PENARIKHAN RADIOKARBON DALAM PENENTUAN AKTIVITAS TEKTONIK KUARTER DI SEPANJANG ALIRAN SUNGAI OPAK DAN PANTAI SAMAS, YOGYAKARTA

D.A. Siregar dan A.Soehaimi

Pusat Survei Geologi
Jln. Diponegoro No.57 Bandung 40122

SARI

Pematang Pantai Samas dan teras Sungai Opak, Progo, Oyo dan Berbah di daerah penelitian merupakan produk aktivitas neotektonik yang berlangsung ± 7000 tahun yang lalu hingga sekarang. Umur ini berdasarkan penarikhan radiokarbon yang dilakukan pada fosil moluska dan lempung karbonat yang ditemukan di dalam endapan pematang pantai dan teras sungai. Pematang Pantai Samas tertua berumur 1980 ± 120 tahun BP dan teras Sungai Opak tertua di Berbah berumur 6950 ± 300 tahun BP. Sementara teras Sungai Oyo di Siluk berumur 2640 ± 100 tahun BP dan teras Sungai Opak di Karang berumur 1220 ± 120 tahun BP. Dinamika neotektonik di Pantai Samas dicerminkan oleh dinamika pengangkatan oleh pergeseran garis pantai, sedangkan di Berbah, Siluk, dan Karang berupa pengangkatan yang diperlihatkan oleh pergeseran alur sungai. Dinamika tersebut di atas disebabkan oleh aktivitas tektonik regional yang berhubungan dengan aktivitas penunjaman di selatan Pulau Jawa dan aktivitas tektonik bersifat lokal yang terjadi sepanjang lajur sesar Opak.

Kata kunci : Dinamika pematang pantai, teras sungai, ketinggian dan penarikhan radio karbon

ABSTRACT

The Samas beach ridges and river terraces of Opak, Progo, Oyo and Berbah in the research area were formed by the neotectonic activities since ± 7000 years ago until Recent. Materials for Radiocarbon dating consists of mollusc and organic clay found in the beach ridge and river terrace deposits. The oldest Samas beach sand is 1980 ± 120 years BP and Opak River terrace at Berbah is 6950 ± 300 years BP. Meanwhile, the Oyo River terrace at Siluk is 2640 ± 100 years BP and Opak River terrace at Karang is 1220 ± 120 years BP. The dynamic neotectonic activities of Samas beach are represented by the uplifting and shifting of the coast line, meanwhile at Berbah, Siluk and Karang are indicated by uplifting end shifting of the river base level. These dynamic activities were caused by the regional tectonic activity related to subduction in the south of Java island and the local tectonic activity along the Opak fault zone.

Keywords : Dynamic of beach sand, river terrace, elevation and radio carbon dating

JSDG

PENDAHULUAN

Pentarikhan radiokarbon adalah merupakan metode penentuan umur absolut dengan memanfaatkan material yang mengandung unsur karbon yang terdapat di dalam suatu percontohan dengan kisaran waktu umur tidak lebih dari 50.000 tahun.

Pematang Pantai Samas di selatan Jogyakarta merupakan produk pengendapan yang disebabkan oleh turun naiknya permukaan laut yang diduga dikontrol oleh aktivitas tektonik Kuarter pantai selatan Pulau Jawa. Sementara teras sungai merupakan produk aktivitas tektonik sesar Kuarter yang berlangsung pada alur sungai di lajur sesar yang diduga aktif. Penentuan umur dengan metode penarikhan radio karbon ini dimaksudkan untuk mengetahui umur pematang pantai dan teras sungai, sedangkan tujuannya untuk menerangkan dinamika geologi Kuarter yang berkaitan dengan aktivitas neotektonik yang berlangsung di wilayah pantai selatan Jogyakarta (Pantai Samas) serta lajur sesar aktif.

Naskah diterima : 27 Agusutus 2008
Revisi terakhir : 21 April 2009

LOKASI

Kajian ini dilakukan di lima lokasi terpilih yakni di pematang pantai selatan Yogyakarta di Desa Samas, sedangkan untuk teras Sungai Progo, Opak, Oyo dan anak Sungai Opak berturut turut di desa Sentolo, Karang, Siluk dan Berbah. Desa Samas secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Bantul, demikian pula desa Karang dan Siluk. Sementara Desa Berbah termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Sleman, dan Sentolo merupakan bagian dari Kabupaten Kulonprogo.

METODOLOGI

Metodologi yang diterapkan dalam kajian ini yakni :

- Metodologi geologi yang meliputi kajian bentang alam, stratigrafi batuan, struktur geologi, dan tektonika yang bersifat lokal dan regional.
- Metodologi geodetik bertujuan untuk menentukan ketinggian pematang pantai dan jarak datar dari permukaan laut.
- Penentuan umur dengan metode radiokarbon didasarkan atas alasan bahwa setiap makhluk hidup yang mengandung karbon selalu berada dalam kesetimbangan dengan karbon-14 di atmosfer. Artinya proporsi karbon-14 terhadap karbon udara relatif tidak berubah semenjak zaman purba, sehingga sisa aktivitas radioaktif suatu percontohan karbon berkolerasi dengan umur sejak percontohan tersebut tidak menunjukkan aktivitas kehidupan, yang dihitung berdasarkan pemakaian angka waktu paruh peluruhan karbon-14 .

