

Analisis sedimentologi dan stratigrafi jujukan Formasi Kaki Bukit (Ahli Batu Kapur Setul Bawah) di Teluk Ewa, Pulau Langkawi

(Sedimentological and stratigraphical analysis of Kaki Bukit Formation (Lower Setul Member) at Teluk Ewa, Pulau Langkawi)

MOHAMAD EZANIE ABU SAMAH*, CHE AZIZ ALI, KAMAL ROSLAN MOHAMED

Program Geologi, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, UKM Bangi, Selangor, Malaysia

* Corresponding author email address : mohamadezanie@yahoo.com

Abstrak: Penemuan beberapa unit baharu pada jujukan karbonat di kawasan Teluk Ewa (dari Tg. Mendidih hingga Teluk Ewa) telah mencetuskan idea untuk penyemakan semula stratigrafi Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah). Aspek kajian merangkumi kajian sedimentologi, di mana jujukan sedimen membentuk sistem percampuran sedimen laut cetek yang menggabungkan perselangan di antara unit karbonat dan silisiklastik. Sebanyak lapan fasies sedimen ditemui antaranya (1) Fasies argilit, (2) Fasies selang lapis nipis batu lumpur dan batu kapur, (3) Fasies batu kapur stromatolit beralun, (4) Fasies batu kapur stromatolit lurus, (5) Fasies heterolitik batu lumpur-batu kapur, (6) Fasies syal, (7) Fasies batu kapur masif dan (8) Fasies batu kapur thrombolit. Setiap fasies dibahagikan kepada empat unit litostratigrafi berbeza berdasarkan kepada rujukan Jawatankuasa Penamaan Stratigrafi Malaysia (1997) dan Kod Stratigrafi Amerika Utara 2005. (1) Unit klastik yang merujuk bahagian paling atas Formasi Machinchang masih dikekalkan dengan penamaan lama. Manakala, penamaan baru yang dicadangkan adalah seperti (2) Ahli Sabung yang merujuk kepada bahagian dasar unit batuan karbonat terdiri daripada fasies mikrobial dan fasies percampuran sedimen klastik-karbonat. (3) Ahli Pesak Seluar di bahagian tengah iaitu unit batuan silisiklastik yang terdiri daripada fasies syal dan (4) Ahli Ewa di bahagian paling atas yang mewakili unit karbonat atas. Unit-unit batuan ini ditafsirkan mempunyai persamaan litostratigrafi dengan Kumpulan Tarutao Formasi Pante Malaka, Formasi Rung Nok dan Formasi Lae Tong di Thailand seperti yang dicadangkan oleh Wongwanich *et al.* (1990, 2002) dan Imsamut & Abdul Rahman (2017).

Kata kunci: Ahli Setul Bawah, Formasi Kaki Bukit, litofasies, unit stratigrafi

Abstract: The identification of new units on the carbonate sequence of Teluk Ewa (from Tg. Mendidih to Teluk Ewa) has given an idea for the review of stratigraphic succession of Kaki Bukit Formation (Lower Setul Member). The analysis is related to a sedimentology study, where the sedimentary sequences formed as a mixed siliciclastic-carbonate shallow marine system that combines the carbonate and siliciclastic deposits. Eight facies have been recognised such as (1) argillite facies, (2) interlayer of mudstone and limestone facies, (3) wavy stromatolites limestone facies, (4) linear stromatolites limestone facies, (5) heterolithic of mudstone-limestone facies, (6) shale facies, (7) massive limestone facies and (8) thrombolites limestone facies. Each facies are divided into four litostratigraphic units based on the evaluation from Malaysian Stratigraphic Nomenclature Committee (1997) and North American Stratigraphic Code 2005. (1) The clastic unit referring to the uppermost part of Machinchang Formation maintains its name. Meanwhile, the suggested nomenclature for the new units such as (2) The Sabung Member is referring to the basal carbonate unit comprising microbial facies and mixed siliciclastic-carbonate sediment. (3) The Pesak Seluar Member in the middle is a siliciclastic unit that consists of shale facies and (4) The Ewa Member at the top representing the upper limestone unit. All units show a similar litostratigraphic characteristics that are found in Tarutao Group, Pante Malaka Formation, Rung Nok Formation and Lae Tong Formation in Thailand as described by Wongwanich *et al.* (1990; 2002) and Imsamut & Abdul Rahman (2017).

Keywords: Lithofacies, Kaki Bukit Formation, Lower Setul Member, stratigraphic unit

PENGENALAN

Pemetaan geologi keseluruhan kepulauan Langkawi termasuk di kawasan kajian telah bermula sejak tahun 1950an (Jones, 1968). Ia kemudiannya disusuli oleh kajian Ong & Aw (1980) yang mendokumenkan kehadiran unit metasedimen sebagai perselangan lapisan dengan unit marmar di bahagian atas Formasi Machinchang. Jantan *et al.* (1989)

mencadangkan unit tersebut tidak termasuk dalam Formasi Machinchang sebaliknya merupakan sebahagian daripada unit Ahli Setul Bawah yang terdiri daripada endapan sedimen klastik. Kewujudan unit klastik di dalam jujukan karbonat Formasi Setul telah dicadangkan oleh beliau sebagai ahli litostratigrafi baru yang dikenali sebagai Ahli Ewa. Walau bagaimanapun, penamaan unit ini tidak digunakan secara

meluas sebaliknya penamaan lama yang diperkenalkan oleh Jones (1981) dan Cocks *et al.* (2005) masih dikekalkan.

Geologi kawasan Teluk Ewa menunjukkan taburan batuan terdiri daripada empat unit batuan utama iaitu: 1) unit klastik, 2) unit karbonat bawah, 3) unit silisiklastik, dan 4) unit karbonat atas. Unit klastik merupakan endapan sedimen tertua dijumpai di kawasan kajian mewakili bahagian teratas Formasi Machinchang. Manakala unit karbonat bawah, unit silisiklastik dan unit karbonat atas mewakili jujukan pertama Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah).

Di dalam penemuan unit batuan tersebut, penamaan unit stratigrafi baharu perlu diberi bagi memudahkan pemahaman mengenai konsep stratigrafi di kawasan Teluk Ewa. Penilaian dibuat berdasarkan kepada empat aspek utama iaitu: 1) pembahagian unit batuan melalui pemetaan geologi, 2) pencirian litofasies dan mikrofases dalam setiap unit batuan 3) penamaan litostratigrafi pada unit sedimen baharu dan 4) aspek penamaan unit litostratigrafi melalui rujukan Jawatankuasa Penamaan Stratigrafi Malaysia (1997) (Malaysian Stratigraphic Nomenclature Committee 1997) dan Kod Stratigrafi Amerika Utara 2005 (North American Stratigraphic Code 2005).

