Experts

Integrasi reka bentuk awalan bangunan tahan bencana gempa bumi

29 August 2025

Gempa bumi merupakan bencana alam yang tidak terduga dan dapat menyebabkan kerosakan besar pada bangunan, terutamanya yang tidak memenuhi standard anti gempa bumi. Gempa bumi adalah suatu kejadian gegaran permukaan yang disebabkan oleh pelepasan tenaga dengan cepat yang terjadi di dalam lapisan bumi yang disebabkan oleh aktiviti volkanik, pergeseran lapisan batuan.

Susulan kejadian gempa bumi ini sering dilihat sebagai sesuatu kejadian yang negatif kerana impak kejadian ini mengancam kesejahteraan manusia, kerosakan kemusnahan bangunan, infrastruktur persekitaran hingga ke tahap meragut nyawa orang awam. Selain itu juga, gempa bumi melibatkan runtuhan struktur bangunan yang akan memberi impak dan mengancam keselamatan dan nyawa manusia. Gempa bumi sekiranya lebih buruk boleh menyebabkan tanah runtuh yang besar boleh mengakibatkan keadaan di sekitarnya merasai gegaran. Kesiapsiagaan dalam merencana reka bentuk bangunan yang mampu berdiri teguh juga boleh melindungi nyawa serta mengurangkan kemusnahan dan kerosakan besar. Antara kemudaratan gempa bumi ialah ia boleh menyebabkan kebakaran, kerosakan prasarana paip-paip air, paip-paip saluran gas dan minyak serta kerosakan sumber air bersih.

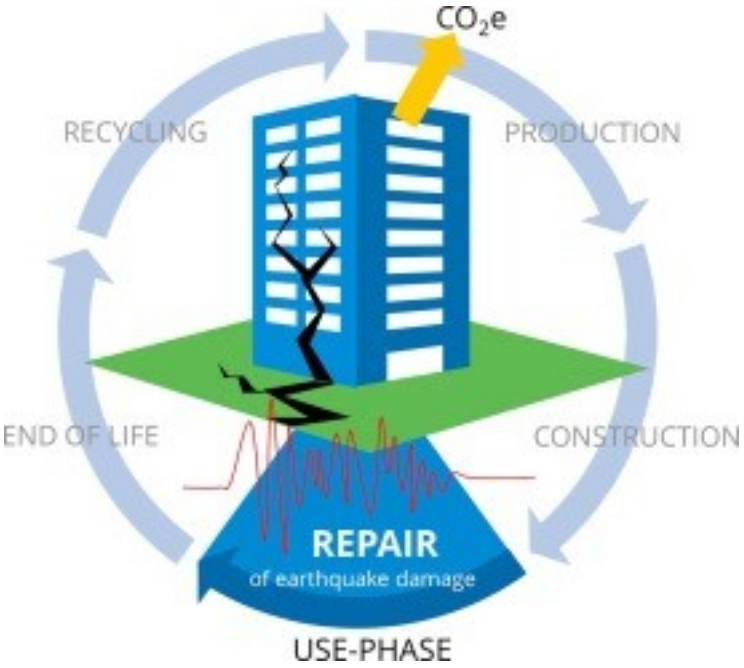
Reka Bentuk Awalan Bangunan Anti Gempa

Reka bentuk awalan perlu mengetengahkan kepakaran dalam kejuruteraan binaan tahan gegaran. Reka bentuk bangunan dengan aplikasi bahan binaan mestilah meliputi reka bentuk terhadap kerapuhan (*vulnerability*), daya tahan (*resilience*), kerentanan (*susceptibility*). Prinsip teras reka bentuk seismik adalah untuk memastikan bangunan dapat menaikkan nilai tambah keselamatan bangunan sekiranya berlaku runtuhan struktur utama. Para arkitek dan jurutera bangunan perlu menjadikan reka bentuk awalan satu kemestian. Bangunan perlu direka dengan reka bentuk anti gegaran meliputi struktur asas bangunan, struktur lantai, dinding dan bumbung. Kesan gempa secara tidak langsung dapat mempengaruhi tanah, batuan dan bangunan.

Perancangan awalan pula meliputi reka bentuk konsep, reka bentuk skematik dan reka bentuk terperinci. Ini dapat menjadikan reka bentuk yang sistematik, terancang dan berdaya tahan terhadap bencana gempa bumi. Penglibatan para pereka bentuk bangunan merangkumi bidang teknikal dan profesional khususnya perlu mengambil langkah proaktif bagi meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi bencana alam gempa bumi. Garis panduan dan pendekatan holistik bagi mereka bentuk bangunan anti gempa perlu mengambil kira pemuliharaan alam, sensitiviti alam sekitar dan fungsi keselamatan persekitaran urbanisasi.

Pemikiran arkitek dan pereka bentuk bangunan perlu menerapkan inovasi yang mementingkan standard keselamatan seismik di samping menjadikan konsep rekabentuk kreatif. Keberhasilan menerusi reka bentuk generatif, integrasikan nilai estetika berteraskan teknologi termaju dengan kecekapan fungsi.

Penggunaan model skala besar dan kecil adalah satu simulasi yang boleh menjelaskan kesan impak gempa bumi. Menerusi reka bentuk awalan boleh menunjukkan simulasi risiko kemudaratan gempa bumi menerusi ujian pada model skala besar dimana reka bentuk terperinci untuk kajian simulasi keadaan sebenar. Bagi meneroka reka bentuk peringkat awal, model skala kecil boleh memaparkan simulasi paparan topografi, perancangan bandar dan susun atur infrastruktur dan pengangkutan.