Metode penentuan umur dapat dilakukan pada zat yang berbentuk padat, cair, dan gas. Di antara ketiga fase tersebut, fase gas adalah yang paling sering dilakukan karena mempunyai ketelitian yang baik dan preparasi yang tidak sulit. Pada prinsipnya pengukuran pada fase gas dapat dilakukan dalam bentuk gas karbon dioksida (CO_2) atau gas asetilena (C_2H_2), tetapi penggunaan gas asetilena relatif bersifat lebih stabil, sehingga dapat memberikan hasil yang lebih teliti (Taylor, 1992).

Tahapan reaksi kimia pembuatan gas asetilena berdasarkan *Training Report Radiocarbon Dating*, dari Universitas Tokyo, Jepang, yang dikerjakan di Laboratorium Radiokarbon Pusat Survei Geologi adalah sebagai berikut:

1. Senyawa organik $+O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$
2. $CO_{2(g)} + 2NH_4OH_{(aq)} \rightarrow (NH_4)_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$
3. $(NH_4)_2CO_{3(aq)} + CaCl_{2(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2NH_4Cl_{(aq)}$
4. $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(l)} \rightarrow CO_{2(g)} + CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$
5. $CO_{2(g)} + 2NH_4OH_{(aq)} \rightarrow (NH_4)_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$
6. $(NH_4)_2CO_{3(aq)} + SrCl_{2(aq)} \rightarrow SrCO_{3(s)} + 2NH_4Cl_{(aq)}$
7. $2SrCO_{3(s)} + 5Mg_{(s)} \rightarrow SrC_{2(s)} + 5MgO_{(s)} + SrO_{(s)}$
8. $SrC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + Sr(OH)_{2(s)}$

Gas asetilena (C_2H_2) yang terbentuk akan dialirkan ke dalam suatu detektor "*Multi Anode Anticoincidence*" yang tersambung dengan suatu rangkaian elektronik pencacah karbon radioaktif. Percontohan dapat diukur umurnya dengan rumus :

$$\text{Umur} = T = \frac{t^{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0 - A_{DC}}{A - ADC}$$

A = Radioaktivitas isotop C-14 dalam percontohan.

A0 = Radioaktivitas isotop C-14 pada saat tanaman atau hewan tersebut hidup (NBS Oxalic Acid SRM-4990-C)

λ = konstanta peluruhan radioaktif; $t^{1/2} = 1/\lambda$

$t^{1/2}$ = waktu paruh = 5568 + 40 tahun

A_{DC} = Radioaktivitas isotop C-14 "*Dead Carbon*" yang terukur. (DC-marmer Calgary-Italy)

ln2 = 0,693

GEOLOGI UMUM

Pembahasan geologi umum wilayah Pantai Samas dikelompokkan ke dalam bentang alam, batuan dan struktur geologi.

Bentuk lahan

Bentuk lahan di sekitar Pantai Samas secara umum terdiri atas unsur betuk lahan Muara Sungai Opak, Alur Sungai Opak, dan perbukitan serta lembah sejajar antar pematang pantai.

Bentuk lahan Muara Sungai Opak

Bentuk lahan ini dijumpai berupa muara sungai yang sejajar garis pantai bercelah sempit yang terbuka ke samudra. Muara sungai di Pantai Samas ini mempunyai panjang pantai 3 km (barat) dan 2 km di Pantai Parangtritis. Secara keseluruhan, kondisi ini dikontrol oleh sirkulasi laut di sekitar Pantai Samas – Parangtritis.

Bentuk lahan Alur Sungai Opak, Sungai Oyo dan Sungai Progo

Lembah alur Sungai Opak ini lebarnya $\pm$100 m yang memanjang dengan arah relatif barat daya – timur laut. Pada kedua sisi lembah dan bagian tengah alur sungai dijumpai gosong pasir (*meander*) dan beting sungai. Sungai Opak ini mengalir ke selatan dan bermuara di Samudra Hindia. Bentuk lahan daerah

JSDG

Berbah yang terletak di alur sungai Opak bagian utara dijumpai berupa alur sungai terbanan berbentuk gawir terbuka menghadap ke aliran Sungai Opak.

Sungai Oyo yang merupakan anak sungai Opak berbentuk U pada daerah pertemuannya dengan sungai Opak, sedangkan kearah hulu alur sungai Oyo ini mempunyai lembah berbentuk V.

Daerah Siluk yang merupakan bagian dari Sungai Oyo, memperlihatkan bentuk lembah terbuka tempat dijumpai endapan teras. Sementara daerah Talun Imogiri yang merupakan sisi bagian timur alur Sungai Opak memperlihatkan bentang alam tinggian undak dengan lereng landai.

Bentang alam Sungai Progo di daerah Sentolo, terlihat berupa lembah sungai yang terbuka. Endapan teras yang tersingkap di tebing barat sungai memperlihatkan kemiringan yang cukup terjal.

Bentuk lahan Perbukitan dan Lembah

Bentuk lahan perbukitan dan lembah memanjang dengan arah sejajar garis pantai terdiri atas empat seri yang mempunyai ketinggian yang berbeda satu dengan lainnya. Pematang pantai yang lebih tua mempunyai ketinggian lebih tinggi dibandingkan dengan pematang yang lebih muda, dan jaraknya lebih jauh ke darat dari garis pantai. Perbukitan pematang pantai ini di tempat tempat tertentu agak sukar diamati karena telah dijadikan areal persawahan dan tambak serta pertambangan pasir rakyat (Gambar 1).