LATAR BELAKANG GEOLOGI

Batu Kapur Setul atau Formasi Setul diperkenalkan oleh Jones (1981) merujuk kepada jujukan sedimen karbonat yang membentuk Banjaran Sempadan Nakawan-Setul di bahagian barat laut Semenanjung Malaysia. Ia membentuk jujukan yang didominasi batu kapur terhablur, berwarna gelap, berlapisan tebal dan keras (Jones, 1973). Terdapat kehadiran unit gersik yang diwakili oleh sedimen kuarzit, batu keping, syal berkarbon, sabak dan rijang hitam berlumpur membentuk sebagai lapisan nipis yang terendap secara berselangan di antara jujukan tebal karbonat.

Jujukan sedimen ini dibahagikan kepada empat ahli iaitu Ahli Setul Bawah, Ahli Gersik Bawah, Ahli Setul Atas dan Ahli Gersik Atas oleh Jones (1981). Sebelum penamaan ini diperkenalkan, terdapat juga beberapa penamaan lain yang merujuk kepada unit batuan dalam Batu Kapur Setul antaranya seperti Lapisan Rebanggun (Gobbett, 1972), Batu Kapur Kaki Bukit dan Syal Langgun (Burton, 1974) dan Lapisan Devonian (Yancey, 1975).

Susunan stratigrafi Batu Kapur Setul di Perlis telah disemak semula oleh Amir Hassan & Lee (2002) yang membahagikan jujukan peralihan Formasi Setul dan Formasi Kubang Pasu kepada enam unit baharu. Jujukan ini kemudiannya disemak sekali lagi oleh Cocks *et al.* (2005) kerana penggunaan nama 'Formasi Setul' yang menggabungkan 'Ahli Batu Kapur' dan 'Ahli Gersik' adalah mengelirukan. Oleh itu, Cocks *et al.* (2005) telah menaik taraf serta memberi penamaan baru bagi menggantikan penamaan lama seperti Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah), Formasi Tg. Dendang (Ahli Gersik Bawah), Formasi Batu Kapur Mempelam (Ahli Setul Atas) dan Formasi Timah Tasoh (Ahli Gersik Atas).

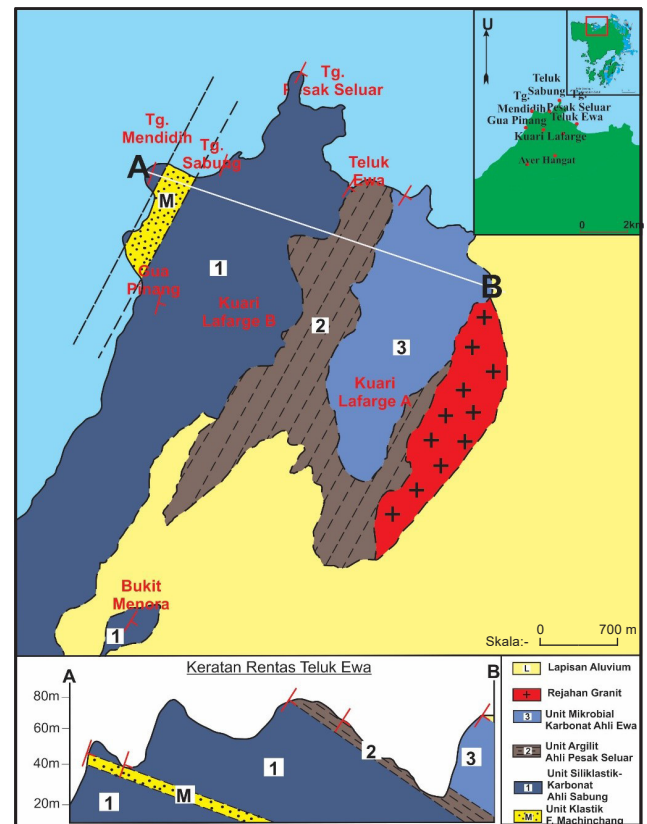
KAEDAH KAJIAN

Kajian dilakukan dari kawasan Teluk Kubang Badak hingga ke Teluk Ewa di Langkawi. Kedudukan lapisan batuan menunjukkan jujukan sedimen telah mengalami canggaan mudah menghasilkan perlapisan berjurus ke arah timur laut dengan kemiringan landai hingga sederhana sekitar 12° - 40°.

Cerapan dilakukan di 7 lokaliti iaitu di kawasan Gua Pinang, Tg. Mendidih, Tg. Sabung, Tg. Pesak Seluar, Teluk Ewa, Kuari Simen Lafarge dan Bukit Menora (Rajah 1). Log jujukan sedimen dicatat di semua lokaliti bagi merekodkan semua ciri-ciri sedimentologi di lapangan termasuk struktur sedimen, struktur mikrobial dan kehadiran fosil. Ia bertujuan untuk pengelasan litofasies sedimen serta pengenalanpastian unit batuan baru dalam jujukan sedimen Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah).

UNIT LITOSTRATIGRAFI

Hasil pemetaan geologi dan cerapan lapangan telah mengenalpasti empat unit batuan utama, disenaraikan di sini dari unit tertua ke termuda, iaitu unit klastik (Formasi Machinchang), unit karbonat bawah, unit silisiklastik dan



Rajah 1: Peta geologi kawasan Teluk Ewa terdiri daripada unit klastik (Machinchang), unit karbonat bawah (Ahli Sabung), unit silisiklastik (Ahli Pesak Seluar) dan unit karbonat atas (Ahli Ewa). (Diubahsuai dari Jantan *et al.*, 1989). Keratan rentas geologi A-B menunjukkan perubahan litofasies daripada bahagian barat ke timur dengan kemiringan lapisan batuan yang bersifat sederhana.

unit karbonat atas. Setiap unit menunjukkan ciri-ciri fizikal berbeza yang dijelaskan dengan terperinci pada bahagian berikutnya.

Unit klastik

Unit klastik merupakan endapan sedimen yang mewakili bahagian paling atas Formasi Machinchang serta unit batuan tertua dijumpai di kawasan Teluk Ewa. Endapan sedimen yang terdiri daripada lapisan batu lodak dan batu lumpur boleh ditemui di kawasan Tg. Mendidih dan Tg. Sabung serta ditafsirkan melunjur hingga ke Pulau Jemuruk.

Di kawasan Tg. Mendidih, jujukan sedimen didominasi oleh fasies argilit (Fa) yang terdiri daripada batu lodak dan batu lumpur serta lapisan nipis batu pasir. Menuju ke kawasan Tg. Sabung, fasies argilit mengalami perubahan secara beransur-ansur kepada fasies selang lapis nipis batu lumpur dan batu kapur.

Perubahan litofasies menunjukkan unit batuan Machinchang dan unit batuan Setul disempadani oleh unit percampuran sedimen klastik-karbonat yang ditandakan sebagai zon peralihan sedimen.

Unit karbonat bawah

Unit kedua terdiri daripada jujukan batuan karbonat yang mewakili Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah). Taburan batuan unit ini tersebar dari Tg. Sabung hingga ke Tg. Pesak Seluar serta mengunjur ke bahagian tenggara di kawasan Gua Pinang, Bukit Menora dan Kuari Lafarge. Ketebalan unit Karbonat Bawah dianggarkan mencecah 155 meter iaitu terdiri daripada selang lapis batu kapur kelabu dan batu lumpur. Bahagian dasar Ahli Setul Bawah ditandakan oleh zon peralihan unit klastik (Machinchang)-karbonat (Setul) di kawasan Tg. Sabung. Menuju ke bahagian atas jujukan di kawasan Tg. Pesak Seluar, perubahan litofasies dikuasai sepenuhnya oleh stromatolit jenis alunan dan lurus.

