



Rujukan Kami: JUPEM.BUG.211.2 (47)

Tarikh: 13 Oktober 2021

Semua Pengarah Ukur dan Pemetaan Negeri

Semua Pengarah Ukur Bahagian / Pengarah Bahagian

**PEKELILING KETUA PENGARAH UKUR DAN PEMETAAN
BILANGAN 8 TAHUN 2021**

**GARIS PANDUAN TEKNIKAL
CERAPAN AIR PASANG SURUT**

1. TUJUAN

Pekeliling ini bertujuan untuk memberikan garis panduan teknikal mengenai kaedah pelaksanaan Cerapan Air Pasang Surut.

2. LATAR BELAKANG

2.1. Cerapan Air Pasang Surut merupakan aktiviti mencatat tinggi rendah pasang surut air yang terjadi dalam sela waktu tertentu. Daripada data tersebut, ia digunakan untuk menghitung jujuk-jujuk pasang surut, menentukan jenis pasang surut dan aras laut min. Hasil analisis pasang surut ini akan dijadikan asas kepada perhitungan ramalan pasang surut. Ini bermakna, kejituan ramalan pasang surut sangat bergantung kepada kejituan perhitungan jujuk-jujuk yang dihasilkan oleh analisis pasang surut.

2.2. Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) memainkan peranan utama dalam mengumpul dan menyebarkan data-data air pasang surut secara berterusan daripada Stesen Tolok Air Pasang Surut (STAPS) yang terdapat di seluruh negara. Pada masa ini, terdapat dua puluh satu (21) STAPS yang sedang beroperasi, di mana dua belas (12) daripadanya terletak di Semenanjung Malaysia, lima (5) di Sabah, tiga (3) stesen di Sarawak dan satu (1) di Wilayah Persekutuan Labuan.

- 2.3. Data-data Cerapan Air Pasang Surut ini digunakan untuk menghasilkan Jadual Ramalan Air Pasang Surut Tahunan dan Rekod Cerapan Air Pasang Surut Tahunan yang digunakan untuk pelbagai aktiviti ukur dan pemetaan, pembangunan, perancangan, pelayaran, pengurusan bencana dan kajian saintifik.
- 2.4. Garis Panduan Cerapan Air Pasang Surut ini disediakan sebagai panduan kepada pengguna untuk menentukan ketinggian aras purata laut dari melalui Cerapan Air Pasang Surut.

3. GARIS PANDUAN CERAPAN AIR PASANG SURUT

Penerangan lebih lanjut tentang tatacara pelaksanaan Cerapan Air Pasang Surut terkandung di dalam dokumen *Garis Panduan Teknikal Pelaksanaan Cerapan Air Pasang Surut* seperti di **Lampiran 'A'** yang disertakan. Intisari kandungan garis panduan tersebut adalah seperti berikut:

BAHAGIAN I

AM

1. TUJUAN
2. TAFSIRAN
3. PENGENALAN
4. SEJARAH DAN PERKEMBANGAN CERAPAN AIR PASANG SURUT DI MALAYSIA

BAHAGIAN II

TEORI ASAS DAN KEPENTINGAN MAKLUMAT AIR PASANG SURUT AIR

5. TEORI KEJADIAN AIR PASANG SURUT
6. KEPENTINGAN MAKLUMAT AIR PASANG SURUT DALAM PENENTUAN DATUM KETINGGIAN

BAHAGIAN III

CERAPAN AIR PASANG SURUT

7. PERALATAN CERAPAN
8. CIRI-CIRI PEMILIHAN DAN PENETAPAN STESEN TOLOK AIR PASANG SURUT

9. PEREKODAN, PENGUMPULAN, PROSESAN DAN ANALISIS DATA CERAPAN AIR PASANG SURUT
10. PENYELENGGARAAN DAN PEMERIKSAAN STESEN DAN PERALATAN

**BAHAGIAN IV
PRODUK**

11. PRODUK DARIPADA CERAPAN AIR PASANG SURUT

**BAHAGIAN V
RUJUKAN**

12. RUJUKAN

4. PEMAKAIAN

Garis panduan ini terpakai kepada semua pihak berkepentingan di dalam agensi kerajaan dan Juruukur Tanah Berlesen.

5. TARIKH BERKUATKUASA

Pekeliling ini adalah berkuatkuasa mulai tarikh ianya dikeluarkan.

Sekian, terima kasih.

“WAWASAN KEMAKMURAN BERSAMA 2030”

“BERKHIDMAT UNTUK NEGARA”



(DATO' Sr DR. AZHARI BIN MOHAMED)

Ketua Pengarah Ukur dan Pemetaan

Malaysia

Salinan Edaran Dalaman:

Timbalan Ketua Pengarah Ukur dan Pemetaan I

Timbalan Ketua Pengarah Ukur dan Pemetaan II

Salinan Edaran Luaran:

Setiausaha Bahagian (Kanan)
Tanah, Ukur dan Geospacial
Kementerian Tenaga dan Sumber Asli
Wisma Sumber Asli
No. 25, Persiaran Perdana, Presint 4
62574 PUTRAJAYA

Ketua Pengarah
Jabatan Kerajaan Tempatan
Bahagian Penyelidikan dan Perundangan Teknikal
Kementerian Kesejahteraan Bandar, Perumahan dan Kerajaan Tempatan
Aras 25 - 29, No. 51 , Persiaran Perdana, Presint 4
62100 PUTRAJAYA

Ketua Pengarah
PLANMalaysia (Jabatan Perancangan Bandar dan Desa)
Aras 13, Blok F5, Parcel F, Presint 1
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan
62675 PUTRAJAYA

Pengarah
Institut Tanah dan Ukur Negara
Kementerian Tenaga dan Sumber Asli
Behrang
35950 TANJUNG MALIM

Pengarah
Cawangan Jalan
Tingkat 10, Blok F, Ibu Pejabat JKR
Jin Sultan Salahuddin
50582 KUALA LUMPUR

Ketua Penolong Pengarah Kanan
Bahagian Ukur Tanah
Cawangan Kejuruteraan Infrastruktur Pengangkutan
Ibu Pejabat JKR Malaysia
Aras 19, No. 50, Menara PJD
Jalan Tun Razak
50400 KUALA LUMPUR

Setiausaha
Lembaga Jurukur Tanah Malaysia (LJT)
Level 5-7, Wisma LJT
Lorong Perak, Pusat Bandar Melawati
53100 KUALA LUMPUR

Presiden
Persatuan Jurukur Tanah Bertauliah Malaysia
2735A, Jalan Permata 4
Taman Permata, Ulu Kelang
53300 WP KUALA LUMPUR

Garis Panduan Teknikal Pelaksanaan Cerapan Air Pasang Surut



JABATAN UKUR DAN PEMETAAN MALAYSIA

2021

KANDUNGAN

BAHAGIAN I AM

1. TUJUAN	3
2. TAFSIRAN	3
3. PENGENALAN	4
4. SEJARAH DAN PERKEMBANGAN CERAPAN AIR PASANG SURUT DI MALAYSIA	5

BAHAGIAN II TEORI ASAS DAN KEPENTINGAN MAKLUMAT AIR PASANG SURUT AIR

5. TEORI KEJADIAN AIR PASANG SURUT	8
6. KEPENTINGAN MAKLUMAT AIR PASANG SURUT DALAM PENENTUAN DATUM KETINGGIAN	9

BAHAGIAN III CERAPAN AIR PASANG SURUT

7. PERALATAN CERAPAN	11
8. CIRI-CIRI PEMILIHAN DAN PENETAPAN STESEN TOLOK AIR PASANG SURUT	15
9. PEREKODAN, PENGUMPULAN, PROSESAN DAN ANALISIS DATA CERAPAN AIR PASANG SURUT	20
10. PENYELENGGARAAN DAN PEMERIKSAAN STESEN DAN PERALATAN	22

BAHAGIAN IV PRODUK

11. PRODUK DARIPADA CERAPAN AIR PASANG SURUT	23
--	----

BAHAGIAN V RUJUKAN

12. RUJUKAN	30
-------------	----

BAHAGIAN I

AM

1. TUJUAN

Dokumen ini bertujuan untuk memberikan garis panduan teknikal mengenai kaedah dan tatacara menjalankan Cerapan Air Pasang Surut.

