

HUBUNGAN LEMBAH SADENG, CEKUNGAN BATURETNO DAN
TERAS BENGAWAN SOLO, JAWA BAGIAN TENGAH

*RELATIONSHIP BETWEEN THE SADENG VALLEY, BATURETNO BASIN AND BENGAWAN
SOLO TERRACES, CENTRAL PART OF JAWA*

Oleh :

Surono Martosuwito, Hanang Samodra, dan Sidarto

Badan Geologi, KESDM
drsurono@yahoo.com

Abstrak

Lembah (Sungai Purba) Sadeng berhulu di sekitar Giriwoyo, Wonogiri dan bermuara di pantai selatan Samudra Hindia. Cekungan Baturetno membentang luas di selatan Wonogiri. Pada waktu terjadi erupsi G. Lawu Tua terjadilah penyumbatan aliran B. Solo ini oleh endapan gunungapi di utara Kota Wonogiri dan terjadilah genangan pada Cekungan Baturetno. Suatu waktu, sumbatan material gunungapi itu berhasil dibobol oleh aliran Bengawan Solo, sehingga terjadilah banjir besar yang menggenangi sebagian besar lembah B. Solo. Akibatnya, berbagai jenis flora dan fauna yang berkembang di lembah B. Solo mati. Pada banjir berikutnya bangkai berbagai jenis binatang dan manusia purba, ikut terbawa ke hilir dan diendapkan di Teras B. Solo. Kejadian ini berulang-ulang. Fosil binatang dan manusia purba kemungkinan lebih banyak dalam teras yang berumur lebih tua dari pada yang lebih muda.

Kata kunci: Lembah Sadeng, Cekungan Baturetno, Teras Bengawan Solo, hubungan

Abstract

Sadeng valley or ancient river of Sadeng had head water at surrounding Giriwoyo, Wonogiri. Baturetno basin spread out widely at the south of Wonogiri. When the Old Lawu Mountain erupted, the volcanic products flowed and blocked the Solo River caused big flooding that covered the Baturetno basin. At any time the river might cut the volcanic block, big flooding happed in the valley of the Solo River. As the result, floras and faunas which lived in the valley were got dead. In the next flooding their skeleton were transported and deposited at the Solo terrace. Such things were happened many times. Animal fossils and homonids could possibly much more abundance in the older terraces rather than in the younger one.

Key words: Sadeng Valley, Baturetno Basin, Bengawan Solo Terraces, relationship

Pendahuluan

Morfologi kars Pegunungan Selatan membentang luas di bagian tengah selatan Pulau Jawa, mulai dari Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sampai Kabupaten Pacitan, Propinsi Jawa Timur. Ciri utama kars ini adalah banyaknya pebukitan kecil dan gua bawah tanah. Bukit-bukit kecil umumnya berbentuk bulat dengan puncak tumpul. Bagian bawah bergaris tengah mulai beberapa puluh meter sampai ratusan meter, namun sebagian besar kurang dari seratus meter. Tinggi bukit-bukit itu berkisar 15 m sampai 100 m. Populasi bukit semakin banyak ke arah timur, sehingga disebut Gunung Sewu (Gunung Seribu). Hal ini disebabkan di bagian timur batuanannya didominasi

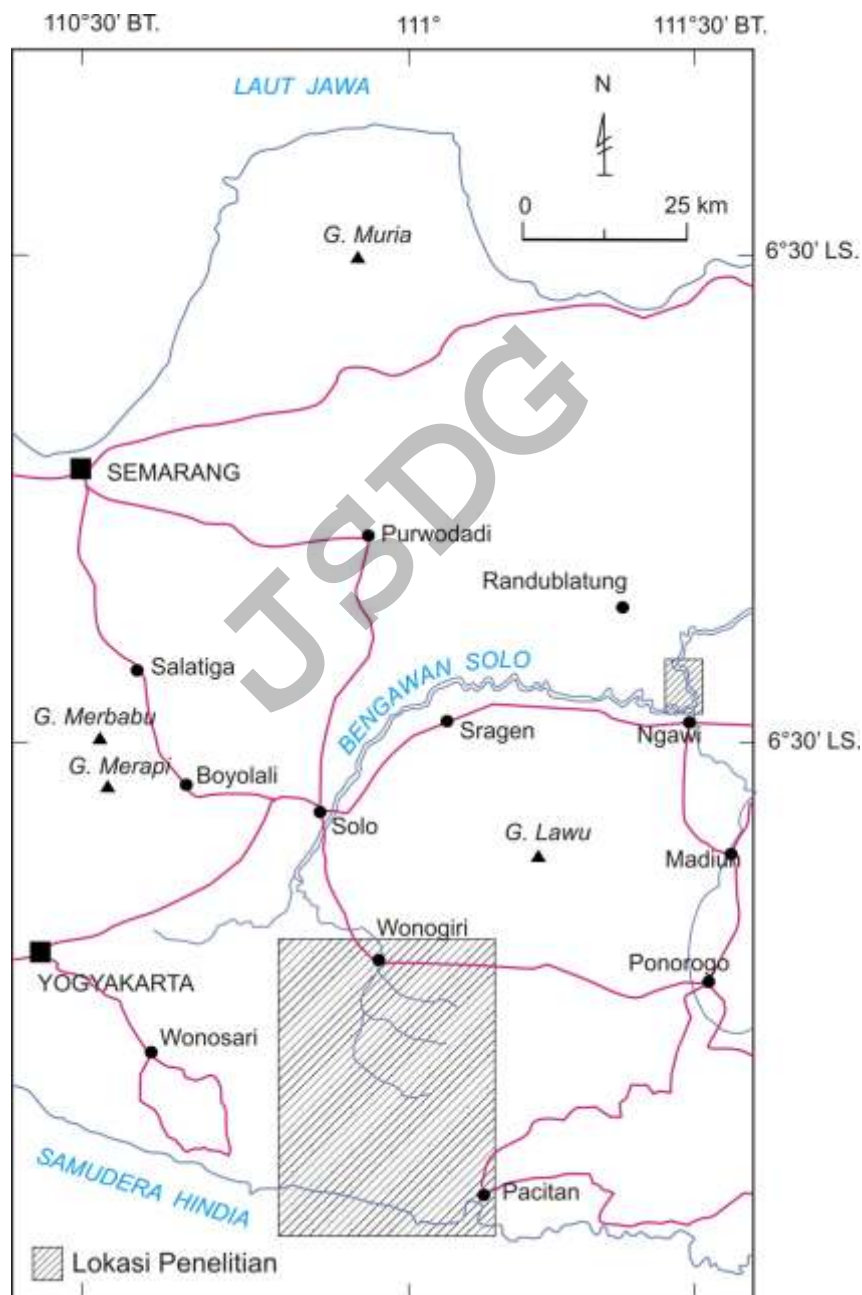
oleh terumbu koral, sebaliknya ke arah barat terumbu koral semakin sedikit dan digantikan oleh batugamping berlapis. Bagian timur kawasan kars ini termasuk Formasi Punung (Sartono, 1964), sedangkan bagian baratnya merupakan bagian dari Formasi Wonosari (Bemmelen, 1949). Dalam peta geologi Lembar Surakarta, Surono dr. (1992) menyatukan kedua formasi itu dan menamainya sebagai Formasi Wonosari-Punung.