Unit silisiklastik

Taburan batuan unit ketiga silisiklastik boleh ditemui tersingkap di sepanjang kawasan Teluk Ewa serta mengunjur ke bahagian tenggara kawasan kajian. Unit batuan ini wujud sebagai zon peralihan iaitu perubahan fasies yang berubah beransur-ansur daripada endapan heterolitik batu lumpur-batu kapur kepada endapan syal. Sukar untuk menentukan sempadan di antara unit silisiklastik dengan unit sebelumnya kerana singkapan batuan yang dilitupi dengan hutan tebal. Jantan *et al.* (1989) menandakan sempadan di antara kedua-dua unit ini sebagai ketakselarasan intraformasi.

Unit karbonat atas

Pembentukan unit keempat karbonat dijumpai sekali lagi di sepanjang pesisir pantai Teluk Ewa dan ditafsirkan melunjur hingga Kuari Lafarge yang terletak di bahagian tengah kawasan kajian. Unit ini adalah paling dominan terbentuk dengan anggaran ketebalan jujukan mencecah hampir 500 meter. Kebanyakan singkapan batu kapur telah

mengalami perubahan fizikal, tekstur dan komposisi batuan akibat kesan diagenesis.

Cerapan lapangan menunjukkan jujukan terdiri daripada batu kapur masif kelabu, batu kapur thrombolit, stromatolit digitat dan batu kapur bernodul. Struktur sedimen dan mikrobial seperti struktur lapisan silang, lapisan thrombolit berjaringan kompleks dan tempokan dolomit dikesan pada setiap perlapisan batuan. Unit karbonat atas ditafsirkan lebih muda berbanding unit karbonat bawah kerana kedudukannya yang menindih di atas jujukan silisiklastik.

LITOFASIES DAN MIKROFASIES

Berdasarkan cerapan fizikal sifat batuan, sebanyak 8 litofasies telah dikenalpasti di kawasan Teluk Ewa. Hasil korelasi setiap jenis fasies menunjukkan unit batuan menindih secara selaras dari barat ke timur kawasan kajian (Rajah 2, Rajah 3 dan Rajah 4). Jujukan lengkap sedimen di kawasan ini dianggarkan mencecah hingga 650 meter dengan pembahagian litofasies yang terdiri daripada fasies argilit (Fa), fasies selang lapis nipis batu lumpur dan batu kapur (Fbl-Fbk), fasies stromatolit beralun (Fsa), fasies stromatolit lurus (Fsl), fasies heterolitik batu lumpur-batu kapur (Fsh), fasies syal (Fs), fasies batu kapur masif (Fbm) dan fasies thrombolit (Ftk) (Rajah 5). Manakala, pengelasan mikrofases bagi setiap jenis batuan yang dijumpai adalah terdiri daripada batu lumpur, batu lumpur karbonat, batu butir dan karbonat terhablur.

F1-Fasies argilit (Fa)

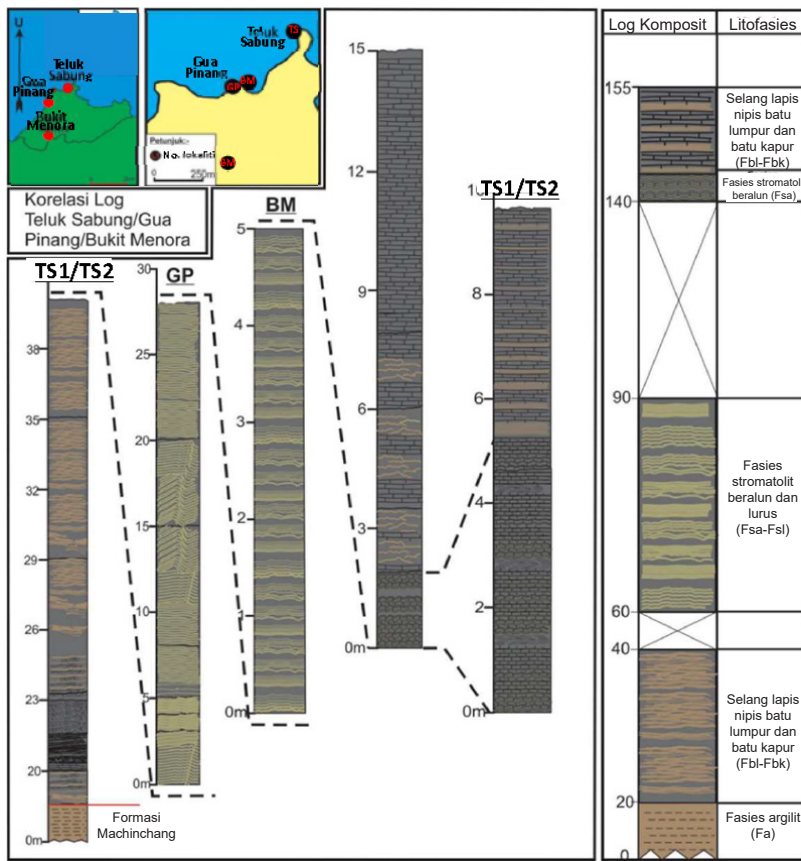
Fasies argilit yang terdiri daripada lapisan batu lumpur, batu lodak dan batu pasir mewakili bahagian atas Formasi Machinchang. Unit batuan ini ditemui di sepanjang pesisir pantai bermula dari kawasan Tg. Mendidih hingga Tg. Sabung dengan ketebalan fasies dianggarkan sekitar 20 meter.

Batuan dicirikan oleh warna coklat keperangan, berlapisan tidak seragam dan berbutir halus. Endapan batu lodak dan batu lumpur wujud sebagai lapisan menghalus ke atas dengan julat ketebalan bagi setiap lapisan sekitar 3 sm – 10 sm, serta diselangi dengan lapisan batu pasir. Struktur sedimen seperti laminasi lumpur wujud pada perlapisan batu pasir tetapi hampir musnah akibat kesan luluhawa.

