman Kuna Masa Islam di Daerah Aliran Sungai (Das) Bagian Hilir Bengawan Solo Provinsi Jawa Timur dipublikasikan oleh Pusat Penelitian Arkeologi Nasional (2000). Laporan tersebut membahas mengenai persebaran situs-situs masa Islam di DAS hilir Bengawan Solo namun tidak menyinggung mengenai modifikasi aliran Sungai Bengawan Solo. Berdasarkan penelusuran pustaka tersebut, penelitian mengenai sejarah perubahan aliran hilir Sungai Bengawan Solo belum pernah dilakukan. Modifikasi lanskap pada masa kolonial perlu dikaji lebih mendalam karena dalam perspektif kolonial, suatu lanskap merupakan aspek yang sangat penting dari struktur kekuasaan kolonial. Suatu lanskap dapat dibentuk dan dimodifikasi agar dapat memberikan keuntungan kepada negara kolonial (Brayshay & Cleary, 2002; Dang, 2021) Hal ini dapat dilihat dari upaya modifikasi muara Sungai Bengawan Solo yang dilakukan oleh pemerintah kolonial Hindia Belanda untuk mengurangi dampak sedimentasi pada Selat Madura yang dapat menghambat lalu-lintas pelayaran menuju pelabuhan Surabaya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif-kualitatif atau penelitian yang dilakukan guna mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, dan objek secara terperinci (Sukmadinata, 2017). Penelitian ini menggunakan penalaran induktif, berarti suatu proses logis yang mencakup beberapa premis, semuanya diyakini benar atau hampir selalu benar, digabungkan untuk memperoleh kesimpulan tertentu atau untuk

memberikan bukti kebenaran suatu kesimpulan (Sauce & Matzel, 2017). Data yang dikumpulkan berupa peristiwa sejarah dalam berbagai sumber arsip yang belum berurutan secara kronologis dan historis. Oleh karena itu, kegiatan dalam kajian dimulai dari pengumpulan data dilakukan dengan cara studi pustaka dan observasi.

Kegiatan observasi dilakukan dengan cara survei permukaan untuk mendapat gambaran terkini kondisi kanal, bekas aliran sungai, dan sisa petunjuk fisik perubahan aliran. Survei dilakukan secara langsung guna mengamati data arkeologi berupa *man made feature* baik *constructive* atau *cumulative feature*. Pengamatan ini dilakukan guna mengamati *feature* berupa gundukan tanah sepanjang Sungai Bengawan Solo. Gundukan tersebut akan memanjang mengikuti alur segmen sehingga fokus pengamatan dilakukan pada beberapa titik yang diduga kuat merupakan daerah pengalihan alur sungai.

Kegiatan studi pustaka dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan data berupa peta, arsip, dan hasil-hasil kajian terdahulu terkait Sungai Bengawan Solo. Peta yang dikumpulkan berupa peta geografis area Jawa Timur yang diterbitkan antara tahun 1860–1940an yang diakses dari Katalog *Leiden Digital Collection*. Rentang waktu 1860-1940 merupakan awal mula perencanaan dan pelaksanaan proyek besar modifikasi Bengawan Solo yaitu *solo-valleiwerken* sehingga data peta yang dikumpulkan pada periode tersebut dapat memberi gambaran seputar pola aliran sungai pra-modifikasi dan pasca modifikasi. Arsip yang dikumpulkan berupa berita arsip dari *Surabaya Handelsblad*, *Algemeen Handelsblad*, *De Locomotief*, dan *Bataviasch Handelsblad* yang terbit antara tahun 1860–1890an. Proyek *solo-valleiwerken* merupakan peristiwa besar bagi pemerintah kolonial di Jawa sehingga menjadi sorotan utama bagi media lokal maupun media Belanda. Rentang 1860-1890 merupakan periode

proyek *solo-valleiwerken* sedang dikerjakan sehingga arsip berita yang dikumpulkan fokus pada periode tersebut. Selain itu, penelusuran terhadap arsip-arsip berkaitan dengan Sungai Bengawan Solo yang diterbitkan oleh *Departement van Burgelijke Openbare Werken* (Departemen Pekerjaan Umum Hindia Belanda). Analisis arsip berupa peta dilakukan dengan cara melakukan tumpang susun peta menggunakan perangkat lunak pemetaan berupa QuantumGIS. Perangkat SIG menjadi piranti analisis keruangan yang dapat memberi informasi baru melalui pengolahan gabungan (Yuwono, 2007) Perangkat SIG dapat menjadi *software* untuk membantu mengetahui perubahan lingkungan sebelum dan setelah adanya modifikasi aliran.

Analisis peta dilakukan dengan cara pendekatan spasial sederhana dengan cara melakukan tumpang susun peta menggunakan perangkat lunak pemetaan berupa QuantumGIS. Quantum GIS (QGIS) adalah perangkat lunak open source dengan lisensi dibawah GNU general public License. QGIS merupakan bagian dari proyek *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). Perangkat lunak ini memiliki banyak fitur seperti manajemen, *editing* dan analisis data serta menyusun layout untuk menampilkan peta (QGIS Community, 2024a).

Fitur utama dalam QGIS yang diimplementasikan untuk analisis dalam penelitian ini adalah adalah fitur georeferensi. Fitur georeferensi merupakan suatu cara untuk mendefinisikan hubungan antara elemen spasial dalam dua koordinat sistem (Cascón-Katchadourian & Alberich-Pascual, 2021). Prosesnya disebut sebagai georeferencing atau proses menambahkan referensi pada gambar atau raster yang tidak memiliki sistem koordinat sehingga dapat dihubungkan dengan sistem koordinat yang dituju (Prabandaru, 2022). Peta-peta yang diterbitkan oleh Belanda ada yang memiliki sistem koordinat spesifik namun ada pula

yang belum memiliki sistem koordinat. Beberapa peta yang dikeluarkan pada masa kolonial yang hingga saat ini sering digunakan untuk kajian dan analisis, seperti peta – peta, gambar, dan foto era pemerintahan belanda. Sejak tahun 1870, peta yang dibuat menggunakan *Ellipsoid Bessel 1841* dan datum *genoek* (Wahyono & Nugroho, 2019). Meskipun demikian, masih banyak peta dan gambar yang dihasilkan oleh pemerintah kolonial tanpa memiliki informasi sistem referensi. Pada masa perang dunia ke-2, pemetaan dilakukan seluas 2 juta kilometer di wilayah Indonesia. Pemetaan tersebut dilakukan kerjasama antara *US Army Map Service, the Royal Australian Survey Corps dan the British Directorate of Military Survey* (Ikawati & Setiawati, 2009). Proses *georeferensi* memiliki dua cara yakni memasukan koordinat yang tersedia pada peta, biasanya berada di grid peta atau melakukan *georeferencing* menggunakan fitur *from map canvas*. Fitur ini sangat berguna khususnya untuk peta yang tidak memiliki informasi koordinat namun memiliki ketampakan yang dapat diidentifikasi dan relatif tidak berubah. Ketampakan yang dimaksud seperti jalan, bangunan, dan ketampakan fitur alam lainnya. *Georeferensi* pada peta lama juga memiliki tantangan, terutama faktor pemindahan digital yang dilakukan oleh pemilik peta. Beberapa kasus peta lama yang memiliki koordinat, ketika *georeferensi* masih tetap miring/tidak sesuai. Untuk menghadapi kendala tersebut dilakukan *georeferensi* menggunakan fitur *from map canvas* yang ada di QGIS (QGIS Community, 2024b).