Di dalam kawasan kars Pegunungan Selatan itu dijumpai dua fenomena alam: Lembah Sadeng dan Cekungan Baturetno. Sungai Bengawan Solo, yang lebih dikenal dengan sebutan Bengawan (B.) Solo, yang merupakan sungai terpanjang di di Pulau Jawa, berhulu juga di ujung timur kawasan kars itu, kemudian mengalir membelah dataran luas yang dikenal dengan nama Dataran Baturetno. Alur sungai

ini mengarah ke utara, yang kemudian membelok ke timur di utara Surakarta (Gambar 1). Setelah membelok ke timur dan kemudian ke utara kembali itulah sungai ini membentuk teras yang amat terkenal karena ditemukan fosil manusia purba dan berbagai fosil vertebrata lainnya.

Semula Surono (2005) menduga bahwa Lembah Sadeng merupakan cikal bakal Bengawan Solo sekarang. Ia menduga, pada awalnya Bengawan Solo mengalir ke selatan (Samudra Hindia), tetapi karena adanya pengangkatan pada Gunung Sewu sehingga

alirannya berubah ke arah utara. Dugaan ini kemudian dibantah oleh Samodra (2007) yang berpendapat bahwa Lembah Sadeng dan Bengawan Solo mempunyai sistem yang berbeda. Pendapat itu didasarkan atas penelitian tektonik disekitar Lembah Sadeng. Menurutnya Lembah Sadeng memang dari semula mengalir ke selatan. Aliran ini kemudian mengering, disebabkan adanya pengangkatan Gunung Sewu. Hal itu diperkuat dengan terdapatnya lembah kering di barat dan timurnya Lembah Sadeng.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian. Kotak besar di bagian selatan terdapat Cekungan Baturetno dan Lembah Sadeng, sedangkan kotak kecil di bagian utara lokasi teras B. Solo.

Maksud penelitian adalah memberikan perian Lembah Sadeng, Cekungan Baturetno dan Teras Bengawan Solo. Tujuannya adalah sejauh mungkin mencari hubungan ketiga fenomena alam tersebut. Metoda penelitian dengan me-review publikasi terdahulu, terutama oleh Sidarto dan Morwood (2005), Suroño (2005) dan Samodra (2007) di Pegunungan Selatan dan teras B. Solo. Pengamatan citra inderaan jauh *Landsat* dan *Terrasar* dilakukan untuk mendukung dalam penelitian ini. Makalah ini merupakan pengembangan dari abstrak yang telah dipresentasikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Ahli Geologi (IAGI) Tahun 2012 di Yogyakarta.

Tataan Geologi

Sebagian daerah penelitian merupakan bagian dari peta geologi Lembar Surakarta (Suroño dr., 1992; Gambar 2), yang batuan penyusunnya berumur Tersier. Batuan tertua adalah Formasi Wungkal yang terdiri dari batugamping yang berumur Eosen. Satuan batuan yang terdiri atas batuan beku, dasit dan doirit serta berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal disebut Formasi Mandalika (Samodra dr., 1992; Suroño dr., 1992). Formasi ini tertindih Formasi Semilir, yang terdiri atas tuf, breksi batuapung, batupasir tufan dan setempat serpih; berumur Miosen Awal.

Di timur Cekungan Baturetno, Formasi Semilir ditumpangi Formasi Jaten, yang berupa batupasir kuarsa, batupasir tufan, batulanau, batulempung, napal dan batugamping napalan. Umur Formasi Jaten adalah akhir Miosen Awal sampai awal Miosen Tengah. Batuan gunungapi (aglomerat bersisipan batupasir tufan batupasir kasar) dari Formasi Wuni menindih selaras Formasi Jaten. Diduga Formasi Wuni ini menjemari dengan Formasi Nglanggran, yang didominasi oleh breksi gunungapi. Formasi Nglanggran tersebar luas di barat Cekungan Baturetno. Himpunan batuan karbonat dari Formasi Punung dan Formasi Wonosari, disebut Formasi Wonosari-Punung (Suroño dr., 1992) menindih selaras satuan di bawahnya.

Ke barat Formasi Punung (Sartono, 1964) berubah secara gradual menjadi Formasi Wonosari (Bemmelen, 1949). Sebenarnya ada perbedaan yang signifikan antara kedua formasi itu, walaupun setempat memang sulit dibedakan. Formasi Punung didominasi oleh batugamping terumbu yang umumnya membentuk pedataran kerucut kecil dengan puncaknya yang tumpul, sedangkan Formasi Wonosari, yang penyusun

utamanya batugamping berlapis, membentuk pedataran dan pebukitan lebih landai.

Batuan Kuartar terdiri atas batuan gunungapi dan sedimen (Gambar 2). Batuan gunungapi berasal dari Gunung (G.) Lawu menutupi kawasan cukup luas, di sebelah timur utara Wonogiri.

