

## STATUS KONSENTRASI $^{232}\text{Th}$ DAN $^{226}\text{Ra}$ DALAM SEDIMEN PESISIR PULAU BANGKA

Wahyu Retno Prihatiningsih, Heny Suseno

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif – BATAN

Email: [ayu-iu@batan.go.id](mailto:ayu-iu@batan.go.id)

### ABSTRAK

STATUS KONSENTRASI  $^{232}\text{Th}$  DAN  $^{226}\text{Ra}$  DALAM SEDIMEN PESISIR PULAU BANGKA. Telah dilakukan analisis kandungan  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  di dalam sedimen wilayah pesisir Bangka Barat dan Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data dasar  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  yang dapat digunakan untuk memperkirakan dampak dari radionuklida tersebut terhadap kesehatan manusia. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sample di 62 lokasi pengamatan, preparasi sample dan analisis menggunakan gamma spectrometer beresolusi tinggi. Radioisotop  $^{232}\text{Th}$  ditetapkan dari rerata konsentrasi  $^{212}\text{Pb}$  (238,6 keV) dan  $^{228}\text{Ac}$  (911,1 keV)[2]. Disisi lain  $^{226}\text{Ra}$  ditetapkan dari rerata konsentrasi  $^{214}\text{Pb}$  (351,9 keV) dan  $^{214}\text{Bi}$  (609,3 dan 1764 keV). Hasil analisis menunjukkan Data dasar konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam sedimen di Pesisir Pulau Bangka 18,69 – 627,17 Bq.Kg<sup>-1</sup> dan 74,78 – 2333,50 Bq.Kg<sup>-1</sup>. Kontribusi tailing hasil penambangan timah ikut berkontribusi pada konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  di wilayah pesisir Pulau Bangka. Terdapat korelasi sebesar 50% antara konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$ .

**Kata kunci:** Radionuklida alam,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , sedimen, Bangka

### ABSTRACT

CONCENTRATION STATUS OF  $^{232}\text{Th}$  AND  $^{226}\text{Ra}$  IN SEDIMENT COASTAL OF BANGKA ISLAND. Analysis of  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{232}\text{Th}$  in the sediments of West and South Bangka has been done. Aimed of this study is to obtain baseline data of  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{232}\text{Th}$  that can be used to estimate the impact of these radionuclides on human health. Stages of the research involves taking samples at 62 sampling sites, sample preparation and analysis using high-resolution gamma spectrometer. Radioisotope  $^{232}\text{Th}$  was determined from the average concentrations of  $^{212}\text{Pb}$  (238.6 keV) and  $^{228}\text{Ac}$  (911.1 keV) [2]. On the other side  $^{226}\text{Ra}$  concentration was determined from  $^{214}\text{Pb}$  (351.9 keV) and  $^{214}\text{Bi}$  (609.3 and 1764 keV). The analysis showed Baseline concentrations of  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{232}\text{Th}$  in sediments in the Coastal Bangka Island is 18.69 to 627.17 Bq.Kg-1 and 74.78 to 2333.50 Bq.Kg-1. Contribution from mining tailings contribute to the concentration of  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{232}\text{Th}$  in coastal of Bangka Island. There is a 50% correlation between the concentration of  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{232}\text{Th}$ .