Dua analisis utama yang diimplementasikan dalam kajian adalah analisis spasial dan analisis arsip. Pendekatan analisis spasial dilakukan secara sederhana dengan melakukan tumpang susun dengan mengamati beberapa variabel, yaitu: pola aliran pra-modifikasi, pola aliran pasca modifikasi,

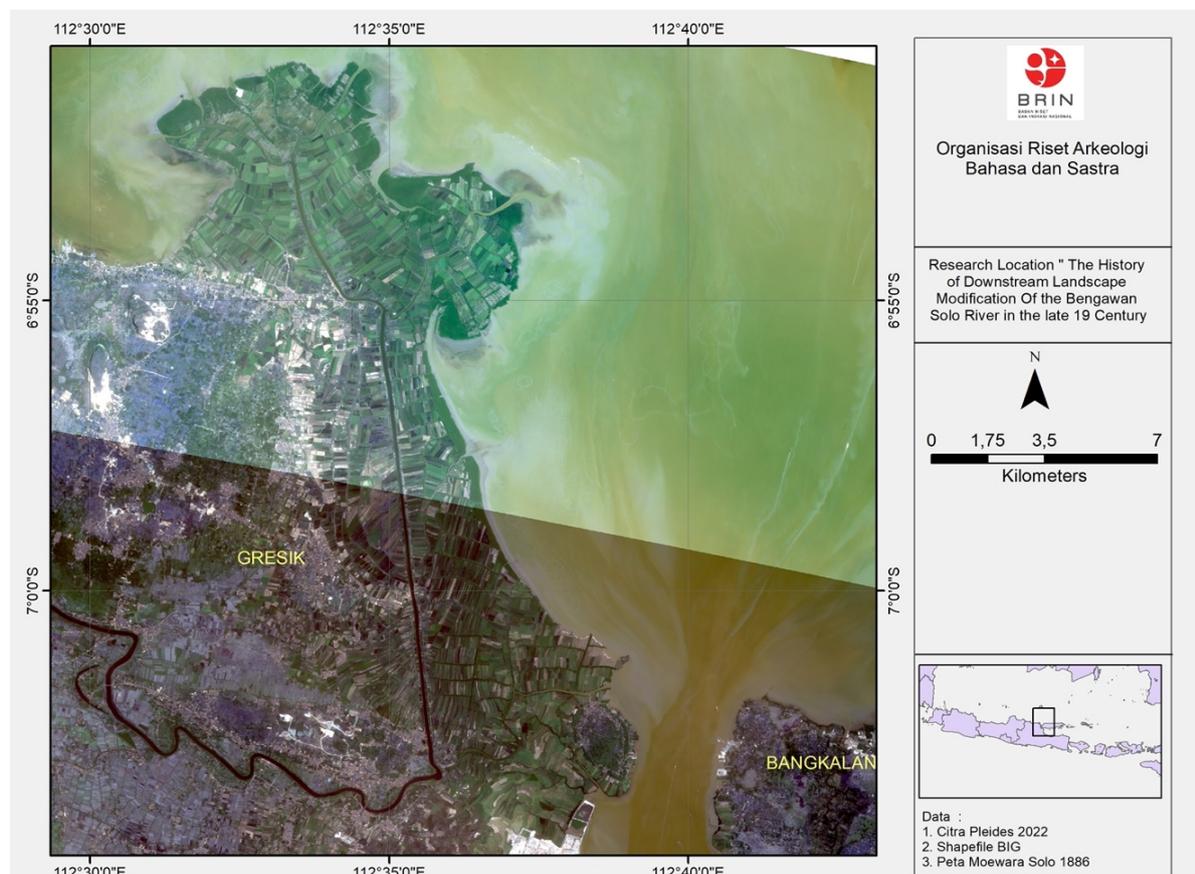
dan perubahan lingkungan dan lahan akibat perpindahan alur sungai. Analisis juga dilakukan dengan melakukan tumpang susun antara peta kolonial dengan peta citra satelit Pleiades. Teknik tumpang susun digunakan untuk mengetahui perubahan bentuk Sungai akibat dari kegiatan pembuatan kanal di Gresik. Analisis pengukuran geometri sungai meliputi pengukuran mencakup panjang dan lebar sungai ketika pembuatan kanal dan kondisi kanal saat ini. Selain itu, tumpang susun digunakan untuk mengukur jarak pertambahan luas daratan yang terjadi di area hilir Sungai Bengawan Solo. Analisis terhadap data arsip dilakukan dengan memperhatikan beberapa variabel, yaitu: apa yang melatar belakangi peristiwa proyek perpindahan alur sungai, siapa saja yang terlibat, dimana lokasi peristiwa, bagaimana proses terjadinya peristiwa, dan

mengapa peristiwa tersebut terjadi. Variabel tersebut digunakan untuk menyusun kronologi, latar belakang, dan dampak lingkungan dari pengalihan arus hilir Sungai Bengawan Solo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Terkini Sungai Bengawan Solo

Sungai Bengawan Solo memiliki daya tarik bagi para periset dari berbagai lintas disiplin ilmu baik bidang arkeologi, sejarah, geologi, geografi, dan lain-lain. Sebagai sungai terpanjang dan terbesar yang mengalir di Pulau Jawa, tentunya sungai ini memiliki fungsi yang vital bagi kehidupan manusia, pertumbuhan kebudayaan, serta sendi-sendi peradaban masyarakat. Sungai Bengawan Solo dengan panjang alur mencapai ±600 Km melewati wilayah-wilayah pusat kabupaten dan kota,



Gambar 1. Peta Bagian Hilir dan Muara Sungai Bengawan Solo
(Sumber: Citra Pleiades 2023)



Gambar 2. (a) Tambak garam mendominasi pemanfaatan lahan di sekitar titik persimpangan kanal dan segmen lama area hilir Sungai Bengawan Solo; (b) Aliran Sungai Kecil di sekitar area tambak di area survei; (c) Bendungan kecil untuk mengatur aliran air di area tambak di sekitar lokasi penelitian; (d) Beberapa segmen sungai kecil dimanfaatkan juga untuk berburu ikan oleh warga setempat
(Sumber: Dokumentasi Dewangga E. Mahardian, 2023)



Gambar 3. Sungai kecil yang mengalir area tambak garam di sekitar wilayah kajian, lokasinya berada tepat di area persimpangan kanal dan segmen lama Sungai Bengawan Solo
(Sumber: Dewangga E. Mahardian, 2023)

memberikan pengaruh langsung terhadap kebijakan penataan kota maupun pengelolaan sumber daya airnya.

Alur Sungai Bengawan Solo pada masa kini dapat diamati mengarah ke utara melewati beberapa daerah yaitu Bungah, Sidayu, Karang Rejo, dan bermuara di Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik. Pada mulanya, alur Sungai Bengawan Solo membentang melewati Kabupaten Tuban dan Kabupaten Lamongan menuju ke arah

timur, tetapi di area Kabupaten Gresik alur sungai tersebut berbelok lurus ke utara tanpa *meander*. Berdasarkan citra satelit Pleiades dan hasil survei di lapangan masih dapat diamati dua hal berkaitan dengan hilir Sungai Bengawan Solo, yaitu alur hilir aktif mengarah ke Ujung Pangkah (kanal) dan alur segmen lama yang mengarah ke timur menuju Selat Madura (Gambar 1).

Titik simpang antara alur sungai lama dengan alur yang saat ini mengalir

berada di Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik tepatnya berada pada koordinat pada koordinat 7°03'09.00" LS dan 112°35'49.00". Pada saat ini, alur sungai bagian hilir mengalirkan air menuju ke arah utara bermuara ke Ujung Pangkah. Alur tersebut yang kemudian diperkirakan sebagai kanal modifikasi. Total panjang kanal mencapai 14,6 km kemudian terbelah menjadi dua ke arah barat sepanjang 10 km dan timur sepanjang 5,7 km. Variasi rentang lebar kanal tersebut cukup beragam mencapai 80-130 meter. Kanal tersebut mengalir membelah tambak garam di sepanjang pesisir timur Kabupaten Gresik menuju ke arah utara menuju Ujung Pangkah. Ujung dari kanal tersebut adalah Muara Sungai Bengawan Solo yang langsung berhadapan langsung dengan Laut Jawa (Gambar 1).