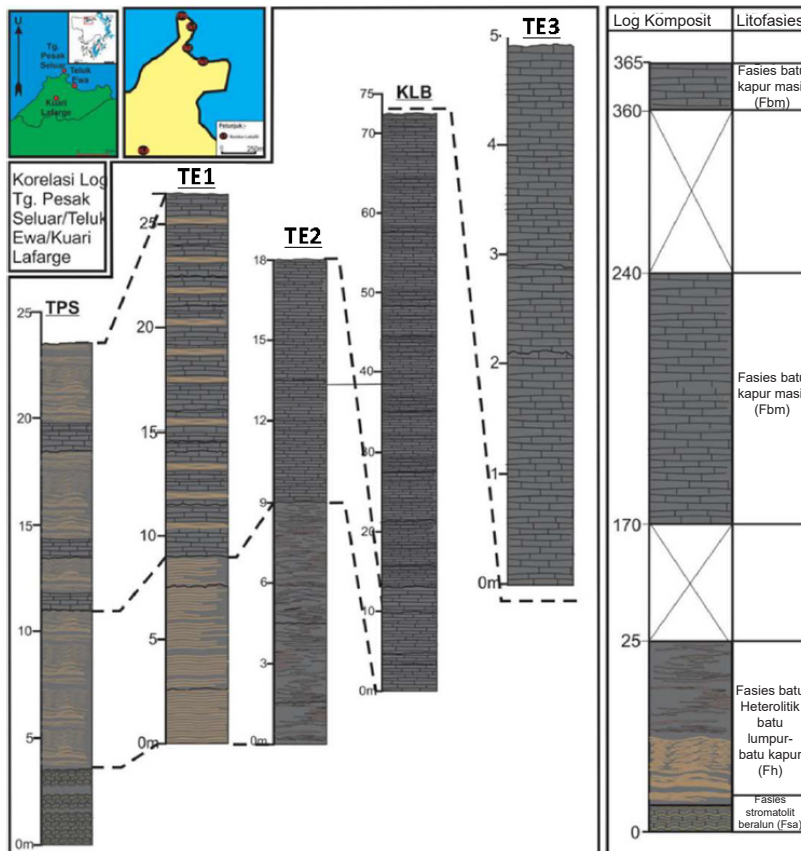
Di kawasan Tg. Sabung, lapisan batuan mengalami perubahan fasies daripada fasies argilit kepada percampuran sedimen silisiklastik-karbonat. Perubahan fasies berlaku secara beransur-ansur membentuk sebagai selang lapis batu lumpur dan batu kapur. Lapisan batu lumpur menjadi semakin nipis di bahagian atas jujukan dan didominasi sepenuhnya oleh batu kapur.

F2-Fasies selang lapis nipis batu lumpur dan batu kapur (Fbk-Fbl)

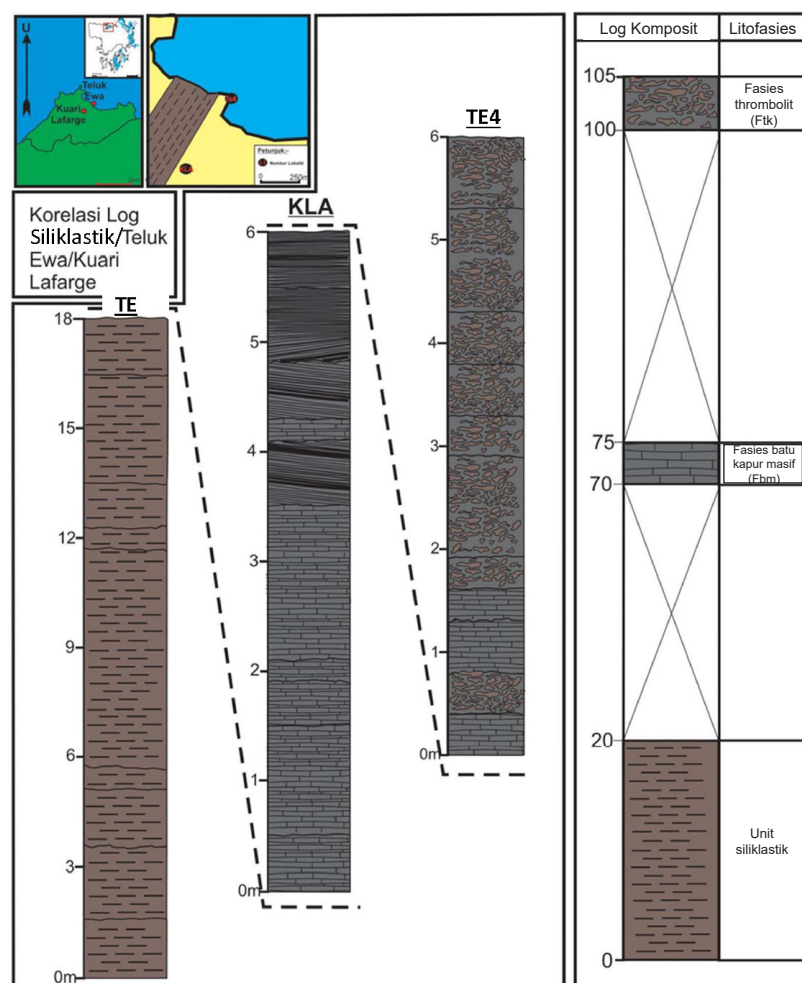
Fasies ini terdiri daripada selang lapis nipis batu lumpur dan batu kapur. Taburan fasies tersebar meluas di sepanjang pesisir Tg. Sabung iaitu kawasan yang ditandakan



Rajah 2: Korelasi log sedimen di kawasan Tg. Sabung (TS), Gua Pinang (GP) dan Bukit Menora (BM) yang mewakili bahagian atas Formasi Machinchang dan dasar jujukan sedimen Ahli Setul Bawah.



Rajah 3: Korelasi log sedimen dari Tg. Pesak Seluar (TPS), Teluk Ewa (TE) ke Kuari Lafarge B (KLB). Korelasi sedimen menunjukkan perulangan unit batuan di antara fasies sedimen heterolitik batu lumpur-batu kapur dengan fasies stromatolit.



Rajah 4: Jujukan sedimen di Teluk Ewa (TE) dan Kuari Lafarge A (KLA) yang diwakili oleh endapan silisiklastik serta fasies thrombolit.

sebagai zon peralihan di antara Formasi Machinchang dan Formasi Setul.

Ketebalan fasies sedimen dianggarkan mencecah sehingga 17 meter dengan purata ketebalan setiap peralapisan sekitar 3 sm hingga 8 sm. Sempadan peralapisan diantara batu lumpur dan batu kapur sangat jelas serta tiada sebarang struktur hakisan yang ditemui. Perselangan lapisan dilihat semakin berkurangan ke bahagian atas jujukan dan digantikan oleh fasies batu kapur mikrobial (stromatolit).

Sifat fizikal litofasies menunjukkan enapan diantara batu lumpur dan batu kapur membentuk selang lapis nipis yang tersebar secara seragam dan sekata pada jujukan batu kapur. Lapisan batu lumpur berwarna keperangan hingga gelap membentuk peralapisan nipis yang terendap dalam jujukan tebal batu kapur. Struktur sedimen seperti lapisan flaser, lapisan kekanta dan lapisan beralun banyak terbentuk pada fasies ini.

Endapan karbonat terdiri daripada batu kapur nodul dan batu kapur beralga. Tekstur permukaan batuan disifatkan tidak seragam kerana struktur nodul memenuhi pada hampir keseluruhan peralapisan batuan. Struktur mikrobial dan struktur sedimen seperti kehadiran alga, laminasi silang dan

laminasi selari terbentuk pada bahagian bawah jujukan, tetapi hampir musnah dan hilang akibat daripada pengisian bahan mineral asing seperti oksida besi. Pengelasan mikrofasies batu kapur dikelaskan sebagai batu lumpur karbonat yang diisi oleh butiran mikrit, simen spar dan dolomit.