**Key word:** natural radionuclides,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , sediment, Bangka

### PENDAHULUAN

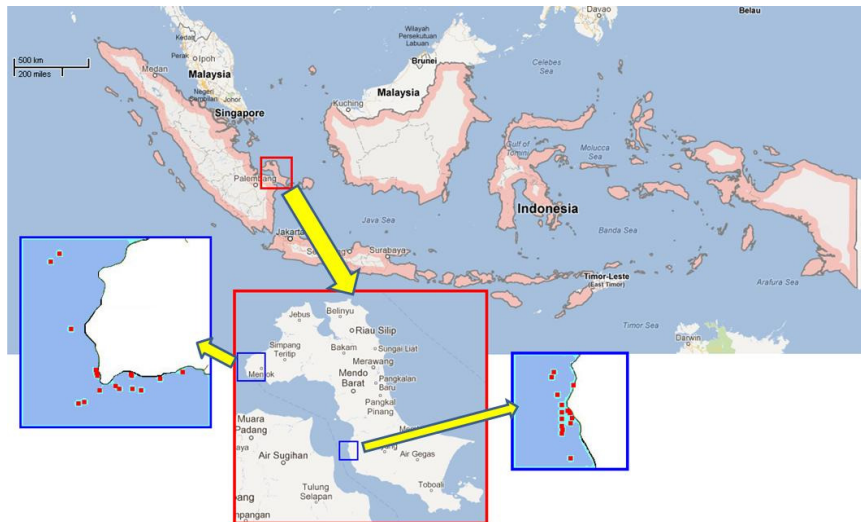
Data dasar radionuklida alam di lingkungan pesisir Pulau Bangka masih sangat terbatas. Wilayah pesisir sangat dinamis dipengaruhi oleh kegiatan manusia di daratan diantaranya eksploitasi sumber daya alam seperti kegiatan penambangan menimbulkan dampak masuknya berbagai jenis material dan kontaminan termasuk radionuklida alam[1]. Terdapat 3 Jenis deret radionuklida alam masing-masing adalah deret uranium, deret actinium dan deret thorium[2]. Radionuklida alam banyak digunakan untuk mempelajari proses-proses di lingkungan pesisir antara lain: penentuan kecepatan sedimentasi, proses pencampuran dan akumulasi sedimen[3]. Radionuklida dalam sedimen tidak berkontribusi langsung pada paparan manusia, tetapi radionuklida tersebut dapat diakumulasi oleh berbagai biota laut yang banyak dikonsumsi oleh manusia[4]. Radionuklida alam dapat ditemukan di sedimen sungai sebagai hasil pencucian pupuk dan bahan industri serta sedimentasi partikulat yang berasal dari pembukaan lahan dan penambangan.

Radionuklida alam di kepulauan Bangka Belitung berasal dari aktivitas penambangan timah. Pulau Bangka dikenal sebagai salah satu penghasil timah terbesar di dunia. Berdasarkan Renstra Propinsi tahun 2002-2006, produksi bijih timah yang diusahakan oleh dua perusahaan tersebut mencapai rata-rata 90.000 ton/tahun [5]. Kegiatan penambangan timah menyisakan permasalahan lingkungan berupa penurunan produktivitas tanah dan kualitas lingkungan, perubahan fisik berupa perubahan morfologi dan topografi lahan [6]. Penambangan timah dilakukan dengan membongkar lapisan batuan yang tidak mengandung bijih timah dilanjutkan dengan menggali lapisan batuan yang mengandung bijih timah dan pencucian untuk memisahkan bijih timah. Sisa pencucian berupa tailing dialirkan ke daerah pembuangan [6]. Logam-logam ikutan lain dalam bijih yang sering menyertai yaitu: wolfram, tembaga, seng, timbal dan lain-lain [7]. Sebelum dilebur (*smelting*) bijih timah melewati proses awal (*ores dressing*) yang meliputi: pemanggangan (*roasting*), pelarutan (*leaching*), dan pemisahan secara magnetik. Pemanggangan bertujuan untuk memisahkan bahan-bahan yang mudah menjadi gas seperti belerang, arsen, dan antimon. Pelarutan dengan menggunakan asam hidroklorida (HCl) untuk memisahkan Fe, Pb, As, pada suhu 130°C. Setelah dilarutkan bijih dipisahkan secara magnetik, hingga diperoleh *consetrate casiterit* [8].

Bijih timah mengandung uranium dan thorium yang berikatan dengan berbagai mineral. Konsentrasi uranium dan thorium dalam bijih timah masing-masing 60 Bq.kg<sup>-1</sup> dan 5 Bq.Kg<sup>-1</sup>. Setelah proses pengeringan awal dan separasi basah uranium dan torium menjadi terpekatkan dan terlindi oleh proses asam[9]. Informasi tingkatan konsentrasi radionuklida alam di sedimen sungai memungkinkan dapat mengakses potensi efek dari radionuklida alam tersebut terhadap kesehatan. Pada makalah ini dilaporkan hasil pemantauan radionuklida alam di kepulauan Bangka Belitung pada tahun 2011 sampai dengan 2012. Pemantauan lingkungan ini merupakan salah satu bagian dari kegiatan pengumpulan data dasar radionuklida di lingkungan laut sebelum pembangunan PLTN.

