***Abstract***

As the built environment’s carbon footprint becomes increasingly scrutinised, the construct-  
tion industry is moving towards greener construction methods. One common method is the  
replacement of conventional building materials with more sustainable materials, such as en-  
engineered timber. Cross-laminated timber (CLT) is one of the most common examples of  
engineered timber in the current market. The partial replacement of conventional materials  
(such as concrete slab) with CLT panel is called a hybrid solution which allows the  
construction of larger spans required in mid to high-rise buildings. Presently, knowledge of the  
thermal behaviour of the hybrid connection is limited. The structural performance of the  
connection at elevated temperatures depends on the performance of the CLT panel and the  
steel member, two different materials with distinct behaviours at elevated temperatures.

This study aimed to investigate the thermal behaviour of hybrid CLT-steel connections  
when exposed to fire condition. The influence of different coverage areas of epoxy intumes-  
cent coating as the passive fire protection for the steel beams was also studied to understand  
the most effective means of utilising it. The epoxy intumescent coating’s dry film thick-  
ness (DFT) was determined from the manufacturer’s data for a fire-resistance rating of 60  
minutes and design temperature of 300◦C. The interaction between CLT, steel beams, and  
the intumescent was investigated. To achieve the objectives, 6 test specimens (divided into  
3 categories of protection coverage: unprotected, partially protected, and fully protected)  
were exposed to the ISO 834 fire curve for 60 minutes.

The temperatures on the different parts of the CLT panels and the steel beams were  
measured during the test. The highest temperatures on the CLT panels and the steel beams  
were observed from the unprotected steel beams. In this case, the unprotected steel flange  
slightly reduced the char rate on the adjacent CLT panels when compared to the CLT area  
directly exposed to the fire.

The study demonstrated that the epoxy intumescent coating greatly decreased the heat transferred to the steel beams and prevented charring on the adjacent CLT panels. However, the combustion of the intumescent coating also extended the char formation near the edge of the steel flange. The temperatures of the steel beam, especially on the bottom flange, were higher on the partially protected steel beams than on the fully protected steel beams. This is due to the combustion of CLT happening near the unprotected region of the bottom flange, resulting in more heat transferred to the bottom flange. Accordingly, the exposure area on the steel flange also increases as the char shrinks and regresses. While the partial protection couldn't fulfil its design criteria based on the manufacturer's data, the full protection achieved its design criteria.

***Abstrak (Bahasa Indonesia)***

Sebagai usaha untuk mengurangi jejak karbon, industri konstruksi berpindah ke metode kon-  
struksi hijau. Salah satu metode yang umum adalah mengganti bahan bangunan konvensional dengan bahan yang lebih berkelanjutan, seperti engineered timber. Salah satu contoh umum engineered timber adalah *Cross Laminated Timber (CLT).* Mengganti sebagian bahan bangunan konvensional dengan *CLT* dapat disebut sebagai solusi campuran. Saat ini, pengetahuan tentang perilaku termis dari koneksi campuran ini terbatas. Performa struktural koneksi ini pada kondisi suhu tinggi tergantung pada performa individu *CLT* dan anggota baja, dua bahan berbeda dengan perilaku yang berdeda juga.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti perilaku termis dari koneksi campuran *CLT* -baja  
dalam paparan api. Pengaruh dari perbedaan cakupan lapisan epoksi *intumescent* pada balok  
baja juga dipelajari untuk mengetahui cara paling efektif dalam penggunaannya. Ketebalan  
kering lapisan epoksi *intumescent* ditentukan dari data pabrikan untuk suhu kritis 300◦C dan  
peringkat tahan api selama 60 menit. Interaksi antara *CLT*, balok baja, dan *intumescent*  
telah diselidiki. Untuk mencapai tujuan ini, 6 spesimen tes (dibagi dalam 3 kategori: tanpa  
proteksi, perlindungan sebagian, dan perlindungan penuh) dipaparkan pada kurva api ISO 834 selama 60 menit.

Suhu pada bagian berbeda dari panel *CLT* dan balok baja diukur selama tes berlangsung. Suhu tertinggi pada panel *CLT* dan balok baja diukur pada tes dengan balok baja tanpa proteksi. Pada kasus ini, flens baja hanya sedikit memperlambat laju pembentukan arang pada panel *CLT* yang bersebelahan dengan flens baja jika dibandingkan dengan daerah *CLT* yang terpapar langsung pada api.

Penelitian ini menunjukan bahwa lapisan epoksi *intumescent* sangat mampu menurunkan laju perpindahan panas ke balok baja dan mencegah pembentukan arang pada panel *CLT* yang bersebelahan dengan flens baja. Namun, pembakaran pada lapisan *intumescent* memperluas area pembentukan arang dekat ujung flens baja. Suhu pada balok baja lebih tinggi pada balok baja dengan perlindungan sebagian dibandingkan pada balok baja dengan perlindungan penuh. karena pembakaran dari *CLT* yang terjadi dekat daerah flens baja yang tidak terlindungi, mengakibatkan lebih banyak panas yang berpindah ke flens baja. Lalu, area yang terpapar pada flens baja bertambah ketika lapisan arang menyusut. Ketika perlindungan parsial tidak mampu memenuhi kriteria desainnya berdasarkan data pabrikan, perlindungan penuh terbukti mampu memenuhinya.