

## SENI BINA

Mohd Zaid Yusof (Foto Penulis)

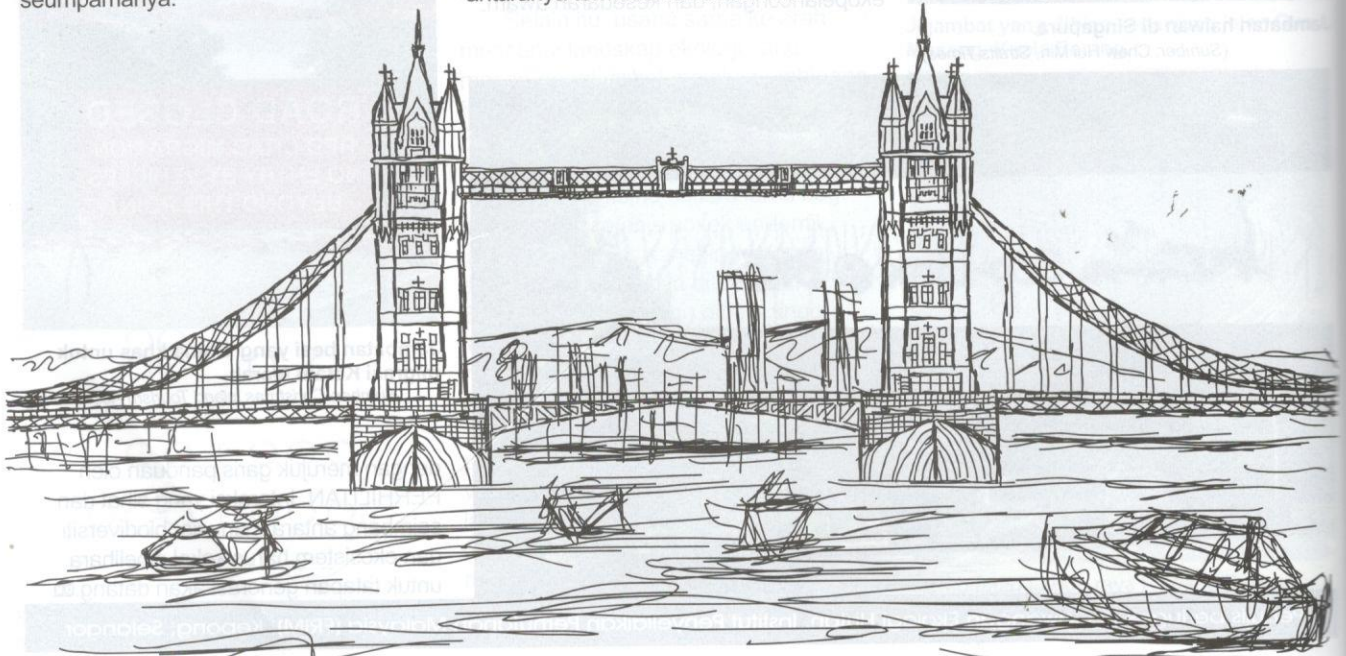
# STRUKTUR JAMBATAN DAN KEUNIKAN REKA BENTUK

**J**ambatan secara umumnya boleh diklasifikasikan berdasarkan daya yang bertindak terhadap strukturnya, jenis bahan yang digunakan dalam pembinaan dan tujuan atau fungsi jambatan yang dibina. Daya yang bertindak terhadap jambatan antaranya termasuklah daya mampatan, tegangan, lenturan, ricihan, kilasan, dan seumpamanya.

Bahan yang digunakan dalam pembinaan jambatan terdiri daripada batu dan kayu, terutamanya untuk jambatan lama. Sementara, konkrit bertetulang, konkrit prategasan, keluli, bahan komposit digunakan terutamanya untuk jambatan baharu. Selain klasifikasi tersebut, jambatan juga boleh dikategorikan berdasarkan fungsinya, antaranya termasuklah untuk laluan

pejalan kaki, lalu lintas, sistem bekalan air, laluan kereta api, dan sebagainya.

Kecantikan atau keunikan atau kecanggihan jambatan bukan hanya berdasarkan reka bentuknya atau bentuknya sahaja, malah panjang rentang (span), ketinggian jambatan, jumlah panjang keseluruhan jambatan, malah kabel keluli yang digunakan untuk menanggung atau menggantung beban



Terdapat juga jambatan yang mengambil kira kesan gempa bumi seperti Jambatan Pulau Pinang dan Jambatan Kedua Pulau Pinang atau lebih dikenali sebagai Jambatan Sultan Abdul Halim Muadzam Shah.

berada dalam keadaan tetap, kecuali jambatan yang mempertimbangkan fungsi tertentu seperti kedua-dua contoh tadi.