## METODA

Sampling sedimen dilakukan dari bulan Juni 2011 sampai dengan bulan Oktober 2012 di pesisir Kepulauan Bangka menggunakan alat penyampling sedimen perairan. Lokasi sampling ditunjukkan pada Gambar 1. Koordinat pengambilan sampel ditunjukkan pada Tabel 1 di halaman lampiran.

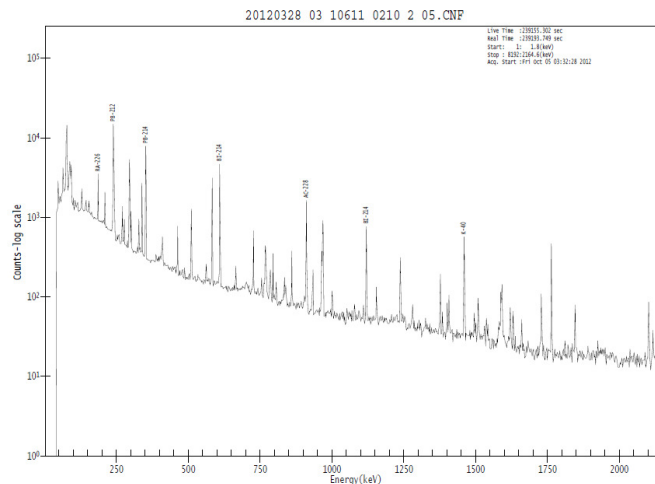


Gambar 1. Lokasi sampling sedimen di kepulauan Bangka

Sedimen selanjutnya dikeringkan pada suhu 105°C selama 3 hari menggunakan oven. Penghalusan sedimen yang telah kering dilakukan menggunakan *Sediment Crusser Fritsch pulverisette 14* sampai butiran sedimen berukuran 0,5 mikron. Sebanyak 0,5 kg sedimen ditempatkan pada tabung *marinelli* dan dibiarkan selama 40 hari untuk mencapai kesetimbangan  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dengan anak luruhnya masing-masing (*secular equilibrium*). Pencacahan dilakukan menggunakan spektrometer gamma detektor HPGe Canberra tipe GX2018 dengan efisiensi relatif 25% terhadap NaI(Tl). Spektrometer gamma terhubung dengan sistem akuisisi dan analisis spektrum Canberra Genie-2000. Mengingat  $^{232}\text{Th}$  bukan merupakan radionuklida pemancar gamma maka analisis menggunakan spektrometer gamma dilakukan secara tidak langsung melalui energi gamma yang dipancarkan oleh anak luruhnya setelah terjadi kesetimbangan secular[10]. Radioisotop  $^{232}\text{Th}$  ditetapkan dari rerata konsentrasi  $^{212}\text{Pb}$  (238,6 keV) dan  $^{228}\text{Ac}$  (911,1 keV)[2]. Disisi lain  $^{226}\text{Ra}$  ditetapkan dari rerata konsentrasi  $^{214}\text{Pb}$  (351,9 keV) dan  $^{214}\text{Bi}$  (609,3 dan 1764 keV).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan sifat radiotoksitas, radium sangat penting karena dengan mudah dapat terikat pada tulang karena sifatnya yang sama dengan unsur-unsur golongan IIa (kalsium). Spektrometer gamma dapat digunakan untuk menganalisis  $^{226}\text{Ra}$  karena kemampuannya memisahkan *photopeak* yang berdekatan[11]. Untuk keperluan ini dibutuhkan spektrometer gamma yang mempunyai resolusi Full Width Half Maximum (FWHM)  $\leq 1,8$  keV pada energi 1332 keV ( $^{60}\text{Co}$ ). Spektrometer yang digunakan harus mempunyai kisaran energi 5 keV sampai dengan beberapa MeV. Pengukuran  $^{226}\text{Ra}$  dapat dilakukan secara langsung pada energi 186 keV namun kelemahan metoda ini adalah photopeak energi gamma sangat lemah (3,28%) yang diinterferensi oleh emisi  $^{235}\text{U}$  pada energi 185,7 keV tetapi  $^{235}\text{U}$  mempunyai konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan  $^{226}\text{Ra}$  [11].