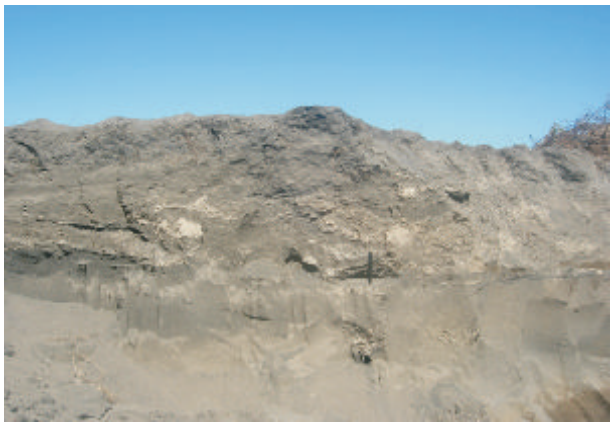
Di antara pematang pantai tersebut terdapat lembah lembah yang memanjang sejajar garis pantai. Di lapangan lembah-lembah ini di beberapa tempat dijadikan areal persawahan, karena pada lembah ini dijumpai aliran sungai-sungai kecil berair tawar (Gambar 1).

Batuan

Daerah Pantai Samas ini dibentuk oleh Satuan Pasir Pematang Pantai yang terdiri atas perselingan pasir berbutir kasar hingga halus, lanau, dan lempung. Pasir berbutir kasar dijumpai di bagian bawah, dan ditutupi oleh pasir berbutir halus dan lanau, sedangkan lempung merupakan sisipan di antara pasir berbutir halus dan lanau. Nodul lanau dapat dijumpai pada lapisan pasir halus, dan tersebar secara tidak merata. Ketebalan dari masing masing lapisan tersebut diatas bervariasi dari 20 cm hingga 50 cm. Struktur sedimen yang dapat dijumpai pada endapan pematang pantai ini berupa stuktur gradasi normal, silang siur dan laminasi.

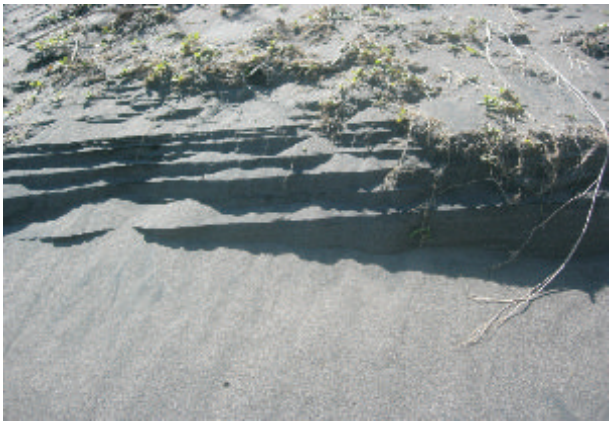
Selain struktur pengendapan tersebut dijumpai struktur terobosan material halus di dalam material berbutir kasar (Gambar 2). Fenomena ini diperkirakan sebagai akibat dari proses pelulukan pada peristiwa gempabumi yang terjadi pada masa yang lalu di daerah ini. Butiran kasar seri pematang pantai ini umumnya terdiri atas fragmen batuan, mineral hitam dan cangkang biota laut, sedangkan fraksi halus dijumpai berupa lempung. Urutan ideal dari endapan pematang pantai di daerah ini agak sukar ditemui karena sifat fisiknya yang mudah hancur, terabrasi dan longsor serta oleh aktivitas dari penambangan liar.

Gambar 1. Bentang alam perbukitan sejajar pematang pantai yang mengapit lembah sejajar antar pematang pantai, disini terdapat kegiatan pertambangan pasir rakyat.



Gambar 2. Struktur Terobosan material berbutir halus dalam endapan pematang pantai berbutir agak kasar, merupakan indikasi struktur yang menunjukkan proses pelulukan.

JSDG



Gambar 3. Jurus dan kemiringan perlapisan endapan pematang pantai Samas.

Gambar 4. Sistim kekar gerus dan tarik dijumpai pada endapan pematang Pantai Samas.

Sementara batuan penyusun teras di Sungai Opak, Progo, dan Sungai Oyo serta Berbah terdiri atas perselingan pasir kasar dan halus, dari endapan sungai tua dan muda. Pasir kasar dijumpai di bagian bawah dan kemudian diikuti oleh pasir halus. Pada kedua jenis pasir ini kadang-kadang dapat dijumpai struktur pengendapan silang-siur dan perlapisan bersusun. Fragmen kasar berupa kerakal dan kerikil terkadang dapat dijumpai di antara pasir kasar dan halus tersebut. Ketebalan fraksi kasar dan halus ini sangat bervariasi dari 0,1 hingga 1 m, bahkan ada yang lebih dari 1 m. Selain material kasar tersebut dapat dijumpai juga material halus berupa lempung yang berwarna kehitaman.

Struktur Geologi

Struktur geologi yang dapat dijumpai pada seri pematang di Pantai Samas ini berupa struktur geologi lipatan lemah, kekar, dan sesar. Lipatan lemah ditandai oleh adanya perubahan arah jurus dan kemiringan perlapisan yang menunjukkan arah umum barat – timur (Gambar 4). Sementara kekar dapat dijumpai berupa kekar tarik dan kekar geser (Gambar 5). Jejak sesar pada seri pematang pantai ini agak sukar ditemui. Diperkirakan kekar dan lipatan yang terekam pada endapan ini merupakan bagian dari struktur sesar aktif Opak yang berada di sebelah timur seri pematang Pantai Samas. Jejak struktur geologi pada endapan sungai tua dan muda ini sangat sukar diamati. Hal ini disebabkan oleh sifat fisik batuannya yang bersifat lepas dan belum mengalami pembatuan.