2. TAFSIRAN

- 2.1. “Stesen Tolok Air Pasang Surut (STAPS)” adalah stesen yang dibina oleh JUPEM untuk mendapatkan nilai aras laut min di tempat tersebut, di mana untuk mendapatkan nilai yang tepat, Cerapan Air Pasang Surut perlu dilaksanakan secara berterusan selama 18.6 tahun atau satu pusingan bulan penuh (*one cycle of the moon’s nodes*) bagi setiap stesen;
- 2.2. “Aras Laut Min” bermakna purata ketinggian aras laut yang ditentukan berdasarkan satu tempoh masa tertentu untuk membuang kesan pasang surut;
- 2.3. “Datum Tegak” adalah sebarang permukaan aras sebenar, di mana kepadanya segala ukuran-ukuran ketinggian bagi titik-titik di atas permukaan bumi boleh dirujuk. Permukaan yang biasa diambil sebagai suatu datum adalah aras laut min. Oleh kerana aras laut min berbeza-beza pada tempat yang berlainan disebabkan oleh kesan angin, arus laut dan pasang surut, maka aras purata di suatu tempat diambil sebagai suatu permukaan datum tegak dan dinamakan sebagai aras laut min;
- 2.4. “Datum Tegak Geodesi Semenanjung Malaysia (DTGSM)” ialah satu datum tegak saintifik yang menjadi rujukan bagi semua maklumat kawalan ketinggian untuk kerja-kerja ukur dan pemetaan, kejuruteraan, saintifik, hidrografi dan sebagainya dalam penyediaan infrastruktur pembangunan negara. Ianya berasaskan kepada Cerapan Air Pasang Surut selama

tempoh 10 tahun (1984 - 1993) di Pelabuhan Kelang bagi menggantikan *Land Survey Datum* (LSD) yang dicerap oleh pihak *British Admiralty* dalam tahun 1912;

- 2.5. "*Land Survey Datum 1912*" atau LSD1912 ialah datum bagi jaringan aras yang ditubuhkan pada tahun 1912 dan digunakan di Semenanjung Tanah Melayu berasaskan aras laut min dari Cerapan Air Pasang Surut di Pelabuhan Kelang yang dijalankan oleh pihak *British Admiralty* selama sembilan bulan;

3. PENGENALAN

- 3.1. Cerapan Air Pasang Surut merupakan aktiviti mencatat tinggi rendah pasang surut air yang terjadi dalam sela waktu tertentu. Daripada data tersebut, ia digunakan untuk menghitung juzuk-juzuk pasang surut, menentukan jenis pasang surut dan aras laut min. Hasil analisis pasang surut ini akan dijadikan asas kepada perhitungan ramalan pasang surut. Ini bermakna, kejituan ramalan pasang surut sangat bergantung kepada kejituan perhitungan juzuk-juzuk yang dihasilkan oleh analisis pasang surut.
- 3.2. Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) merupakan Agensi Kerajaan yang bertanggungjawab untuk melaksanakan kerja-kerja ukuran dan pemetaan di Malaysia. Salah satu peranan JUPEM ialah untuk merekod, mengutip dan menyebarkan maklumat air pasang surut bagi tujuan mewujudkan datum tegak kebangsaan. Selain itu, maklumat air pasang surut ini juga digunakan untuk pelbagai aplikasi seperti ukur dan pemetaan, pembangunan, kejuruteraan, pengurusan bencana, kajian saintifik dan sebagainya.
- 3.3. Dokumen Garis Panduan Teknikal Pelaksanaan Cerapan Air Pasang Surut ini disediakan sebagai panduan teknikal kepada pengguna untuk menentukan ketinggian aras laut min melalui Cerapan Air Pasang Surut.

4. SEJARAH DAN PERKEMBANGAN CERAPAN AIR PASANG SURUT DI MALAYSIA

- 4.1. Berdasarkan rekod terdahulu, Cerapan Air Pasang Surut yang pertama dilakukan di negara ini ialah pada tahun 1908 iaitu selama lima (5) bulan bermula Mei hingga September 1908 di Port Swettenham (nama asal Pelabuhan Klang). Terdapat kenyataan pada pilar granit yang bersebelahan dengan tanda aras di Port Swettenham yang tertulis "*HMS Waterwitch 1908. Reference mark is south (true) 5 ft from this stone and its surface is 14' 4" above the datum used for the reduction of the surroundings obtained by HMS Waterwitch May to September 1908*". Walau bagaimanapun, nilai aras laut min dari cerapan ini hanya digunakan untuk kegunaan setempat dan bukannya untuk kegunaan seluruh negara.
- 4.2. Pada tahun 1912, pihak *British Admiralty* telah menjalankan Cerapan Air Pasang Surut juga di Port Swettenham bermula dari 1 September 1911 hingga 31 Mei 1912 (9 bulan). Data-data cerapan ini telah digunakan untuk menghitung purata aras laut di Port Swettenham dan telah digunakan sebagai permukaan sifar bagi datum ketinggian di Semenanjung Tanah Melayu ketika itu. Datum ketinggian ini dikenali sebagai *Land Survey Datum 1912* dan telah digunakan melebihi 80 tahun sejak ia diwujudkan.
- 4.3. Di Sabah, aktiviti penentuan datum tegak tempatan telah bermula sejak tahun 1910 apabila kapal HMS Merlin dari pihak *British Admiralty* menjalankan Cerapan Air Pasang Surut air di Pelabuhan Sandakan dan Tawau bagi membantu aktiviti pelayaran dan menerbitkan ramalan air pasang surut bagi kegunaan pihak berkuasa pelabuhan berkaitan. Pada tahun 1967, Cerapan Air Pasang Surut telah dijalankan di beberapa tempat lain dalam tempoh yang berbeza seperti di Tawau (1925 - 1926 dan 1956), Sandakan (1925 - 1926, 1952 dan 1962), Kota Kinabalu (1936 - 1939), Sipitang (1949), Lahad Datu (1961) dan Semporna (1961 dan 1967) dengan tempoh cerapan di antara sebulan hingga tiga (3) tahun. Selain membantu penerbitan ramalan air pasang surut, cerapan ini juga

digunakan untuk penetapan Datum Carta dan penurunan garis asas penyegitigaan kepada aras laut dalam pelarasan jaringan penyegitigaan utama bagi Sabah, Brunei dan Sarawak dalam tahun 1948.

- 4.4. Maklumat Cerapan Air Pasang Surut juga digunakan bagi kawalan ketinggian untuk kerja-kerja berkaitan ukuran geodetik dan topografi di mana ia merujuk kepada Cerapan Air Pasang Surut seperti *Datum Belfry 1918* di Tawau dan *Land and Survey Datum 1939* di Kota Kinabalu yang telah digunapakai sehingga tahun 1997. Selepas itu, semua jaringan ukur aras yang dijalankan oleh JUPEM telah merujuk kepada nilai aras purata laut di Stesen Tolok Air Pasang Surut (STAPS) Kota Kinabalu berdasarkan Cerapan Air Pasang Surut selama 10 tahun (1988 - 1997).
- 4.5. Di Sarawak, terdapat tiga (3) datum ketinggian yang digunakan dan ia juga diasaskan dari Cerapan Air Pasang Surut. Datum Pulau Lakei diasaskan dari nilai Aras Purata Laut 1955 yang diperolehi daripada Cerapan Air Pasang Surut di antara tahun 1950 - 1951 dan 1955 - 1956 di Pulau Lakei. Datum Original pula diperolehi dengan penetapan nilai aras purata laut 1935 berasaskan Cerapan Air Pasang Surut yang direkodkan di antara tahun 1934 hingga 1935 oleh *Marine Department, Sarawak Oilfields Limited* di Dermaga Marin, Miri. Sementara itu, Datum Bintulu adalah berasaskan ketinggian jaringan stesen penyegitigaan yang dihubungkan dengan Datum Pulau Lakei dan Datum Original.
- 4.6. Melalui Rancangan Malaysia Keempat (RMK-4), JUPEM telah melaksanakan Projek Cerapan Air Pasang Surut bertujuan untuk menentukan semula nilai aras laut min yang lebih jitu bagi rujukan ketinggian. Dengan bantuan teknikal dari *Hydrographic Department, Maritime Safety Agency, Japan* serta dibiayai oleh *Japan International Cooperation Agency (JICA)*, sebanyak dua belas (12) buah stesen tolok air pasang surut telah diwujudkan di Semenanjung Malaysia antara tahun 1981 - 1986. Objektif utama projek ini ialah untuk menentukan nilai-nilai aras laut min di beberapa tempat di perairan Malaysia dan seterusnya digunakan bersama rangkaian ukuran aras jitu bagi menetapkan Datum

Tegak Geodesi Semenanjung Malaysia (DTGSM) bagi menggantikan *Land Survey Datum* (LSD) 1912 sebagai rujukan kebangsaan baru untuk sistem ketinggian di Semenanjung Malaysia.

