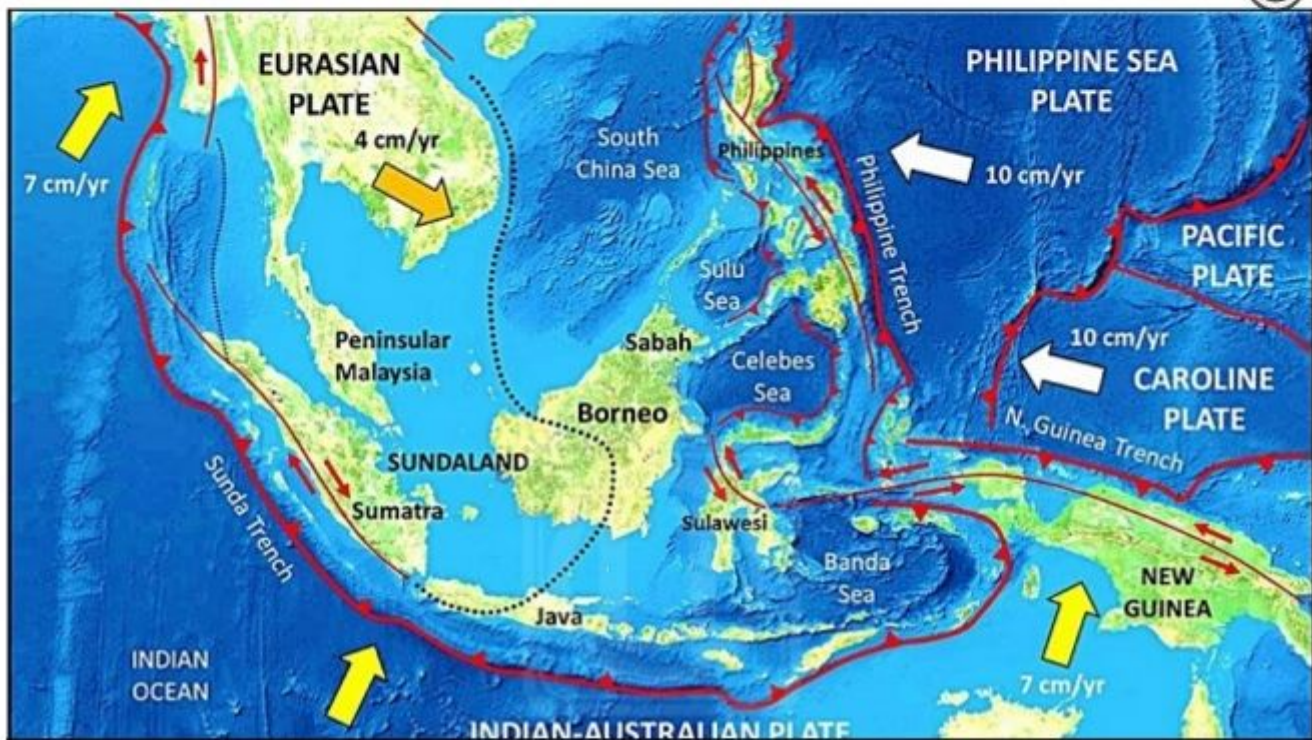


Teknologi satelit InSAR

Bantu kenal pasti dan pantau gempa bumi di Sabah

OLEH PROF. DR. FELIX TONGKUL | 11 Julai 2016 4:00 PM

Share 1 Tweet 1 Google + 0



Pergerakan plat bumi di sekitar Sabah. Plat Filipina bergerak sekitar 10 cm/tahun ke arah barat laut, plat India-Australia bergerak sekitar 7 cm/tahun ke arah timur laut dan plat Eurasia bergerak sekitar 4 cm/tahun ke arah tenggara



Kejadian gempa bumi adalah berkait rapat dengan kewujudan sesar aktif. Sesar adalah retakan dalam bumi yang mengalami pergerakan. Sesar mempunyai pelbagai saiz dari beberapa sentimeter (sm) hingga beberapa kilometre (km) dari segi panjang, lebar dan dalam. Sesar ini dikatakan aktif apabila permukaan bumi di kedua-dua belahnya masih bergerak. Pergerakan sepanjang sesar ini boleh berlaku secara menegak atau mendatar atau gabungan menegak dan mendatar.