Gambar 5. Fosil moluska di dalam material pasir berbutir halus pada endapan pematang pantai yang diambil sebagai bahan penarikhan radio karbon.

JSDG

HASIL PENELITIAN

Penarikhan radiokarbon dalam kajian ini telah dilakukan terhadap tujuh buah percontohan berupa tiga percontohan fosil kerang dan empat percontohan lempung/tanah hitam. Percontohan dan hasil penarikhannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Material yang dipakai dalam penentuan umur batuan di daerah penelitian ini adalah fosil moluska dan lempung hitam yang dapat diukur umurnya karena mengandung karbon yang cukup melimpah.

Fosil moluska umumnya tersusun atas kalsit ($CaCO_3$). Unsur atau mineral lain dapat pula terkandung pada fosil tersebut dalam jumlah sedikit, seperti besi karbonat, kalsium sulfat, mangan karbonat, dan lain-lain (Faure, 1977). Jumlah kadar organik dalam lempung mengandung karbon yang tercampur dengan tanah, bergantung pada lingkungan pengendapannya. Biasanya berwarna coklat kehitaman sampai hitam.

Tabel 1. Nomor Urut dan Percontoh Serta Umur Hasil Pentarihan

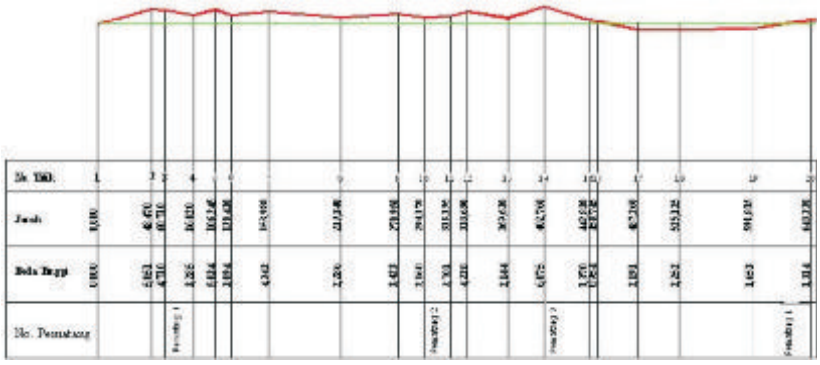
No. Urut/ Kode Percontoh	Jenis Percontoh	Berat Percontoh Kering (gram)	Pembentukan $CaCO_3$ (gram)	Faktor	Pembentukan $SrCO_3$ (gram)	Produksi C_2H_2 (cmHg)	Umur (tahun BP)
26-AN-06	Kerang	72	49	1	62		940 ± 110 BP
38-AN-06 (Teras III Oyo)	Kerang	35	32	1	46		2040 ± 160 BP
38-AN-06 (Teras IV Oyo)	Kerang	14	12,5742 DC : 28,3301	3,2533	55		1500 ± 120 BP
39-AN-06 (Teras III Berbah)	Tanah/ clay	300	16,1234 DC 28,3301	2,6721	59		5790 ± 210 BP
38-AN-06 (Teras II Oyo)	Tanah/ Clay	400	17,4652 DC : 25,9742	2,4872	58		2640 ± 190 BP
28-AN-06	Clay/ Daun	200	15,2315 DC : 16,8079	2,1035	48		610 ± 90 BP
30-AN-06 (Pematang 1)	Kerang		45	1	61		1980 ± 120 BP