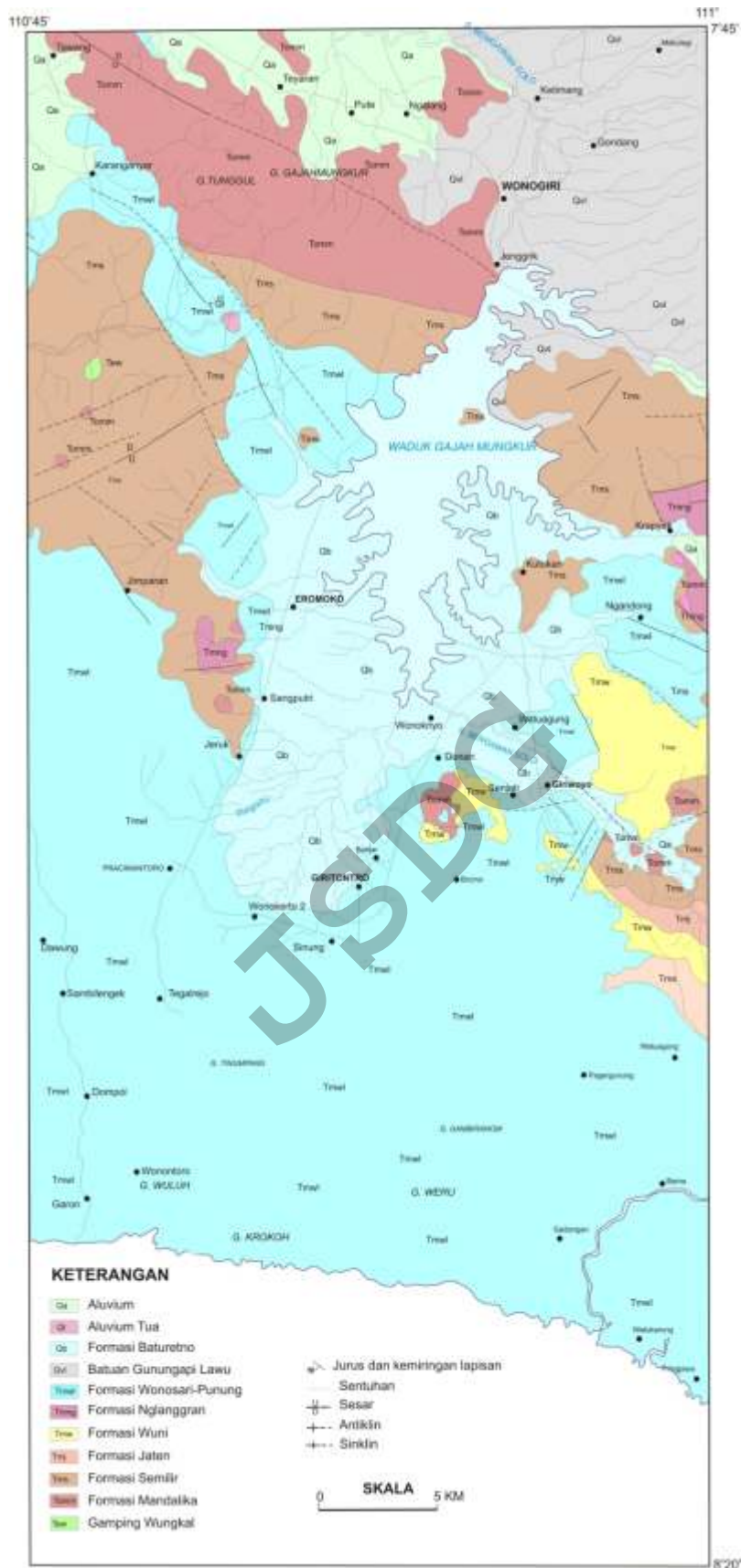
Pada citra inderaan jauh (Gambar 3) tampak di utara Wonogiri endapan gunungapi G. Lawu ini melampar memotong alur B. Solo. Sedimen Kuartar (Formasi Baturetno) membentuk dataran cukup luas yang disebut Dataran Baturetno.

Lembah Sadeng

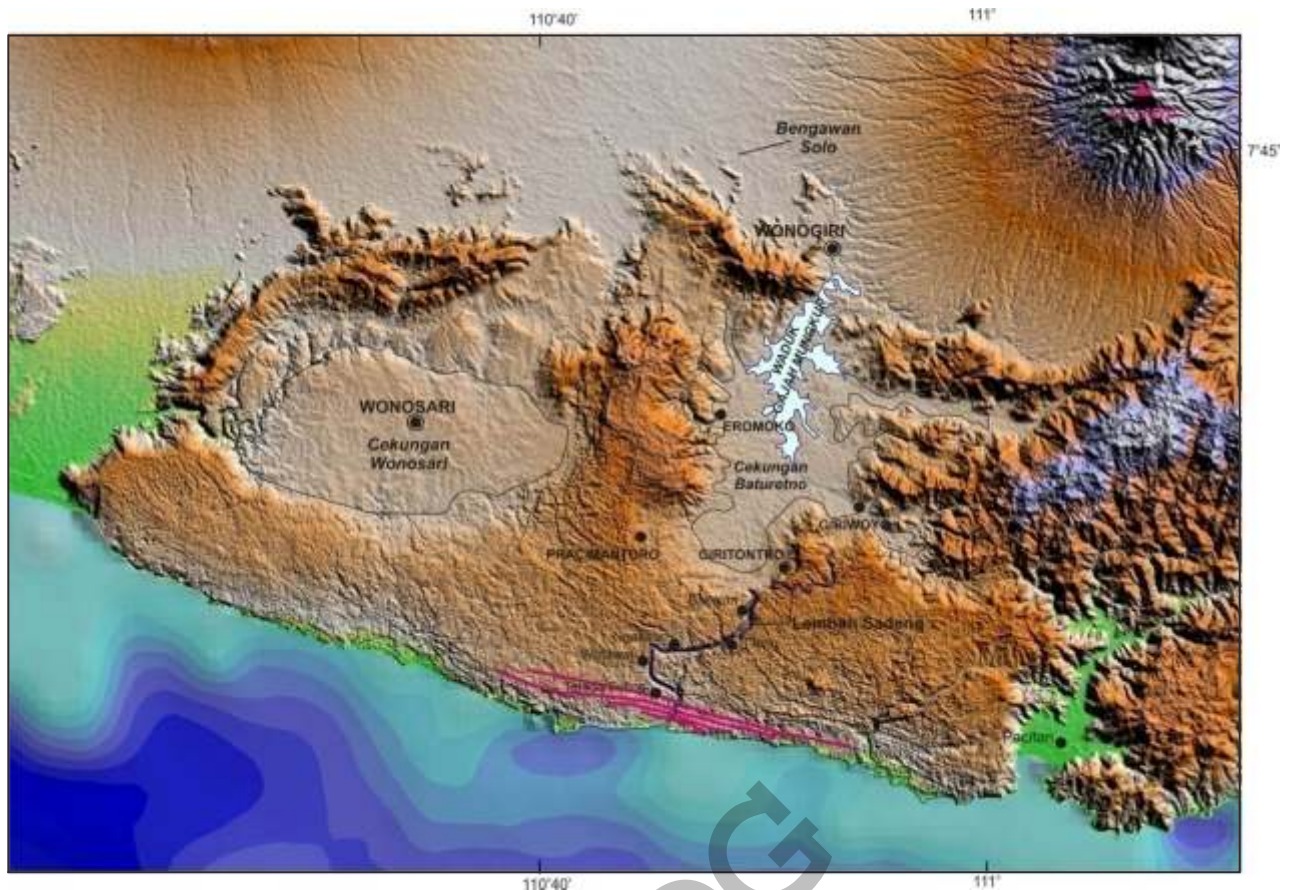
Lembah Sadeng merupakan alur sungai purba, kini tidak berair, memanjang utara - selatan, mulai dari Giritontro sampai Teluk Sadeng, Samudra Hindia (Indonesia). Lembah ini dibatasi oleh tebing tegak di sisi kiri dan kanannya. Suroño (2005) membagi Lembah Sadeng ini menjadi dua segmen (Segmen I dan Segmen II), yang ke duanya dipisahkan oleh endapan Cekungan Baturetno. Segmen I, yang merupakan bagian hulu ini memanjang hampir baratdaya- timurlaut. Panjang Segmen I adalah sekitar 23 km, dengan lebar berkisar 300 - 400 m. Pada ujung timurlaut dan ujung baratdayanya, alur ini ditutupi endapan Cekungan Baturetno (Gambar 3). Segmen II, yang lebih ke hilir, memanjang hampir utara - selatan. Lebar alur purba Segmen II ini berkisar antara 400 m sampai 600 m dengan panjang sekitar 40 km serta ketinggian sampai 165 m di atas muka laut. Segmen I dan terutama Segmen II menunjukkan bahwa alur purba Sungai Sadeng telah berkembang menjadi sungai kekelok (meander).