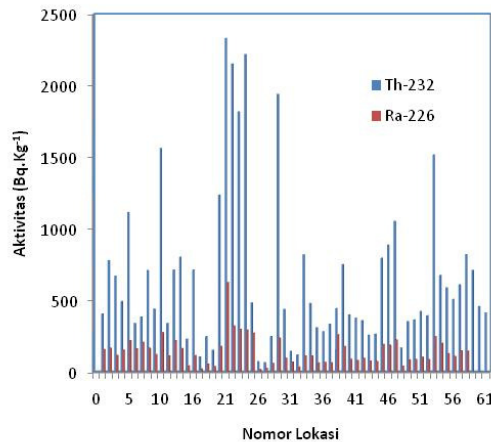


**Gambar 2.** Spektrum energi gamma hasil pencacahan sampel sedimen dari Bangka

Produk samping dari pemrosesan timah adalah mineral-mineral seperti *ilmenite*, *zircon*, *monazite*, *xenotime*, *columbite* dan *struvirite*. Mineral *monazite* ( $[\text{Ce,La,Y,Th}]\text{PO}_4$ ) bersifat radioaktif karena mengandung torium. Peningkatan konsentrasi  $^{238}\text{U}$   $^{232}\text{Th}$  dapat terjadi selama kegiatan penambangan dan proses bijih timah[12]. Radioisotop  $^{232}\text{Th}$  ditetapkan dari rerata konsentrasi  $^{212}\text{Pb}$  (238,6 keV) dan  $^{228}\text{Ac}$  (911,1 keV). Hasil pencacahan sampel sedimen menggunakan gamma spectrometer diperoleh puncak energi  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  dan  $^{40}\text{K}$ . Spektrum radionuklida alam hasil pencacahan sampel sedimen dari Bangka ditunjukkan pada Gambar 2.

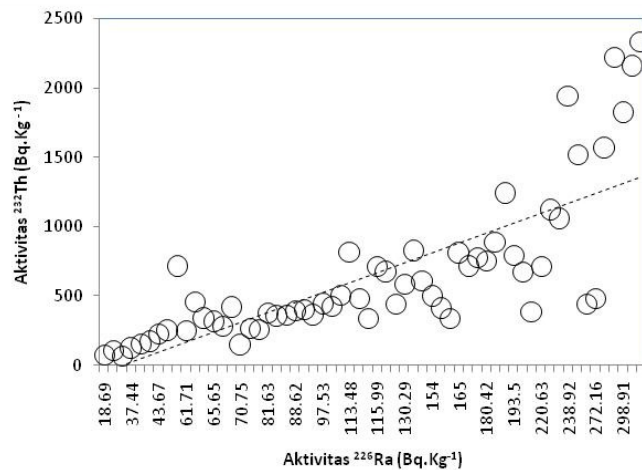
Hasil analisis konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam sedimen yang pada 61 lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam sedimen di Bangka Barat dan Bangka Selatan masing-masing pada kisaran 18,69 –

627,17 Bq.Kg<sup>-1</sup> dan 74,78 – 2333,50 Bq.Kg<sup>-1</sup>. Berdasarkan data tersebut konsentrasi kedua radionuklida tersebut dalam sedimen sangat bervariasi dan berada pada kisaran yang sangat lebar. Hal ini memungkinkan karena sedimen diperairan pulau Bangka dipengaruhi oleh tailing hasil penambangan timah. Disisi lain sampel sedimen yang terdapat di Pulau Bangka secara visual dapat dibedakan antara lain: endapan pasir, sedimen berbentuk lumpur berwarna putih dan sedimen kontribusi limbah domestic yang berwarna hitam. Secara umum sedimen merupakan system heterogen yang kompleks tersusun atas campuran tanah liat, aluminosilikat, besi dan oksida hidroksi, bahan-bahan organik dan anorganik yang dihasilkan melalui aktifitas biologi maupun proses *diagenik*[13]. Hasil pemantauan konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  di daerah pertambangan timah Nigeria masing-masing menunjukkan 43,11 – 784 Bq.Kg<sup>-1</sup> dan 298,68 – 3616 Bq.Kg<sup>-1</sup>[14]. Salah satu pemantauan lingkungan di daerah pertambangan timah Malaysia menunjukkan bahwa konsentrasi  $^{232}\text{Th}$  diperoleh maksimum 609,60 Bqkg<sup>-1</sup>[12].