Bekas aliran Sungai Bengawan Solo (segmen lama) serta sisa muaranya masih dapat diamati melalui citra pleiades. Segmen lama tampak mengarah dari Desa Bedanten, Kecamatan Bungah membentuk fitur alam berupa bekas sungai bermeander mengarah ke timur menuju ke arah Selat Madura. Panjang bekas alur sungai yang telah mati tersebut mencapai 10 km dengan lebar maksimal mencapai 100 meter. Bekas alur sungai tersebut tampak mengalir ke timur, di sebelah kanan dan kirinya terdapat tambak garam warga. Muara segmen lama tersebut berada di area Desa Mengare yang berhadapan langsung dengan Selat Madura.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, lokasi percabangan antara kanal dengan segmen lama terdapat bendungan tanah yang menjadi penghambat laju air menuju segmen lama. Bendungan tanah tersebut memiliki elevasi yang lebih tinggi daripada permukaan tanah di sekitarnya sehingga saat ini bentuknya menyerupai gundukan tanah. Lokasinya saat ini berada di tengah-tengah daerah tambak garam dan di sekitar gundukan ditumbuhi berbagai macam pepohonan serta rumput liar. Area lokasi gundukan berada terdapat jalan

setapak dan fasilitas pengairan kecil untuk daerah tambak yang dikelola masyarakat. Selain itu, ditemukan juga pintu air dengan lebar mencapai 15 meter yang digunakan untuk mengatur sirkulasi air di area tambak. Sisa-sisa air tersebut kemudian diperkirakan mengalir hingga area segmen lama sehingga segmen lama masih dialiri air hingga masa kini (Gambar 2 dan 3).

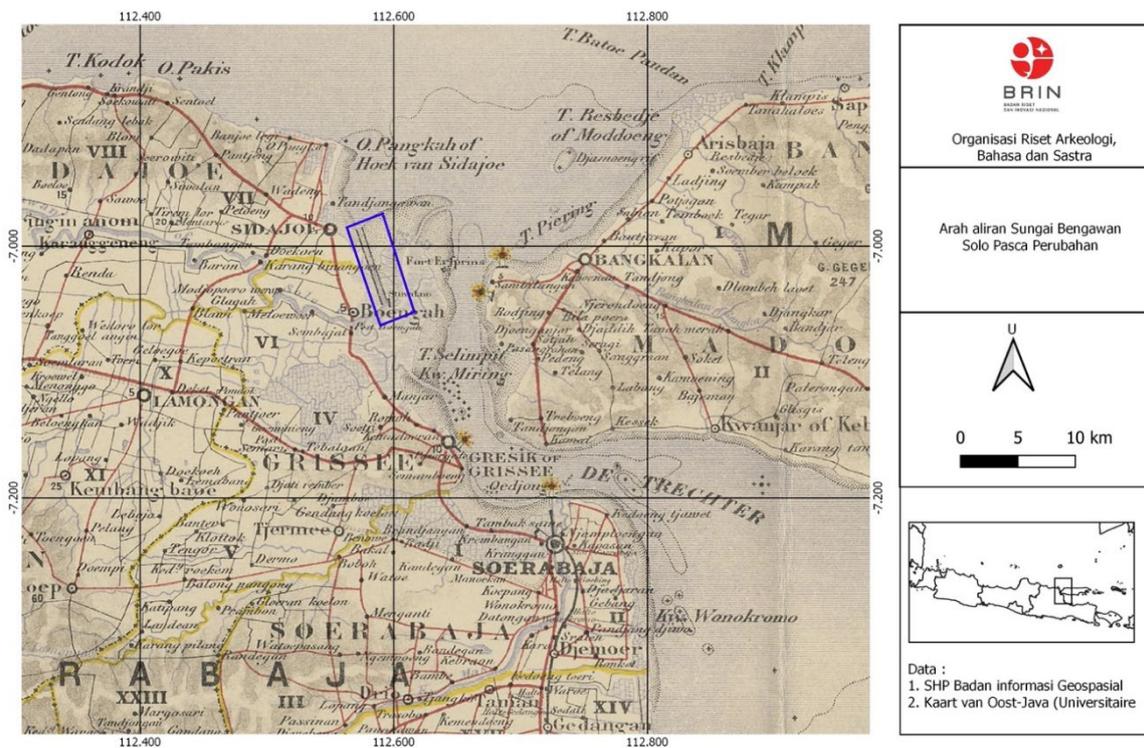
2. Rupa Hilir Bengawan Solo dalam Peta Kuno Pra-Modifikasi

Sungai Bengawan Solo adalah salah satu sungai tertua di Pulau Jawa yang memiliki pola aliran yang khas. Sungai Bengawan Solo mulanya mengalir menuju arah selatan Pulau Jawa melalui Lembah Giribelah–Sadeng hingga bermuara di Teluk Sadeng (Yuwono, 2013). Sebagai akibat dari pergerakan lempeng tektonik pada masa Prasejarah, arah aliran Sungai Bengawan Solo berubah arah menuju area timur Pulau Jawa dan bermuara di wilayah Kabupaten Gresik (Martosuwito et al., 2013). Pada masa Kolonial, Sungai Bengawan Solo dimanfaatkan oleh masyarakat dan pemerintah kolonial sebagai sumber air utama untuk irigasi persawahan (Ravesteijn, 2002). Tingginya sedimentasi pada bagian hilir memaksa pemerintah Kolonial untuk melakukan modifikasi terhadap lanskap dan pola aliran Sungai Bengawan Solo. Wujud modifikasi arah aliran Sungai Bengawan Solo dapat diamati pada bagian hilir Sungai Bengawan Solo.

Bentuk modifikasi arah aliran Sungai Bengawan Solo dapat diamati dari peta-peta dan dari bentuk fisik sungai bagian hilir. Pada umumnya sungai yang tergolong tua seperti Bengawan Solo pada bagian hilir berbentuk *meander* atau berkelok-kelok yang terbentuk secara alami. Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan salah satu segmen aliran Sungai Bengawan Solo dari daerah Bedanten, Kabupaten Gresik, yang lurus ke arah utara melewati bagian timur Sidayu dan



Gambar 4. Penggambaran hilir Sungai Bengawan Solo pada abad ke-17-18 oleh Valentyn (kiri), Raffles (Tengah), dan Junghuhn (kanan) (Sumber: Leiden Digital Collection)



Gambar 5. Peta aliran Sungai Bengawan Solo Pasca Perubahan, Garis biru menunjukkan kanal hasil modifikasi aliran Sungai Bengawan Solo (Sumber: Rijkmuseum 1906)

bermuara di Ujung Pangkah. Bentuk fisiografis aliran sungai lurus menjadi satu segmen memanjang tanpa meander merupakan bentuk anomali aliran sungai yang disebabkan oleh adanya upaya modifikasi aliran yang dilakukan oleh manusia.

Alur asli Sungai Bengawan Solo bagian hilir masih dapat diamati pada beberapa peta topografi kuno yang diterbitkan oleh para peneliti dan

pemerintah kolonial. Beberapa tokoh yang pernah mempublikasikan peta topografi, yaitu François Valentyn (1726) merupakan seorang pendeta sekaligus naturalis yang pernah mempublikasikan peta Pulau Jawa dengan judul “*Nieuwe en zeer naaukeurige kaart van 't Eyland Java Major of Groot Java*” pada tahun 1724-1726. Raffles and Walker (1817) sebagai seorang Gubernur Inggris atas Hindia Belanda, turut berkontribusi pada pembuatan peta Pulau

Jawa berjudul “*A Map of Java: chiefly from surveys made during the British Administration*” yang dimuat dalam bukunya yang berjudul *History of Java*. Kemudian Junghuhn (1855), seorang naturalis dan ahli pemetaan yang mempublikasikan petanya berjudul “*Kaart van het eiland Java*”. Peta topografi dari ketiga tokoh tersebut secara jelas menunjukkan bahwa alur Sungai Bengawan Solo bagian hilir berbentuk *meander* mengalir menuju arah timur serta bagian muaranya menghadap langsung ke Selat Madura (Gambar 4).

Perubahan aliran bagian hilir melalui kanal buatan mulai tampak pada peta yang mulai dipublikasikan oleh pemerintah kolonial sejak tahun 1890an. Salah satu peta yang dibuat oleh pemerintah kolonial dan diterbitkan oleh Topographische Bureau (1906) menggambarkan bahwa keberadaan kanal lurus memanjang ke arah utara menuju utara bermuara di Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik. Peta tersebut memberikan sejumlah bukti bahwa adanya upaya perubahan alur bagian hilir Sungai Bengawan Solo (Gambar 5).