Struktur berkeadaan tetap membawa maksud jambatan tersebut direka bentuk untuk berada dalam keadaan asalnya dan hanya boleh beranjak menegak atau mendatar atau berputar, bergetar atau berubah (*deformed*), condong (*tilt*), berayun dalam had atau toleransi atau keadaan yang dibenarkan dalam reka bentuk sama ada untuk superstruktur ataupun substruktur apabila dikenakan beban pemboleh ubah (*variable load*), beban aerodinamik, getaran, dan lain-lain.

Terdapat juga jambatan yang mengambil kira kesan gempa bumi seperti Jambatan Pulau Pinang dan

Jambatan Kedua Pulau Pinang atau lebih dikenali sebagai Jambatan Sultan Abdul Halim Muadzam Shah. Perincian mengenai reka bentuk sesuatu jambatan sama ada untuk substruktur dan superstrukturnya diperlihatkan dalam lukisan C&S (*Civil and Structural Drawing*) dan pengiraan lanjut reka bentuknya.

#### Kerosakan Struktur Jambatan

Kebiasaannya kegagalan atau kerosakan sesuatu struktur adalah disebabkan oleh ketidak tahanaan atau ketidakupayaan untuk bertahan pada keadaan had muktamad (*Ultimate Limit State* (ULSI)), termasuklah masalah reka bentuk, bahan, penyambungan (*connection*), kelesuan (*fatigue*), beban di luar jangkaan, antaranya termasuklah letupan, gegaran, daya perlanggaran (*collision forces*), beban aliran (*stream loads*), gempa bumi, tindakan gelombang (*wave action*), dan sebagainya. Kadangkala, hal ini disebabkan oleh keadaan had kebolehhidmatan (*Serviceability Limit State* (SLS)), termasuklah pesongan, keretakan, kecondongan yang berlebihan, masalah tahan lasak, kesan haba (*thermal effects*), dan seumpamanya.

tetap (*permanent load*) lantai jambatan dan sebagainya, menjadi tarikan kepada pengguna.

Rekod mengenai keistimewaan atau kecanggihan jambatan dari segi ketinggian, panjang keseluruhan jambatan dan jenis jambatan kadang-kadang berubah berdasarkan teknologi yang dimiliki atau diimport oleh sesebuah negara dalam pembinaan jambatan tersebut serta keupayaan pelaburan negara berkenaan terhadap struktur berkenaan.

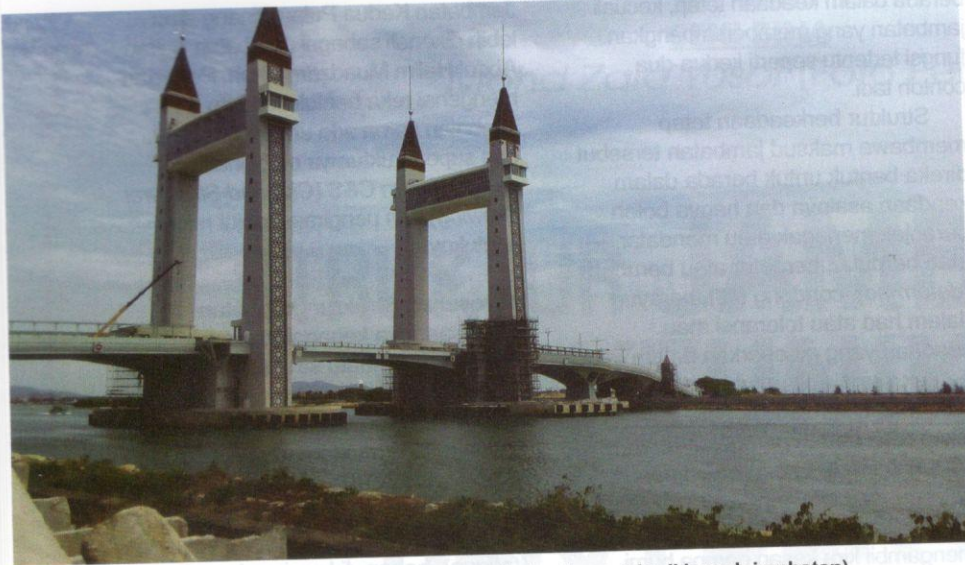
#### Jenis Jambatan dan Mekaniknyanya

Dari segi struktur, secara amnya jambatan boleh dibahagikan kepada beberapa jenis, iaitu jambatan rasuk (*beam bridge*), jambatan gerbang (*arch bridge*), jambatan gantung (*suspension bridge*), jambatan kabel tetap (*cable stay bridge*), jambatan bingkai tegar (*rigid frame/rahmen bridge*), jambatan kekuda (*truss bridge*), jambatan galang (*girder bridge*), dan seumpamanya.

Terdapat juga jambatan yang direka bentuk yang struktur utamanya seperti *bascule leaves* yang boleh diangkat seperti London Tower Bridge dan Jambatan Angkat Terengganu yang merupakan jambatan angkat yang pertama di Malaysia. Biasanya, struktur jambatan yang dibina



London Tower Bridge.



Jambatan Angkat Terengganu (kelihatan bot nelayan lalu di bawah jambatan).