Kedua alur purba (Segmen I dan Segmen II) sebenarnya menyambung, yang merupakan satu kesatuan. Hanya saja kedua segmen ini terputus, karena genangan Cekungan Baturetno (Gambar 3). Hal ini dibuktikan di lapangan bahwa ujung keduanya ditutupi oleh Formasi Baturetno. Ini berarti bahwa alur sungai sudah ada dulu sebelum terjadi penggenangan Cekungan Baturetno.

Pada segmen II, terutama di utara Desa Sadeng terdapat 3 (tiga) undak sungai: undak atas, undak tengah dan undak bawah; dengan ketinggian yang berbeda-beda. Undak sungai purba atas dan tengah membentuk bukit kerucut kecil pada permukaannya, sedangkan undak bawah merupakan pedataran yang secara setempat membentuk telaga.



Gambar 2. Peta geologi bagian selatan daerah penelitian (disederhanakan dari Surono drr., 1992). Formasi Baturetno (Ob) merupakan sedimen danau hasil pengendapan dari Cekungan Baturetno.



Gambar 3. Citra SRTM didaerah Wonogiri dan sekitarnya. Nampak Cekungan Baturetno melampar luas, dan aliran material vulkanik hasil erupsi G. Lawu tampak memotong aliran B. Solo di sekitar Wonogiri.

