

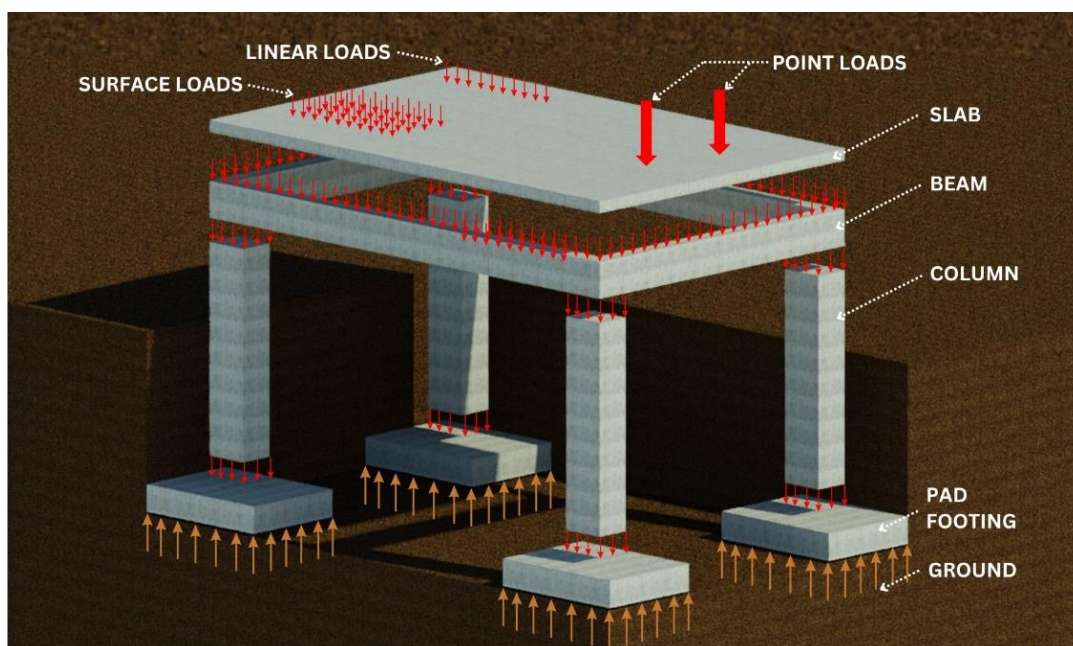
## ADAKAH MUNASABAH UNTUK MENINGKATKAN KAPASITI BEBAN PAPAK LANTAI?

Pengarang : Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt | 31 Ogos, 2023

Ramai klien meminta kami untuk meningkatkan beban hidup yang dibenarkan daripada  $10\text{kN/m}^2$  (gudang penyimpanan ringan) kepada  $15\text{-}20\text{kN/m}^2$  (gudang penyimpanan berat) selepas mereka membeli gudang penyimpanan ringan. Ia bukanlah satu tugas yang mudah untuk meningkatkan kapasiti papak sedia ada kerana jurutera asal telah merancang reka bentuk struktur yang menahan beban hidup yang dijangka bergantung kepada penggunaan. Malahan, tiada jurutera akan membuat reka bentuk struktur yang berlebihan kecuali diminta oleh klien bagi tujuan di masa hadapan. Selain daripada itu, punca lain untuk meningkatkan kapasiti papak adalah disebabkan mesin/ peralatan berat atau penambahan rak untuk penyimpanan barangan berat.

Beban tegak dan beban sisi adalah dua jenis beban di dalam bangunan dan struktur. Beban tegak merujuk kepada seluruh beban yang bertindak mengikut arah graviti, iaitu, ke arah bawah. Selain itu, beban sisi adalah merujuk kepada beban yang bertindak ke atas bangunan atau struktur secara mengufuk, iaitu, dari arah sisi. Contoh bagi beban tegak adalah beban mati dan beban hidup, manakala beban angin adalah beban sisi yang sering dialami kepada bangunan dan struktur menegak. Beban mati adalah beban kekal yang sentiasa wujud pada struktur. Beban mati merangkumi berat dinding, rasuk lantai, tiang dan peralatan kekal yang dipasang atau disambungkan kepada struktur. Beban yang bertindak ke atas lantai dan bumbung secara sementara dianggap sebagai beban hidup. Ia merangkumi beban orang yang bergerak, perabot, mesin dan peralatan. Beban angin seperti yang dinyatakan pada namanya adalah beban ufuk yang bertindak ke atas struktur disebabkan oleh tiupan angin. Beban angin adalah lebih kritikal kepada struktur tinggi yang langsing sebagaimana ia akan mengakibatkan pemesongan yang berlebihan atau pusingan bagi kes yang teruk.