Gambar 3. Konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam sedimen di Bangka Barat dan Selatan

Sedimen laut Pulau Bangka berasal dari berbagai macam proses sedimentasi baik berasal dari limbah rumah tangga, erosi maupun *tailing* hasil penambangan timah. Kontribusi *tailing* dalam sedimen pesisir dapat diketahui dari korelasi antara konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$ . Hal ini dapat dimungkinkan karena *tailing* mengandung konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  yang berasal dari mineral monasit. Hubungan konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam sedimen Pulau Bangka

Berdasarkan Gambar 4, tidak menunjukkan kolerasi antara konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam sedimen pesisir Pulau Bangka dimana nilai koefisien korelasi sebesar 0,5. Hal ini disebabkan karena  $^{226}\text{Ra}$  yang merupakan unsur Golongan Ila lebih mudah lepas dari matriks sedimen dibandingkan dengan  $^{232}\text{Th}$ . Hasil kolerasi tersebut juga menunjukkan pada saat masuk kedalam perairan laut radionuklida dapat terlepas dari matrik sedimen dan masuk ke dalam kompartemen air laut.

## KESIMPULAN

Data dasar konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  dalam sedimen di Pesisir Pulau Bangka 18,69 – 627,17 Bq.Kg<sup>-1</sup> dan 74,78 – 2333,50 Bq.Kg<sup>-1</sup>. Kontribusi tailing hasil penambangan timah ikut berkontribusi pada konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$  di wilayah pesisir Pulau Bangka. Terdapat korelasi sebesar 50% antara konsentrasi  $^{226}\text{Ra}$  dan  $^{232}\text{Th}$ .

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada Bapak Chevy Cahyana, M.Si. dan Bapak Mohammad Nur Yahya yang telah membantu pelaksanaan pengambilan sampel di Bangka Barat dan Bangka Selatan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Cochran J.K., Masqu, P.: *Natural radionuclides applied to coastal zone processes*, in MARINE RADIOACTIVITY Chapter 1. Ed. by Livingston, H.D, Elsevier Ltd. All rights reserved, (2004).
- [2]. Powell, B.A., Hughes, L.D., Soreefan, A.M., Falta, D., Wall, M.: *Elevated Concentrations of Primordial Radionuclides in Sediments from the Reedy River and Surrounding Creeks in Simpsonville, South Carolina*, Journal of Environmental Radioactivity, UCRL-JRNL-227021, (2009).
- [3]. MacKenzie A.B., Stewart, A., Cook, G.T., Mitchell, L., Ellet, D.J., Griffiths, C.R.: *Manmade and natural radionuclides in north east Atlantic shelf and slope sediments: Implications for rates of sedimentary processes and for contaminant dispersion*, Science of the Total Environment 369, 256–272, (2006).
- [4]. Noshkinc, V.E., Robison, W.L., Eagle, R.J., Brunk, J.L.: *Radionuclides in Sediments and Seawaer at Rongelap Atoll*, LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY, UCRL-LR-130250, (2004)
- [5]. Rahman, B., Haryadi, D., Jeanne DN. Manik, Zukhri, N., Khodijah, N.S., Ibrahim, Irvani, Sarpin., Wulansari, N.: *Timah Babel Di Antara Globalisasi Dan Glokalisasi (Analisis Regulasi, Deskripsi Aktor, Dan Desain Rekomendasi)*, Laporan Penelitian, Universitas Bangka Belitung, Bangka, (2010).
- [6]. Hermawan, A., Asmarhansyah, Choliq, A.: *Transformasi Petani Menjadi Penambang Timah di Bangka Belitung*, Seminar Nasional Lingkungan Hidup, Semarang, (2010).
- [7]. Yuniarto, B.: *Kajian Problema Penambangan Timah di Propinsi Kepulauan Bangka Belitung Sebagai Masukan Kebijakan Pertimahan Nasional*, Jurnal Teknologi Minireral dan Batubara, 5(3), 97-113.
- [8]. Latief, A.S.: *Dampak Limbah Dan Bekas Tambang Timah Terhadap Lingkungan Kasus Di Kecamatan Belinyu Kabupaten Bangka Provinsi Bangka Belitung*, Jurnal Rekayasa Mesin, 112-118 (2008).
- [9]. Cooper, M.B.: *Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) in Australian Industries - Review of Current Inventories and Future Generation A Report prepared for the Radiation Health and Safety Advisory Council ERS-006 Revision of September 2005* EnviroRad Services Pty. Ltd. (2005).
- [10]. Bordeepong, S., Bhongsuwan, D., Pungrassami, T and Tripob Bhongsuwan.: *Natural Radionuclide Contents in Ceramic Clays in Southern Thailand and their Radiation Hazard Indices* Kasetsart J. (Nat. Sci.) 45, 28 - 39 (2011).
- [11]. IAEA. *Analytical Methodology For The Determination Of Radium Isotopes In Environmental Samples*. IAEA, VIENNA, IAEA/AQ/19 (2010).

