UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis Perbandingan Volume Struktur Beton dan Struktur Baja Bresing Konsentris Khusus pada Gedung
Sekolah 5 Lantai serta Dampaknya pada Nilai Embodied Carbon**
Muhamad Satria Bima Yudha, Ir. Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D.,IPM.,ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Kebutuhan bangunan bertingkat yang aman terhadap gempa menjadi salah satu aspek penting dalam perencanaan struktur, terutama pada bangunan yang digunakan sebagai fasilitas pendidikan. Bangunan sekolah digunakan oleh banyak orang dalam aktivitas belajar mengajar, sehingga aspek keselamatan dan kenyamanan perlu di perhatikan dalam proses perencanaannya. Struktur bangunan harus mampu menahan beban yang bekerja, baik beban gravitasi maupun beban lateral akibat gempa. Oleh karena itu, diperlukan sistem struktur yang memiliki kekuatan, kekakuan, dan daktilitas yang memadai. Penelitian ini dilakukan dengan merancang ulang struktur gedung sekolah 5 lantai yang semula menggunakan struktur beton bertulang menjadi struktur baja menggunakan Sistem Rangka Baja dengan Bresing Konsentris Khusus (SRBKK). Selain meninjau kinerja struktur hasil redesain, penelitian ini juga membandingkan nilai *embodied carbon* antara struktur beton bertulang eksisting dan struktur baja hasil redesain sebagai evaluasi terhadap dampak lingkungan material struktur.

Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak *ETABS* dengan metode respons spektrum untuk memperoleh respons struktur terhadap beban gempa rencana. Pemodelan dilakukan dengan mempertimbangkan sistem struktur, geometri bangunan, pembebanan, serta parameter gempa sesuai standar yang berlaku. Perencanaan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020 sebagai dasar perencanaan ketahanan gempa, pembebanan minimum, serta desain struktur baja. Pemeriksaan struktur meliputi partisipasi massa ragam, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, pengaruh *p-delta*, serta kapasitas elemen struktur baja. Selain itu, perhitungan *embodied carbon* dilakukan berdasarkan kuantitas material struktur yang digunakan, kemudian dikalikan dengan faktor emisi dari literatur *Inventory of Carbon and Energy* (ICE). Pengolahan data dan perhitungan tambahan dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur baja hasil redesain menggunakan SRBKK telah memenuhi persyaratan perencanaan yang berlaku dan mampu memberikan kekakuan lateral yang baik terhadap beban gempa. Hal ini ditunjukkan melalui terpenuhinya beberapa parameter pemeriksaan struktur, seperti partisipasi massa ragam, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, pengaruh *p-delta*, serta kapasitas elemen struktur baja. Namun, hasil perhitungan *embodied carbon* menunjukkan bahwa struktur baja hasil redesain pada tahap A1-A5 menghasilkan emisi sebesar 398,41 ton CO_2e, sedangkan struktur beton bertulang eksisting menghasilkan emisi sebesar 387,85 ton CO_2e. Dengan demikian, struktur baja hasil redesain memiliki nilai *embodied carbon* lebih tinggi sebesar 10,56 ton CO_2e atau sekitar 2,72% dibandingkan struktur beton bertulang eksisting. Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan sistem struktur tidak hanya perlu mempertimbangkan kinerja dan keamanan bangunan, tetapi juga dampak lingkungan dari material yang digunakan.

Kata kunci: struktur baja, Sistem Rangka Bresing Konsentris Khusus, bresing, gempa, *embodied carbon*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis Perbandingan Volume Struktur Beton dan Struktur Baja Bresing Konsentris Khusus pada Gedung
Sekolah 5 Lantai serta Dampaknya pada Nilai Embodied Carbon**
Muhamad Satria Bima Yudha, Ir. Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D.,IPM.,ASEAN.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The need for earthquake-resistant multi-story buildings has become an important aspect of structural design, especially for buildings used as educational facilities. School buildings are occupied by many people during teaching and learning activities, so safety and comfort must be carefully considered during the design process. The building structure must be able to withstand the applied loads, including both gravity loads and lateral loads caused by earthquakes. Therefore, a structural system with adequate strength, stiffness, and ductility is required. This study focuses on redesigning a 5-story school building, which was originally designed as a reinforced concrete structure, into a steel structure using the Special Concentrically Braced Steel Frame system. In addition to evaluating the performance of the redesigned structure, this study also compares the embodied carbon value of the existing reinforced concrete structure and the redesigned steel structure as an assessment of the environmental impact of structural materials.

The structural analysis was carried out using ETABS software with the response spectrum method to obtain the structural response under design earthquake loads. The modeling process considered the structural system, building geometry, loading, and seismic parameters in accordance with the applicable standards. The design referred to SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729:2020 as the basis for seismic design, minimum design loads, and steel structure design. The structural checks included modal mass participation, base shear, interstory drift, p-delta effects, and the capacity of steel structural members. In addition, the embodied carbon calculation was carried out based on the quantity of structural materials used, which was then multiplied by the emission factors from the Inventory of Carbon and Energy (ICE). Data processing and additional calculations were performed using Microsoft Excel software.

The results show that the redesigned steel structure using the Special Concentrically Braced Steel Frame system satisfies the applicable design requirements and provides good lateral stiffness against earthquake loads. This is indicated by the fulfillment of several structural evaluation parameters, including modal mass participation, base shear, interstory drift, p-delta effects, and the capacity of steel structural members. However, the embodied carbon calculation shows that the redesigned steel structure produces 398,41 tons CO_2e, while the existing reinforced concrete structure produces 387,85 tons CO_2e. Therefore, the redesigned steel structure has a higher embodied carbon value by 10,56 tons CO_2e, or approximately 2,72%, compared to the existing reinforced concrete structure. These results indicate that the selection of a structural system should not only consider structural performance and building safety, but also the environmental impact of the materials used.

Keywords: *steel structure, Special Concentrically Braced Frame, bracing, seismic load, embodied carbon.*