- 4.7. Penubuhan DTGSM ini ialah berdasarkan aras laut min dari Cerapan Air Pasang Surut selama sepuluh (10) tahun di Pelabuhan Klang bermula 1 Januari 1984 sehingga 31 Disember 1993. Selaras dengan penubuhan DTGSM, sebuah monumen telah dibina di perkarangan Ibu Pejabat JUPEM dan dilancarkan dengan rasminya pada 13 Disember 1994. Nilai ketinggiannya ialah $39.7151 \text{ m} \pm 0.1 \text{ mm}$ yang merujuk kepada nilai aras laut min di Pelabuhan Kelang.
- 4.8. Sebelum JUPEM mengambil alih peranan dan tanggungjawab mengawal selia stesen-stesen tolok air pasang surut di Sabah pada tahun 1984 dan Sarawak pada tahun 1990, kesemua stesen ini adalah di bawah penyeliaan Jabatan Tanah dan Ukur Sabah dan Sarawak. Bermula pada tahun 1987, stesen Kota Kinabalu dan Tawau telah diaktifkan semula manakala stesen Sandakan pada tahun 1993. Sebanyak sembilan (9) buah stesen tolok air pasang surut telah diwujudkan dan diaktifkan di Sabah, Sarawak dan Labuan antara tahun 1987 hingga 1996 yang menjadikan keseluruhan dua puluh satu (21) buah stesen tolok air pasang surut di seluruh negara.

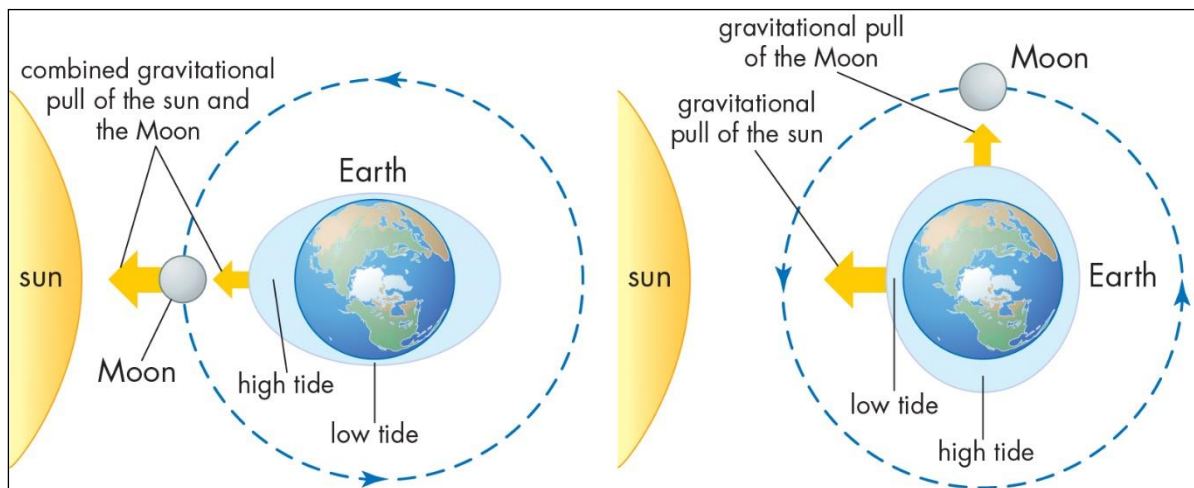
BAHAGIAN II

TEORI ASAS DAN KEPENTINGAN MAKLUMAT AIR PASANG SURUT

5. TEORI KEJADIAN AIR PASANG SURUT

5.1. Pasang surut merupakan kejadian naik dan turun paras air di lautan yang bersilih ganti. Kejadian air pasang surut terbentuk dari banyak faktor di mana tindak balas lautan terhadap daya yang dijana dari objek samawi bertindak sebagai faktor utama.

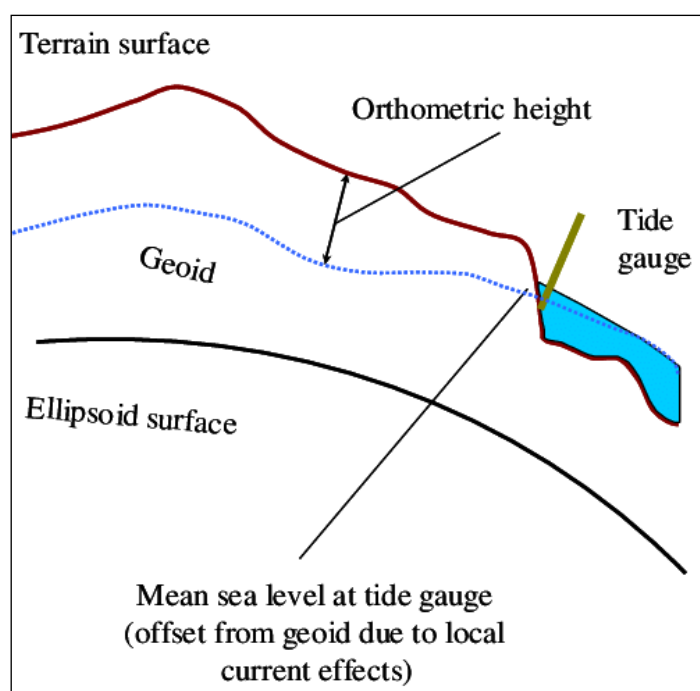
5.2. Kejadian pasang dan surut air dicetuskan oleh daya graviti bulan dan matahari yang bertindak ke atas perairan bumi. Kekuatan daya graviti itu akan berubah apabila kedudukan relatif bumi, matahari dan bulan berubah. Ini dapat dilihat dengan jelas semasa berlakunya terbit dan terbenamnya matahari dan bulan, fasa-fasa bulan yang berubah-ubah dan musim-musim yang berubah-ubah sepanjang tahun. Perubahan ini bersifat kitaran, berulang dari masa ke masa dan ia mempunyai kesan yang dapat diukur pada kejadian pasang surut air.



Rajah 1: Teori kejadian pasang dan surut air (sumber: *Encyclopedia Britannica, Inc*)

6. KEPENTINGAN MAKLUMAT AIR PASANG SURUT DALAM PENENTUAN DATUM KETINGGIAN

- 6.1. Datum geodetik merupakan sistem koordinat abstrak yang mempunyai permukaan rujukan (seperti aras laut) yang berfungsi untuk menyediakan lokasi yang diketahui kedudukannya bagi memulakan sesuatu kerja ukuran atau membuat peta.
- 6.2. Dalam bidang geodesi, terdapat dua (2) datum yang digunakan iaitu datum mendatar dan datum tegak. Secara umumnya, datum ketinggian atau datum tegak merupakan ketinggian rujukan yang digunakan untuk mengira ketinggian atau kedalaman. Datum ketinggian atau datum tegak secara umumnya dibahagikan kepada tiga (3) iaitu (i) berasaskan aras laut min atau datum ortometrik; (ii) paras pasang surut yang berasaskan tinggi dan rendah paras air atau dipanggil datum pasang surut; dan (iii) datum tiga dimensi (3-D) yang ditentukan melalui penggunaan Sistem Navigasi Satelit Sejagat (GNSS) yang mana ia merujuk kepada permukaan elipsoid.



Rajah 2: Datum ketinggian

6.3. Aras laut min ialah purata ketinggian aras laut yang ditentukan berdasarkan Cerapan Air Pasang Surut pada satu tempoh masa tertentu, biasanya dalam tempoh 18.6 tahun atau satu pusingan bulan penuh (*one cycle of the moon's nodes*). Ia merupakan permukaan yang menghampiri atau sama dengan permukaan geoid. Nilai aras laut min yang tepat agak sukar untuk diperolehi. Aras laut min selalunya digunakan untuk menentukan rujukan ketinggian di kawasan daratan.

6.4. Antara kegunaan utama aras laut min ialah:

- a) Mendapatkan datum piawaian yang tepat bagi jaringan aras jitu;
- b) Memberi sifar asasi bagi kerja topografi;
- c) Mengadakan rekod yang tetap bagi perubahan air laut; dan
- d) Membuat ramalan air pasang surut, banjir dan sebagainya.