3. Jejak Modifikasi Alur Bengawan Solo pada Peta Kuno dan Citra Satelit.

Perubahan alur bagian hilir Sungai Bengawan Solo dapat diamati dengan cara melakukan *overlay* antara peta kuno yang dicetak sejak tahun 1870an-1900an oleh pemerintah kolonial dengan citra satelit masa kini. Peta yang diproduksi pada tahun tersebut turut menggambarkan kondisi bagian hilir Sungai Bengawan Solo sebelum dan sesudah dibuat kanal. Tampak jelas terdapat perubahan alur pada bagian hilir sungai yang mulanya bermuara di area Selat Madura beralih ke daerah Ujung Pangkah.

Upaya identifikasi perubahan alur dilakukan dengan cara melakukan *overlay* atau tumpang susun peta kuno dengan citra

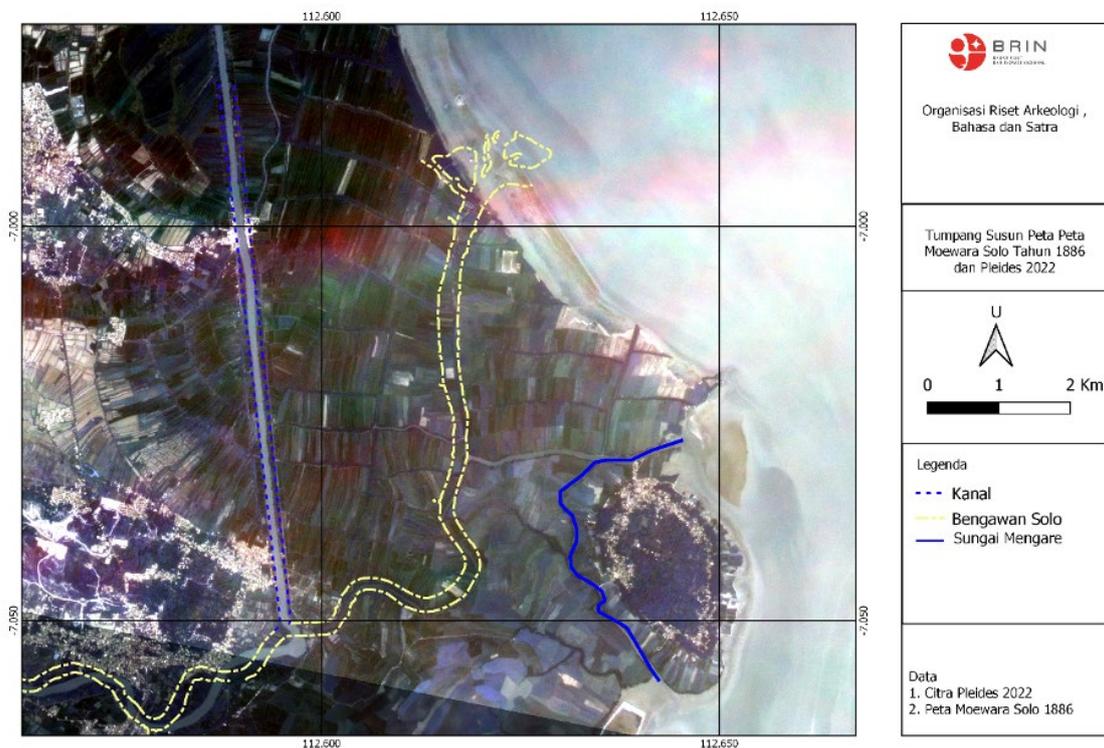
satelit terbaru. *Overlay* atau tumpang susun adalah suatu teknik dalam sistem informasi geografis yang dilakukan dengan cara menggabungkan beberapa grafis peta dengan grafis peta lain yang memiliki titik ikat koordinat yang sama untuk memperoleh suatu informasi yang menyeluruh (Mujabuddawat, 2016). Teknik tumpang susun dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pemetaan yaitu QuantumGIS.

Adapun cara identifikasi dilakukan melalui proses registrasi, digitasi, dan analisis. Proses registrasi dilakukan dengan cara memasukkan koordinat lintang dan bujur dalam peta yang akan dianalisis. Proses ini dilakukan agar setiap peta memiliki titik ikat yang sama sehingga memudahkan untuk proses tumpang susun. Selanjutnya, dilakukan digitasi untuk memberi tanda atau fitur khusus yang akan dianalisis (Yuwono, 2007). Pemberian tanda pada proses ini dikhususkan pada bekas alur sungai lama dan kanal baru yang dibuat oleh pemerintah kolonial. Hasil dari kedua proses tersebut dilakukan analisis untuk mengetahui perubahan bentuk hilir Bengawan Solo termasuk menghitung total luasan yang dibuat.

Proses penelusuran data peta “*Kaart van de Residentie Soerabaja*” yang diterbitkan oleh Topografische dienst (1886) nampak ada usaha pengelolaan Sungai Bengawan Solo. Pengelolaan dilakukan dengan melakukan pembuatan sungai baru atau kanal. Lokasi pembuatan sungai baru berada di koordinat 7°03’09.00” LS dan 112°35’49.00”, titik tersebut berada di Dusun Bedanten. Arah aliran sungai mengarah ke arah utara menuju Dusun Randoe Bata sedangkan muara Sungai Bengawan Solo lainnya ± 9 km ke ke timur laut dari lokasi rekayasa sungai. Dari data peta menunjukkan panjang kanal yang direncanakan sepanjang ±7,650 Km. Dengan rincian ± 3,770 Km bagian kanal merupakan kanal yang diikuti dengan pengerasan dan jalan inspeksi di



Gambar 6. Peta Moewara Solo Tahun 1886 berdasarkan ketetapan pemerintah tanggal 6 Juli 1866, No. 8 pada tahun 1871 hingga 1878 menunjukkan pengelolaan muara bengawan solo. Sungai baru (Garis Biru), Sungai lama (Garis Kuning) (Sumber : Topographische Bureau, 1886).

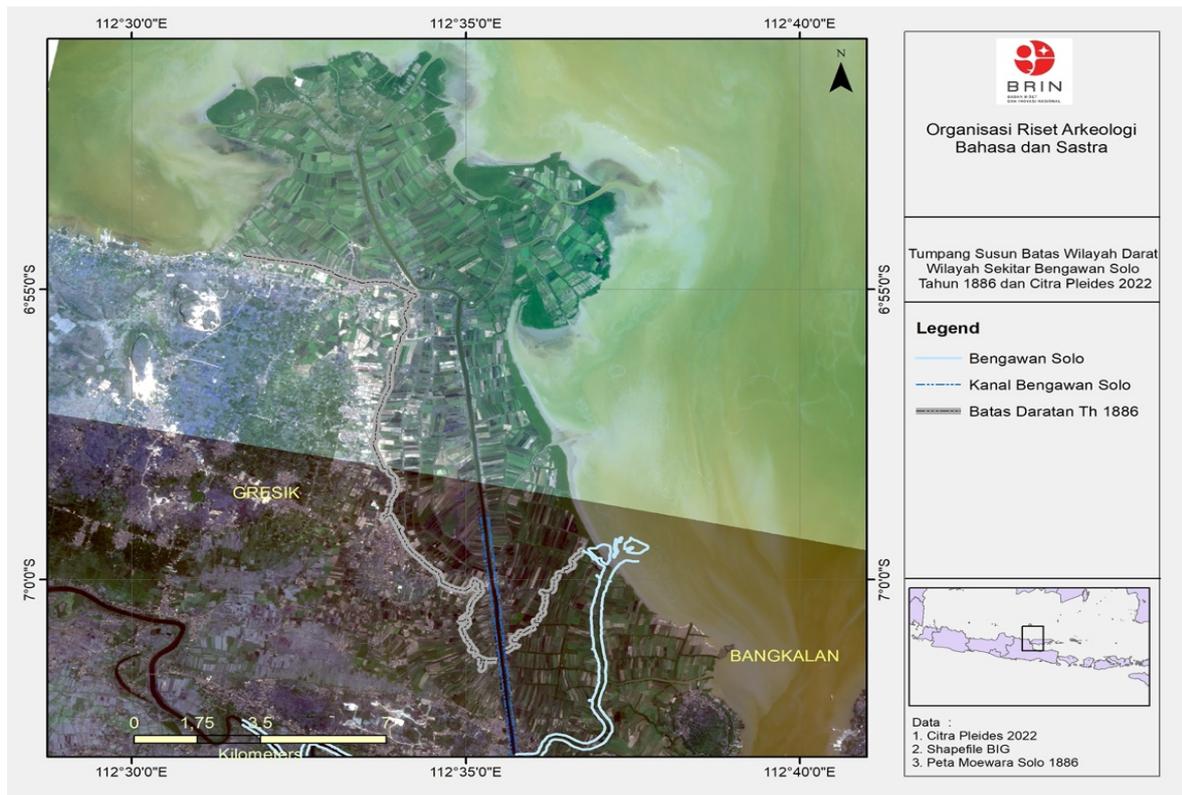


Gambar 7. Garis biru putus-putus kanal hasil modifikasi pada bagian hilir Sungai Bengawan Solo; garis kuning putus-putus adalah segmen lama sungai Bengawan Solo; dan garis biru tebal adalah Sungai Mengare.