Neotektonik

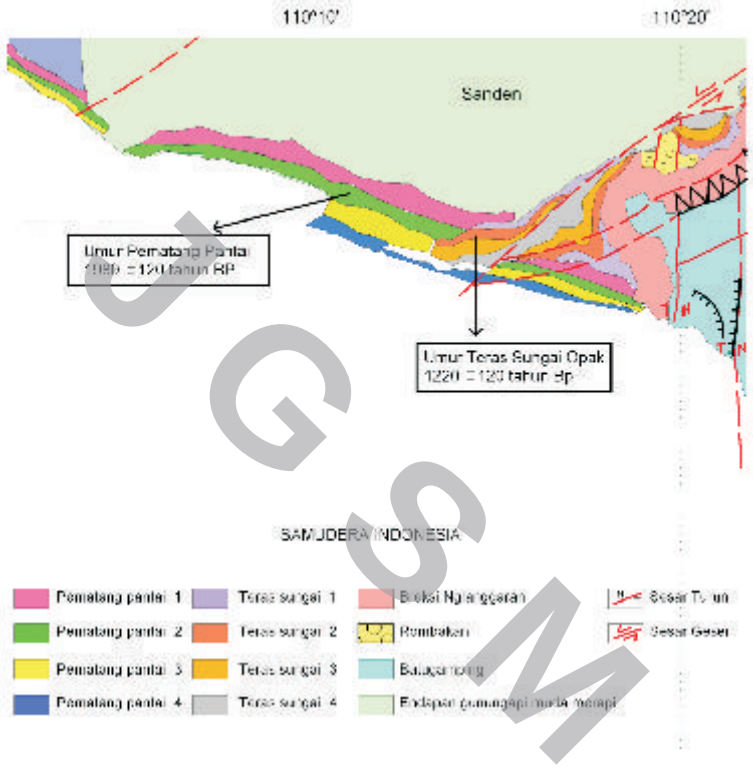
Neotektonik merupakan dinamika tektonik yang berlangsung pada zaman Kuarter yakni sejak 1.800.000 tahun yang lalu (Williams, drr.1989) dan dapat dibedakan menjadi Pleistosen Bawah (1.800.000 $\pm$ 750.000 tahun BP), Pleistosen Tengah (750.000 $\pm$ 125.000 tahun BP) dan Pleistosen Akhir (125.000 hingga sekarang). Penelitian neotektonik di daerah ini telah dilakukan oleh Soehaimi drr. (2007) yang berbasiskan data geologi dan geodesi. Ciri-ciri neotektonik berbasiskan data geologi tersebut dapat dijumpai di sepanjang aliran Sungai Opak berupa faset-faset segitiga, pergeseran aliran sungai, mahkota, dan gawir longsoran. Selain itu, dapat dijumpai pula produk neotektonik berupa pematang-pematang pantai sebanyak empat seri di sepanjang pantai selatan wilayah Kabupaten Kulon Progo-Bantul–Glagah-Samas-Parangtritis. Kajian tektonik Kuarter (neotektonik) di Pantai Samas memperlihatkan adanya empat seri endapan pematang pantai yang dibedakan antara satu dengan lainnya berdasarkan perbedaan ketinggiannya dari permukaan laut sekarang. Pematang pantai yang berusia lebih tua terletak pada permukaan yang lebih tinggi dan terletak lebih menjorok ke daratan dibandingkan dengan endapan pematang pantai yang lebih muda. Antara pematang pantai satu dengan lainnya dibatasi oleh adanya dataran bekas alur sungai yang mengalir dan berkembang di antara kedua pematang tersebut. Pematang tertua (1) di Pantai Samas ini terdapat pada ketinggian 14 m di atas permukaan laut. Berikutnya pematang 2 (10m), pematang 3 (7m) dan yang termuda pematang 4 (5m). Penampang bentang alam hasil pengukuran pengukuran geodesi di atas permukaan laut dan keberadaannya diperlihatkan pada Gambar 6 dan 7. Sementara unsur neotektonik di aliran Sungai Progo ditunjukkan oleh teras sungai di sekitar Desa Sentolo. Teras tertua (1) sungai ini dijumpai pada ketinggian 14,48 m, Teras 2 (10,721 m), Teras 3 (3,359 m), Teras 4 (1,64 m). Ketinggian teras tersebut diukur dari permukaan sungai sekarang seperti terlihat dalam Gambar 8.

Dinamika neotektonik pada aliran sungai Opak dijumpai di Desa Karang. Hasil pengukuran geodesi, Teras tertua (1) pada ketinggian 7,0118 m, Teras 2 (6,748 m), Teras 3 (2,8576 m) dan teras 4 (3,9781 m). Pada Sungai Oyo, teras sungai dijumpai di desa Siluk sebanyak empat seri. Teras tertua (1) dijumpai pada ketinggian 8,289 m, Teras 2 (5,584 m), Teras 3 (1,594 m) sedangkan Teras ke-4 terletak sejajar permukaan sungai sekarang. Penampang bentang alam pengukuran geodesi diatas permukaan sungai Oyo tersebut dan keberadaanya dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10 . Selain itu, telah diamati juga teras Sungai Opak di Desa Berbah yang mempunyai karakter sama dengan teras-teras yang dijumpai di Sungai Opak dan Sungai Progo. Teras sungai tertua (1) dijumpai pada ketinggian 22,962 m, Teras 2 (9,998 m), Teras 3 (5,337 m) dan Teras 4 (termuda) pada ketinggian 2,31 m. Penampang bentang alam hasil pengukuran geodesi di atas permukaan Sungai Opak di Berbah dan keberadaannya dapat dilihat dalam Gambar 11 dan 12.

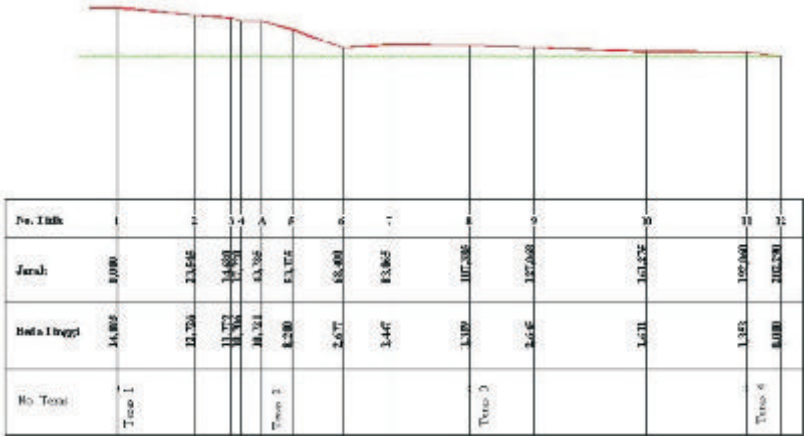
JSDG



Gambar 6. Penampang bentang alam pematang Pantai Samas berdasarkan pengukuran geodesi (Soehaimi drr, 2007).