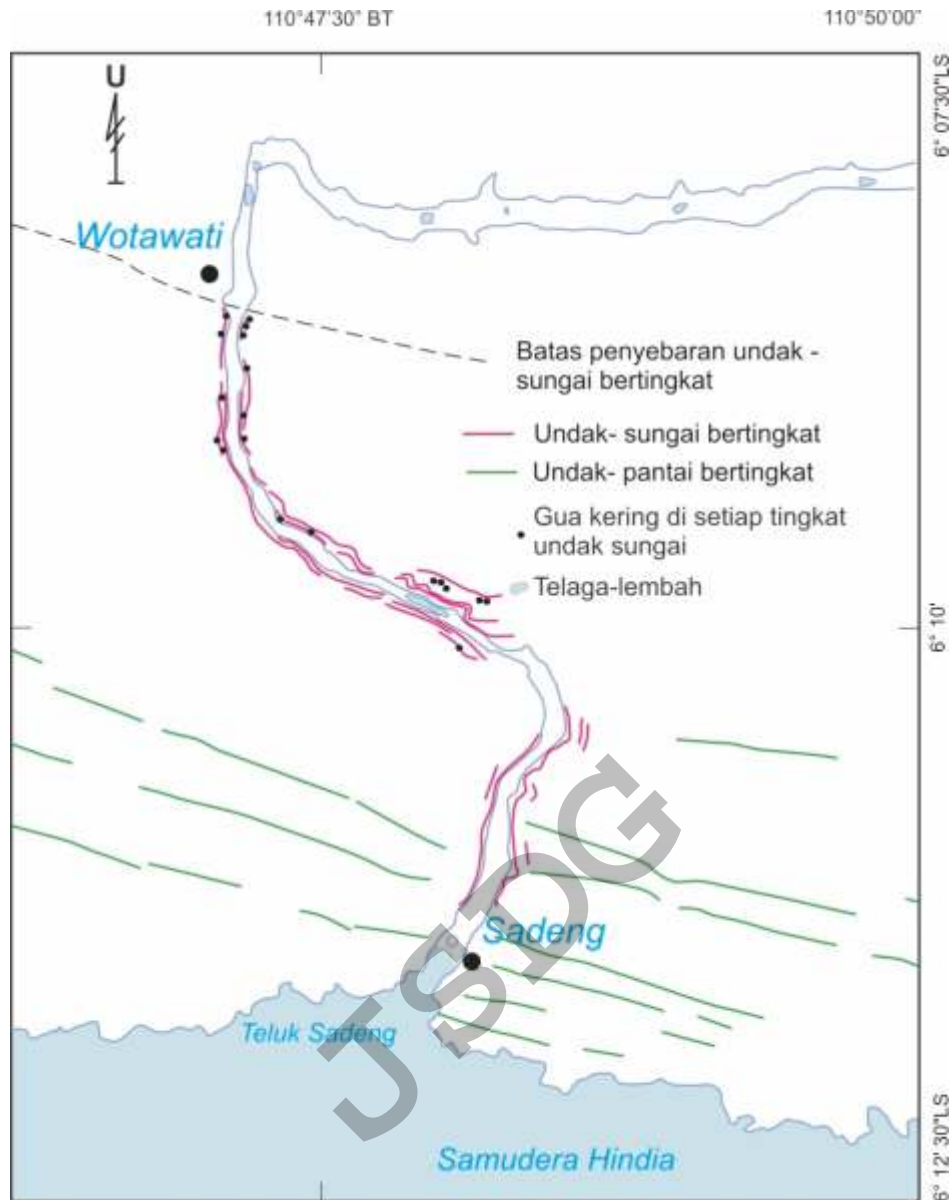
Cekungan Baturetno

Dataran Baturetno dibentuk oleh endapan danau dari Cekungan Baturetno (Surono, 2005). Cekungan ini melampar luas mulai dari Wonogiri (di utara), Eromoko (di barat), Giritontro, Giriwoyo (di selatan), sampai Batuwarno (di timur); dan di tengahnya mengalir B. Solo. Di bagian tengah - utara dari cekungan ini sekarang ditempati Waduk Gajahmungkur (Gambar 2-3). Luas cekungan ini sekitar 235 km² (Surono, 2005), atau lebih dua setengah kali luas Waduk Gajahmungkur sekarang, yang hanya 88 km² (Surono dr., 1992). Volume air yang dapat ditampung dalam Waduk Gajahmungkur sekitar 120 juta m³ (Suara Merdeka, 2013). Tentu saja volume air yang dapat ditampung oleh Cekungan Baturetno akan jauh lebih banyak dari dua setengah kali volume air yang mengisi Waduk Gajahmungkur itu, atau > 300 juta m³.

Cekungan Baturetno dikelilingi oleh pegunungan dan pegunungan yang disusun oleh berbagai batuan. Menurut Setiadi dan Sobari (2005) Cekungan

Baturetno dibentuk oleh graben yang diakibatkan oleh dua sesar regional yang berarah hampir barat-timur. Baik Cekungan Baturetno maupun Waduk Gajahmungkur diisi oleh Bengawan Solo. Keduanya mempunyai poros di utara dekat Kota Wonogiri. Dari citra indera jauh (Gambar 3) di tempat poros keduanya nampak jelas bahwa aliran material vulkanik hasil erupsi Gunung Lawu membendung keduanya.

Sedimen Kuartar yang diendapkan dalam Cekungan Baturetno ini terdiri atas lempung hitam, lumpur, lanau dan pasir. Surono (2005) menamai runtunan sedimen Kuartar endapan Cekungan Baturetno itu dengan nama Formasi Baturetno. Secara setempat ia juga menemukan beberapa lapisan tipis tuf halus. Di sekitar Eromoko dijumpai beberapa lapisan tanah purba (*palaeosol*). Di lain pihak, Wiyono (2004) memperkenalkan endapan Kuartar; yang terdiri atas pasir, konglomerat, dan sisipan tuf; yang tersingkap di sekitar Eromoko; dengan nama Formasi Eromoko. Lokasi tipe Formasi Eromoko ini di pinggir barat dari Cekungan Baturetno, berdekatan dengan pegunungan yang cukup terjal lerengnya.



Gambar 4. Kenampakan undak Lembah Sadeng Segmen II (Samodra, 2007).

Sehingga Surono (2005) menafsirkan formasi ini merupakan endapan kipas aluvial, sedangkan Formasi Baturetno merupakan endapan danau, Cekungan Baturetno.

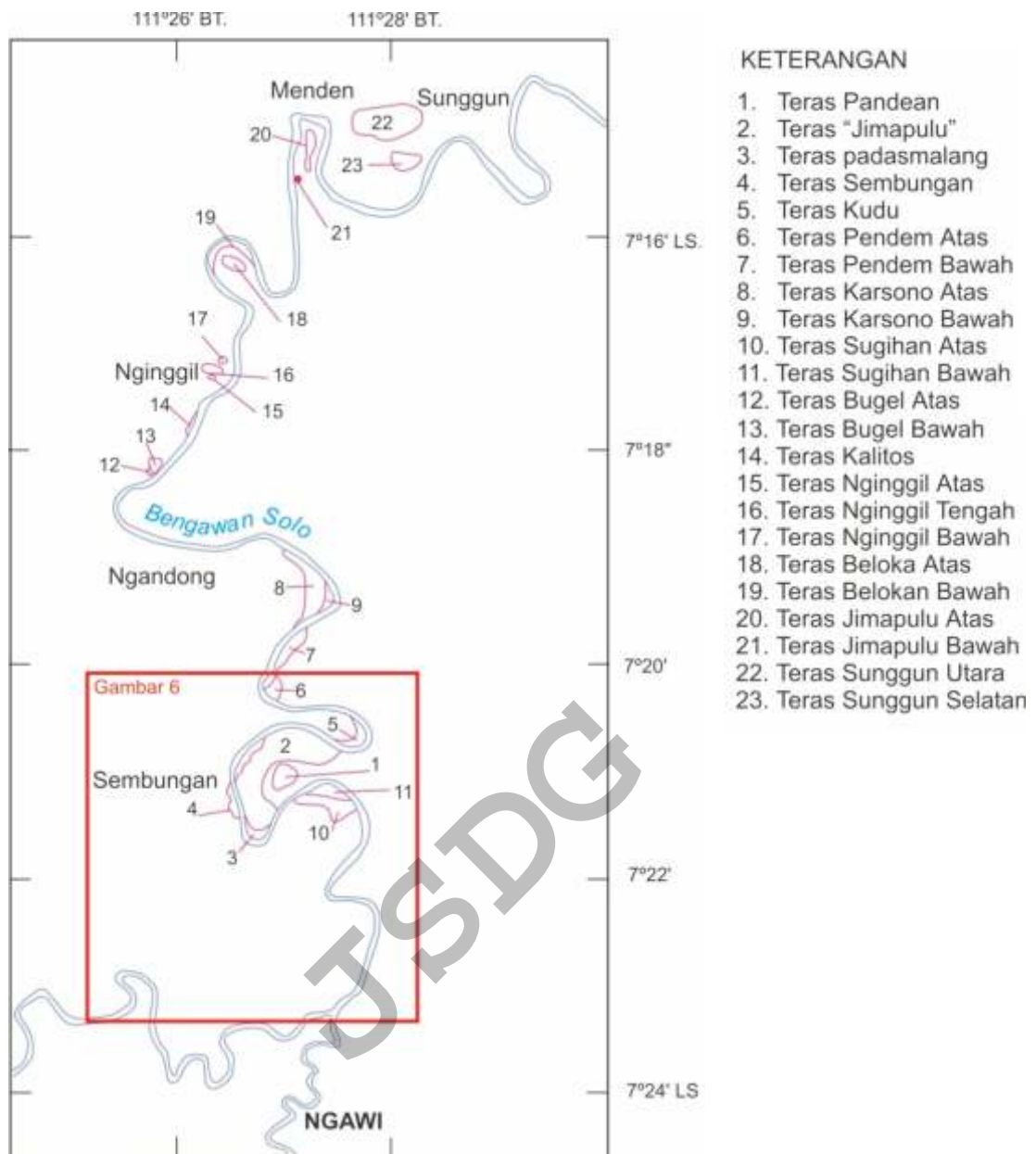
Teras Bengawan Solo

Sejak penemuan fosil manusia purba *Pithecanthropus erectus* oleh Dobois pada 1891 (Dobois, 1894) di Ngandong, tepatnya di teras (undak) Bengawan Solo di utara Ngawi; teras Bengawan Solo menjadi sangat terkenal di seluruh dunia. Namun publikasi geologi tentang teras itu masih sangat kurang. Sartono

