

Bab 19

JARINGAN KAWALAN MENEGAK MALAYSIA

(Sumber Rujukan: Buku 120 Tahun JUPEM)

Datum Tegak

Datum Tegak pertama yang digunakan bagi ukuran aras di Semenanjung Malaysia adalah *Land Survey Datum 1912* (LSD1912). Datum ini telah ditentukan oleh pihak 'British Admiralty' dalam tahun 1912. Ia adalah nilai paras air laut min di Pelabuhan Klang () yang diperolehi daripada nilai-nilai data cerapan Air Pasang Surut selama 365 hari. Semua ketinggian yang diukur selepas tahun tersebut dirujuk kepada datum ini.

Dalam usaha untuk mewujudkan datum baru bagi kerja-kerja kawalan pugak bagi menggantikan datum LSD1912, Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia telah menjalankan tiga projek iaitu Cerapan Air Pasang Surut, Graviti dan Ukuran Aras Jitu bermula pada tahun 1983.

Cerapan Air Pasang Surut

Projek Cerapan Air Pasang Surut telah mula dilaksanakan oleh Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia di bawah Rancangan Malaysia Keempat. Objektif utama ialah untuk menentukan nilai-nilai aras laut di beberapa tempat di perairan Malaysia. Seterusnya ia digunakan bersama jaringan ukuran aras jitu bagi menetapkan datum baru yang dikenali sebagai Datum Tegak Geodesi Semenanjung Malaysia (DTGSM) bagi menggantikan *Land Survey Datum* (LSD) 1912 sebagai rujukan kebangsaan baru untuk sistem ketinggian di Semenanjung Malaysia.



Cerapan Air Pasang Surut



Lokasi Tolok Air Pasang Surut dan Jaringan Aras di Semenanjung Malaysia

Kerja-kerja pengumpulan data air pasang surut dibuat secara berterusan selama lapan belas perpuluhan enam (18.6) tahun. Nilai Aras Laut Min ditentukan semula untuk dijadikan rujukan bagi penentuan datum tegak yang baru. Port Kelang dipilih sebagai rujukan aras dalam penubuhan Datum Tegak Geodesi

Semenanjung Malaysia (DTGSM) berdasarkan ke atas 10 tahun tempoh cerapan (1984-1993). Tahun 1994, satu monumen sebagai tanda penubuhan DTGSM telah dibina di perkarangan JUPEM Kuala Lumpur. Ukuran dijalankan dari stesen air pasang surut Port Klang ke monumen ini secara ukur aras jitu dan ukuran graviti.

Sebanyak 21 stesen air pasang surut telah beroperasi di seluruh Malaysia . Data-data cerapan ini terkandung di dalam Buku Rekod Cerapan Air Pasang Surut dan daripada data cerapan ini juga boleh meramalkan jadual ramalan air pasang surut ditempat berkenaan. Data ramalan itu terdapat di dalam Buku Jadual Ramalan Air Pasang Surut Malaysia.

Jaringan Aras Semenanjung Malaysia

Tanda Aras merupakan salah satu produk Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia yang memberi nilai ketinggian sesuatu titik di permukaan bumi untuk penyediaan infrastruktur pembangunan negara dalam kerja-kerja ukur dan pemetaan, kejuruteraan, saintifik dan hidrografi.

Di Semenanjung Malaysia, ukuran aras telah bermula sejak awal kurun ini lagi dengan bilangan laluan yang kecil dan terhad. Apabila perkembangan negara semakin pesat, pembangunan tanah juga turut aktif. Ini telah mengakibatkan permintaan ke atas nilai tanda aras juga semakin bertambah. Maka, dengan itu pembinaan dan pengukuran tanda-tanda aras telah diperluaskan lagi di jalan-jalan utama dan juga jalan-jalan biasa.

Kini, rangkaian aras jitu merupakan tulang belakang bagi semua ukuran kawalan tegak di Malaysia di samping rangkaian ukuran aras kelas kedua sebagai pemantapan jaringan.

Kedudukan titik atau stesen di atas permukaan bumi ditentukan dengan pengukuran sudut dan jarak. Bagaimanapun maklumat kedudukan stesen ini dalam keadaan tertentu masih dikira tidak lengkap sekiranya ketinggian stesen tersebut tidak diketahui. Salah satu daripada kaedah-kaedah bagi mendapatkan nilai ketinggian adalah pengukuran aras atau *levelling*.

Pengukuran aras ialah operasi mengukur perbezaan ketinggian diantara tanda-tanda aras secara relatif kepada datum. Tanda aras ditanam pada sela-sela yang tertentu.

Pengukuran Aras

Projek jaringan aras jitu telah dimulakan dengan menjalankan ukuran aras jitu disepanjang jalan-jalan utama dan lebuh raya yang baru disiapkan. Ia terdiri dari 2089 tanda aras bagi jarak sejauh 1946 km. Rangkaian aras tersebut dibahagikan kepada dua bahagian; rangkaian di sebelah selatan dan utara Semenanjung Malaysia. Rangkaian ini kemudian digunakan untuk kawalan bagi ukuran aras kelas kedua bagi rangkaian atau laluan-laluan kecil yang merangkumi kawasan yang tidak diukur dengan ukuran aras jitu.