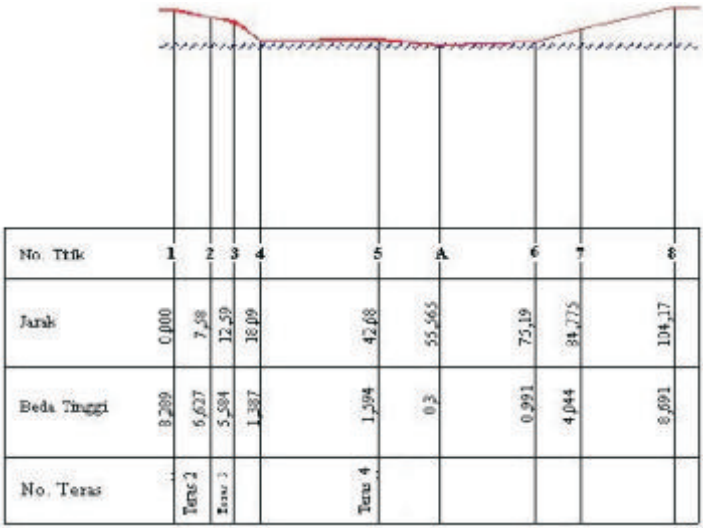


Gambar 7. Keterdapatan pematang di Pantai Samas dan teras Sungai Opak di Desa Karang.

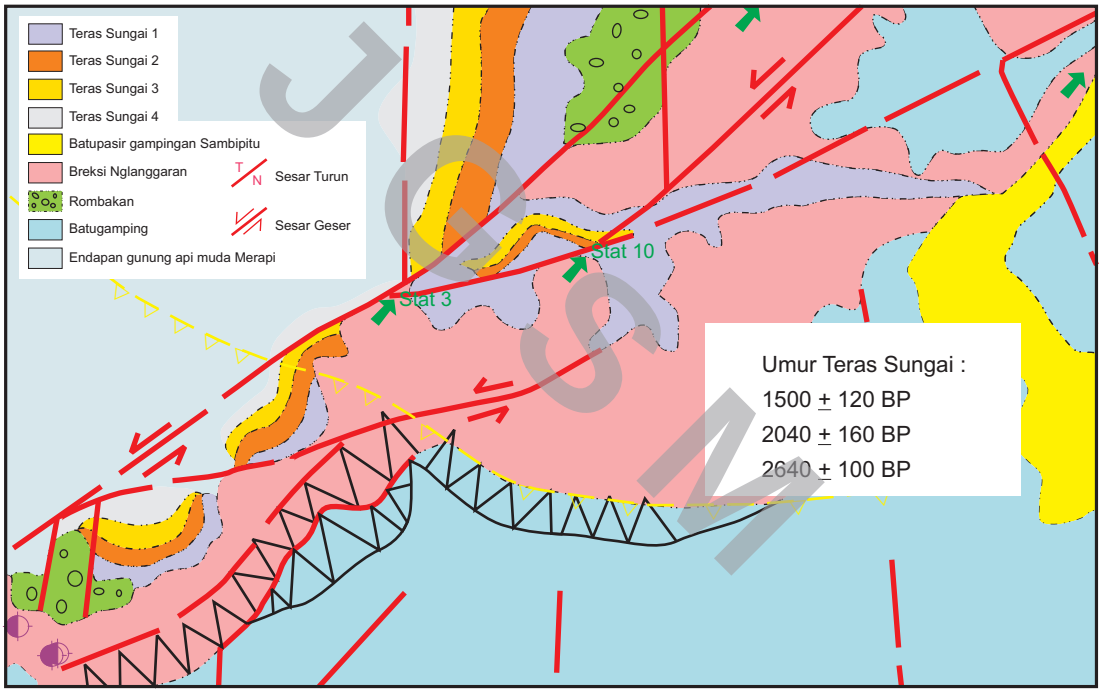


Gambar 8. Penampang bentang alam teras Sungai Progo di Sentolo berdasarkan pengukuran geodesi (Soehaimi drr, 2007).