(1976) memulai meneliti teras Bengawan Solo, yang menurutnya ada enam teras sebagian darinya mempunyai umur yang berbeda-beda, yaitu:

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Teras Rambutan | Plistosen Awal |
| 2. Teras Kedungombo | Plistosen Awal |
| 3. Teras Getas | Plistosen Tengah |
| 4. Teras Ngandong | Plistosen Akhir |
| 5. Teras Jipangulu | Holosen Awal |
| 6. Teras Menden | Sub Resen |

Endapan teras B. Solo di utara Ngawi dijumpai setidaknya sebanyak 23 tempat (Gambar 5, Sidarto dan Morwood, 2005). Belakangan Sidarto dan

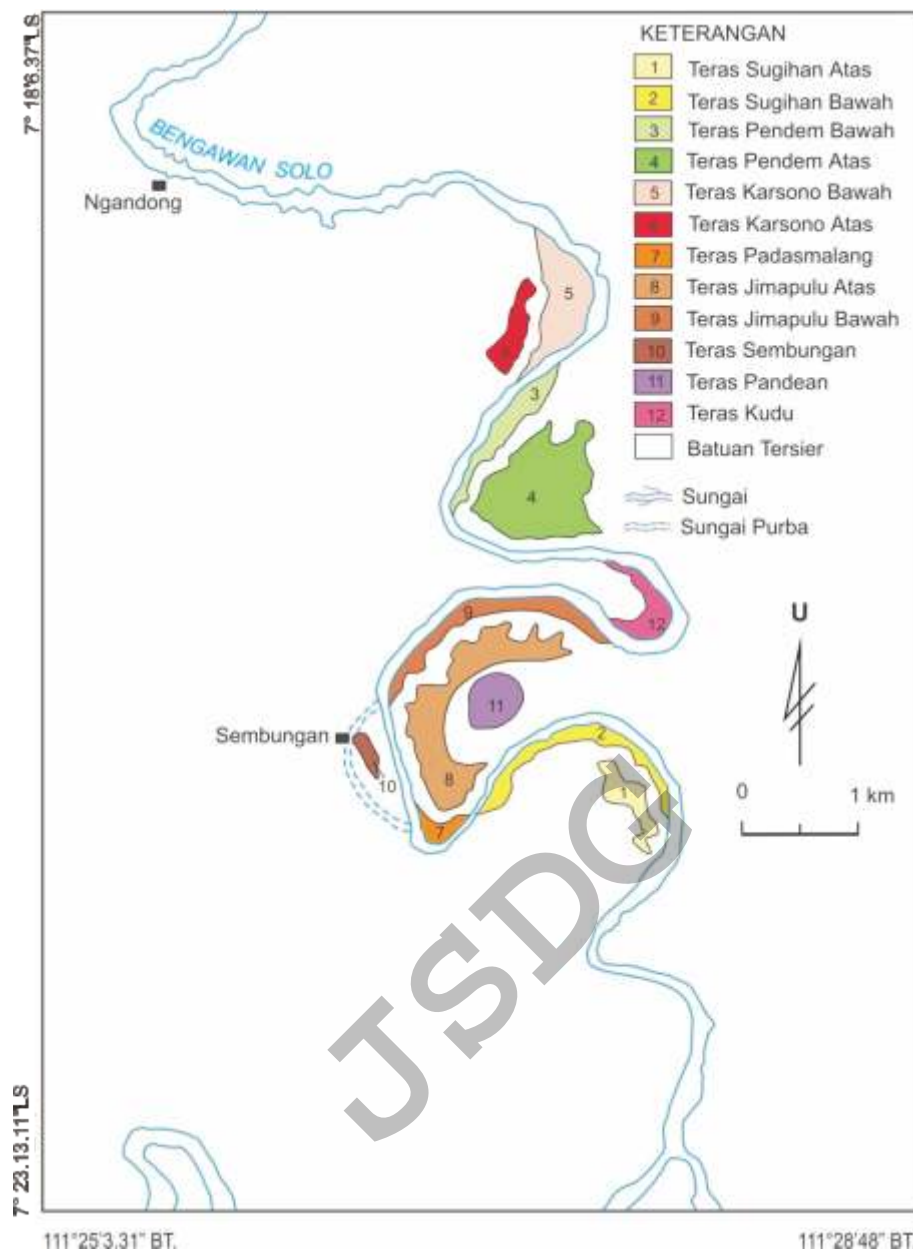


Gambar 5. Teras B. Solo sepanjang Zona Kendeng, terutama di utara Ngawi (Sidarto dan Morwood, 2005). Lihat Gambar 6 untuk penamaan teras lebih rinci.

Morwood (2005) meneliti teras-teras itu secara lebih mendalam berdasarkan indera jauh. Berdasarkan pengamatan pada citra *Digital Elevation Model* (DEM), mereka membagi teras-teras tersebut menjadi 8 satuan: Teras-teras Sugihan, Pendem, Karsono, Padasmalang, Jimapulu, Sembungan, Pandean, dan Kudu (Gambar 6). Kedelapan teras itu dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Pertama terdiri dari Teras Ngandong, Teras Pandean, Teras Karsono Atas, dan Teras Pendem Atas dengan umur Plistosen Akhir. Kedua, Teras Jimapulu dan Teras Sugihan Atas berumur Holosen Awal. Ketiga,

terdiri dari Teras-teras Padasmalang, Karsono Bawah, Sugihan Bawah, Pendem Bawah, dan Kudu. Kelompok ketiga ini diduga berumur Sub-Resen.

Para penulis di atas sepakat bahwa Teras Bengawan Solo merupakan hasil pengendapan sungai kekelok (*meandering river deposits*), terutama pada gosongnya. Fragmen batuan maupun fosil vertebrata mempunyai derajat pemilahan yang jelek. Mereka menemukan teras yang tertua (Plistosen Awal) mengandung fragmen vertebrata terbanyak dibandingkan dengan yang lebih muda.