F3- Fasies batu kapur stromatolit beralun (Fsa)

Fasies ini tersebar di kawasan Bukit Menora dan Tg. Sabung, memperlihatkan geometri alunan seakan struktur riak. Di kawasan Tg. Sabung, lapisan stromatolit beralun berlapis dengan stromatolit berdigitat serta bersekutu dengan tompokan dolomit. Manakala, di kawasan Bukit Menora menunjukkan lapisan batuan diwakili oleh fasies stromatolit yang terdiri daripada struktur alunan, kompaun dan laminasi alga.

Sifat fizikal litofasies dicirikan oleh kehadiran laminasi mikrobial bentos (Riding, 1999). Gabungan laminasi menghasilkan struktur individu stromatolit dengan anggaran ketebalan setiap peralapisan sekitar 5 sm hingga 10 sm. Geometri alunan stromatolit yang terdiri daripada bahagian puncak dan antara lajur disifatkan mempunyai sudut lengkungan sederhana iaitu sekitar 50°-150°. Penyambungan di bahagian antara

Unit stratigrafi	Log komposit	Tekstur mikrofases					Pencirian mikrofases (Dunham, 1962)	Diagenesis				
		lum lum kar	lod wak	klasik hal karbonat pad	sed but	kas kris		pe- mikritan	pe- nyimanan	neo- morfisma	pen- dolomitasi	pen- madatan
Unit Karbonat Atas (4) (Ahli Ewa)	650 											

Rajah 5: Pengelasan tekstur mikrofases dan diagenesis pada jujukan sedimen Teluk Ewa.

lajur (antara turus) membentuk sebuah rantaian stromatolit bersambungan yang dikenali sebagai susunan stromatolit hemisferoid (Laterally Linked Hemispheroids - LLH) (Logan *et al.*, 1964; Pratt & James, 1982).

Fitur stromatolit beralun di kawasan Tg. Sabung membentuk topografi yang sekata, tersusun selari dan berlapis secara seragam di antara satu sama lain. Manakala, jasad stromatolit di kawasan Bukit Menora mengalami perubahan geometri yang semakin beralun menuju ke bahagian atas jujukan. Lapisan mikrobial tersebut turut mengalami perlipatan dan penyesaran yang mengubah bentuk asalan struktur tersebut.

Cerapan petrografi menunjukkan fabrik stromatolit dicirikan oleh tekstur perlapisan yang halus dan licin.

Kandungan mikrofases diisi oleh butiran mikrit dan simen spar. Kehadiran simen spar mengisi di antara laminasi mikrit serta mengalami perubahan saiz butiran yang menandakan berlaku perubahan komposisi dan saiz butiran mineral hasil daripada proses penyimanan dan neomorfisma. Keseluruhan litofases ini dikelaskan sebagai batu lumpur karbonat.

F4-Fasies batu kapur stromatolit lurus (Fsl)

Fasies batu kapur berstromatolit lurus merupakan evolusi daripada stromatolit berbentuk alunan. Fasies sedimen ini sering kali dilihat menindih di atas perlapisan stromatolit beralun menunjukkan perubahan bentuk topografi yang berlaku secara beransur-ansur. Fasies ini ditemui di kawasan Kuari Lafarge B, Gua Pinang, Tg. Sabung dan Bukit Menora.

Secara dasarnya, ciri-ciri fizikal struktur ini hampir sama seperti fasies stromatolit yang lain. Jasad topografi membentuk rantaian stromatolit yang tersusun lurus dalam perlapisan batu kapur. Bentuk topografi dan geometri stromatolit disifatkan sebagai sangat landai dan terbuka, dengan nilai sudut lengkungan adalah melebihi 150° . Ketebalan setiap lapisan berbeza-beza dan berubah secara beransur-ansur menjadi semakin nipis ke bahagian atas jujukan. Julat ketebalan setiap lapisan adalah daripada 0.05 meter hingga 1 meter membentuk susunan lapisan yang seragam.

Kandungan mikrofases pada batuan ini turut dikuasai oleh pengisian butiran mikrit dan kalsit yang dikelaskan sebagai batu lumpur karbonat. Walau bagaimanapun, susunan butiran mineral dilihat tersusun secara selari membentuk seakan laminasi.

F5-Fasies heterolitik batu lumpur-batu kapur (Fh)

Fasies heterolitik batu lumpur-batu kapur merupakan unit percampuran sedimen yang wujud dalam jujukan batu kapur Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah). Ia dirujuk sebagai endapan heterolitik kerana percampuran di antara sedimen batu lumpur dan batu kapur menghasilkan lapisan flaser, lapisan beralun dan lapisan kekanta. Perbezaan bagi setiap jenis lapisan heterolitik adalah ditentukan melalui jumlah nisbah yang terkandung bagi endapan batu kapur dan batu lumpur. Unit percampuran sedimen ini turut wujud dalam susunan berkelompok dengan anggaran ketebalan bagi setiap susunan kelompok heterolitik adalah sekitar 30 sm hingga 50 sm. Berdasarkan cerapan yang dibuat, sebanyak 20-30 susunan kelompok heterolitik yang terbentuk pada unit batuan ini. Manakala, saiz bagi setiap lapisan individu batu lumpur dan batu kapur yang membentuk sebagai lapisan flaser, lapisan beralun dan lapisan kekanta adalah sekitar 3 sm hingga 5 sm.

Pengelasan mikrofases bagi unit ini adalah batu lumpur karbonat yang diisi oleh butiran mikrit. Manakala mineral lempung pula membentuk sebagai lapisan batu lumpur berwarna kelabu hingga coklat gelap. Kehadiran stylolit turut dikesan pada batu kapur hasil daripada tekanan larutan yang mengubah tekstur batuan tersebut.

F6-Fasies batu kapur thrombolit (Ftk)

Fasies batu kapur thrombolit adalah fasies sedimen yang terhasil daripada pengikatan atau pemerangkapan bahan sedimen oleh mikro-organisma. Endapan sedimen mikrobial membentuk keseluruhan perlapisan batu kapur di kawasan Teluk Ewa dengan anggaran ketebalan fasies sekitar 6 meter. Fasies membentuk sebagai perlapisan batu kapur masif, tebal dan berwarna kelabu. Kesan kehadiran struktur thrombolit menyebabkan tekstur permukaan batuan menjadi tidak seragam. Pola pembentukan thrombolit disifatkan mempunyai darjah kemampuan yang berbeza dengan taburannya yang lebih tertumpu di bahagian bawah berbanding di bahagian atas jujukan.