Pergerakan ini dikaitkan dengan daya yang dihasilkan semasa pergerakan plat tektonik atau kerak bumi. Daya-daya ini boleh bersifat mampatan, regangan atau ricihan. Gempa bumi berlaku bila pergerakan sepanjang satah sesar tersekat akibat permukaan yang tidak rata dan melepaskan tenaga yang terkumpul di dalam bumi sewaktu pembalikan elastik (elastic rebound).

Pergerakan permukaan bumi yang tidak sekata adalah antara penyebab utama kerosakan kepada infrastruktur seperti bangunan, jambatan, jalan raya, terowong, paip air dan gas bawah tanah, empangan dan pencawang telekomunikasi. Pergerakan permukaan bumi ini berlaku pada kadar dua hingga lima sm setahun dan sukar dikesan dengan mata kasar.

Pergerakan permukaan bumi ini perlu dipantau pergerakannya sekiranya kita ingin meramal kawasan yang berpotensi menghasilkan gempa bumi. Tingkah laku pergerakan permukaan bumi juga perlu difahami sekiranya kita ingin mengurangkan kesan negatif ke atas infrastruktur sedia ada atau yang akan dibina pada masa hadapan.

Ada beberapa cara untuk mengukur pergerakan permukaan bumi seperti menggunakan alat pelaras geodetik (geodetic leveller), alat pengukur jarak dan kini menggunakan pengukuran berterusan sistem penentu kedudukan global (GPS).

Dengan membuat pengukuran menggunakan alat pelaras dan pengukur jarak secara berulang-ulang pada jangka masa tertentu, perubahan ketinggian pada permukaan bumi di titik tertentu dapat diketahui.

Begitu juga pergerakan secara mendatar titik tertentu dapat ditentukan setelah dibandingkan dengan sesuatu titik rujukan dengan ketinggian dan kedudukannya diketahui lebih awal. Kedua-dua cara di atas kini diganti dengan alat GPS bergred geodetik (gred tinggi) yang mampu untuk memberi ukuran berskala milimeter (mm) apabila digunakan dengan sebuah stesen GPS rujukan. Pengukuran dengan alat GPS boleh dibuat secara berterusan pada sesuatu titik dan bacaan boleh dimuat turun kemudian atau boleh dihantar terus melalui Internet ke pusat kajian.

Pengukuran menggunakan alat pelaras, pengukur jarak dan GPS terhad pada satu titik permukaan bumi sahaja.

Cara tradisional ini tidak dapat memberi maklumat pergerakan permukaan bumi di kawasan sebelahnya, kecuali ketumpatan titik bacaan itu diperbanyak. Lazimnya, cara ini memerlukan kos tinggi untuk menambah titik pengukuran. Justeru itu, walaupun teknologi GPS mampu memberi bacaan berterusan, ia tidak dapat memberi gambaran atau kefahaman pergerakan permukaan bumi secara bersambungan atau menyeluruh pada suatu kawasan.

Teknik pengukuran dan pemantauan berasas angkasa mulai diperkenal pada tahun 1990-an apabila satelit bersensor khas dibina untuk memperoleh imej permukaan bumi dengan menggunakan pancaran elektromagnet gelombang mikro. Sensor satelit ini yang dikenali sebagai Synthetic Aperture Radar (SAR) mampu merakam imej permukaan bumi siang dan malam bukan seperti satelit optik yang bergantung pada pancaran matahari.

Dengan membandingkan dua imej radar yang diambil pada masa berlainan, perubahan pada permukaan bumi dapat dikenal pasti dengan tepat dan cepat sehingga memberi ukuran berskala milimeter.

Beberapa satelit radar kini berada di angkasa seperti ERS-1 dan ERS-2 milik Agensi Angkasa Eropah (ESA) sejak tahun 1991; RadarSAT-1 dan RadarSAT-2 milik Agensi Angkasa Kanada (CSA) sejak tahun 1995; J-ESR, Alos-1 dan Alos-2 milik Agensi Angkasa Jepun (JAXA) sejak tahun 1998; dan yang terkini TerraSAR-X milik Airbus dari Jerman dan Cosmo-SkyMed milik Itali. Satelit radar ini boleh mengambil imej sesuatu permukaan bumi pada kedudukan yang sama secara berulang antara 11 hingga 35 hari.

Kewujudan arkib imej radar sejak awal tahun 1990-an di hampir seluruh muka bumi memberi peluang untuk mengkaji perubahan muka bumi sejak 25 tahun yang lalu pada kawasan yang luas, termasuk kawasan yang terpencil dan sukar dimasuki.