BAHAGIAN III

CERAPAN AIR PASANG SURUT

7. PERALATAN CERAPAN

- 7.1. Terdapat pelbagai jenis peralatan yang digunakan untuk mencerap paras air pasang dan surut yang juga dikenali sebagai tolok air pasang surut (*tide gauge*). Peralatan tolok air pasang surut berkembang dengan cepat, bermula dengan pancang pasang surut yang berupa kayu yang menyerupai penggaris dan dibaca secara manual, penggunaan pen berdakwat yang bergerak berterusan merekod di atas kertas khas sehinggalah penggunaan teknologi terkini yang menggunakan pelbagai sistem seperti mekanikal, tekanan, akustik atau radar.
- 7.2. Secara asasnya peralatan Cerapan Air Pasang Surut dibahagikan kepada dua (2) jenis iaitu secara manual dengan membaca sendiri pancang pasang surut atau secara automatik di mana bacaan direkodkan secara automatik dari peralatan tersebut.
- 7.3. Cerapan Air Pasang Surut secara manual
- a) Dikenali sebagai pancang pasang surut atau *tide pole*;
 - b) Menggunakan peralatan yang dinamakan pancang pasang surut sama ada menggunakan pancang kayu atau setaf yang bersenggat;
 - c) Pembacaan dilakukan secara langsung mengikut tetapan masa yang dikehendaki;
 - d) Mempunyai besi nipis atau papan yang bersenggat (dalam unit sentimeter atau kaki) yang dapat dibaca;
 - e) Didirikan dalam keadaan tegak di tempat cerapan;

- f) Kedudukannya mestilah meliputi julat pasang surut di mana takat sifar sebaiknya dipasang pada datum;
- g) Pembetulan adalah diperlukan sekiranya kedudukan sifar pancang adalah tidak pada datum;
- h) Boleh memberikan bacaan negatif bagi pengukuran di bawah datum (paras kering);
- i) Nilai bacaan senggatan mungkin kurang tepat kerana dibaca secara manual melalui pengamatan mata.



Rajah 3: Contoh pancang pasang surut (sumber: www.dreamtime.com)

7.4. Cerapan Air Pasang Surut secara automatik

- a) Menggunakan peralatan yang lebih moden dan bacaan direkod secara automatik dan digital mengikut format tertentu dan sela masa cerapan yang ditetapkan;
- b) Menggunakan pelbagai sistem seperti mekanikal, tekanan, radar atau buih;

- c) Peralatan dipasang sama ada di dalam stesen atau ruang / bekas khas yang tertutup (*enclosure*) atau dilekatkan di tepi jeti atau binaan;
- d) Kebiasaannya dipasang secara kekal untuk Cerapan Air Pasang Surut secara berterusan;
- e) Perlu menggunakan tenaga solar atau bekalan elektrik sepenuhnya bagi mengoperasikan peralatan ini secara berterusan
- f) Contoh peralatan cerapan automatik:
 - i) Jenis Apungan (*Float*)

Jenis ini menggunakan telaga air pasang surut (*well*) dan sebuah pelampung di tempatkan di dalam telaga tersebut. Data-data Cerapan Air Pasang Surut akan direkodkan berdasarkan kepada turun naik pelampung tadi yang dihubungkan dengan perekod sama ada daripada jenis graf atau kaset.



Rajah 4: Contoh peralatan Cerapan Air Pasang Surut Jenis Apungan

ii) Jenis Tekanan (*Pressure*)

Unit utama terdiri daripada penderia (*sensor*) dan kabel. Penderia tekanan dipasang di dasar laut melalui tiub khas. Perubahan naik dan turun paras air akan direkodkan berdasarkan kepada perubahan dalam tekanan air di dasar laut yang terjadi akibat daripada pergerakan turun naik paras air laut.



Rajah 5: Contoh peralatan Cerapan Air Pasang Surut Jenis Tekanan

iii) Jenis Radar

Penderia jenis ini diletakkan beberapa meter dari paras air laut normal dan dipasang di tepi jeti menggunakan perumah khas (*enclosure*). Penderia Jenis Radar merekod perubahan paras air laut melalui kadar denyutan atau isyarat gelombang radar yang dilepaskan oleh pemancar dan balik semula ke pemancar tersebut.



Rajah 6: Contoh peralatan Cerapan Air Pasang Surut Jenis Radar

8. CIRI-CIRI PEMILIHAN DAN PENETAPAN STESEN TOLOK AIR PASANG SURUT

8.1. Sebelum pembinaan sebuah stesen tolok air pasang surut dilakukan, beberapa perkara dan aspek yang perlu diambil kira bagi memastikan stesen yang dibina serta peralatan yang akan dipasang dapat berfungsi dengan baik.

8.2. Kriteria pemilihan tapak stesen berdasarkan lokasi adalah seperti berikut:

- a) Berhampiran dengan pantai dan berhadapan dengan laut luas (elakkan di bahagian kuala atau muara sungai);
- b) Di tempat yang kukuh dan stabil seperti pelabuhan, jeti atau sebagainya;

- c) Lokasi tersebut perlulah bebas daripada kelodak atau mendapan lumpur, kawasan pergerakan plat tektonik;
- d) Ada kemudahan bagi mendapatkan kuasa elektrik bagi pengoperasian dan kerja-kerja penyelenggaraan;
- e) Tempat yang selamat atau terlindung daripada bahaya rempuhan kapal atau ombak kuat, banjir dan sebagainya; dan
- f) Boleh dihubungi dengan mudah melalui jalan raya.

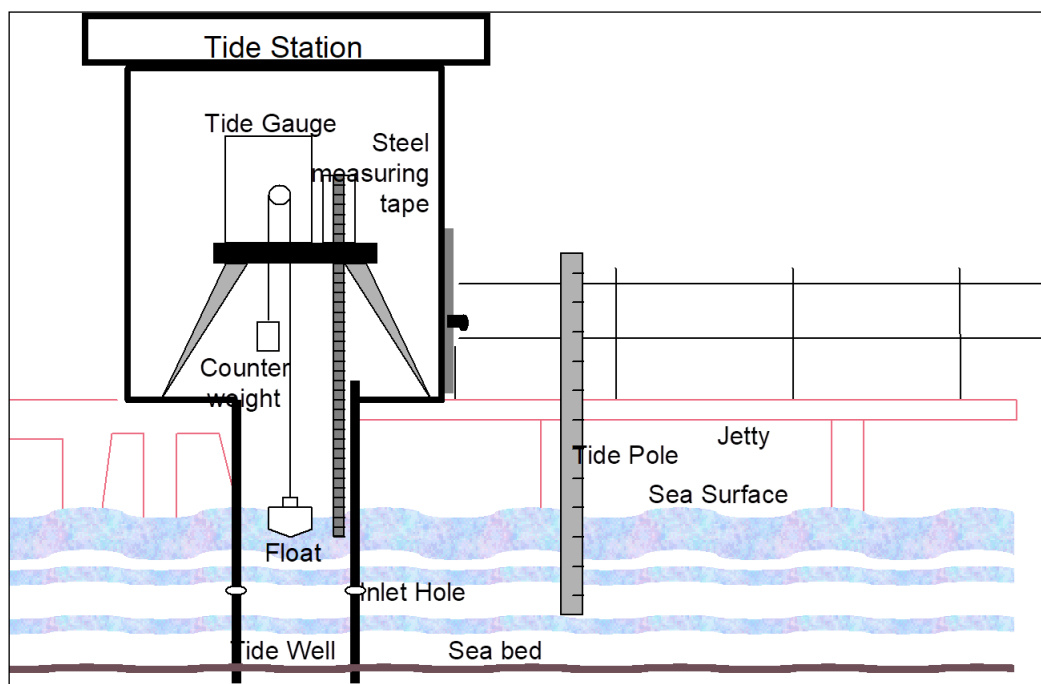
8.3. Kriteria pemilihan tapak stesen berdasarkan keadaan paras air adalah seperti berikut:

- a) Berada di lokasi yang sentiasa ditenggelami air sekurang-kurangnya dua (2) meter dari paras Air Surut Terendah (ELW).
- b) Paras ELW ini boleh dirujuk dari stesen cerapan yang berhampiran atau berdasarkan pemerhatian secara manual paras air pasang dan surut di kawasan berkenaan. Bagi menentukan perkara ini ujian berikut perlu dilakukan:
 - i) Menggunakan pancang pasang surut atau pelambop dan pita ukur:
 - 1) Cerapan dilakukan pada waktu air pasang hingga ke waktu air surut;
 - 2) Bacaan paras pasang dan surut air direkod setiap 10 minit;
 - 3) Bacaan ketinggian paras air ini perlu direkod untuk satu pusingan lengkap iaitu dari Air Pasang Tertinggi (EHW) ke Air Surut Terendah (ELW); dan

- 4) Satu (1) graf ramalan diplot. Berdasarkan graf ini, Nilai Tetapan dapat ditentukan bagi stesen / lokasi tersebut.
- ii) Menggunakan peralatan moden seperti alat cerapan pasang surut mudah alih Jenis Tekanan:
- 1) Setelah paras paling surut diketahui, letakkan sensor peralatan di bawah paras air terendah;
 - 2) Ukur panjang dari hujung sensor sehingga ke titik rujuk yang ditandakan di atas jeti atau binaan kukuh;
 - 3) Peralatan cerapan dibuat kalibrasi dahulu dengan menandakan kabel alat pada setiap sela jarak yang sesuai (seperti ditanda setiap 1 meter).
 - 4) Turunkan sensor sedikit demi sedikit dan pastikan kedalamannya sama dengan kedalaman yang direkod oleh perakam data (*data logger*) dan dipaparkan oleh perisian / aplikasi pada perakam data itu;
 - 5) Setelah selesai kalibrasi, Cerapan Air Pasang Surut dimulakan dengan ditetapkan sela masa yang sesuai (setiap 10 minit / 1 jam); dan
 - 6) Proses data cerapan untuk menghasilkan paras pasang surut (*tide level*) dan penentuan paras *Zero of Tide Gauge* kawasan berkenaan.