Ukuran aras jitu merupakan satu kaedah pengukuran ketinggian yang paling tepat dan mempunyai kejituan yang tinggi dalam kerja-kerja geodetik. Pengukuran dijalankan dengan menggunakan kaedah dan prosidur kerja yang telah ditetapkan oleh JUPEM. Ukuran aras kedua dijalankan di sepanjang



jalanraya yang tidak dilalui oleh jaringan ukuran aras.

Tanda-Tanda Aras

Tanda Aras di Malaysia adalah tanda dimana ketinggiannya ditentukan oleh pengukuran aras secara relatif kepada datum LSD12 ataupun DTGSM. Ia dibina mengikut spesifikasi yang telah ditetapkan oleh JUPEM.

Terdapat dua jenis tanda aras yang dibina dan digunakan dalam proses pengukuran aras. Jenis-jenis tanda aras:

- i. Tanda Aras Piawai (*Standard Benchmark-SBM*)
Ia dibina separas permukaan bumi ditempat-tempat yang tertentu dan stabil agar kemungkinan berlakunya sebarang gangguan dapat diminimakan. Rangkaian tanda aras piawai memberikan satu sistem tanda yang stabil yang mengawal keseluruhan rangkaian aras di Malaysia. Tanda-tanda ini ditempatkan pada sela jarak setiap 7-8 km di dalam satu laluan dan di persimpangan jalan-jalan utama.
- ii. Tanda Aras (*Benchmark-BM*)
Ia dibina di antara tanda-tanda aras piawai dengan sela jarak satu (1) kilometer setiap satu tanda aras. Bentuk tanda aras ialah merupakan plet dan *bolt* yang dilekatkan pada tiang konkrit di atas permukaan tanah dan lokasinya berhampiran butiran tetap seperti batu penanda jalan, jambatan, tiang telefon, balai polis dan sebagainya.



Monumen DTGSM

Nilai-nilai ketinggian tanda aras yang diperolehi hasil dari ukuran oleh JUPEM dijual kepada agensi kerajaan, pihak swasta dan orang awam melalui laman web dan juga permohonan bersurat.

Jaringan Aras di Sabah dan Sarawak

Pada masa ini, enam datum ketinggian yang berbeza telah diguna untuk pelbagai tujuan. Alasan utama adalah kekurangan jalan yang baik menghubungkan alat-alat pasang surut dikawasan tersebut. Tindakan telah diambil oleh JUPEM mewujudkan satu laluan aras dari Kuching ke Miri di Sarawak. Ketika ini ukuran aras jitu bagi menyambung laluan utara, timur dan barat kawasan Sabah sedang dilaksanakan.



Jaringan Aras di Sabah



Jaringan Aras di Sarawak

Ukur Aras GPS

Selain dari koordinat geosentrik, GPS juga membekalkan ketinggian atau perbezaan ketinggian berdasarkan elipsoid WGS-84. Ketinggian tersebut boleh dikaitkan dengan nilai ketinggian dari teknik ukur aras konvensional yang berdasarkan kepada geoid. Perpisahan geoid-elipsoid (N) ini perlu ditentukan supaya dapat mengaitkan kedua-dua sistem. JUPEM menggunakan kaedah berintegrasi ketinggian elipsoid diperolehi dari GPS dan EGM96 di dalam jaringan ukur aras bertujuan membekalkan satu sistem ketinggian yang seragam.

Ukur Graviti

Rekod yang paling awal terdapat di Jabatan ini telah menunjukkan bahawa pengukuran graviti mula dijalankan di Semenanjung Malaysia pada tahun 1954 oleh seorang ahli Geofizik dari Perancis semasa membuat ikatan jaringan graviti antara Paris dan Antartika. Dalam tahun 1966, satu pasukan dari *1381st Geodetic Survey Squadron*, Amerika Syarikat telah menubuhkan beberapa stesen asas graviti di Malaysia sebagai sebahagian daripada pengukuran '*West Pacific Calibration Line*'. Nilai graviti stesen-stesen ini kemudiannya dihitung semula dan dilaraskan ke *International Gravity Standardization Net 1971 (IGSN71)* oleh *Bureau Central De L'Association Internationale De Geodesie* di Paris pada tahun 1971. Stesen Utama graviti tertib pertama bernombor 02631B terletak di Makmal Fizik, Universiti Malaya, Kuala Lumpur adalah merupakan sebuah stesen graviti di bawah jaringan sistem *International Gravity Standardization Net 1971 (IGSN71)*. Stesen ini telah dijadikan stesen kawalan bagi menubuhkan *Peninsular Malaysia Gravity Standardization Net 89 (PMGSN89)*. JUPEM menggunakan maklumat graviti bagi menghasilkan pembetulan ortometrik dalam kerja ukur aras jitu dan juga bagi menghasilkan geoid undulation untuk pemetaan jitu.



Alat gravitimeter yang digunakan oleh JUPEM