Bagaimana teknologi radar ini berfungsi

Satelit radar menghantar gelombang mikro ke permukaan bumi dan menerima pantulan gelombang mikro ini melalui sensornya. Tenaga pemancar gelombang ini dikawal untuk mendapat pantulan yang konsisten. Permukaan bumi yang pelbagai menghasilkan pantulan yang berbeza. Ada yang memantul gelombang mikro dengan baik seperti permukaan bumi terdedah seperti batu, tanah, bangunan dan ada yang tidak baik seperti air.

Pelbagai isyarat yang diterima oleh sensor diproses untuk membezakan jenis permukaan bumi ini.

Satelit radar menghasilkan pengukuran jarak antara satelit dan permukaan bumi yang sangat tepat.

Pengukuran yang tepat ini dapat dicapai kerana sensor radar dapat mengoptimumkan gelombang elektromagnet saiz mikro (beberapa sentimeter panjang) yang dipancarkan dan diterima.

Pertindihan antara dua gelombang mikro yang berlainan membolehkan perbezaan jarak dapat dikesan dan diukur dalam pecahan panjang gelombang.

Teknik ini biasanya dikenali sebagai pertindihan gelombang radar (radar Interferometry atau InSAR).

Untuk memantau pergerakan permukaan bumi, beberapa imej radar yang diambil pada masa yang berlainan boleh dibandingkan.

Menerusi analisis jarak antara sensor dan permukaan bumi berdasarkan beberapa pengambilan imej, maklumat berkenaan ketinggian topografi dan pergerakan permukaan bumi dapat diperolehi.

Malangnya, kedua-dua komponen ini bertindih dengan isyarat yang dihasilkan oleh perubahan atmosfera semasa pengambilan imej.

Dengan menggunakan persamaan atau algoritma tertentu, gangguan dari atmosfera ini boleh ditapis.

Kejadian gempa di Sabah

Sabah terletak di pertembungan tiga plat bumi utama, iaitu Plat Pasifik yang bergerak sekitar 10sm setiap tahun ke arah barat; Plat Australia India yang bergerak sekitar 7sm setahun ke arah utara dan Plat Eurasia yang bergerak sekitar 5sm setiap tahun ke arah tenggara.

Ini menyebabkan Sabah mengalami daya mampatan sejak beberapa puluh juta tahun dahulu dan kini masih lagi mengalami pergerakan permukaan bumi seperti pengangkatan dan pergerakan sesar. Banjaran pergunungan terhasil akibat pengangkatan ini termasuk intrusi magma di kawasan Gunung Kinabalu dan letusan volkano di kawasan Tawau-Kunak. Pergerakan sesar yang terdapat di seluruh Sabah bukan sahaja berpotensi menghasilkan gempa bumi tetapi juga merosakkan pelbagai infrastruktur seperti bangunan dan jalan raya akibat penyusutan tanah.

Hasil kajian terkini UMS bersama dengan universiti awam lain seperti Universiti Malaya (UM), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Universiti Teknologi Mara (UiTM), UCSI dan Universiti Teknologi Malaysia (UTM) dan agensi kerajaan seperti Jabatan Mineral dan Geosains (JMG), Jabatan Meteorologi Malaysia (MetMalaysia), Agensi Remote Sensing Malaysia (ARSM) dan Jabatan Kerja Raya (JKR) pada tahun lalu telah mengenal pasti beberapa sesar aktif di Sabah. Pada masa ini, pemantauan pergerakan sesar aktif di Sabah adalah sangat terhad.

Hanya satu kajian yang dibuat oleh Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (Jupem) pada tahun 2010 untuk memantau pergerakan sesar aktif di Kundasang, Sabah.

Hasil kajian menunjukkan bahawa terdapat pergerakan permukaan bumi bernilai beberapa sm setiap tahun di Kundasang. Pada masa yang sama, Jupem juga telah memantau pergerakan muka bumi di Sabah menerusi beberapa stesen Global Navigation Satellite System (GNSS) sejak beberapa tahun lalu. Mereka mendapati bahawa terdapat pergerakan menegak dan mendatar bernilai beberapa sm setiap tahun di Sabah.

Kekangan utama pemantauan menggunakan teknologi GPS adalah berkait dengan kekurangan titik pengukuran pergerakan permukaan bumi. Di Sabah hanya terdapat 13 stesen GNSS (titik pengukuran) yang memberi bacaan berterusan. Untuk mendapat gambaran pergerakan permukaan bumi yang menyeluruh, teknologi satelit radar InSAR disaran digunakan kerana teknologi ini mampu menghasilkan beribu-ribu titik pengukuran pada sesuatu kawasan kajian dengan harga yang berpatutan.