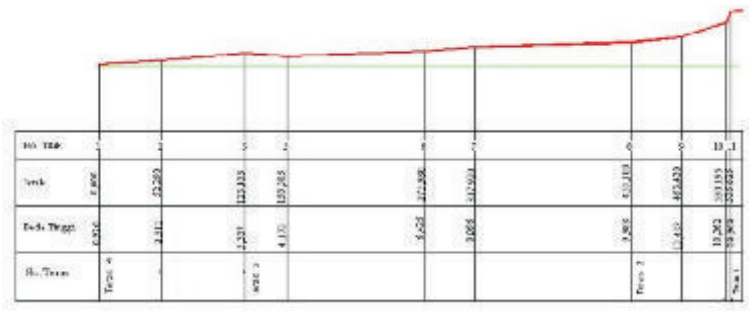
JSDG



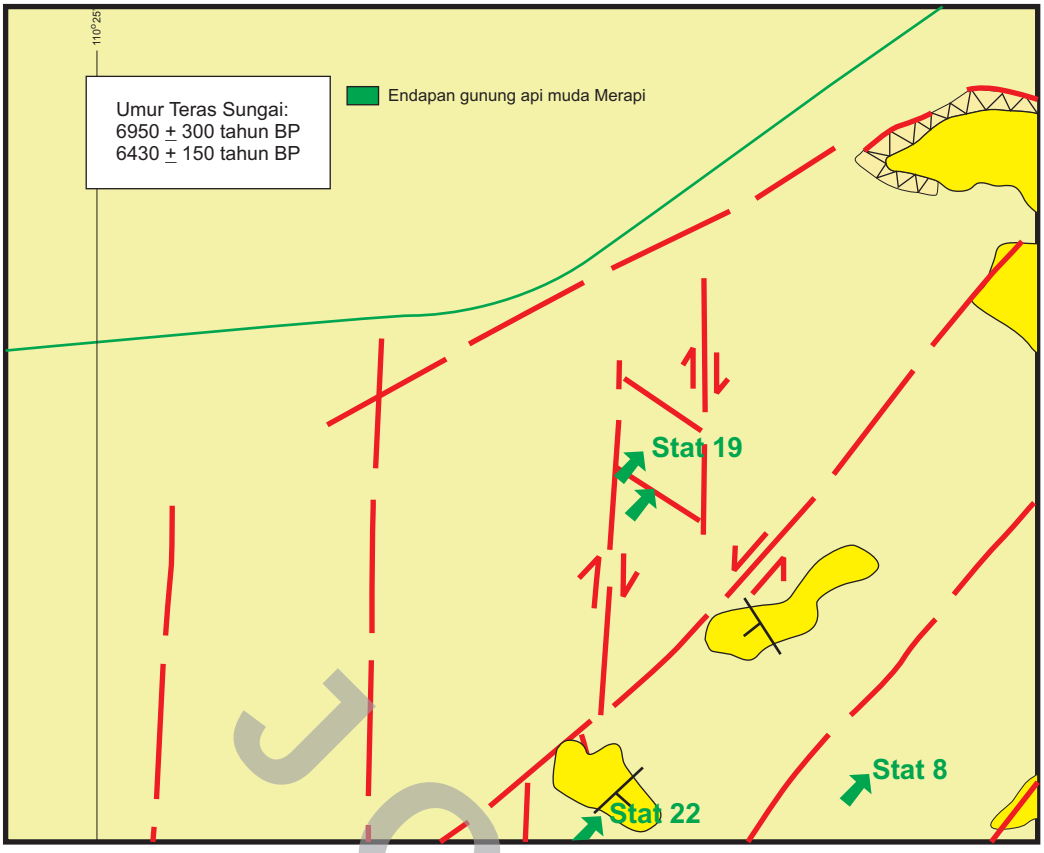
Gambar 9. Penampang bentang alam teras Sungai Oyo di Siluk berdasarkan pengukuran geodesi (Soehaimi drr, 2007).



Gambar 10. Keterdapatan teras Sungai Oyo di Desa Siluk di dalam lajur sesar mendatar mengiri Opak.



Gambar 11. Penampang bentang alam teras sungai di Berbah berdasarkan pengukuran geodesi (Soehaimi drr, 2007).



Gambar 12. Keterdapatan teras Sungai Opak di Desa Berbah di dalam cekungan sistim tarikan sesar sekunder Opak.

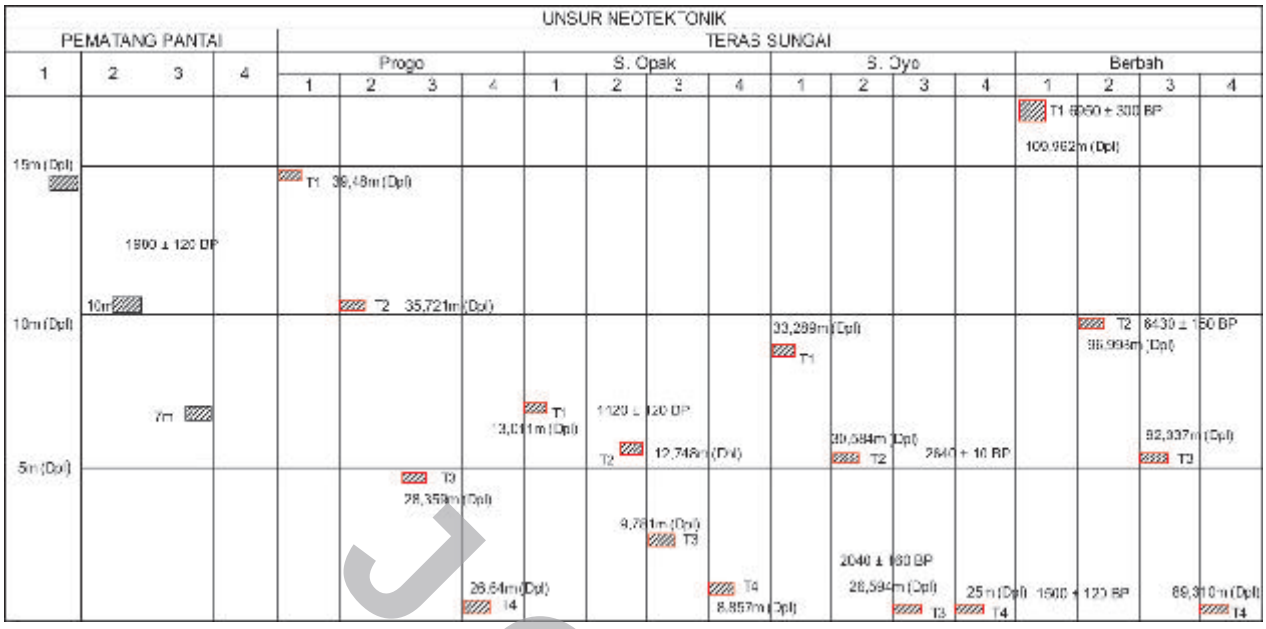
Pentarikhan radiokarbon untuk menentukan umur dalam kajian ini dilakukan pada lempung hitam dan fosil moluska. Pentarikhan terhadap fosil moluska yang dijumpai pada endapan sungai tua antara Pematang pantai 1 dan Pematang pantai 2 di Pantai Samas menunjukkan umur 1980 ± 120 tahun BP. Demikian pula halnya dengan fosil moluska yang dijumpai di Teras 1 Sungai Opak di Desa Karang, menunjukkan umur 1220 ± 120 tahun BP.