Susunan geometri mikrobial menunjukkan kekurangan pembentukan fabrik laminasi, tetapi lebih membentuk penyusunan struktur individu yang tidak seragam. Di bahagian bawah jujukan, struktur thrombolit membentuk sebagai rangkaian jaringan kompleks berbentuk reranting dan bercabang. Kadang-kala ia turut dilapisi oleh lapisan stromatolit jejari yang tersusun secara selari dengan perlapisan batuan. Di bahagian atas pula, struktur permukaan thrombolit disifatkan sebagai masif dengan kehadiranompokan thromboid atau turut dikenali sebagai mesogumpalan (Flügel, 2010).

Butiran mesogumpalan terhasil dalam bentuk dan saiz yang berbeza. Anggaran saiz bagi setiap struktur individu adalah sekitar 1 sm hingga 5 sm dengan bentuk geometri terdiri daripada sub-bulat, bulat, gandaan cuping, tautan dan tautan padat. Kandungan butiran fasies thrombolit diisi sepenuhnya oleh butiran peloid. Di celahan butiran peloid diisi oleh simen kalsit. Sebahagian daripada kandungan butiran turut mengalami penggantian mineral kepada dolomit. Oleh itu pengelasan mikrofases bagi batuan ini dikenalpasti sebagai batu lumpur karbonat hingga batu butiran.

F7-Fasies batu kapur masif (Fbm)

Fasies batu kapur masif merujuk kepada perlapisan batu kapur tebal yang bersekutu dengan kehadiranompokan dolomit. Taburan fasies batuan boleh ditemui di kawasan Teluk Ewa dan Kuari Lafarge, di mana hampir keseluruhan singkapan batuan kelihatan masif serta tidak menunjukkan sebarang kehadiran struktur sedimen atau struktur mikrobial. Walau bagaimanapun, bongkah-bongkah batuan di lapangan menunjukkan kesan peninggalan struktur mikrobial jenis stromatolit. Struktur mikrobial tersebut mungkin telah musnah akibat daripada kesan diagenesis.

Ketebalan bagi setiap perlapisan berjulat daripada 1 meter hingga 9 meter. Gabungan keseluruhan jujukan batu kapur masif mampu mencapai ketebalan sehingga 70 meter. Hasil cerapan petrografi menunjukkan, kandungan fabrik batu kapur terdiri daripada butiran mikrit dan simen spar kalsit. Kandungan simen spar menguasai pada hampir keseluruhan litofases yang dicirikan bersaiz besar, berbentuk ekuian dan bersifat kembaran. Oleh itu, pengelasan mikrofases pada batu kapur ini dikelaskan sebagai batu kapur terhablur iaitu merujuk kepada komposisi butiran mineral yang telah mengalami penghabluran semula serta batu napal yang kaya dengan komposisi butiran lumpur karbonat.

F8-Fasies syal (Fs)

Fasies syal mewakili unit silisiklastik yang wujud dalam jujukan batu kapur Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah). Unit batuan tersebar di sekitar kawasan Teluk Ewa iaitu bersempadanan serta menindih di atas unit karbonat bawah. Ketebalan lapisan syal dianggarkan mencecah hampir 200 meter dengan pola pembentukan sedimen yang semakin mendominasi ke bahagian timur kawasan kajian. Jasad

batuan sukar untuk ditemui di lapangan kerana singkapan yang kurang terdedah serta dilitupi oleh hutan tebal.

Ciri-ciri fizikal fasies ini menunjukkan unit batuan terdiri daripada syal warna keperangan hingga gelap. Tekstur batuan sangat halus, mudah hancur serta tiada sebarang struktur sedimen yang dikesan pada fasies ini.

PENAMAAN UNIT LITOSTRATIGRAFI

Merujuk kepada Jawatankuasa Penamaan Stratigrafi Malaysia (1997) dan Kod Stratigrafi Amerika Utara 2005, penamaan unit stratigrafi penting dalam mengelaskan ciri-ciri sesebuah unit geologi. Kajian litostratigrafi yang dilakukan di kawasan Teluk Ewa, mendedahkan empat jenis unit batuan yang terdiri daripada unit klastik, unit karbonat bawah, unit silisiklastik dan unit karbonat atas. Kesemua unit ini perlu diiktiraf sebagai unit stratigrafi dan dicadangkan dengan penamaan stratigrafi baru (Rajah 6).

Kedudukan stratigrafi bagi kesemua unit batuan dicadangkan sebagai unit 'Ahli', kecuali bagi unit klastik masih dikekalkan sebagai Formasi Machinchang. Hal ini kerana taburan unit batuan kebanyakannya sukar untuk dipetakan mengikut skala peta Semenanjung Malaysia

1:50000 seperti yang termaktub pada Kod Stratigrafi Amerika Utara 2005 dalam artikel 24 (d). Beberapa penamaan unit stratigrafi baru telah dicadangkan mengikut Kod Stratigrafi Amerika Utara 2005 dalam artikel 30 (e), di mana penamaan yang diberi perlu merujuk kepada nama geografi dan diikuti dengan ayat "Ahli" (binomial) atau dengan penambahan jenis litologi (trinomial). Jantan *et al.* (1989) telah menamakan beberapa unit batuan di sekitar kawasan Langkawi dengan penggunaan penamaan trinomial bagi membezakan unit karbonat dan klastik dalam Formasi Setul.

Penamaan baru yang dicadangkan adalah mengikut rujukan penamaan stratigrafi Malaysia dan kod stratigrafi antarabangsa yang ditetapkan (Jadual 1). Penamaan ini turut dicadangkan di dalam penggunaan penamaan binomial dan trinomial seperti yang dilakukan oleh Jantan *et al.* (1989).

PERBANDINGAN UNIT BATUAN KUMPULAN THUNG SONG, THAILAND

Pengelasan terhadap empat unit batuan yang dijumpai di kawasan Teluk Ewa dikaitkan mempunyai persamaan dengan beberapa unit batuan dalam Kumpulan Tarutao dan Kumpulan Thung Song (Wongwanich *et al.*, 1990, 2002;

Kawasan		Thailand						Langkawi dan Perlis					
Usia		(Wongwanich <i>et al.</i> 2002)		(Insamut & Mat Niza 2017)		(Agematsu <i>et al.</i> 2017)		(Cocks <i>et al.</i> 2005)		(Insamut & Mat Niza 2017)		(Cadangan Terkini)	
Karbon		Formasi Khun Klang		Formasi Khun Klang		Formasi Khun Klang		Formasi Kubang Pasu		Formasi Rebak		Lapisan Perantaraan F. Kubang Pasu	
Devon	Atas	Formasi Pa Samed		Formasi Pa Samed		Formasi Pa Samed		Formasi Jentik		Formasi Jentik		Formasi Jentik	
	Famennian												
	Frasnian												
	Givetian												
	Eifelian												
	Bawah												
Silur	Emsian												
	Pragian												
	Lockhovian												
	Pridoli												
	Ludlow												
	Wenlock												
Ordovisi	Llandovery												
	Atas												
	Ashgill												
	Caradoc												
	Llanvirnian												
	Arenig												
Ordovisi	Tremadoc												
	Atas												
	Caradoc												
	Llanvirnian												
	Arenig												
	Tremadoc												

Rajah 6: Cadangan penamaan unit stratigrafi yang lama hingga baru yang dicadangkan oleh beberapa pengkaji bagi jujukan Ordovisi – Devon di kawasan Langkawi dan Perlis. Stratigrafi yang ditandakan warna merah merupakan cadangan penamaan unit baru bagi jujukan batuan Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah) di kawasan Teluk Ewa.