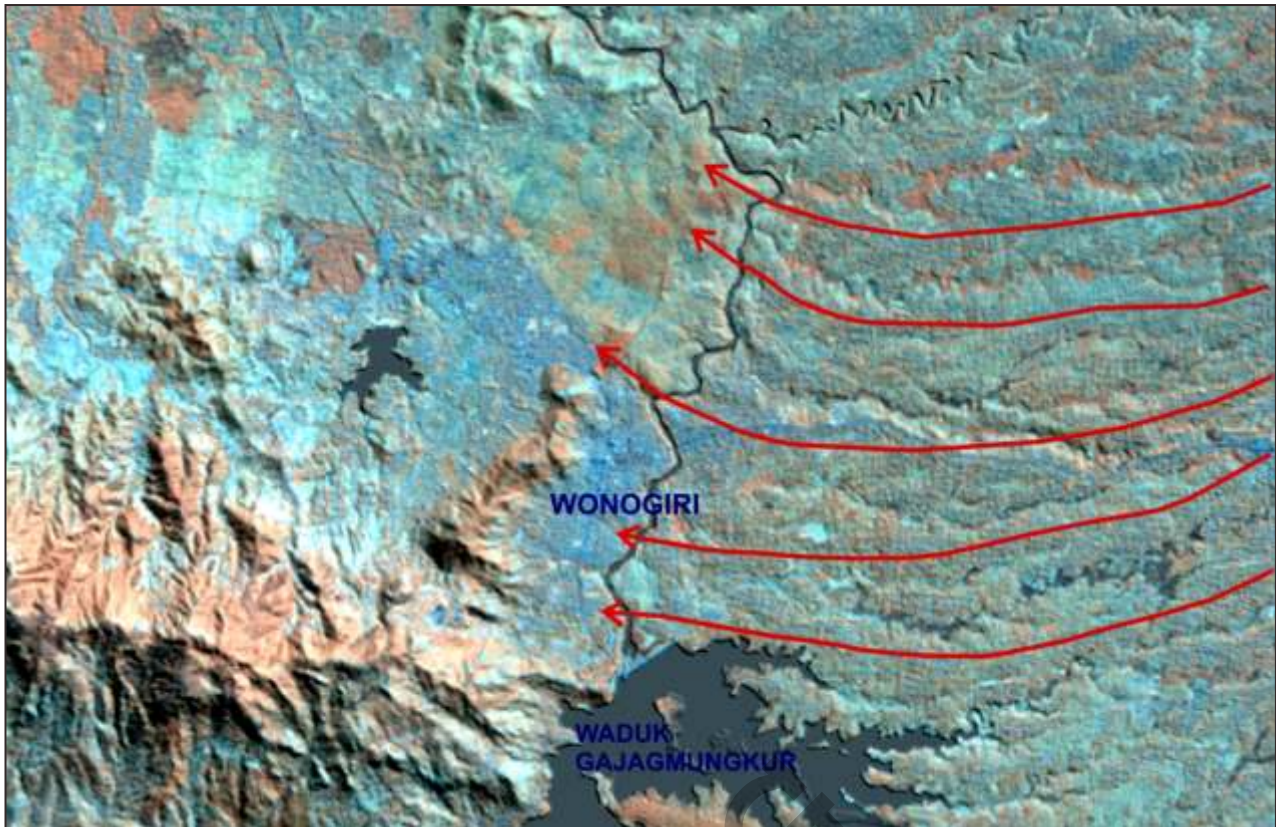
Gambar 6. Pembagian teras B. Solo di selatan Desa Ngandong (disederhanakan dari Sidarto dan Morwood, 2005).

Diskusi

Samodra (2007) berpendapat bahwa secara genetis undak sungai purba (di antaranya Lembah Sadeng) berhubungan dengan kelurusan yang dijumpai hampir sejajar dengan garis pantai sekarang (Gambar 4). Urushibara-Yoshino dan Yoshino (1997) mempelajari hubungan antara pola undak di Lembah Sadeng dengan undak pantai. Menurut mereka keduanya mempunyai hubungan, meskipun lebih ke arah daratan undak Lembah Sadeng cenderung

berada di topografi lebih tinggi. Masih menurut mereka, kejadian kedua pola undak itu berkaitan dengan keadaan iklim purba pada akhir zaman glasiasi dan interglasial, yang masing-masing menghasilkan curah hujan yang berbeda. Lembah kering seperti halnya Lembah Sadeng juga dapat dijumpai di sebelah barat dan timurnya. Dengan kata lain Lembah Sadeng bukan cikal bakal Bengawan Solo, yang dari awalnya memang mengalir ke utara.

Di sekitar Kota Wonogiri, tampak aliran material



Gambar 7. Citra gabungan antara Terrasar dan Landsat yang menunjukkan aliran material vulkanik hasil erupsi G. Lawu (garis merah) yang memotong aliran B. Solo.

vulkanik gunungapi G. Lawu tersebar di kanan dan kiri B. Solo (Gambar 3). Penggabungan citra Landsat dan citra Terrasar (Gambar 3 & 7) tampak jelas aliran tersebut. Hal ini memungkinkan dugaan bahwa aliran material gunungapi, G. Lawu, mengalir dan memotong aliran Bengawan Solo, akibatnya aliran air bengawan itu terbendung. Secara kebetulan topografi di sebelah kanan dan kiri Bengawan Solo merupakan pebukitan yang cukup tinggi membentuk suatu cekungan, sehingga airnya membentuk genangan yang sangat luas.

Cekungan inilah yang kita sebut Cekungan Baturetno. Volume air dalam cekungan itu semakin bertambah banyak dan tidak dapat mengalir melalui tempat lain, kecuali memotong poros bendungan tadi. Suatu saat usaha ini berhasil menjebol bendungan itu sehingga terjadilah banjir besar di lembah B. Solo.

Beberapa sisipan tuf dan tanah purba ditemukan di dalam Formasi Baturetno. Sisipan tuf diduga berasal dari hasil erupsi G. Lawu. Beberapa sisipan tuf menunjukkan bahwa erupsi G. Lawu terjadi beberapa kali erupsi. Kegiatan G. Lawu terus menghasilkan

material yang mengalir dan membendung lagi Bengawan Solo, sangat mungkin di tempat semula atau dekat dengan itu. Sementara beberapa sisipan tanah purba menunjukkan bahwa Cekungan Baturetno pernah beberapa kali kering sehingga endapannya membentuk tanah purba. Fakta itu menunjukkan bahwa membendungan aliran B. Solo oleh material vulkanik dari G. Lawu terjadi beberapa kali. Setiap B. Solo berhasil memotong bendungan itu terjadi banjir besar dan Cekungan Baturetno menjadi kering sehingga terbentuk tanah purba. Erupsi G. Lawu berikutnya membendung aliran B. Solo lagi, kemudian dipotong lagi. Kejadian seperti itu boleh jadi terjadi berulang-ulang.