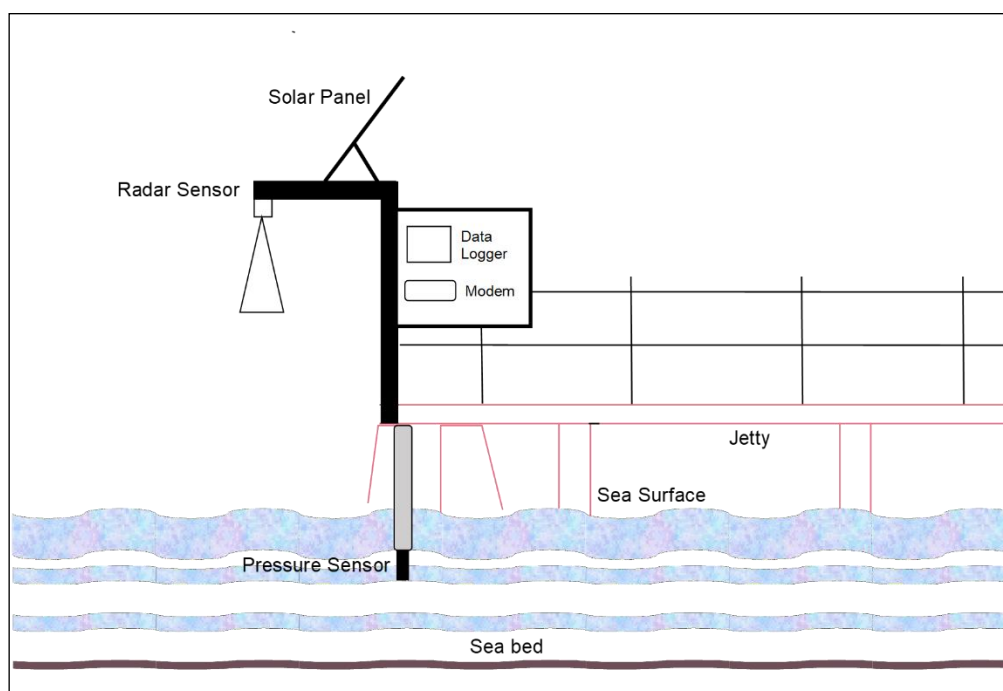
8.4. Pembinaan fizikal stesen melibatkan beberapa perkara seperti berikut:

- a) Menggunakan peralatan Jenis Apungan atau Akustik
 - i) Pembinaan telaga (*still well*) bersaiz besar (untuk melindungi alat apungan);
 - ii) Pembinaan rumah stesen;
 - iii) Pemasangan peralatan, perekod data dan peralatan sokongan seperti panel solar; dan
 - iv) Sistem komunikasi penghantaran data secara telemetri seperti *router / network switch* atau modem.



Rajah 7: Stesen Tolok Air Pasang Surut menggunakan peralatan Jenis Apungan

- b) Menggunakan peralatan Jenis Radar, Tekanan atau Penggelegak (*Bubbler*)
- i) Pembinaan rumah air pasang surut atau ruangan tertutup khas (*enclosure*) bagi menempatkan penderia (*sensor*) dan perekod (*data logger*) serta peralatan komunikasi;
 - ii) Pemasangan peralatan, perekod data dan peralatan sokongan seperti panel solar; dan
 - iii) Sistem komunikasi penghantaran data secara telemetri seperti *router / network switch* atau modem.



Rajah 8: Stesen Tolok Air Pasang Surut menggunakan peralatan Jenis Radar dan Tekanan

9. PEREKODAN, PENGUMPULAN, PROSESAN DAN ANALISIS DATA CERAPAN AIR PASANG SURUT

9.1. Merekod dan mengumpul data Cerapan Air Pasang Surut

- a) Data Cerapan Air Pasang Surut direkod mengikut sela masa dan format data tertentu berdasarkan tetapan peralatan yang digunakan;
- b) Kebiasaannya data cerapan direkod setiap 10 minit atau 1 jam mengikut tetapan pada perisian prosesan yang akan digunakan;
- c) Data-data cerapan disimpan di dalam alat perakam data (*data logger*) bagi peralatan jenis digital dan moden; dan
- d) Data-data cerapan akan dikumpul dan dimuat turun sama ada secara manual di stesen atau secara dalam talian (*on-line*) menggunakan aplikasi / sistem khas.

9.2. Memproses data-data Cerapan Air Pasang Surut

Data-data yang telah dimuat turun dari peralatan di stesen akan diproses menggunakan perisian khas.

- a) Melakukan pemilihan dan penggabungan data-data;
- b) Sampel data dan purata ditetapkan pada sela masa tertentu;
- c) Jalankan hitungan *hourly heights*;
- d) Jalankan hitungan waktu dan ketinggian pada masa air pasang dan surut;

- e) Jalankan hitungan *harmonic constant*. Sebanyak 60 pemalar harmonik dihasilkan melalui data cerapan selama setahun dengan empat (4) konstituen utama (M2, S2, K1 dan O1); dan
- f) Plot graf bagi pergerakan air secara harian dan bulanan.

10. PENYELENGGARAAN DAN PEMERIKSAAN STESEN DAN PERALATAN

10.1. Penyelenggaraan secara berkala ke atas stesen dan peralatan cerapan perlu dilakukan bagi memastikan data Cerapan Air Pasang Surut dapat diperolehi dan direkod dengan baik bagi kegunaan pelbagai tujuan.

10.2. Sebaiknya, kerja-kerja penyelenggaraan ini dilakukan setiap bulan atau sekurang-kurangnya setiap 2 - 3 bulan sekali. Di antara kerja-kerja penyelenggaraan yang perlu dilakukan ialah:

- a) Memuat turun data cerapan;
- b) Memeriksa nilai tetapan stesen;
- c) Memeriksa kebolehfungsian setiap peralatan dan komponen sokongan yang digunakan berada dalam keadaan baik;
- d) Membersihkan persekitaran dalaman dan luaran stesen; dan
- e) Menjalankan pengukuran aras setiap enam (6) bulan sekali untuk titik asas (*Base Point*), *Standard Mark* dan tanda aras yang berhampiran dengan stesen cerapan. Kesemua tanda ini perlu diikat dengan jaringan ukur aras jitu bagi tujuan pemantauan jika berlakunya mendapan atau penurunan tanah atau platform stesen berkenaan.

BAHAGIAN IV PRODUK

11. PRODUK DARIPADA CERAPAN AIR PASANG SURUT

11.1. Hasil dari prosesan dan analisis data-data Cerapan Air Pasang Surut adalah seperti berikut:

- a) Ramalan paras air laut setiap jam (setiap stesen);
- b) Masa dan ketinggian bagi air pasang dan air surut (setiap stesen);
- c) Nilai aras laut min secara harian, bulanan dan tahunan (setiap stesen);
- d) Pemalar harmonik (setiap stesen);
- e) Jadual Ramalan Air Pasang Surut (Penerbitan Tahunan); dan
- f) Rekod Cerapan Air Pasang Surut (Penerbitan Tahunan).