(Sumber: Peta Moewara Solo Tahun 1886 dan Pleides 2022)

sisi-sisi sungai. Sedangkan 3,881 km merupakan galian tanpa pengerasan di sisi sungai. Dengan desain dasar galian sepanjang 1,75 m dan area bantaran sungai sepanjang 30 m di setiap sisi. Sungai

Bengawan Solo di area penelitian memiliki lebar ± 200 m. Pada bagian muara Sungai Bengawan Solo terdapat sungai-sungai kecil yang menyebar ke arah hilir sungai



Gambar 8. Tumpang susun batas pantai pada peta 1886 dengan pleiades tahun 2022.
(Sumber: Peta Moewara Solo Tahun 1886 dan Pleiades 2022)

baru. Ada sekitar dua belas anak sungai yang mengalir ke arah hilir sungai baru.

Hasil digitasi pada “*Kaart van de Residentie Soerabaja*” tahun 1886 dilakukan tumpang susun dengan data citra satelit pleiades tahun 2023. Dari pengamatan tersebut menunjukkan area sekitar lokasi penelitian mengalami perubahan. Perubahan tersebut meliputi lebar sungai yang berkurang, pergantian fungsi, dan penambahan aliran baru. Perubahan tersebut berada di koordinat 7°01’38” LS dan 112°37’4.85” BT. Terdapat sungai baru yang mengalir ke timur menuju arah Desa Mangare. Sungai tersebut membentang sejauh ± 3,075 km ke arah muara Desa Mangare dengan lebar ± 100 m. Pada peta “*Kaart van de Residentie Soerabaja*” tahun 1878 Desa Mangare hanya dikelilingi sungai dengan beberapa anak sungai di sekitarnya.

Pada peta “*Kaart van de Residentie Soerabaja*” tahun 1886 dari koordiant

7°01’38” LS dan 112°37’4.85” BT hingga 6°59’45” LS dan 112°37’13.45”, masih berupa aliran Sungai Bengawan Solo yang memiliki lebar ± 200 m, namun saat ini sudah menjadi anak sungai dengan lebar sungai ± 60 m.

Rencana rekayasa Sungai Bengawan Solo dengan membangun kanal atau aliran baru ke sisi utara menunjukkan hasil. Tanpa adanya pembangunan aliran baru tersebut dapat menyebabkan tertutupnya arus lalu lintas laut menuju ke Pelabuhan Surabaya dari arah laut Jawa dan kapal harus terlebih dahulu memutari Pulau Madura. Dari batas pantai tahun 1886 hingga tahun 2022, sedimentasi dari Sungai Bengawan Solo mencapai + 19 km ke arah utara dengan endapan menyamping (barat dan timur) sejauh + 2.5 km, sedangkan jarak antara muara bengawan solo dengan Pulau Madura hanya +13 Km. Dengan kata lain pemerintah kolonial telah memperhitungkan dengan cermat jika

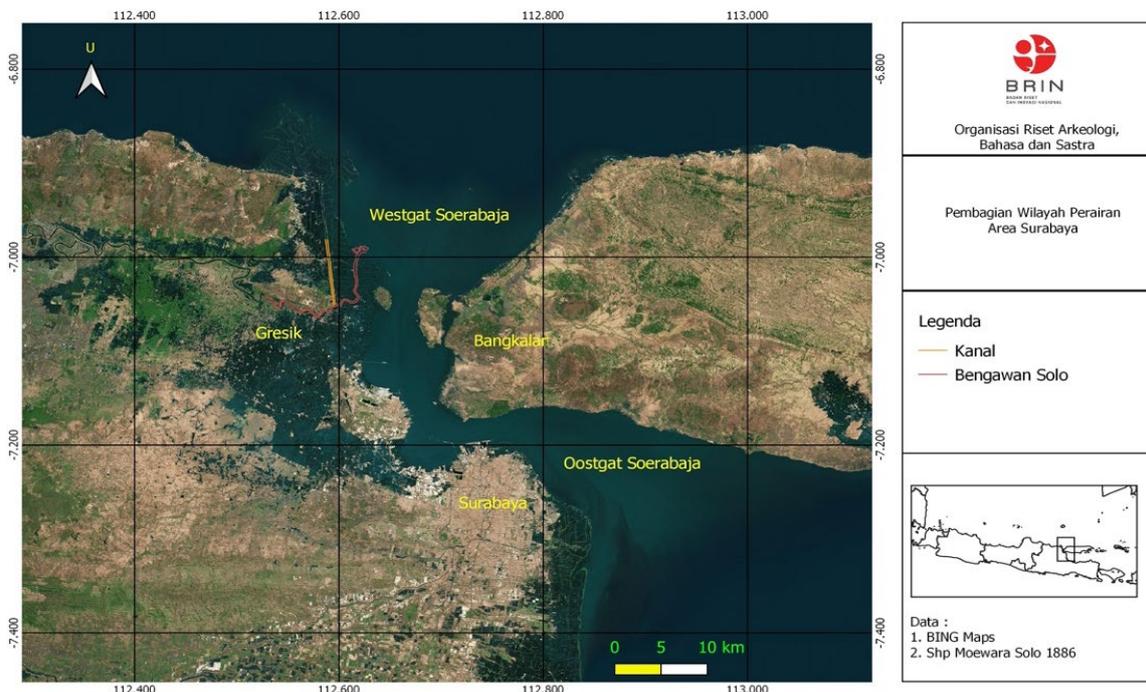
sedimen yang terbawa oleh aliran air Sungai berpotensi besar untuk menutup jalur pelayaran dan membahayakan kapal-kapal yang melintas untuk beberapa dekade ke depan, dan pembuatan sodetan sungai pada bagian hilir Bengawan Solo dianggap sebagai langkah yang tepat dan efisien jika dibandingkan dengan usaha pengerukan sedimen secara berkala. Saat ini hasil sedimentasi tersebut dimanfaatkan menjadi lahan aktif oleh warga sebagai tambak dan produksi garam.

4. Latar Belakang dan Kronologi Perubahan Aliran Hilir Bengawan Solo dalam Catatan Sejarah

Perairan sempit Selat Madura sebelah barat atau yang disebut sebagai *Westgat Soerabaja*, memiliki peran yang cukup penting sebagai pintu masuk kapal-kapal menuju Pelabuhan Surabaya. Pada abad ke-19, perairan *Westgat Soerabaja* dapat dikatakan sebagai perairan dangkal dengan titik terdalam berada kurang dari 60 kaki (18 meter), berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh M.H.

Jansen pada 1847 dan W.F.H. Cramer pada 1864. Selain itu, perairan *Westgat Soerabaja* juga memiliki titik tersempit sejauh 2 km dari titik surut air laut antara Pulau Mengare dan Madura (Cramer & Jansen, 1868; Telders et al., 1900). Pada awal abad ke-19, kapal-kapal dengan sarat air sebesar 21 kaki (6,4 meter) dapat memasuki perairan *Westgat Soerabaja* tanpa terkendala, baik pada saat air pasang maupun surut. Perubahan kemudian terjadi pada 1858, di mana kapal-kapal dengan sarat air sebesar 16 kaki (4,87 meter) dapat memasuki perairan Surabaya hanya pada saat air sedang pasang. Kedalaman air di perairan *Westgat Soerabaja* tercatat telah berkurang 11 kaki (3,35 meter) dalam kurun 1808–1858 (De Locomotief, 1883; Soerabaiasch Handelsblad, 1883).