Dalam teras itu fragmen batuan dan fosil mempunyai pemilahan (sortasi) yang jelek, sehingga dapat disimpulkan pengendapannya tidak pada arus sungai yang normal. Sangat mungkin arus sungai yang tidak normal itu adalah banjir besar.

Uraian dalam di atas menunjukkan adanya hubungan antara jebolnya Cekungan Baturetno, yang menyebabkan banjir besar, dengan pengendapan

Teras Bengawan Solo di utara Ngawi. Jebolnya Cekungan Baturetno menyebabkan banjir besar, yang menggenangi lembah Bengawan Solo. Lembah Bengawan Solo merupakan kawasan yang subur, sehingga hidup dan berkembang biak berbagai jenis binatang dan manusia purba (homonid). Akibat banjir itu mungkin sebagian besar kehidupan mati. Sebagian kecil dari binatang itu terbawa banjir secara utuh diendapkan pada teras Bengawan Solo. Itulah sebabnya jarang sekali ditemukan fosil binatang yang ditemukan di teras itu secara utuh. Sedangkan bangkai binatang dan manusia purba sempat membusuk di lembah Bengawan Solo, kemudian baru pada banjir berikutnya tulang-tulangnya dibawa dan diendapkan dalam teras berikutnya.

Kalau benar dugaan di atas, tentu teras yang berumur lebih tua mempunyai kemungkinan keterdapatan fosil, termasuk *Pithecanthropus erectus*, lebih banyak. Berdasarkan pentarihan radio aktif umur sedimen yang mengandung fosil manusia purba itu adalah 143.000+20 tahun lalu (Indriati dr., 2011), sesuai dengan dugaan awal Sartono (1976) pada Plistosen Awal.

Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Lembah Sadeng sejak semula tidak berhubungan dengan B. Solo. Lembah, yang berupa sungai kering ini, terbentuk karena pengangkatan Pegunungan Selatan, terutama Gunung Sewu.

Acuan

- Dobois, E., 1894. *Pithecanthropus erectus*. Eine Menschenaehnliche Uebergangsform aus Java, Batavia.
- Indriati, E., Swisher, C.C., Lepre, C., Quinn, R.L., Suriyanto, R.A., Hascaryo, A.T., Grun, R., Feibel, C.S., Pobiner, B.L., Aubert, M., Lees, W., & Anton, S.C., 2011. The age of the 20 m Solo River Terrace, Java, Indonesia, and the survival of Homo erectus in Asia. *PLoS One*, 6 (6): 1-10.
- Samodra, H., 2007. Korelasi antara morfogenesis dan perkembangan Lembah Sadeng dengan pola arah struktur geologi akibat tektonik di kawasan Kars Gunung Sewu, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. Tesis (S2), Program Studi Ilmu Pengembangan Kewilayahan Pertambangan dan Sumberdaya Mineral, Universitas Padjadjaran, 218p.
- Samodra, H., Tjokrosapoetro, S., dan Gafoer, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Pacitan, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sartono, S., 1964. Stratigraphy and sedimentation of the easternmost part of Gunung Sewu (East Java). *Publikasi Tehnik Seri Geologi Umum 1*, Direktorat Geologi, Departemen Perindustrian Dasar/Pertambangan.

2. Cekungan Baturetno terbentuk karena terbendungnya aliran B. Solo oleh material vulkanik hasil erupsi G. Lawu, di utara Wonogiri. Bendungan ini suatu saat jebol dan timbulah banjir besar di lembah B. Solo. Diduga pembendungan yang kemudian jebol ini terjadi berulang-kali, sehingga banjir besar juga terjadi berulang-kali.
3. Banjir besar mematikan sebagian besar kehidupan, termasuk manusia purba, yang hidup di lembah B. Solo di bawah bendungan. Kerangka binatang dan manusia purba terbawa banjir berikutnya kemudian diendapkan di Teras B. Solo, di antaranya di utara Ngawi.
4. Pada teras yang berumur lebih tua kemungkinan keterdapatan fosil binatang dan *Pithecanthropus erectus* lebih besar.

Ucapan Terima Kasih

Ketiga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada saudara Sudidjono yang membantu dalam penggambaran. Kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang memberikan kesempatan untuk mempublikasikan hasil pemikiran penulis ini. Terima kasih juga kami berikan kepada Prof. Dr. Udi Hartono yang telah banyak membantu meningkatkan mutu tulisan ini. Ucapan terima kasih penulis juga kami sampaikan kepada Sdr. Sudijono yang telah membantu penggambaran.

- Sartono, S., 1976. Genesis of the Solo terraces. *Mod. Quot. Res. In SE Asia*, 2: 1-21.
- Setiadi, I. dan Sobari, I., 2005. Aplikasi gaya berat dan geolistrik Mise-A-La-Masse untuk pendugaan struktur geologi bawah permukaan dan implikasinya terhadap mineralisasi di daerah Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, XV (1): 26-37.
- Sidarto dan Morwood, M.J., 2005. Solo River terrace mapping in the Kendeng Hills area, Java: Use of Landsat imagery and digital elevation model overlays. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, XIV (3): 196-207.
- Suara Merdeka, 2013. Mengukur usia Waduk Gajahmungkur. *SuaraMerdeka.com*, 31 Desember 2013.
- Surono, 2005. Sejarah aliran Bengawan Solo. Hubungannya dengan Cekungan Baturetno, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Publikasi Ilmiah* 1 (1), 77-87.
- Surono, Toha, B. dan Sudarno. 1992. *Peta Geologi Lembar Surakarta dan Giritontro, Jawa; Sekala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Urushibara-Yoshino, K., dan Yoshino, M., 1997. Palaeoenvironmental changes in Java island and its surrounding areas. *Journal Quaternary Science*, 12 (5): 435-442.
- van Bemmelen, R.W., 1949. *Geology of Indonesia*. Government Printing Office, the Hague.
- Wiyono, S., 2004. Stratigrafi endapan Kuartar dan usulan sebagai Formasi Eromoko, di daerah Wonogiri, Jawa Tengah. Dalam: Harahap, B., Djuhaemi dan Pribadi, D. (eds): *Prosiding Lokakarya Stratigrafi P. Jawa*. Publikasi Khusus No. 30, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

JSDG

JSDG