

# PERLUKAH REKA BENTUK SEISMİK DALAM BANGUNAN DI MALAYSIA BAGI MENGHADAPI GEGARAN GEMPA BUMI?

Pengarang: Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt | 5 Mac, 2022

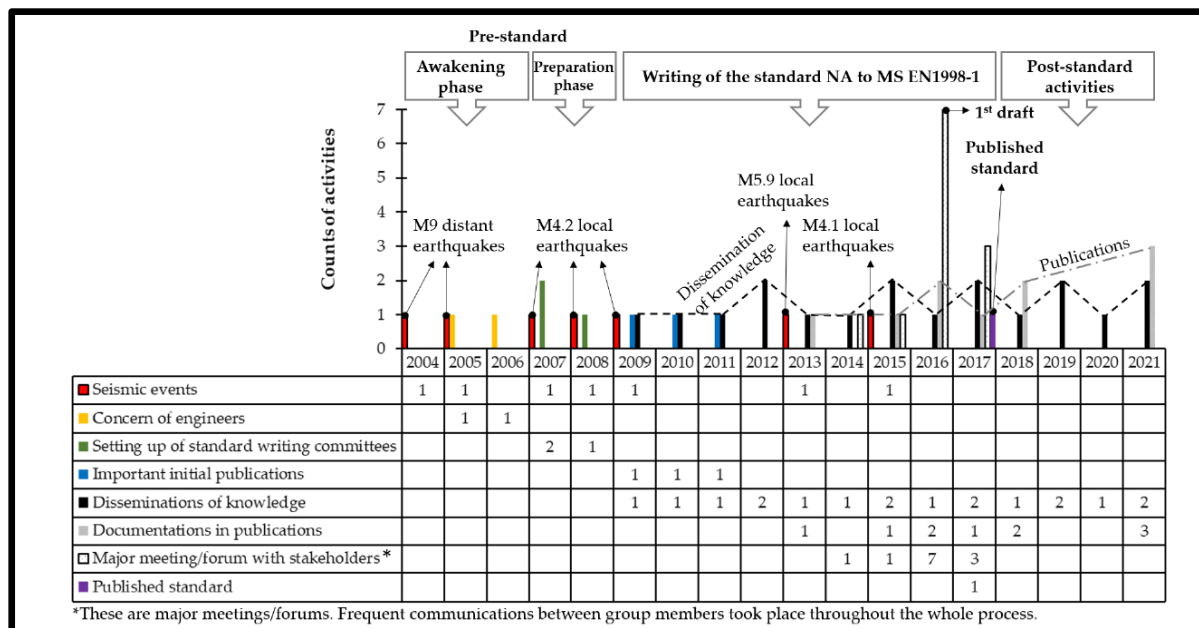
Gempa bumi merupakan suatu bencana alam yang sangat dahsyat, berupaya untuk menjejaskan ekonomi dan mata pencarian mangsa yang terlibat. Pergerakan tanah yang berlaku semasa gempa bumi boleh mengakibatkan kerosakan bangunan, jambatan, dan infrastruktur ke pelbagai tahap. Kebarangkalian paling teruk yang boleh berlaku ialah runtuhnya struktur bangunan yang membawa kepada kematian berskala besar [1]. Sebagai contoh, peristiwa gempa bumi Sichuan pada 2008 telah mengakibatkan sebanyak 7,000 buah bilik darjah runtuh dan 5,000 pelajar maut. Punca utama keruntuhan ini adalah disebabkan oleh reka bentuk bangunan, di mana bangunan tersebut tidak direka bentuk dengan efektif bagi menghadapi gegaran daripada gempa bumi [2]. Walaupun Malaysia berada di luar lingkaran api pasifik dan terhindar daripada kawasan bencana alam seperti gempa bumi, Malaysia dikelilingi oleh zon aktif secara seismik yang memberi risiko bencana alam semula jadi kepada Malaysia.