Sementara penarikhan radiokarbon terhadap fosil moluska dan lempung hitam yang dijumpai pada Sungai Oyo dari Teras 2, Teras 3, dan Teras 4 yang termuda adalah sebagai berikut 2640 ± 100 BP, 2040 ± 160 tahun BP, dan 1500 ± 120 tahun BP. Lempung hitam yang dijumpai pada Teras 1 Sungai Opak di desa Berbah menunjukkan umur 6950 ± 300 tahun BP, Teras 2 berumur 6430 ± 150 tahun BP (Santoso dan Siregar, 2007) dan Teras 3 berumur 5790 ± 210 tahun BP. Umur pematang pantai dan teras sungai beserta ketinggiannya dari permukaan laut di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari keempat sistem teras sungai tersebut di atas dapat dijumpai karakter yang sama satu dengan yang lainnya. Hal ini didasari pada keterdapatan dan kedudukan masing masing teras terhadap permukaan sungai. Teras tertua dijumpai pada posisi tertinggi dari permukaan sungai sekarang, dan yang termuda berada di dekat permukaan sungai sekarang. Hal tersebut di atas mencerminkan adanya persamaan dinamika tektonik yang bekerja pada keempat sistem teras tersebut pada saat pembentukan yang memperlihatkan adanya suatu perpindahan alur sungai (*shifting*) bergerak secara mendatar dan menurun yang disebabkan oleh mekanisme sesar mendatar mengiri menurun (*oblique*). Studi dinamika cekungan Kuarter yang terdapat pada lajur sesar mendatar sekunder di Berbah memperlihatkan dinamika tektonik tarikan (*pull apart*) pada sistem sesar Opak dengan ciri adanya perpindahan alur sungai secara tegak dan mendatar (Moechtar dan Mulyana, 2007).

JGSM

Tabel 2. Umur Pematang Pantai dan Teras Sungai Daerah Penelitian



KESIMPULAN

- Pematang pantai dan teras sungai di daerah penelitian merupakan produk aktivitas neotektonik yang terjadi ± 7.000 tahun yang lalu hingga sekarang. Dinamika neotektonik yang dicerminkan oleh perubahan garis pantai dari waktu ke waktu di Pantai Samas diduga terjadi dalam periode ulang 500 tahunan (regional) . Dinamika neotektonik lokal Sungai Opak di Berbah dan Sungai Oyo terjadi dalam kurun waktu berbeda (±6.000 – 7.000 dan ± 1.500 – 2.600 BP), namun mempunyai periode ulang hampir sama, ± 500 tahun.
- Aktivitas neotektonik di pantai Samas yang membentuk tinggian pematang pantai yang berdeda antara yang tua dan muda dari permukaan laut disebabkan oleh aktivitas pengangkatan di sepanjang lajur garis pantai (*uplifting*). Demikian pula pada teras Sungai Progo dan Sungai Opak (Talun) yang disebabkan oleh pengangkatan dasar sungai akibat tektonik bersifat lokal yang menyebabkan pergeseran alur sungai. Sementara di Sungai Oyo (Siluk) dan Sungai Opak (Berbah) terindikasikan adanya proses penurunan dasar sungai sebagai akibat gerak sesar mendatar mengiri turun yang dicirikan oleh penumpukan endapan alur sungai.
- Perbedaan karakter bentukan lahan dan produknya pada masing masing tempat sangat ditentukan oleh karakter dinamika tektonik yang membentuk struktur struktur lokal di daerah ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Ungkap Lumban Batu, M.Sc. dan Ir. Sidarto MSi, atas koreksi dan sarannya serta Nengsri Mulyati. Amd, atas bantuannya menyiapkan tulisan ini.

JGSM

ACUAN

Faure, G. 1977. *Principles of Isotope Geology*. Second Edtion. John Willey & Sons, 386-404 pp.

Mochtar, H., dan Mulyana, H, 2007, Tektonik dan implikasinya terhadap evolusi alur sungai purba (studi kasus geologi kuarter pada alur kali opak purba di kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, DIY). *Jurnal JTM, Vol. XIV, No.1/2007*, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral ITB, 33-50.

Soehaimi, A., Marjiono dan Sopian,Y., 2007. Seismotektonik, Bencana dan Resiko Gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006., *Publikasi Khusus, Geologi Indonesia : Dinamika dan Produknya Vol. II, No. 33: 149-161*.

Santoso dan Siregar, D.A., 2009, Morfologi dan umur perpindahan alur sungai Opak di Daerah Berbah Sleman, Pusat Survei Geologi, tidak diterbitkan.

Taylor, R. E. 1992. *Radiocarbon Dating of Bone*. New York: Springer Verlag.

Williams, M.A.J., Dunkerley, D.L., Decker, P.De., Kershaw, A.P. dan Stokes, A.P. 1989. *Quarternary Environment*, Edward Arnold, A. division of holdder and Stoughton,Londen, Newyork, Melbourne, Auckland, 329 pp.

JGSM