PULAU LANGKAWI

Hourly Heights Prediction

SEPTEMBER

2021

DAY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	119	127	140	154	168	178	<u>183</u>	182	174	163	152	140	131	125	<u>124</u>	127	133	141	150	155	<u>156</u>	154	149	141
2	133	127	<u>126</u>	130	139	151	<u>165</u>	177	184	<u>186</u>	181	169	152	133	<u>117</u>	108	<u>106</u>	113	127	144	<u>159</u>	170	<u>173</u>	168
3	155	138	<u>122</u>	113	<u>112</u>	122	140	163	185	<u>201</u>	<u>207</u>	201	182	153	123	99	<u>85</u>	<u>85</u>	99	124	152	177	<u>192</u>	194
4	182	158	130	105	<u>92</u>	94	111	140	174	206	<u>228</u>	<u>232</u>	217	185	143	103	<u>74</u>	<u>62</u>	70	96	132	171	<u>202</u>	<u>217</u>
5	211	186	150	112	<u>83</u>	<u>71</u>	81	109	151	198	<u>236</u>	<u>257</u>	252	223	176	122	76	<u>47</u>	<u>43</u>	63	103	153	199	<u>230</u>
6	<u>238</u>	220	181	132	88	60	<u>55</u>	76	119	174	228	268	280	262	217	156	94	46	<u>25</u>	33	68	122	181	230
7	<u>256</u>	251	219	167	109	63	<u>41</u>	47	82	138	203	260	<u>293</u>	<u>293</u>	259	198	127	62	21	12	35	85	150	214
8	<u>259</u>	<u>274</u>	255	208	145	84	42	<u>30</u>	50	98	165	233	285	<u>306</u>	290	241	169	94	35	<u>6</u>	12	51	113	184
9	245	<u>280</u>	<u>280</u>	247	188	119	62	<u>30</u>	31	65	123	193	257	<u>297</u>	<u>303</u>	271	210	134	64	<u>18</u>	<u>6</u>	28	79	147
10	216	<u>267</u>	<u>288</u>	273	227	161	95	<u>47</u>	<u>29</u>	44	88	150	216	269	<u>293</u>	283	240	174	102	45	<u>16</u>	21	56	114
11	180	240	276	<u>281</u>	253	199	134	77	44	<u>41</u>	67	114	173	228	264	<u>273</u>	251	203	140	81	42	<u>32</u>	50	91
12	147	205	249	<u>270</u>	261	225	171	114	72	<u>55</u>	63	93	137	184	224	<u>245</u>	242	214	169	118	77	<u>56</u>	59	84
13	124	171	214	<u>243</u>	<u>250</u>	234	197	151	108	81	<u>75</u>	87	114	148	181	<u>205</u>	<u>215</u>	208	183	148	114	<u>90</u>	<u>82</u>	91
14	114	145	178	206	<u>223</u>	<u>224</u>	208	179	145	117	<u>101</u>	<u>98</u>	107	123	143	163	<u>178</u>	<u>184</u>	180	165	146	127	<u>115</u>	<u>112</u>
15	117	131	149	168	186	198	<u>201</u>	193	176	156	138	<u>124</u>	116	114	117	125	136	149	160	<u>166</u>	<u>166</u>	161	152	<u>143</u>
16	135	<u>130</u>	<u>130</u>	136	147	162	<u>178</u>	190	<u>194</u>	191	180	162	142	<u>123</u>	107	<u>98</u>	<u>98</u>	108	127	<u>149</u>	<u>170</u>	184	<u>187</u>	180
17	164	145	<u>127</u>	115	<u>112</u>	122	142	169	<u>194</u>	212	<u>217</u>	206	181	149	115	<u>87</u>	<u>71</u>	<u>71</u>	88	119	156	190	211	<u>215</u>
18	201	173	139	109	<u>90</u>	<u>87</u>	103	135	175	214	<u>240</u>	<u>244</u>	226	188	141	95	61	<u>45</u>	52	82	127	178	219	<u>240</u>
19	236	209	166	121	83	<u>64</u>	68	96	142	196	242	<u>268</u>	264	232	180	120	68	<u>35</u>	<u>28</u>	48	93	151	209	249
20	<u>262</u>	244	202	147	94	<u>58</u>	<u>46</u>	62	104	164	225	271	<u>287</u>	269	221	157	91	41	<u>17</u>	24	60	119	185	242
21	<u>273</u>	271	237	181	119	67	<u>39</u>	40	72	127	194	254	290	<u>291</u>	256	195	124	61	21	<u>13</u>	38	89	156	222
22	<u>269</u>	<u>285</u>	265	216	151	88	<u>45</u>	<u>31</u>	49	95	159	226	276	<u>295</u>	277	227	158	88	36	<u>14</u>	26	67	129	197
23	254	<u>285</u>	281	243	183	116	62	<u>34</u>	38	71	128	193	251	<u>284</u>	283	248	187	117	57	24	<u>23</u>	53	107	172
24	234	275	<u>285</u>	261	210	145	85	<u>45</u>	<u>36</u>	58	103	162	221	<u>262</u>	275	255	207	143	82	40	<u>28</u>	47	91	150
25	211	257	<u>278</u>	268	229	171	110	64	<u>44</u>	53	87	137	191	235	<u>257</u>	251	217	164	107	61	<u>41</u>	49	82	132
26	188	235	<u>263</u>	<u>265</u>	239	191	135	86	<u>58</u>	<u>56</u>	79	118	165	207	<u>233</u>	<u>237</u>	218	178	129	85	<u>59</u>	<u>58</u>	80	119
27	166	211	241	<u>251</u>	238	203	156	111	79	<u>68</u>	79	107	143	180	206	<u>217</u>	209	183	146	109	82	<u>74</u>	85	112
28	149	186	216	<u>230</u>	227	206	172	134	103	<u>88</u>	89	104	129	156	179	<u>192</u>	<u>192</u>	179	156	129	107	<u>96</u>	99	114
29	137	164	188	<u>204</u>	<u>208</u>	200	180	154	129	<u>113</u>	<u>107</u>	111	122	138	153	<u>164</u>	<u>169</u>	167	158	145	131	<u>122</u>	<u>120</u>	124
30	134	148	163	176	184	<u>185</u>	179	168	154	141	<u>132</u>	128	<u>126</u>	127	131	137	<u>143</u>	148	<u>152</u>	<u>152</u>	150	147	<u>145</u>	142