Dalam sebahagian kes, klien berhasrat untuk meningkatkan kapasiti penggunaan papak, contoh seperti menaik taraf gudang penyimpanan ringan kepada gudang penyimpanan berat. Dalam kes ini, anggota struktur yang sedia ada seperti papak, rasuk, tiang dan asas adalah tidak cukup untuk menanggung beban tambahan, jika tiada peruntukan kapasiti tambahan disediakan semasa fasa reka bentuk. Pengukuhan struktur dijangka untuk memberi sokongan kepada beban tambahan. Ia adalah penting untuk menekankan bahawa pengukuhan papak sahaja tidak mencukupi untuk menanggung beban tambahan, pengukuhan anggota struktur yang lain seperti tiang, rasuk dan asas juga perlu disebabkan pemindahan beban seperti yang dilakarkan di Rajah 1 berikut.



Rajah 1: Pemindahan beban daripada elemen struktur ke tanah melalui asas

Laluan beban daripada struktur papak ke asas seperti yang ditampikan pada rajah. Dalam konsep reka bentuk struktur konkrit bertetulang, beban lantai biasanya berpindah dari papak ke rasuk, dan dari rasuk, beban dipindahkan ke tiang. Akhirnya, tiang tersebut memindahkan beban struktur atas kepada asas yang menanggung struktur tersebut. Oleh itu, elemen struktur yang lain mesti diperkukuhkan juga sekiranya elemen papak dijangka untuk menerima beban tambahan yang berlebihan.

Salah satu contoh kerja pengukuhan papak dan rasuk adalah *Fiber-reinforced Polymer (FRP)*. Elemen *prefabricated* FRP biasanya kaku dan tidak boleh dibentuk untuk membalut di keliling rasuk di lokasi. Sistem FRP yang lazim dalam aplikasi pengukuhan konkrit adalah berasaskan *carbon fiber (CFRP)*, disebabkan sifat mekanikalnya yang tinggi, kekuatan tegangan yang tinggi dan ketahanan yang baik <sup>[1]</sup>. Bar dan plat *prefabricated* CFRP biasanya digunakan pada permukaan yang rata atau lengkungan yang minima, seperti bahagian atas atau bawah sisi papak dan rasuk <sup>[1]</sup>.

Bagi sistem asas, kita boleh menukar papak bukan terampai kepada asas rakit dengan meningkatkan ketebalan papak/ tetulang dan menggabungkannya dengan cerucuk. Berikut adalah prosedur untuk mengesahkan elemen struktur apabila kerja pengukuhan diperlukan.

- a. Untuk mengkaji dan memahami lukisan struktur as-built (struktur RC/ struktur keluli);
- b. Untuk melaksanakan model struktur dan pengesahan untuk mendapatkan kapasiti struktur yang maksimum bagi setiap komponen struktur;
- c. Untuk membandingkan kapasiti struktur yang asal dengan kapasiti struktur yang baru bagi setiap komponen struktur disebabkan beban hidup tambahan;
- d. Untuk mengesahkan sama ada kerja pengukuhan terhadap struktur atas/ struktur bawah adalah diperlukan.

Kesimpulannya, peningkatan kapasiti papak boleh dilakukan, walaubagaimanapun pengesahan keseluruhan komponen struktur perlu dibuat sekiranya kerja pengukuhan diperlukan. Kos pengukuhan kerja juga penting untuk dipertimbangkan sekiranya klien berniat untuk menaiktaraf gudang penyimpanan ringan ke gudang penyimpanan berat. Dalam sesetengah kes, struktur yang baru dibina boleh menjadi lebih murah berbanding pengukuhan struktur. Oleh itu, kajian struktur and penyelidikan daripada jurutera struktur yang mahir diperlukan dalam fasa awal sebelum memutuskan untuk melaksanakan sebarang kerja pengukuhan.

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

Rujukan:

[1] Tarek.A (2015). *Strengthening of concrete structures using FRP composites*. Retrieved on 31<sup>st</sup> August 2023 from <https://www.structuremag.org/?p=8643>

*\*\*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.*