Konseptual Reka Bentuk Bangunan Seismik

Reka bentuk seismik perlu diadaptasikan konsep awalan daripada para arkitek dan pereka bentuk bahan pembinaan. Jurutera-jurutera struktur bangunan juga harus peka dengan keselamatan struktur yang direka bentuk. Ini perlu bagi mewujudkan struktur yang mantap yang dapat menahan aktiviti seismik. Reka bentuk mampu mengintegrasikan teknik dan bahan binaan kejuruteraan maju. Demi memperkukuh piawaian keselamatan bangunan, perlu diterapkan kod bangunan tahan gempa sebagai benteng perlindungan. Semua pembangunan baharu, terutama bangunan tinggi, sekolah, hospital dan infrastruktur pelru mematuhi kod bangunan tahan gempa.
Reka bentuk awal bangunan perlu mengambil kira risiko kemusnahan dan runtuhan, sekali gus mengurangkan potensi bahaya akibat gempa bumi. Rujukan untuk reka bentuk bangunan mesti merujuk kod reka bentuk bangunan tahan gempa bumi dan parameter tertentu mengikut kesesuaian di negara kita Malaysia. Reka bentuk mesti merangkumi kekuatan struktur bangunan, jangka hayat, dan keselamatan bangunan.

Reka bentuk bangunan yang tahap gempa bumi mestilah diwajibkan bagi projek pembangunan baharu. Ini merupakan satu keperluan untuk panduan teknikal bangunan bertingkat dengan mewajibkan reka bentuk tahan gempa bumi bagi semua projek pembangunan baharu. Dengan mengintegrasi kelestarian reka bentuk awalan, tidak mustahil bangunan pada masa hadapan boleh menjadi kalis gegaran sepenuhnya.

Reka bentuk juga perlu mempunyai keupayaan teknikal dan perancangan struktur yang tahan gempa bumi dan teknologi termaju serta terkini. Para pereka bentuk bangunan khasnya arkitek reka bentuk perlu merujuk Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam serta Rancangan Tempatan dibuat agar sesuai dengan keperluan semasa dan risiko bencana moden. Di samping itu juga, reka bentuk awalan mesti mematuhi kod reka bentuk bangunan tahan gempa dengan merujuk dokumentasi dari institut piawaian dan penyelidikan perindustrian Malaysia. Manakala menerusi Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI) telah mengeluarkan kod reka Malaysian Standard (MS) iaitu garis panduan bangunan yang tahan kepada gempa bumi dalam memastikan kekuatan dan jangka hayat, dan keselamatan bangunan di kawasan yang berisiko bencana gempa bumi.

Setiap reka bentuk bangunan hendaklah mematuhi piawaian keselamatan bagi melindungi penghuni dan orang awam.. Ini sejajar dengan impak positif terhadap kualiti dan keselamatan kehidupan rakyat Malaysia serta pembangunan sosi-ekonomi yang mampan pada masa akan datang. Apa yang penting, semua pihak perlu bekerjasama dalam memastikan Malaysia sentiasa selamat dan bersedia menghadapi sebarang cabaran seismik pada masa hadapan.

Teknologi AI Kesinambungan Dalam Simulasi Bangunan Anti Gempa

Untuk penerapan lebih teknikal, simulasi di dalam bentuk digital seperti lukisan terbantu lima dimensi boleh menggambarkan kesan yang lebih menyeluruh. Bantuan menerusi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dalam seni bina dan pembinaan boleh membantu melihat kesan gempa bumi. Aplikasi menerusi keupayaan ramalan AI mampu memainkan peranan penting dalam mengurangkan ralat reka bentuk. Kemajuan teknologi AI dalam seni bina dapat meningkatkan visualisasi dan simulasi sesebuah bentuk, sekali gus membantu arkitek dan jurutera bangunan memahami dan menilai reka bentuk bangunan anti gempa yang dihasilkan dengan lebih baik.

Dengan reka bentuk awalan berpotensi mensimulasikan prestasi gempa bumi terhadap bangunan sebelum pembinaan bermula, AI boleh meramalkan potensi isu struktur, penggunaan bahan binaan lestari. Selain itu, AI membolehkan pelarasan menambah baik kelemahan dan kegagalan reka bentuk terdahulu. Ujian berkala juga boleh menentukan kestabilan bangunan menerusi teknologi AI.

Integrasi teknologi AI dalam seni bina dengan adaptasikan kemajuan teknologi termaju menjadikan teknologi kecerdasan buatan mampu merubah revolusi dalam reka bentuk seni bina bangunan anti gempa. Teknologi AI dalam seni bina boleh menerap konseptual dan gambaran perspektif pereka bentuk menerusi idea dan konsep bagaimana bangunan direka dan dibina, selain meningkatkan reka bentuk bangunan anti gempa yang efisiensi, ukuran dengan ketepatan, dan menjana kelestarian.

Oleh: Br. Ts. Dr. Mohammad Affendy Bin Omardin
E-mel: affendy@umpsa.edu.my

Penulis adalah Pensyarah Kanan, Fakulti Teknologi Kejuruteraan Awam (FTKA), Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA).

Rencana ini adalah pandangan peribadi penulis dan tidak semestinya mencerminkan pandangan rasmi Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA).

- 221 views

View PDF