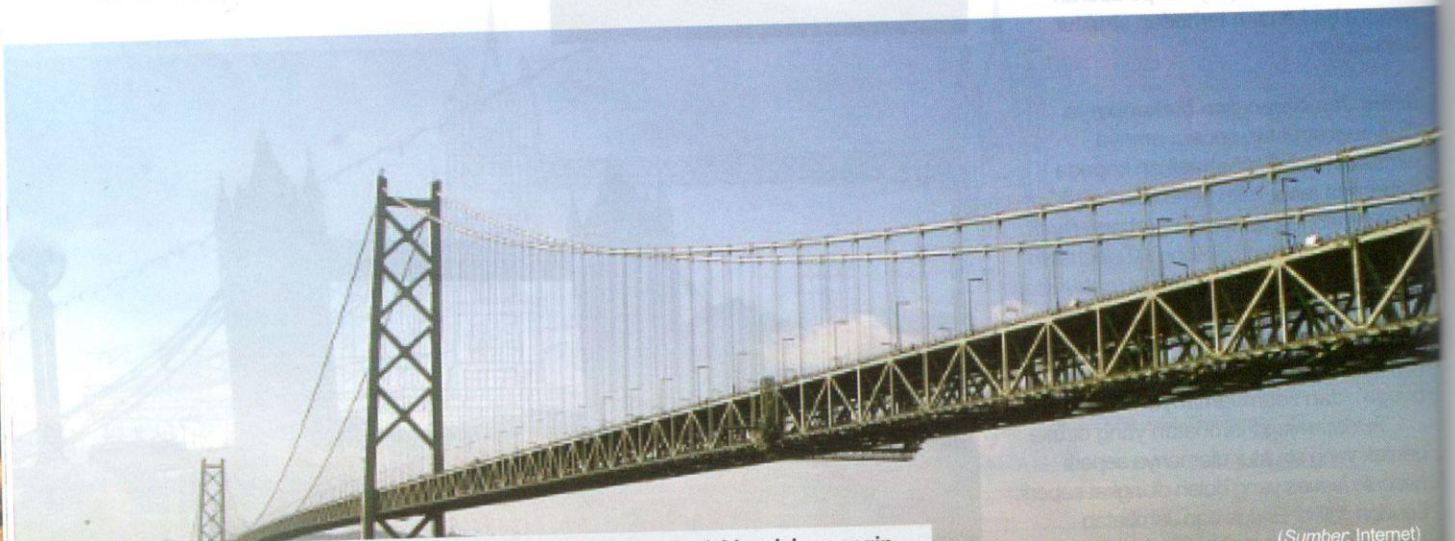
Bagi kerosakan yang disebabkan gempa bumi, kadar kerosakannya bergantung pada darjah gegaran (*degree of shaking*) atau keamatan seismos (*seismic intensity*) sama ada dalam arah menegak atau mendatar. Apabila gempa bumi berlaku, maka pergerakan tanah secara terus (*direct*) atau menegak (*vertical*) atau mendatar akan berlaku.

Bagi struktur jambatan pula, keamatan seismos yang dipertimbangkan dalam reka bentuk rintangan gempa bumi ialah 0.2 dan 0.1 masing-masing untuk arah mendatar dan menegak. Selain untuk beban gempa bumi, ada juga jambatan yang mempertimbangkan kesan Tsunami akibat gempa bumi tersebut serta beban angin (*wind load*) seperti mana reka bentuk Akashi Kaikyo Bridge

yang merupakan jambatan gantung (*suspension bridge*) yang terpanjang di dunia.

Bentuk jambatan atau fungsi jambatan yang dibina sudah pasti dapat merancakkan lagi kegiatan ekonomi penduduk setempat sama ada secara langsung ataupun tidak langsung. Ciri dan reka bentuk jambatan yang cantik, unik dan canggih, landskap persekitaran yang menarik, pengekal budaya seperti di Jepun, kemudahan pengangkutan, kebersihan, dan sebagainya menjadi faktor penyumbang yang boleh memberikan nilai tambah untuk menarik pelawat, pelancong atau penggemar struktur atau bukan struktur dari dalam dan luar negara.

Sebagai contohnya, London Tower Bridge yang menjadi tempat yang mesti dikunjungi untuk melihat keunikan reka bentuknya sambil menikmati keindahan Sungai Thames. Terengganu juga negeri yang cantik dan mempunyai budaya yang menarik, tambahan pula dengan pembinaan Jambatan Angkat (*Bascule Bridge*) yang merentangi muara Sungai Terengganu yang menggamit kunjungan orang ramai. [\[1\]](#)



Struktur Akashi Kaikyo Bridge di bandar Kobe, Jepun memudahkan laluan angin.

(Sumber: Internet)

Ir. Dr. Mohd Zaid Yusof ialah pensyarah kanan di Pusat Pengajian Perumahan Bangunan dan Perancangan, Universiti Sains Malaysia, serta Pengarah Perunding Pinang Sdn. Bhd.