Imsamut & Abdul Rahman, 2017). Berikut merupakan ringkasan jadual bagi menerangkan mengenai persamaan unit batuan diantara kedua-dua kawasan.

Unit klastik - Kumpulan Tarutao

Unit klastik yang terdiri daripada endapan batu lumpur, batu lodak dan lapisan nipis batu pasir ditafsirkan mewakili bahagian paling atas Formasi Machinchang. Sebaran litologi ini turut dijumpai di kawasan Talo U Dang, Thailand, yang membentuk sebagai selang lapis nipis di antara batu pasir dan batu argilit (Imsamut & Abdul Rahman, 2017). Sempadan stratigrafi di kedua-dua kawasan menunjukkan unit Kambrian (Formasi Machinchang / Kumpulan Tarutao) ditindih secara selaras oleh unit batu kapur Ordovisi (Batu Kapur Setul / Kumpulan Thung Song). Ini dibuktikan dengan perubahan litologi daripada klastik kepada karbonat yang berlaku secara beransur-ansur.

Unit karbonat bawah - Formasi Pante Malaka-Formasi Talo Dang-Formasi La Nga / Formasi Pante Malaka

Kandungan litofasies pada unit karbonat bawah memiliki persamaan stratigrafi dengan jujukan di Thailand yang dikenali sebagai Formasi Pante Malaka-Formasi Talo Dang-Formasi La Nga (Wongwanich *et al.*, 1990, 2002) atau Formasi Pante Malaka (Imsamut & Abdul Rahman, 2017). Unit batuan tersebut dicirikan dengan endapan laminasi alga dan selang lapis nipis batu lumpur dengan batu kapur argilit iaitu sama seperti yang dijumpai pada unit karbonat bawah di kawasan Tg. Sabung. Perbezaan litologi di kedua-dua kawasan dapat dikesan melalui perubahan fasies, di mana unit karbonat bawah lebih membentuk sebagai unit mikrobial jenis stromatolit dan unit heterolitik batu lumpur-batu kapur, manakala unit batuan bagi Formasi Pante Malaka-Formasi Talo Dang-Formasi La Nga atau Formasi Pante Malaka terendap sebagai lapisan batu kapur tebal bertekstur oolit, batu kapur nodul dengan lapisan kekanta stromatolit dan syal berkalka merah.

Unit silisiklastik - Formasi Lae Tong

Unit silisiklastik di kawasan Teluk Ewa dipercayai mempunyai persamaan litologi dan setara dengan unit batuan Formasi Lae Tong (Wongwanich *et al.*, 1990, 2002; Imsamut & Abdul Rahman, 2017). Ini dibuktikan dengan persamaan litologi yang dicirikan oleh endapan sedimen selang lapis nipis batu lumpur-batu kapur di bahagian bawah jujukan. Lapisan syal semakin dominan dan tebal di bahagian atas jujukan iaitu sama seperti yang ditemui pada Formasi Lae Tong yang dicirikan oleh endapan syal berwarna kelabu, hitam dan merah.

Unit karbonat atas - Formasi Rung Nok

Unit karbonat atas yang ditafsirkan sebagai unit termuda di kawasan Teluk Ewa menunjukkan persamaan litostratigrafi dengan Formasi Rung Nok berusia Floian hingga Dapingian

Jadual 1: Cadangan penamaan litostratigrafi baru di kawasan Teluk Ewa yang merujuk kepada jujukan Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah).

Lokaliti	Unit Batuan	Penamaan Lama	Cadangan Penamaan
Tg. Mendidih, Tg. Sabung dan Pulau Jemuruk	Unit Klastik	Formasi Machinchang (Jones, 1981)	Formasi Machinchang (masih dikekalkan)
Tg. Sabung, Tg. Pesak Seluar, Gua Pinang, Bukit Menora, dan Kuari Lafarge	Unit Karbonat Bawah	Ahli Setul Bawah (Jones, 1981) Formasi Kaki Bukit (Cocks <i>et al.</i> , 2005)	*Ahli Sabung (cadangan) *Ahli Batu Kapur Sabung (cadangan)
Teluk Ewa dan Kuari Lafarge	Unit Silisiklastik	Ahli Ewa / Ahli Syal Ewa (Jantan <i>et al.</i> , 1989) Formasi Kaki Bukit (Cocks <i>et al.</i> , 2005)	*Ahli Pesak Seluar (cadangan) *Ahli Syal Pesak Seluar (cadangan)
Teluk Ewa dan Kuari Lafarge	Unit Karbonat Atas	Ahli Ewa / Ahli Syal Ewa (Jantan <i>et al.</i> , 1989) Formasi Kaki Bukit (Cocks <i>et al.</i> , 2005)	*Ahli Ewa (cadangan) *Ahli Batu Kapur Ewa (cadangan)

(Wongwanich *et al.*, 1990, 2002). Kedua-dua unit batuan terdiri daripada batu kapur masif berwarna kelabu jenis batu kapur dolomit. Perubahan fasies pada kedua-dua unit batuan menunjukkan unit karbonat atas turut dikuasai oleh endapan stromatolit digitat dan thrombolit. Manakala, unit batuan Formasi Rung Nok didominasi oleh batu kapur berfosil seperti brakiopod, krinoid, bryozoon, trilobit dan ekinoderm.

KESIMPULAN

Hasil pemetaan kawasan kajian menunjukkan taburan unit sedimen adalah semakin memuda ke bahagian timur Teluk Ewa. Setiap unit adalah menindih secara berturutan

bermula daripada pertindihan fasies selang lapis nipis batu lumpur dan batu kapur (Fbl-Fbk) di atas unit klastik Formasi Machinchang di kawasan Teluk Sabung. Menuju ke arah timur kawasan kajian, perubahan fasies kepada unit stromatolit beralun dan lurus (Fsa dan Fsl) menandakan penguasaan sepenuhnya oleh unit batuan karbonat Formasi Kaki Bukit. Ianya diikuti dengan pertindihan oleh unit heterolitik batu lumpur-batu kapur (Fh) di kawasan Tg. Pesak Seluar sebelum didominasi sepenuhnya oleh unit silisiklastik yang wujud di antara unit mikrobial stromatolit dan thrombolit.