Ancaman pendangkalan perairan *Westgat Soerabaja* telah menjadi perhatian pemerintah kolonial sejak pertengahan abad ke-19. Pada 1832, isu pendangkalan *Westgat Soerabaja* membuat pemerintah perlu menyediakan kereta sebagai suatu langkah antisipasi apabila kapal perang



Gambar 9. Peta Perairan Selat Madura, Surabaya dan sekitarnya (Sumber: Citra Google Earth 2024)

Bellona yang membawa Pangeran Hendrik menuju Surabaya tidak dapat memasuki perairan *Westgat Soerabaja* (Telders et al., 1900). Masalah pendangkalan tentu saja dapat bertambah buruk ketika air laut surut yang akan semakin menyulitkan kapal-kapal yang melintas. Berita kandasnya sebuah kapal bernama *Industrie* di perairan *Westgat Soerabaja* pada Juli 1874 bahkan sempat dimuat dalam surat kabar di Belanda yaitu *Algemeen Handelsblad* (*Algemeen Handelsblad*, 1874; *Bataviaasch Handelsblad*, 1874). Berita mengenai keterlambatan kedatangan sebuah kapal uap dari Surabaya tujuan Batavia di pelabuhan Semarang, yang disebabkan oleh surutnya air laut di perairan Ujung Pangkah, di mulut *Westgat Soerabaja* (*Bataviaasch Handelsblad*, 1874). Sepanjang tahun 1879, tercatat pelabuhan Surabaya disinggahi oleh 667 kapal uap berbagai ukuran dengan total tonase sebesar 606.000 ton serta 857 kapal layar dengan berbagai ukuran dengan total tonase mencapai 390.000 ton. Beberapa komoditas ekspor unggulan dari Pelabuhan Surabaya pada masa itu di antaranya: kopi, gula, beras, tembakau, kulit hewan, dan minyak nabati (*Soerabaiasch Handelsblad*, 1881). Data tersebut menunjukkan signifikansi peran dari Pelabuhan Surabaya. Hingga saat ini, Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya, masih menjadi pelabuhan tersibuk kedua di Indonesia setelah Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta.

Untuk mengantisipasi pendangkalan di *Westgat Soerabaja*, pemerintah kolonial mengambil langkah dengan menunjuk M.H. Jansen pada tahun 1843 untuk melakukan pengamatan terhadap kondisi perairan di *Westgat Soerabaja*. Pemerintah kolonial kemudian membentuk sebuah komite untuk menangani masalah pendangkalan di perairan *Westgat Soerabaja*, melalui Keputusan Pemerintah tanggal 1 Maret 1844 no. 20. Hasil penyelidikan dari komite tersebut, menemukan bahwa aliran Sungai Bengawan Solo yang bermuara di *Westgat*

Soerabaja membawa endapan lumpur dan material lain, dipandang sebagai penyebab pendangkalan di perairan *Westgat Soerabaja*. Untuk itu, beberapa orang dalam komite tersebut termasuk M.H. Jansen, merekomendasikan, salah satunya agar muara Bengawan Solo dapat dipindahkan ke Laut Jawa. Hasil penyelidikan tersebut disampaikan kepada Komandan Zeni Militer, Mayor Jenderal Jhr. C. van der Wijck pada 27 Juni 1844. Kemudian Mayor Jenderal van der Wijck meneruskan laporan hasil penyelidikan tersebut kepada Gubernur Jenderal Pieter Merkus, untuk selanjutnya dilaporkan kepada Menteri Negeri Jajahan, J.C. Baud (Telders et al., 1900). Namun sayangnya, Pieter Merkus mangkat pada 2 Agustus 1844, dan kemudian digantikan oleh Jan Cornelis Reijnst.

Rencana proyek tersebut baru kembali dilanjutkan pada masa Gubernur Jenderal Jan Jacob Rochussen, dengan kembali dibentuk komite penyelidikan untuk meneliti pasang surut air laut di Selat Madura selama satu tahun dari tahun 1846 hingga 1847. Komisi ini merekomendasikan untuk mengalihkan muara Bengawan Solo ke Kali Miring. Namun usulan ini ditolak oleh pemerintah pusat di Batavia. Pada tahun 1855, rencana lebih lanjut untuk menanggulangi pendangkalan di *Westgat Soerabaja* diserahkan kepada Komite Insinyur Hidrografi di Belanda, yang mengeluarkan laporan tertanggal 11 Juni 1855 yang ditujukan kepada Direktur Departemen Pekerjaan Umum (B.O.W.) untuk membuat usulan bersama-sama dengan petinggi Angkatan Laut dan petinggi Angkatan Darat terkait pembentukan komite baru serta pengamatan terhadap perubahan ketinggian permukaan air di *Westgat Soerabaja*. Usulan akhir diajukan dalam laporan bersama tanggal 26 Juni 1858 No. 1785, yang diatur dengan Keputusan Pemerintah tanggal 31 Agustus 1858 No. 60, yang berisi penundaan pembentukan

ditaksir memakan waktu sepuluh sampai dua belas tahun (Telders et al., 1900).

Tingginya biaya dan lamanya durasi pengerjaan kanal Waringin Anom ke Sidayu-lawas, membuat pemerintah kembali mempertimbangkan untuk mencari alternatif pembangunan kanal dengan jarak yang lebih dekat. Pembuatan kanal ke arah Ujung Pangkah kemudian dipertimbangkan. Wacana pengalihan muara Bengawan Solo akhirnya menemukan langkah konkrit setelah Departemen Pekerjaan Umum (B.O.W.) dengan Angkatan Laut menyerahkan laporan dan merekomendasikan rencana pembuatan kanal ke Ujung Pangkah ke pemerintah pusat pada tanggal 18 Februari 1881. Selanjutnya, pemerintah menunjuk M.H. Jansen dan J.A.A. Waldorp untuk memimpin proyek pembuatan kanal tersebut. Jansen dan Waldorp memperkirakan pembangunan kanal ke Ujung Pangkah akan memakan biaya sebesar f 2.000.000, termasuk biaya pembangunan bendungan untuk menutup aliran sungai ke arah muara Bengawan Solo yang lama. Setelah melalui berbagai pembahasan, Parlemen akhirnya mengesahkan anggaran sebesar f 1.000.000 untuk “pekerjaan relokasi muara Sungai Solo, dalam rangka pelestarian jalur pelayaran di pintu masuk utara Selat Madura (*Westgat Soerabaja*)” dalam anggaran Hindia Belanda tahun 1882 (Bataviaasch Handelsblad, 1881; De Locomotief, 1881a, 1881b).

Pekerjaan pembuatan kanal Bengawan Solo ke arah Ujung Pangkah sendiri dimulai pada Maret 1882 dan selesai pada Juli 1884, sementara pembuatan bendungan untuk menutup aliran lama Bengawan Solo sendiri baru dikerjakan pada April 1884 dan selesai pada Desember 1885. Pembangunan pintu air juga dilakukan di percabangan antara Bengawan Solo dan Kali Miring, untuk mengurangi kemungkinan terbawanya sedimen menuju Selat Madura. Pembangunan pintu air Kali

Miring selesai pada November 1888 (Landsdrukkerij, 1891; Telders et al., 1900).

Beberapa tahun setelah pemindahan muara Bengawan Solo ke Ujung Pangkah, wacana pembuatan kanal dari Waringin Anom ke Sidayu-lawas muncul kembali ke permukaan. Muara Bengawan Solo di Ujung Pangkah dianggap terlalu dekat dengan Selat Madura dan dianggap dapat menimbulkan masalah yang sama di masa yang akan datang, sehingga dipertimbangkan kembali untuk membangun kanal dari Waringin Anom ke Sidayu-lawas (De Locomotief, 1892; Telders et al., 1900). Memasuki abad ke-20, pemerintah kolonial merancang sebuah proyek besar untuk membuat rekayasa lalu lintas air di sepanjang aliran Sungai Bengawan Solo dalam rangka memaksimalkan produksi pertanian dengan membuat kanal-kanal irigasi serta untuk mengantisipasi luapan air Bengawan Solo pada musim penghujan, yang kemudian dikenal sebagai mega proyek *solo-valleiwerven*.