Mengikut sejarah, Malaysia pernah menghadapi gegaran gempa bumi pada magnitud yang berbeza-beza. Kes gempa bumi yang terbaharu adalah pada 25 Februari di mana gegaran daripada gempa bumi yang berlaku di Bukit Tinggi Sumatera Barat, Indonesia bermagnitud 6.2, gegarannya dirasai hingga ke Selangor, Perak, Negeri Sembilan dan Johor. Saksi mengatakan bahawa mereka melihat pintu, kerusi dan objek pada dinding bergegar. Terdapat juga laporan yang menyatakan bahawa beberapa bangunan pejabat dikosongkan bagi keselamatan pekerja. Walaubagaimanapun, gegaran itu bernasib baik dalam tidak mengakibatkan bencana tsunami serta tiada kecederaan atau maut yang dilaporkan [3]. Namun begitu, pada tahun 2015, gempa bumi yang berlaku di Ranau, Sabah merupakan suatu tragedi bagi Malaysia. Terdapat sebanyak 18 orang terkorban dilaporkan dalam kejadian tersebut di Gunung Kinabalu [4]. Memandangkan pusat gempa berada sangat hampir dengan Gunung Kinabalu, gegaran besar telah mengakibatkan tanah runtuh di sekeliling gunung itu. Gempa bumi tersebut mengakibatkan kerosakan terhadap beberapa infrastruktur seperti 23 buah sekolah dan Masjid Ranau [5][6]. Bangunan hostel dan rumah rehat di sekitar puncak Gunung Kinabalu juga turut mengalami kerosakan [7].

Gempa bumi Lautan Hindi yang berlaku di Sumatera Utara, Banda Aceh, pada 26 Disember 2004 juga merupakan suatu peristiwa seismik yang wajar diberi perhatian di mana ia telah membawa kerosakan besar kepada Malaysia. Ia telah menghasilkan tsunami di bahagian utara Selat Melaka dan membunuh 68 orang di seluruh negara [8]. Majoriti kerosakan adalah membabitkan rumah kampung nelayan, jambatan kecil, bot nelayan, dan peralatan rumah. Kerosakan di persisiran pantai Kuala Muda amat teruk di mana ia boleh dilihat bahawa rumah kayu lama atau rumah kampung separuh bata tidak mampu menahan ombak tsunami. Kejadian tragedi sebegini telah menimbulkan kesedaran sepenuhnya kepada kerajaan Malaysia bahawa Malaysia tidak dijamin bebas daripada gempa bumi. Beberapa pendekatan mitigasi/ pencegahan hendaklah dilancarkan bagi bersiap sedia menghadapi bencana tersebut. Dalam tempoh sebulan selepas peristiwa tragis tersebut, kerajaan secara rasmi telah mewujudkan dua pasukan petugas pelbagai agensi iaitu Jawatankuasa Kebangsaan yang diketuai oleh Kementerian Teknologi dan Inovasi yang diselaraskan oleh Jabatan Meteorologi Malaysia untuk menubuhkan sistem amaran awal tsunami, dan Pasukan Petugas Khas Kebangsaan yang diketuai oleh Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar yang diselaraskan oleh Jabatan Perhutanan dan Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia untuk pemulihan hutan pantai. Jabatan Pengairan dan Saliran Malaysia (JPS) yang merupakan pusat teknikal untuk kejuruteraan pantai juga telah mencadangkan bahawa persisiran pantai di Selat Melaka tidak lagi berada dalam zon selamat dan pengurusan pantai perlu dipertingkatkan [8].

Gempa bumi Lautan Hindi M9.1-9.3 pada tahun 2004 dan gempa Nias M8.6 pada tahun 2005 yang menyebabkan gegaran di pantai barat Semenanjung pada tahun 2005 telah menarik perhatian Bahagian Teknikal Kejuruteraan Awam dan Struktur daripada Institusi Jurutera Malaysia (IEM) untuk menyuarakan kebimbangan mengenai kekurangan persediaan oleh