[12]. Nasirian, M., Bahari, I and Pauzi Abdullah.: *Assessment Of Natural Radioactivity In Water And Sediment From Amang (Tin Tailing) Processing Ponds The Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol. 12, No. 1 (2008)*

Lampiran: Lokasi Pengambilan sampel

No	Koordinat Lokasi	No	Koordinat Lokasi	No	Koordinat Lokasi
1	105° 08.606' BT 02° 05.020' LS	21	105° 11.500' BT 02° 04.530' LS	41	105° 05.734' BT 02° 01.314' LS
2	105° 08.856' BT 02° 05.229' LS	22	105° 09.660' BT 02° 04.360' LS	42	105° 04.406' BT 01° 56.983' LS
3	105° 09.703' BT 02° 05.212' LS	23	105° 09.600' BT 02° 04.280' LS	43	105° 04.991' BT 01° 56.446' LS
4	105° 10.269' BT 02° 05.300' LS	24	105° 53.400' BT 02° 38.700' LS	44	105° 06.6' BT 02° 06.07' LS
5	105° 07.381' BT 02° 04.182' LS	25	105° 53.460' BT 02° 38.740' LS	45	105° 06.2' BT 02° 06.17' LS
6	105° 07.400' BT 02° 04.100' LS	26	105° 53.580' BT 02° 38.890' LS	46	105° 06.1' BT 02° 06.03' LS
7	105° 07.381' BT 02° 04.182' LS	27	105° 53.720' BT 02° 39.230' LS	47	105° 53.025' BT 02° 40.073' LS
8	105° 07.382' BT 02° 04.106' LS	28	105° 53.800' BT 02° 36.900' LS	48	105° 52.696' BT 02° 37.567' LS
9	105° 07.325' BT 02° 03.991' LS	29	105° 53.600' BT 02° 39.600' LS	49	105° 52.260' BT 02° 36.334' LS
10	105° 07.393' BT 02° 04.255' LS	30	105° 42.300' BT 01° 31.700' LS	50	105° 52.407' BT 02° 35.983' LS
11	105° 07.393' BT 02° 04.316' LS	31	105° 42.200' BT 01° 31.700' LS	51	105° 53.592' BT 02° 42.060' LS
12	105° 07.441' BT 02° 04.298' LS	32	106° 06.900' BT 01° 47.900' LS	52	107° 37. 852' BT 02° 44.759' LS
13	105° 07.422' BT 02° 04.341' LS	33	105° 53.000' BT 02° 38.300' LS	53	106° 42.500' BT 02° 32.300' LS
14	105° 53.305' BT 02° 38.247' LS	34	105° 53.000' BT 02° 38.800' LS	54	106° 22.260' BT 02° 28.300' LS
15	105° 53.287' BT 02° 38.663' LS	35	105° 53.000' BT 02° 39.300' LS	55	106° 23.000' BT 02° 27.000' LS
16	105° 53.419' BT 02° 37.995' LS	36	105° 53.000' BT 02° 39.800' LS	56	106° 18.000' BT 02° 25.000' LS
17	105° 53.623' BT 02° 37.467' LS	37	105° 53. 000' BT 02° 40.300' LS	57	106° 20.000' BT 02° 26.000' LS
18	105° 53.814' BT 02° 36.948' LS	38	105° 42. 000' BT 01° 31.700' LS	58	106° 15.24' BT 02° 14.9' LS
19	105° 13.000' BT 02° 04.100' LS	39	105° 07.560' BT 02° 05.304' LS	59	106° 12.44' BT 02° 12.5' LS
20	105° 12.300' BT 02° 04.380' LS	40	105° 07.550' BT 02° 05.070' LS	60	106° 11.212' BT 02° 11.212' LS