Rajah 9: Contoh ramalan paras air laut setiap jam

PULAU LANGKAWI

2021

Times and Heights of High and Low Water

JULY

AUGUST

TIME HEIGHT		TIME HEIGHT		TIME HEIGHT		TIME HEIGHT		TIME HEIGHT		TIME HEIGHT		TIME HEIGHT			
H.M. (cm)		H.M. (cm)		H.M. (cm)		H.M. (cm)		H.M. (cm)		H.M. (cm)		H.M. (cm)			
1	4 50 213	9	5 25 66	17	4 55 225	25	1 3 252	1	5 21 209	9	0 39 241	17	6 26 212	25	1 55 270
TH	10 30 118	F	11 52 274	SA	10 38 105	SU	6 54 51	SU	11 19 120	M	6 30 49	TU	13 3 111	W	7 50 41
	16 34 231	N	18 13 53	☉	16 52 233		13 8 303		17 17 190		12 49 291		19 12 181	E	13 57 294
	23 10 90				23 22 77		19 38 22		23 35 101		19 8 27				20 9 21
2	5 48 207	10	0 13 233	18	6 0 222	26	1 45 256	2	6 30 200	10	1 15 251	18	1 23 107	26	2 22 267
F	11 25 130	SA	6 4 60	SU	11 55 115	M	7 35 52	M	12 57 126	TU	7 5 43	W	8 10 211	TH	8 17 48
☉	17 25 210	●	12 28 283		18 4 214		13 48 303		18 45 174		13 23 299		15 12 99		14 24 279
E			18 48 47				20 12 24				19 42 22		21 15 187		20 32 31
3	0 5 99	11	0 51 237	19	0 30 85	27	2 22 254	3	1 0 111	11	1 50 258	19	3 15 102	27	2 49 260
SA	7 0 206	SU	6 40 57	M	7 19 225	TU	8 12 57	TU	8 0 200	W	7 40 42	TH	9 43 228	F	8 42 58
	12 52 135		13 2 289		13 39 112		14 22 294		14 47 118		13 56 300		S 16 26 73		14 49 261
	18 42 195		19 23 43		19 35 204		20 46 32		20 38 174		20 14 21		22 37 208		20 54 43
4	1 14 103	12	1 25 240	20	1 56 87	28	2 57 249	4	2 30 109	12	2 24 262	20	4 30 84	28	3 13 251
SU	8 14 213	M	7 13 56	TU	8 37 235	W	8 43 66	W	9 20 211	TH	8 15 47	F	10 46 251	SA	9 7 70
	14 24 126		13 36 291		15 9 97		14 53 279		15 55 99		E 14 30 292		17 21 50		15 12 239
	20 12 192		19 57 42		21 8 208		21 12 44		21 55 185		20 47 25		23 27 229		21 14 58
5	2 20 99	13	2 1 241	21	3 15 82	29	3 30 241	5	3 39 97	13	3 2 259	21	5 22 66	29	3 39 236
M	9 10 226	TU	7 48 59	W	9 45 251	TH	9 14 78	TH	10 15 226	F	8 51 57	SA	11 34 274	SU	9 37 85
	15 30 110		14 9 289		16 20 75		E 15 22 260		16 42 80		15 3 276		18 3 30		15 38 215
	21 21 198		20 30 44		22 24 219		21 39 57		22 45 200		21 17 36				21 41 76
6	3 17 92	14	2 38 240	22	4 21 73	30	4 0 231	6	4 34 83	14	3 38 252	22	0 11 249	30	4 10 218
TU	9 55 239	W	8 22 66	TH	10 45 268	F	9 46 92	F	10 58 244	SA	9 27 69	SU	6 7 51	M	10 12 102
	16 19 92		14 43 282		S 17 19 54		15 51 237		N 17 24 64		15 40 253		☉ 12 16 291		☉ 16 14 190
	22 15 208		21 4 48		23 25 233		22 8 71		23 27 215		21 53 53		18 42 18		22 12 97
7	4 5 83	15	3 15 237	23	5 17 63	31	4 37 220	7	5 13 70	15	4 20 240	23	0 50 260	31	4 54 199
W	10 38 252	TH	8 59 77	F	11 38 284	SA	10 26 108	SA	11 39 263	SU	10 12 86	M	6 47 41	TU	11 15 119
	16 58 76		15 18 270		18 9 37		☉ 16 26 213		17 59 49		☉ 16 26 227		12 54 300		17 13 167
	22 58 217		21 41 56				22 43 86				22 37 73		19 16 13		23 18 118
8	4 47 74	16	4 1 231	24	0 15 245			8	0 2 229	16	5 13 225	24	1 24 268		
TH	11 14 264	F	9 43 91	SA	6 10 56			SU	5 53 58	M	11 16 103	TU	7 20 38		
	17 36 63	E	16 0 253	☉	12 26 296			●	12 13 279		17 30 200		13 27 302		
	23 38 225		22 24 65		18 56 26				18 35 37		23 40 94		19 44 15		

Rajah 10: Contoh rekod Cerapan Air Pasang Surut

ARAS LAUT MIN BULANAN DAN TAHUNAN MONTHLY AND ANNUAL MEAN SEA LEVELS													
TAHUN/YEAR: 2018	(UNIT DALAM METER) (UNIT IN METRES)												
Stesen/Station	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	OGOS	SEP	OKT	NOV	DIS	MIN
Pulau Langkawi	2.223	2.152	2.158	2.216	2.273	2.337	2.350	2.396	2.273	2.318	2.390	2.289	2.281
Pulau Pinang	2.690	2.625	2.640	2.689	2.737	2.795	2.802	2.843	2.732	2.780	2.861	2.764	2.746
Lumut	2.223	2.157	2.151	2.194	2.236	2.279	2.283	2.336	2.228	2.286	2.368	2.285	2.252
Pelabuhan Kelang	-	-	-	3.579	(3.667)	(3.701)	3.705	3.759	(3.675)	3.737	3.787	(3.754)	-
Tanjung Keling	2.900	2.840	2.810	2.827	2.858	2.865	2.873	2.919	2.876	2.943	2.983	2.943	2.886
Kukup	4.166	4.110	4.060	4.064	4.078	4.073	4.075	4.107	4.089	4.166	4.203	4.189	4.115
Tanjung Sedili	2.616	2.593	2.487	2.441	2.357	2.274	2.277	2.306	2.365	2.503	2.554	2.587	2.447
Pulau Tioman	3.030	3.024	2.931	2.879	2.802	2.712	2.708	2.738	2.807	2.953	-	-	(2.858)
Tanjung Gelang	3.028	3.025	2.928	2.873	2.783	2.680	2.671	(2.709)	2.780	2.947	3.000	3.039	2.872
Cendering	-	-	-	-	-	-	2.079	-	2.170	-	-	2.458	-

Nota : () Aras laut min harian tidak diperolehi kurang daripada 10 hari/ Aras laut Min bulanan tidak diperolehi kurang daripada 3 bulan
Daily mean sea level unobtainable for less than 10 days/ Monthly mean sea level unobtainable for less than 3 months
- Aras laut min harian tidak diperolehi selama 10 hari atau lebih/ Aras laut min bulanan tidak diperolehi selama 3 bulan atau lebih
Daily mean sea level unobtainable for 10 days or more/ Monthly mean sea level unobtainable for 3 months or more

Rajah 11: Contoh masa dan ketinggian bagi air pasang dan air surut

ARAS LAUT MIN HARIAN DAN BULANAN DAILY AND MONTHLY MEAN SEA LEVELS												
Place : PULAU PINANG	(Unit : cm)											
Year : 2018	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Month												
Day												
1	265.4	264.1	260.1	277.9	270.8	272.3	276.8	284.5	279.1	275.6	275.1	276.6
2	264.8	267.1	264.1	278.1	273.8	273.5	274.4	285.4	281.2	280.5	274.2	276.5
3	267.2	264.3	265.7	273.8	273.2	277.8	275.9	287.7	282.0	277.7	273.3	277.6
4	269.4	258.3	266.9	270.1	273.9	277.6	278.5	287.6	280.1	276.0	276.2	276.3
5	266.6	261.5	268.3	268.8	273.0	278.8	278.3	285.6	274.9	272.7	281.6	272.1
6	274.6	261.0	268.0	267.4	276.8	279.7	278.7	284.5	273.2	268.8	283.0	269.8
7	274.9	261.9	266.1	267.3	278.8	283.3	277.9	286.5	275.0	268.4	286.6	269.9
8	273.9	267.3	263.9	265.5	278.2	286.0	280.3	282.7	269.5	270.9	288.2	272.8
9	276.1	265.1	262.8	267.1	278.3	286.6	281.7	287.9	267.5	268.7	287.1	275.3
10	274.6	260.6	260.3	266.7	281.0	287.3	285.8	289.0	270.3	271.4	282.0	275.7
11	273.2	259.5	257.6	268.4	280.1	287.1	283.8	287.3	275.1	276.1	283.5	276.3
12	272.1	253.7	258.8	272.5	281.0	283.6	280.3	288.3	274.3	276.5	283.1	273.6
13	268.1	254.2	258.8	273.6	276.9	280.8	277.2	287.8	272.7	280.5	284.9	272.1
14	261.5	250.7	258.2	267.3	275.0	279.0	279.2	287.6	270.9	282.1	285.2	272.7
15	263.1	254.3	257.0	264.1	273.6	284.4	279.9	287.6	273.7	284.7	285.0	274.1
16	260.0	258.2	255.7	262.7	274.1	286.8	280.7	286.9	276.7	286.3	286.8	278.4
17	261.8	264.7	256.9	262.4	272.5	286.4	282.9	289.3	276.1	284.1	289.7	275.4
18	262.3	265.1	260.1	262.3	274.7	288.5	285.9	286.3	274.4	282.2	295.7	277.9
19	263.3	265.8	263.3	264.5	278.9	291.1	288.6	284.2	273.7	285.7	298.1	278.8
20	266.0	267.1	266.5	265.7	279.5	288.0	288.5	275.9	273.5	283.4	306.8	281.8
21	267.5	266.8	269.2	267.1	277.0	282.2	287.3	278.5	271.2	279.6	305.9	287.3
22	273.2	268.3	272.4	268.0	274.4	279.7	282.1	290.1	269.8	279.3	295.2	288.0
23	275.5	269.6	268.1	269.8	273.4	273.6	278.2	285.9	268.8	281.0	289.4	284.7
24	278.7	266.8	263.8	269.6	270.5	269.7	277.7	277.3	268.3	279.3	287.9	283.8
25	277.4	265.1	261.6	272.4	269.3	273.9	275.8	275.8	269.3	279.7	286.6	279.8
26	275.6	265.3	263.7	271.0	269.6	269.1	273.9	276.5	268.3	278.1	284.2	277.3
27	271.7	262.9	264.3	270.5	263.9	268.5	275.2	278.9	268.7	277.4	287.2	276.7
28	268.5	259.7	265.5	271.3	266.6	266.9	278.0	281.3	269.8	277.6	283.8	275.1
29	260.2	266.9	271.1	264.3	269.8	279.3	282.5	273.3	281.2	279.3	274.5	274.5
30	266.6	270.1	269.3	264.9	274.3	282.2	283.6	274.7	277.5	278.2	269.7	269.7
31	264.4	278.8	268.0	280.3	280.7	275.3	275.3	275.3	275.3	275.3	267.3	267.3
Monthly Mean Sea Level (MMSL)	268.9	262.5	264.0	268.8	273.8	279.6	280.2	284.4	273.2	278.0	286.1	276.4
Yearly Mean Sea Level (YMSL)	274.6											