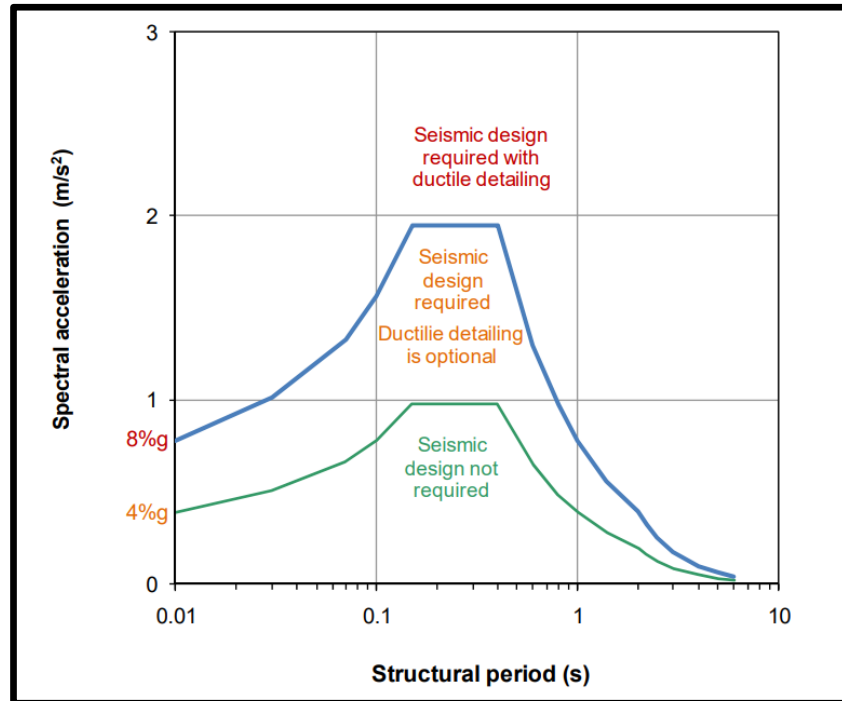
industri kejuruteraan Malaysia dalam reka bentuk seismik. Pada tahun 2008, Jabatan Standard Malaysia (JSM) melantik IEM untuk mengusahakan Lampiran Kebangsaan Malaysia (*National Annex, NA*) Eurocode 8 (*EC8*). Kod amalan yang telah lengkap digubal terdapat dalam Rajah 1. Sementara penggubalan masih di dalam proses, bengkel bagi latihan dan pengetahuan seismik dijalankan secara kerap kepada jurutera. Pada hujung 2017, Malaysia telah tamat menggubal kod amalan kebangsaan pertamanya untuk reka bentuk seismik bangunan berikutan pengeluaran Lampiran Kebangsaan Malaysia (NA) Eurocode 8 (*EC8*) yang dinamakan MS EN1998-1. Walaupun setelah standard dikeluarkan, aktiviti perkongsian pengetahuan tentang seismik tidak dihentikan. Selain daripada bengkel yang diadakan, video penerangan berdurasi pendek di dalam talian secara percuma dan perisian yang dibuat bertujuan untuk memudahkan dan membiasakan jurutera dengan standard yang baru diwujudkan [9]. Dedikasi yang berterusan oleh professional ini telah menunjukkan kepada umum akan kepentingan reka bentuk seismik dalam pembinaan bangunan supaya bangunan tersebut tidak akan runtuh semasa berlakunya bencana alam seperti gempa bumi.