Berdasarkan kepada analisis sedimentologi dan stratigrafi di kawasan Teluk Ewa, terdapat beberapa perkara yang perlu diberi penekanan antaranya: (1) pengelasan tiga unit batuan yang mewakili endapan sedimen Formasi Kaki Bukit (Ahli Setul Bawah) perlu diiktiraf sebagai unit stratigrafi baru dalam jujukan Paleozoik Bawah. Antara penamaan yang dicadangkan ialah Ahli Sabung iaitu merujuk kepada unit karbonat bawah. Ahli Pesak Seluar mewakili unit sedimen silisiklastik dan Ahli Ewa yang terdiri daripada unit karbonat atas. (2) hasil korelasi kesemua unit batuan menunjukkan persamaan dengan taburan unit batuan di Thailand. Antaranya, unit klastik (Formasi Machinchang)-Kumpulan Tarutao, unit karbonat bawah (Ahli Sabung)-Formasi Pante Malaka-Formasi Talo Dang-Formasi La Nga / Formasi Pante Malaka, unit silisiklastik (Ahli Pesak Seluar)-Formasi Lac Tong dan unit karbonat atas (Ahli Ewa)-Formasi Rung Nok. (3) kewujudan dua unit percampuran sedimen silisiklastik-karbonat pada jujukan batuan di Teluk Ewa adalah mewakili unit sedimen yang berbeza. Unit fasies selang lapis nipis batu lumpur dan batu kapur (Fbl-Fbk) merupakan percampuran sedimen yang terbentuk di zon peralihan antara Formasi Machinchang dan Formasi Setul. Manakala, unit kedua yang diwakili fasies heterolitik batu lumpur-batu kapur (Fh) adalah unit peralihan kepada endapan sedimen silisiklastik yang wujud dalam jujukan Ahli Setul Bawah.

PENGHARGAAN

Kajian penerbitan ini dihasilkan daripada kerja lapangan yang dibiayai oleh geran FRGS / 2/2014 / STWN06 / UKM / 01/1. Segala tanggungan sepanjang kajian ini dijalankan adalah amat dihargai. Tidak dilupakan juga, ucapan penghargaan kepada pihak penilai yang telah mengemukakan ulasan yang membina bagi memastikan penghasilan kajian yang bermutu.

SUMBANGAN PENGARANG

MEAS telah menyumbangkan sebahagian besar daripada kajian ini yang merangkumi kerja-kerja di lapangan, penyediaan data dan tafsiran data. Manakala, CAA dan KRM telah menyumbang buah fikiran serta menyelia dan membimbing dari sudut kepakaran sedimentologi dan stratigrafi. CAA dan KRM juga turut menilai dan menaibak penulisan kajian yang dihasilkan.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para pengarang tidak mempunyai konflik kepentingan yang berkaitan dengan kandungan artikel ini untuk diisytiharkan.

RUJUKAN / REFERENCES

- Agematsu, S., Sashida, K., Sardud, A. & Machida, N., 2017. Ordovician-Silurian-Devonian: Significance of fossil assemblages at Tarutao, Khao Noi and Kuan Tung, Satun Aspiring Geopark. DMR-CCOP-TNCU Technical Seminar on "Biostratigraphy and Karst Morphology of Satun Aspiring Geopark". Bangkok, Thailand, 13-14 Julai, 2017.
- Amir Hassan, M. H. & Lee, C.P., 2002. Stratigraphy of the Jentik Formation, the transitional sequence from the Setul Limestone to the Kubang Pasu Formation at Guar Sanai, Guar Jentik, Beseri, Perlis—a preliminary study. Bulletin of the Geological Society of Malaysia, 45, 171–178.
- Burton, C.K., 1974. The Satun Group (Nai Tak Formation and Thung Song Limestone) of peninsular Thailand. Sains Malaysiana, 3(1), 15-34.
- Cocks, L.R.M., Fortey, R.A. & Lee, C.P., 2005. A review of Lower and Middle Palaeozoic biostratigraphy in west Peninsular Malaysia and southern Thailand in its context within the Sibumasu Terrane. Journal of Asian Earth Sciences, 24, 703-717.
- Dunham, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: W.E. Ham (Ed.), Classification of Carbonate Rocks, Memoir American Association Petroleum Geologist, 1, 108 – 121.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Springer Science & Business Media, Verlag Berlin Heidelberg. 984 p.
- Gobbett, D.J., 1972. Geology of the Rebak Islands, Langkawi, West Malaysia. Geological Society of Malaysia Newsletter, 37, 3–2.
- Imsamut, S. & Abdul Rahman, M. N., 2017. Lithostratigraphic correlation between Langkawi Islands and Satun Aspiring Geopark. DMR-CCOP-TNCU Technical Seminar on "Biostratigraphy and Karst Morphology of Satun Aspiring Geopark". Bangkok, Thailand 13-14 Julai, 2017.
- Jantan, A., Abdullah, I. & Said, U., 1989. The Setul Formation: A Note on a Clastic Unit at Teluk Ewa and a Suggestion on Naming Other Clastic Units. Warta Geologi, 15(5), 215-224.
- Jones, C. R., 1968. Lower Paleozoic rocks of Malay peninsular. AAPG Bulletin, 52(7), 1259-1278.
- Jones, C.R., 1973. Lower Palaeozoic. In: Gobbett, D.J. & Hutchison, C.S. (Eds.), Geology of the Malay Peninsula. Wiley-Interscience, New York and London, pp. 25–60.
- Jones, C.R., 1981. The geology and mineral resources of Perlis, north Kedah and the Langkawi Islands. Geological Survey of Malaysia District Memoir 17, 1–257.
- Logan, B. W., Rezak, R. & Ginsburg, R. N., 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. The Journal of Geology, 72(1), 68-83.
- Malaysian Stratigraphic Nomenclature Committee, 1997. The Malaysian stratigraphic guide. Warta Geologi, 23(3), 161.
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 2005. North American stratigraphic code. AAPG Bulletin, 89(11), 1547-1591.
- Ong, Y. H. & Aw, P. C., 1980. Some Aspects of the Stratigraphy and Structure of the Upper Part of Machinchang Formation and the Lower Part of Setul Formation. In: Geology of North West

- Peninsular Malaysia Seminar-Report and Abstract of papers. Warta Geologi, 6(2), 32.
- Pratt, B. R. & James, N. P., 1982. Cryptalgal metazoan bioherms of early Ordovician age in the St George Group, western Newfoundland. Sedimentology, 29(4), 543-569.
- Riding, R., 1999. The term stromatolite: towards an essential definition. Lethaia, 32(4), 321-330.
- Wongwanich, T., Burrett, C.F., Tansathein, W. & Chaodumrong, P., 1990. Lower and Mid Palaeozoic stratigraphy of mainland Satun province, southern Thailand. Journal of Asian Earth Sciences, (4), 1-9.
- Wongwanich, T., Tansathein, W., Leevongcharoen, S., Paengkaew, W., Thiamwong, P., Charoenmit, J. & Saengsrichan, W., 2002. The Lower Paleozoic rocks of Thailand. In: Montajit, N. (Ed.), Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand. Department of Mineral Resources, Bangkok, 16-21.
- Yancey, T.E., 1975. Evidence against Devonian Unconformity and Middle Paleozoic age of Langkawi Folding Phase in northwest Malaya. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 59, 1015-1019.

*Manuscript received 14 November 2019;
Received in revised form 7 November 2020;
Accepted 26 November 2020
Available online 16 November 2021*