PENUTUP

Deforestasi dan kerusakan lingkungan di Pulau Jawa pada abad ke-19 menyebabkan terjadinya bencana banjir di Sungai Bengawan Solo yang turut mempengaruhi dinamika perekonomian, perdagangan, dan transportasi sungai. Pemerintah Kolonial menaruh perhatian besar dengan mengesahkan proyek besar *solo-valleiwerven* dengan tujuan utama untuk menciptakan sistem pengendalian banjir dan manajemen irigasi persawahan. Proyek dilakukan dengan menciptakan bendungan dan modifikasi lahan di sepanjang aliran Bengawan Solo. Salah satu bagian dari proyek tersebut adalah pemindahan muara Sungai Bengawan Solo.

Perubahan arah aliran Sungai Bengawan Solo disebabkan oleh pendangkalan bagian muara sungai akibat sedimentasi. Pendangkalan tersebut sejak

tahun 1844 telah mengancam jalur lalu lintas perdagangan dan kapal yang akan menuju Pelabuhan Surabaya melalui Selat Madura. Pemerintah Kolonial, berdasarkan penyelidikan dari Angkatan Laut mengenai sedimentasi di perairan *Westgat Soerabaja*, membuat terobosan untuk mengurangi dampak sedimentasi dengan merealisasikan pemindahan muara Sungai Bengawan Solo. Pemerintah kolonial mulanya berencana untuk membuat membuat kanal memotong Bengawan Solo di Waringin Anon dan bermuara di Sidayu-lawas, tetapi proyek dibatalkan karena memerlukan anggaran yang cukup besar dengan jangka pelaksanaan mencapai sepuluh tahun. Pemerintah Kolonial akhirnya membuat solusi dengan meresmikan pembuatan kanal Ujung Pangkah untuk menanggulangi masalah sedimentasi. Proyek tersebut diresmikan ditandai dengan penganggaran proyek dalam anggaran pemerintah Kolonial tahun 1882.

Perubahan aliran Sungai Bengawan Solo tampak dapat diamati dari peta yang diterbitkan oleh Pemerintah Kolonial. Alur Sungai Bengawan Solo era 1800an berbentuk meander dan mengarah ke timur menuju Selat Madura namun pada era 1900an hilir Sungai Bengawan Solo berbentuk lurus mengarah ke utara menuju ke Ujung Pangkah, menghadap Laut Jawa. Perubahan arah aliran dan sedimentasi pasca perubahan muara berdampak pada kondisi lingkungan pada masa kini. Berdasarkan hasil tumpang susun antara peta tahun 1886 dengan citra Pleiades tahun 2023, tampak adanya penambahan daratan sepanjang 19 km menuju utara dari ujung kanal dengan lebar barat-timur sebesar 2,5 km. Penambahan lahan dari proses sedimentasi tersebut kini dimanfaatkan menjadi area tambak garam oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Algemeen Handelsblad. (1874, September 16). Handelsberichten. *Algemeen Handelsblad No.13559, Woensdag 16 September 1874*, 1–6.
- Arif, J., & Nugroho, H. (2016). Geo-Arkeologi Teras Purba Bengawan Solo di Sekitar Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. *Purbawidya: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Arkeologi*, 4(2), 71–82. <https://purbawidya.kemdikbud.go.id/index.php/jurnal/article/view/P4%282%292015-1>
- Bataviaasch Handelsblad. (1874, December 7). Telegram van Reuter. *Bataviaasch Handelsblad, No.287, Maandag 7 December 1874*, 1–4.
- Bataviaasch Handelsblad. (1881, September 31). De Indische Begroting voor 1882. *Bataviaasch Handelsblad, No.255, Maandag 31 Oktober 1881*.
- Boomgaard, P. (1992). Forest Management and Exploitation in Colonial Java, 1677–1897. *Forest and Conservation History*, 36(1), 4–14. <https://doi.org/10.2307/3983978>
- Boomgaard, P. (1993). The Development of Colonial Health Care in Java; An Exploratory Introduction. *Bijdragen Tot de Taal-, Land- En Volkenkunde*, 149(1), 77–93. <http://www-jstor-org.ezproxy.ugm.ac.id/stable/27864426>
- Brayshay, M., & Cleary, M. (2002). Shaping colonial and imperial landscapes. *Landscape Research*, 27(1), 5–10. <https://doi.org/10.1080/01426390220110720>
- Cascón-Katchadourian, J., & Alberich-Pascual, J. (2021). The Georeferencing of Old Cartography in Geographic Information Systems (GIS): Review, Analysis and Comparative Study of Georeferencing Software. *Revista General de Información y Documentación*, 31(1), 437–460. <https://doi.org/10.5209/rgid.76965>
- Charlton, R. (2008). *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. Routledge.

- Cramer, W. F. H., & Jansen, M. H. (1868). *Vaarwaters van Soerabaja*. Hydrographisch Bureau.
- Dang, T. K. (2021). Decolonizing landscape. *Landscape Research*, 46(7), 1004–1016. <https://doi.org/10.1080/01426397.2021.1935820>
- De Locomotief. (1881a, June 28). Telegrammen. *De Locomotief*, No. 148, Dinsdag 28 Juni 1881, 1–4.
- De Locomotief. (1881b, November 7). Staten Generaal. *De Locomotief*, No. 261, Maandag 7 November 1881, 1–6.
- De Locomotief. (1883, June 30). Verspreide Indische Berichten. *De Locomotief* No.151, Zaterdag 30 Juni 1883, 1–4.
- De Locomotief. (1892, December 1). De Plannen tot Bevloeing en Afwatering der Solo-Vallei. *De Locomotief*, No. 280, Donderdag 1 December 1892, 1–6.
- Fauzi, A. N. (2015). Study Komparatif Peran Bengawan Solo dan Sungai Brantas dalam Perkembangan Ekonomi Abad Ke-10 M-15 M di Jawa Timur. *Avatara*, 3(3), 274–285.
- Ganjar Budiman, H. (2021). Jejak Manajemen Air di Masa Hindia-Belanda; Identifikasi Saluran Air di kawasan Stasiun Bogor. *Panalungtik*, 4(2), 97–114. <https://doi.org/10.24164/pnk.v4i2.67>
- Harriyadi, Jauharatna, K., Nugroho, D., Bismoko, D. S., Syofiadisna, P., & Mahardian, D. E. (2023). Latar Belakang Sejarah dan Pertimbangan Lokasi Permukiman Candi Baru di Semarang. *Amerta*, 41(1), 1–16. <https://doi.org/10.55981/amt.2023.658>
- Ikawati, Y., & Setiawati, D. R. (2009). *Survei dan Pemetaan Nusantara*. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nusantara dan Masyarakat Penulis Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Intan, M. F. (2015). Analisis Teknologi Laboratoris Tembikar dari Situs-Situs Das Bengawan Solo, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur. *Kalpataru*, 24(1), 47. <https://doi.org/10.24832/kpt.v24i1.62>
- Intan, M. F. (2022). Situs Perahu Kuno dan Perahu Besi di Bojonegoro. *Prabayaksa: Journal of History Education*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.20527/pby.v2i1.4800>
- Junghuhn, F. W. (1855). *Kaart van het eiland Java*. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kaart_van_het_eiland_Java_-_Geologische_Ausgabe.jpg.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). *Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Bengawan Solo*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kurniawan, E., & Suharini, E. (2021). Flood Disaster in Semarang City from Colonial to Reformasi: A Review of its Management. *Paramita: Historical Studies Journal*, 31(2). <https://doi.org/10.15294/paramita.v31i2.22879>
- Landsdrukkerij. (1891). *Regeringsalmanak voor Nederlandsch-Indië 1891*. Landsdrukkerij.
- Martosuwito, S., Samodra, H., & Sidarto. (2013). Hubungan Lembah Sadeng, Cekungan Baturetno, dan Teras Bengawan Solo, Jawa Bagian Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 23(3), 155–165.
- Moechtar, R. A. T. (2021). Dinamika Proses Pengendapan Sedimen Holosen di Hilir Sungai Bengawan Solo serta Wilayah Pasang Surut di Gresik dan Sekitarnya, Jawa Timur. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 22(1), 9. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v22i1.553>
- Mujabuddawat, M. Al. (2016). Perangkat Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Penelitian dan Penyajian Informasi Arkeologi. *Kapata Arkeologi*, 12(1), 29. <https://doi.org/10.24832/kapata.v12i1.319>