Rajah 12: Contoh nilai aras laut min secara harian, bulanan dan tahunan

ANALISIS HARMONIK
HARMONIC ANALYSIS

(1) POSITION

PLACE : LUMUT
LAT. : 4° 14' 7" N
LONG. : 100° 36' 45" E
TIME ZONE : 8h 0 m EAST

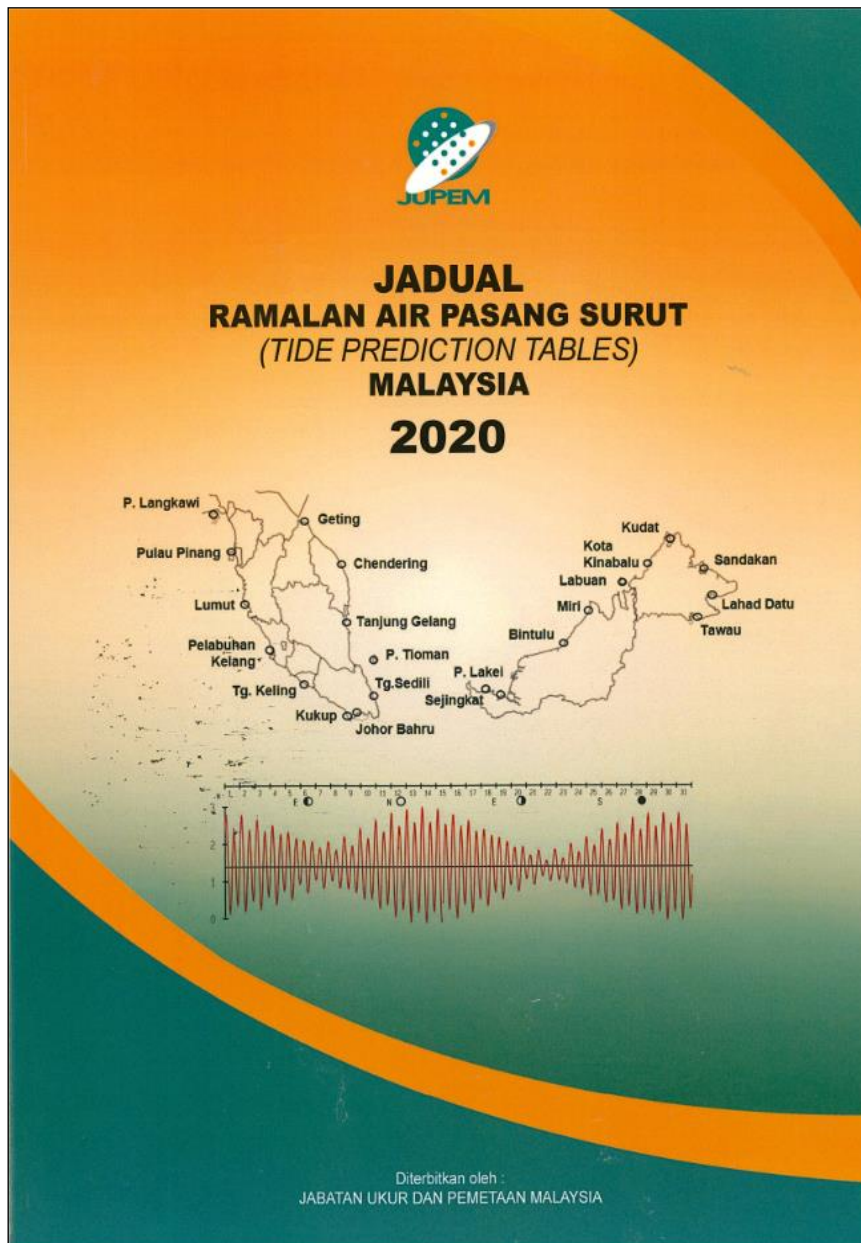
(2) TIME & DURATION OF OBSERVATION

STARTING DATE : 2018 1 1
CENTRAL DAY AND TIME : 2018 7 4 11
MISSING HOURS : 0 HOURS
DURATION IN DAYS : 369 DAYS
METHOD OF ANALYSIS : THE LEAST SQUARES METHOD

PEMALAR HARMONIK
HARMONIC CONSTANTS

SYMBOL	H (CM)	K (DEG.)	G (DEG.)	SYMBOL	H (CM)	K (DEG.)	G (DEG.)
SA	6.6	178.6	178.9	M2	78.8	88.4	119.0
SSA	4.4	153.1	153.8	MKS2	0.2	342.2	13.5
MM	2.2	317.4	321.8	LAM2	1.4	71.9	106.3
MSF	0.9	284.0	292.1	L2	6.0	86.5	121.5
MF	1.1	61.6	70.4	T2	2.1	120.4	158.9
2Q1	0.3	171.1	173.3	S2	34.8	120.7	159.5
SIG1	1.2	253.2	256.0	R2	0.1	291.9	331.0
Q1	0.6	194.6	201.2	K2	6.3	132.7	172.1
RHO1	0.2	111.7	118.9	MSN2	0.5	295.4	338.5
O1	2.2	256.9	267.8	KJ2	0.2	2.0	45.8
MP1	2.1	15.0	26.6	2SM2	0.7	308.5	355.4
M1	1.1	266.6	281.9	MO3	0.4	51.2	92.8
CHI1	0.1	214.1	230.1	M3	0.2	229.3	275.3
PI1	0.4	148.8	167.5	SO3	0.1	111.0	160.7
P1	7.9	355.5	14.5	MK3	0.3	177.4	227.8
S1	2.2	145.8	165.2	SK3	0.2	229.6	288.1
K1	18.2	357.4	17.2	MN4	0.6	11.3	68.2
PSI1	0.1	65.2	85.3	M4	1.5	23.8	85.1
PHI1	0.5	65.7	86.1	SN4	0.2	35.5	100.6
THE1	0.1	12.3	35.8	MS4	1.5	58.9	128.3
J1	1.4	46.3	70.3	MK4	0.2	80.6	150.6
SO1	1.8	115.8	143.6	S4	0.3	77.5	155.1
OO1	0.7	57.0	85.5	SK4	0.1	77.6	155.8
OQ2	0.3	337.8	355.3	2MN6	0.2	314.3	41.9
MNS2	0.6	94.9	113.1	M6	0.3	328.5	60.4
2N2	2.7	61.7	83.7	MSN6	0.2	1.3	97.0
MU2	2.2	109.2	131.8	2MS6	0.9	7.4	107.4
N2	15.3	80.4	106.7	2MK6	0.1	14.6	115.3
NU2	3.1	81.7	108.6	2SM6	0.3	68.5	176.7
OP2	0.3	218.8	248.8	MSK6	0.1	84.2	193.0

Rajah 13: Contoh analisis pemalar harmonik



Rajah 14: Contoh penerbitan jadual ramalan air pasang surut



Rajah 15: Contoh penerbitan rekod Cerapan Air Pasang Surut

BAHAGIAN V RUJUKAN

12. RUJUKAN

Anual Aziz (2005). *Kajian Ke Arah Merealisasikan Jaringan Rujukan Tegak Geodetik Baru Di Negeri Sabah*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Ijazah Sarjana Sains (Kejuruteraan Geomatik).

Azhari Mohamed (2003). *An Investigation of the Vertical Control Network of Peninsular Malaysia Using A Combination of Levelling, Gravity, GPS and Tidal Data*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Doktor Falsafah (Kejuruteraan Geomatik).

Department of Survey and Mapping Malaysia. Country Report (2001) 7th GLOSS.

Hasan Jamil (2011). *GNSS Heighting and Its Potential Use in Malaysia*. FIG Working Week 2011, Marrakech, Morocco.

Samad Abu, Abd. Majid A. Kadir, Shahrum Ses & Azhari Mohamed (1999). *Orthometric Height Determination for Peninsular Malaysia*. Kertas kerja di Persidangan Pengarah-Pengarah Ukur, 6-7 September, Pulau Pinang.