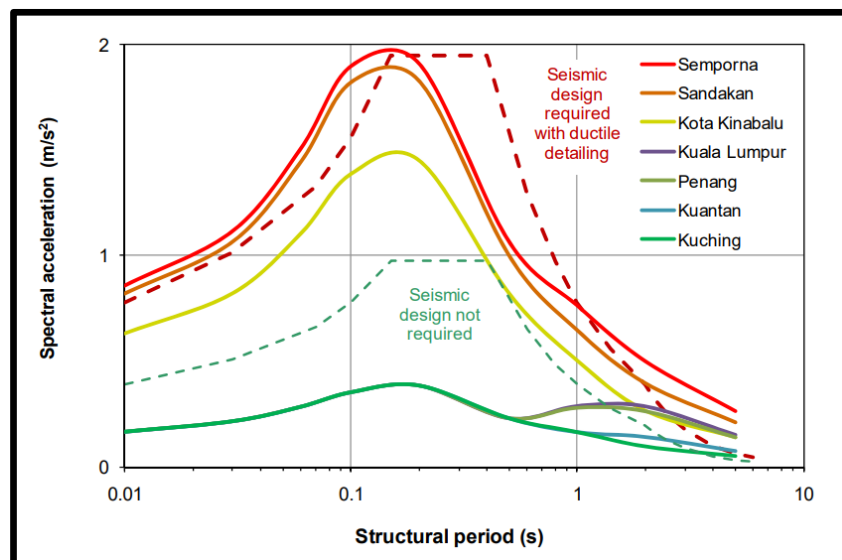
Rajah 1: Rujukan penggubalan Lampiran Kebangsaan Malaysia (NA) Eurocode 8 [9]

Dalam Eurocode 8, dinyatakan tentang tindak balas biasa bentuk spektrum bersama nilai pecutan puncak bagi tanah untuk mengetahui had reka bentuk seismik dan tindak balas batu dasar. Rajah 2 menunjukkan kriteria di mana penggunaan reka bentuk seismik perlu dipertimbangkan. Penilaian awal akan kebarangkalian ancaman seismik terhadap Malaysia termasuk Semenanjung Malaysia, Sarawak dan Sabah telah dijalankan. Penilaian ini menggunakan pangkalan data Kajian Geologi Amerika Syarikat (United States Geological Survey, USGS) yang mengandungi data gempa bumi dalam tempoh 40 tahun yang lepas, digabungkan dengan **attenuation relationship** daripada Universiti Teknologi Nanyang (NTU). Reka bentuk tindak balas spektrum bagi gerakan batu dasar secara mendatar telah dibangunkan di beberapa kawasan di Malaysia termasuk Semporna, Sandakan, Kota Kinabalu, Kuala Lumpur, Penang, Kuantan, dan Kuching. Rajah 3 menunjukkan tindak balas spektrum yang mempunyai perbezaan ketara bagi magnitud dan bentuk spektrum tersebut. Spektrum ini kemudian dibandingkan dengan nilai yang direka seperti dalam Rajah 2. Daripada Rajah 3, semua lokasi yang dikaji di Sabah adalah melepasi had reka bentuk seismik dalam Eurocode, jadi daya beban seismik hendaklah dipertimbangkan semasa merekabentuk bangunan baru. Bagi kawasan semenanjung barat pula, sebagai contoh di Kuala Lumpur dan Penang, bangunan-bangunan yang mempunyai tempoh teras yang lebih daripada 1.5 juga telah melebihi had seismik berdasarkan Eurocode. Maka, bangunan tinggi yang melebihi 10 tingkat di Malaysia perlu diambil berat tentang beban seismik semasa direka bentuk bangunan tersebut walaupun lokasinya terletak di kawasan yang tidak begitu terkesan dengan gempa bumi [10]. Menurut ketua

kumpulan Penyelidikan Seismologi Kejuruteraan dan Kejuruteraan Gempa Bumi Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Prof Dr. Azlan Adnan, pasukan penyelidikinya menjangkakan gempa bumi dengan magnitud 5.0 akan melanda Semenanjung Malaysia pada masa hadapan kerana terdapat sesar aktif di kawasan berhampiran Lembah Klang, Bukit Tinggi (Pahang), Kuala Pilah (Negeri Sembilan) dan Manjung (Perak). Oleh itu, bangunan perlulah direka bentuk supaya dapat menahan bencana gempa bumi dan tidak runtuh [11].