Selepas kejadian gempa bumi Ranau pada 5 Jun tahun lalu, UMS menyedari bahawa kajian yang lebih agresif perlu dijalankan untuk mengenal pasti taburan sesar aktif serta memahami tingkah laku sesar aktif ini kerana pergerakan sesar aktif berpotensi menghasilkan gempa bumi yang bermagnitud besar pada masa akan datang. Akibat gegaran susulan gempa bumi Ranau, kawasan pergunungan Kinabalu mengalami tanah runtuh yang sangat luas sehingga menghasilkan beberapa siri banjir lumpur.

Tanah runtuh ini juga perlu dipeta dan dipantau secara rapi. Malangnya, teknologi tradisional menggunakan fotograf udara dan pengukuran di lapangan memakan masa yang agak lama dan tidak menyeluruh. Teknologi angkasa, khususnya satelit radar boleh memainkan peranan secara berkesan disini.

Pada awal tahun ini, UMS melalui Pusat Kajian Bencana Alam mula menjalin kerjasama secara tidak formal dengan Airbus Defence and Space (Airbus) untuk merancang dan membuat kajian membabitkan pergerakan permukaan bumi di Sabah, khususnya di kawasan yang dikenal pasti paling kerap berlaku gempa bumi, iaitu di Ranau dan Lahad Datu.

Airbus dari Jerman adalah pembekal teknologi angkasa yang terkenal di dunia. Mereka memiliki satelit radar TerraSAR-X dan bersedia berkongsi pengalaman mereka dalam teknologi angkasa dengan Malaysia.

Kajian percubaan yang dilakukan oleh Airbus di kawasan Gunung Kinabalu menggunakan teknologi satelit radar InSAR mendapati bahawa terdapat pergerakan permukaan bumi sehingga beberapa sm selepas gempa bumi Ranau berlaku. Hasil kajian awal ini memberi keyakinan UMS dan Airbus bahawa kajian lanjut bersifat jangka panjang boleh dilaksanakan di Sabah.

Antara objektif kajian yang dicadangkan adalah untuk mengenal pasti kedudukan sesar-sesar aktif di Sabah serta memantau pergerakan sesar-sesar ini, khususnya di kawasan Ranau dan Lahad Datu. Kajian juga diharap dapat mengenal pasti lokasi kawasan berbahaya yang lain yang belum dikenal pasti dari kajian terdahulu. Kajian ini juga akan menguji kebolehan teknologi satelit radar InSAR di kawasan yang sebahagian besar ditutupi tumbuhan.

Kajian ini perlu dilakukan sekurang-kurangnya selama lima tahun untuk dapat melihat pergerakan permukaan bumi yang signifikan. Alat-alat pemantul radar (reflector) perlu dipasang pada lokasi yang strategik untuk mendapat bacaan pergerakan muka bumi yang tepat. Beberapa stesen GPS tambahan perlu juga dipasang pada lokasi strategik sebagai rujukan pergerakan muka bumi.

Maklumat tepat dan menyeluruh berkait kedudukan dan pergerakan sesar aktif selain berguna untuk meramal kawasan yang berkemungkinan menghasilkan gempa bumi, juga boleh digunakan untuk merancang pembangunan guna tanah di kawasan kurang stabil seperti pembinaan infrastruktur yang kritikal seperti hospital, sekolah, balai polis, bomba, empangan, jambatan, pencawang telekomunikasi dan sebagainya.

Pemahaman tingkah laku pergerakan sesuatu permukaan bumi boleh menyumbang kepada pengurangan kerosakan harta benda dan mengelak kemalangan berlaku.

Pada masa yang sama, keupayaan penyelidik tempatan berkaitan penggunaan teknologi angkasa, khususnya pemprosesan data satelit

Kajian berasas teknologi angkasa ini, khusus menggunakan satelit radar, memerlukan sokongan dan kerjasama dari pelbagai pihak, sama ada pihak kerajaan atau swasta untuk berjaya. Antara sokongan yang diperlukan adalah sumber kewangan untuk memperolehdan memproses data radar pada jangka masa tertentu, bantuan logistik dan kebenaran masuk kawasan untuk memasang alat pemantul radar dan stesen GPS di kawasan Ranau dan Lahad Datu.

- **Penulis ialah Pengarah Pusat Kajian Bencana Alam UMS.**