- Nawiyanto. (2014). Gerakan Lingkungan di Jawa Masa Kolonial. *Paramita Historical Studies Journal*, 24(1), 31–46.
- Nur Utomo, I. (2021). Banjir di Pemalang Masa Kolonial Abad Ke-20. *Prosiding Balai Arkeologi Jawa Barat*, 49–58. <https://doi.org/10.24164/prosiding.v4i1.5>
- Peluso, N. L. (1991). The History of State Forest Management in Colonial Java. *Forest and Conservation History*, 35(2), 65–75. <https://doi.org/10.2307/3983940>
- Prabandaru, M. (2022). Proses Georeferencing Citra Sentinel-2 dengan Menggunakan Software ArcGIS. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 2(1), 12. <https://doi.org/10.31315/imagi.v2i1.7481>
- Prihatmoko, H. (2014). Transportasi Air dalam Perdagangan Pada Masa Jawa Kuno di Jawa Timur. *Forum Arkeologi*, Vol.27, No, 155--174.
- Pusat Penelitian Arkeologi Nasional. (2000). *Laporan Penelitian Permukiman Kuna Masa Islam di Daerah Aliran Sungai (Das) Bagian Hilir Bengawan Solo Provinsi Jawa Timur*
- QGIS Community. (2024a, March 25). *QGIS - The Leading Open Source Desktop GIS*. <https://Qgis.Org/En/Site/about/Index.Html>.
- QGIS Community. (2024b, March 25). *QGIS User Guide: Using the Map Canvas*. https://Docs.Qgis.Org/3.34/En/Docs/Pyqgis_developer_cookbook/Canvas.Html.
- Raffles, T. S., & Walker, J. (1817). *A Map of Java: chiefly from surveys made during the British Administration*. <http://hdl.handle.net/1887.1/Item:813625>.
- Rahmawati, M., Riyadi, M. I., & Rizaldy, R. J. (2019). Sungai Bengawan Solo: Tinjauan Sejarah Maritim dan Perdagangan di Laut Jawa. *Candrasengkala: Jurnal Pendidikan Dan Sejarah*, 5(2), 24–39.
- Ravesteijn, W. (2002). Dutch engineering overseas: The Creation of a modern irrigation system in Colonial Java. *Knowledge, Technology & Policy*, 14(4), 126–144. <https://doi.org/10.1007/s12130-002-1019-8>
- Ravesteijn, W. (2005). Water Control and The Colonial State: The Case of Dutch Irrigation Engineering In The Indonesian Island Of Java, 1832—1942. *Icon*, 11, 197–211. <http://www.jstor.org/stable/23787028>
- Sauce, B., & Matzel, L. D. (2017). Inductive Reasoning. In *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior* (pp. 1–8). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6_1045-1
- Savitri, M. (2015). Peran Magis-Religius Bengawan Solo dalam Pendirian Kota Surakarta Abad Ke-18. *Kalpataru*, 24(1), 37. <https://doi.org/10.24832/kpt.v24i1.59>
- Smiet, A. C. (1990). Forest Ecology on Java: Conversion and Usage In A Historical Perspective. *Journal of Tropical Forest Science*, 2(4), 286–302. <http://www.jstor-org.ezproxy.ugm.ac.id/stable/43594348>
- Soerabaiasch Handelsblad. (1881, December 22). Het Westgat van Soerabaia. *Soerabaiasch Handelsblad*, No. 296, Donderdag 22 December 1881, 1–4.
- Soerabaiasch Handelsblad. (1883, June 26). Het Wester-vaarwater. *Soerabaiasch Handelsblad*, No.146, Dinsdag 26 Juni 1883, 1–4.
- Sukmadinata, N. S. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan*. Remaja Rosdakarya.
- Tanoyo, B., & Sari, N. A. (2022). Banjir Banyumas Dalam Arsip Memorie Van Overgave. *Cived*, 9(2), 213. <https://doi.org/10.24036/cived.v9i2.116448>
- Tantri, E. (2017). (Politic) Dutch Flood Control in Surabaya 1906-1942. *Patrawidya*, 18(2), 155–172.
- Telders, J. M., Leemans, W. F., Kraus, J., & De Meijier, J. E. (1900). *Verslag van de Commissie van Advies nopens de werken in de Solo-vallei, door den Heer MINISTER VAN KOLONIËN benoemd bij beschikking van 23 December 1898, Litt. A3., no. 37*.

- Topografische dienst. (1886). Topographische kaart der residentie Soerabaja. In *Koninklijk Instituut voor de Tropen (KIT)*. Topographische inrichting.
- Topographische Bureau. (1886). Kaart van de Residentie Soerabaja. opgenomen ingevolge Gouvernements Besluit dd. 6 juli 1866, No. 8 in de jaren 1871-1878. In *Universitaire Bibliotheken Leiden*. Topographisch Bureau.
- Topographische Bureau. (1906). Kaart van Oost-Java: Kaart van Oost-Java met legenda en inzetkaarten van het gebied rondom Soerabaja, de Kangean Eilanden en het eiland Bawean. Genummerd linksboven: 5. Met gradenverdeling langs de randen. In <http://hdl.handle.net/10934/RM0001.COLLECT.316005>. Topographische inrichting.
- Valentyn, F., Braam, J. van, & Linden, G. onder de. (1726). *Nieuwe en zeer naaukeurige kaart van t Eyland Java Major of Groot Java*. [Http://Hdl.Handle.Net/1887.1/Item:2014043](http://hdl.handle.net/1887.1/Item:2014043).
- van Oosterhout, D. (2008). From Colonial to Postcolonial Irrigation Technology: Technological Romanticism and the Revival of Colonial Water Tanks in Java, Indonesia. *Technology and Culture*, 49(3), 701–726. <http://www-jstor-org.ezproxy.ugm.ac.id/stable/40061433>
- van Valkenberg, S. (1925). Java: The Economic Geography of a Tropical Island. *Geographical Review*, 15(4), 563. <https://doi.org/10.2307/208624>
- Wahyono, E. B., & Nugroho, T. (2019). *Kerangka Dasar Pemetaan* (Cetakan Keempat). Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.
- Warto, W. (2017). Hutan Jati Berkalung Besi: Pengangkutan Kayu Jati di Jawa Pada Akhir Abad Ke-19 dan Awal Abad Ke-20. *Sasdaya: Gadjah Mada Journal of Humanities*, 1(2), 184. <https://doi.org/10.22146/sasdayajournal.27781>
- Wati, S. (2020). Pembangunan Kanal dan Pertumbuhan Sosial-Ekonomi Dd Batavia Tahun 1918-1933. *Walasuji: Jurnal Sejarah Dan Budaya*, 11(1), 129–140. <https://doi.org/10.36869/wjsb.v11i1.65>
- White, B. (1973). Demand for Labor and Population Growth in Colonial Java. *Human Ecology*, 1(3), 217–236. <http://www-jstor-org.ezproxy.ugm.ac.id/stable/4602259>
- Yuwono, J. S. E. (2007). Kontribusi Sistem Informasi Geografis dalam Berbagai Skala Kajian Arkeologi Lansekap. *Berkala Arkeologi, Vol. Th XX*, 107136.
- Yuwono, J. S. E. (2013). *Karakter Geoarkeologis dan Proses Budaya Prasejarah Zona Poros Ponjong-Rongkop di Blok Tengah Gunungsewu*. Universitas Gadjah Mada.

Halaman ini sengaja dikosongkan