Rajah 2: Eurocode 8 kriteria reka bentuk seismik yang dinyatakan sebagai spektrum batu dasar [10]



Rajah 3: Tindak balas rekabentuk spektrum untuk gerakan batuan dasar mendatar [10]

Kesimpulannya, kita perlulah sedar akan potensi bahaya akibat daripada gempa bumi, terutamanya kemusnahan dan runtuhan bangunan yang mengakibatkan kasualti secara besaran. Dengan penggubalan Lampiran Kebangsaan Malaysia (NA) Eurocode 8 (MS EN1998-1), kini pembinaan bangunan boleh menggunakan reka bentuk seismik yang telah ditentukan oleh Kerajaan Malaysia untuk menghadapi gempa bumi. Bagi mengelakkan peristiwa tragedi 2015 di Sabah berulang, rekabentuk seismik wajar diwajibkan bagi bangunan yang melebihi daripada 10 tingkat pada masa hadapan.

**Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt**  
CEO/ Pengasas  
IPM Group

*Rujukan:*

- [1] Adnan A, Ramli MZ, A, Razak SM. 2015. *Disaster management and mitigation for earthquakes: Are we ready?* In: 9th Asia Pacific Structural Engineering and Construction Conference (APSEC2015), Kuala Lumpur; p. 34–44.
- [2] *The Globe and Mail*. 2008. "Beijing can't muzzle outrage over deadly collapsed schools". Retrieved on 4<sup>th</sup> March 2022 from <https://www.theglobeandmail.com/news/world/beijing-cant-muzzle-outrage-over-deadly-collapsed-schools/article674653/>
- [3] *Malay Mail*. 2022. "Malaysians report feeling tremors after 6.2 magnitude quake in Sumatera". Retrieved on 4<sup>th</sup> March 2022 from <https://www.malaymail.com/news/malaysia/2022/02/25/malaysians-report-feeling-tremors-after-6.2-magnitude-quake-in-sumatera/2043876>
- [4] *The Straits Times*. 2015. "Sabah quake: Death toll rises to 18; Malaysia to end search and rescue ops". Retrieved on 4<sup>th</sup> March 2022 from <https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/sabah-quake-death-toll-rises-to-18-malaysia-to-end-search-and-rescue-ops>
- [5] *The Star*. 2015. "Sabah quake: Muhyiddin visits damaged school and mosque". Retrieved on 4<sup>th</sup> March 2022 from <https://www.thestar.com.my/News/Nation/2015/06/07/Sabah-quake-Muhyiddin/>
- [6] *The Star*. 2015. "Sabah quake: 23 schools in six districts affected, says Muhyiddin". Retrieved on 4<sup>th</sup> March 2022 from <https://www.thestar.com.my/News/Nation/2015/06/06/Sabah-quake-23-schools-six-districts-Muhyiddin/>
- [7] *The Malay Mail*. 2015. "Hostels, buildings in 11 Sabah districts damaged in 6.0-magnitude quake". Retrieved on 4<sup>th</sup> March 2022 from <https://www.malaymail.com/news/malaysia/2015/06/05/hostels-buildings-in-11-sabah-districts-damaged-in-6.0-magnitude-quake/910163>
- [8] Abdullah K., Tan K. S. and Ghazali N. H. M. "No more in the comfort zone – Malaysia's response to the December 2004 Tsunami". *Proceedings of the International Hydrography and Oceanography Conference*, Kuala Lumpur, 3–7 July 2005.
- [9] Looi, D.T.W.; Lam, N.; Tsang, H.-H. 2021. "Developing Earthquake-Resistant Structural Design Standard for Malaysia Based on Eurocode 8: Challenges and Recommendations". *Standards 2021*, 1(2), p. 134-153.
- [10] Pappin, J.W.; Yim, P.H.I.; Koo, C.H.R. 2011. "An approach for seismic design in Malaysia following the principles of Eurocode 8. In *Jurutera the Monthly Bulletin of the IEM*". *The Institution of Engineers Malaysia (IEM)*: Selangor, p. 22–28.
- [11] *The Star*. 2022. "M'sian buildings designed after 2017 ready to withstand earthquakes, says don". Retrieved on 4<sup>th</sup> March 2022 from <https://www.thestar.com.my/news/nation/2022/03/03/m039sian-buildings-designed-after-2017-ready-to-withstand-earthquakes-says-don>

*\*\*This Malay translation is for reference only. If the meaning of the Malay translation is inconsistent with the original English version, the original English version shall prevail.*