

ABSTRACT

The use of the finite element program as design and analysis tool is highly demanded in recent years, which is in line with the micro computer technology development. Generally, such program ignores contribution of reinforcement and thermal induction. There are many experiments that have been conducted under fire but numerical solution has not been developed extensively. Influence of load and thermal will affect structure being analyzed behaves nonlinearly. This research aims to develop finite element program to analyze reinforced concrete structure subject to load and thermal.

This research deals with the finite element formulation to analyze reinforced concrete structure subject to load and thermal. The formulation has the following characteristic: (a) use of isoperimetric 8 node quadrilateral plane stress element for stress analysis; (b) triangular elements for heat distribution; (c) stiffness matrix was developed from virtual work principle with Gauss quadrate numerical integration; (d) nonlinear material formulation uses modified compression field theory; (e) crack analysis of reinforced concrete under fire and fire resistant element as orthotropic material based on smeared model; (f) solving linear simultan equation using Modified Cholesky method; (g) solving incremental nonlinear finite element using algorithmic secant modulus by displacement increment method. The proposed procedure is implemented in SARC-UF2D finite element program utilizing FORTRAN language

The result indicated that the use of displacement increment method could reduce running time up to 30% compared to that of iteration method. Post peak responds could be obtained by the method of displacement increment, while that of iteration method is not capable to do so. Validation was done by analyzing Carvenka's Panel, which also solved by Vecchio (1990) with the differences of 9%, 3.3% and 2.6% respectively, for deflection at the load intensity of 40 kN, 80 kN, and 107 kN. Column tested experimentally by Prasetyo and Priosulistyo were also analyzed by using this proposed method and resulting in about 3.28 % difference. The longer the time for fire exposure, the lower the ultimate load will be. From the results obtained it is concluded that the proposed method is sufficiently accurate for analyzing plane stress reinforced concrete structure subjected to combination of load and thermal loading

Key word : *finite element, numerical, non linier material, under fire, fire resistant*

INTISARI

Penggunaan program elemen hingga sebagai alat bantu analisis dan desain untuk struktur beton meningkat pesat sejalan dengan perkembangan teknologi mikro komputer. Program-program tersebut umumnya mengabaikan kontribusi tulangan dan termal dalam analisis. Pada struktur terbakar dan pascabakar telah banyak dilakukan ekperiment sedangkan solusi secara numerik belum banyak dilakukan. Pengaruh beban dan termal akan menjadikan struktur berperilaku secara nonlinier. Dengan memakai analisis non linier material maka tujuan penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan model elemen hingga untuk menganalisis struktur beton bertulang akibat beban dan termal

Penelitian ini menguraikan formulasi elemen hingga yang sesuai untuk menganalisis struktur beton bertulang akibat beban dan termal serta kombinasinya yang diimplementasikan dalam program komputer (SAR-UF2D) dan dibuat dalam bahasa FORTRAN. Cara analisis yang dilakukan ialah dengan menerapkan teori dan teknik numerik yang sudah ada dan dalam penelitian ini memiliki kekhasan sebagai berikut: (a) memakai elemen isoparametrik kuadratik quadrilateral 8 titik nodal plane stress untuk menganalisis struktur secara keseluruhan, (b) elemen-elemen struktur beton bertulang dipresentasikan dengan elemen segitiga untuk mendapatkan distribusi suhu pada masing-masing nodal dengan menerapkan metode variasional, (c) matrik kekakuan diturunkan dari prinsip kerja virtual dengan menerapkan integrasi numerik Gauss kuadratur 2×2 , (d) formulasi nonlinier material dengan memakai Modified Compression Field Theory, (e) untuk analisa retak pada beton bertulang elemen dianggap sebagai material orthotropic yang didasarkan pada smeared model pada beton dan tulangan. (f) penyelesaian persamaan linier simultan dipakai metode Modified Cholesky, (g) untuk menyelesaikan persamaan inkremental non linier pada elemen hingga menggunakan algoritma petambahan perpindahan dengan memanfaatkan modulus kekakuan secan..

Hasil dari penelitian ini berupa program komputer yang merupakan implementasi dari algoritma-algoritma yang dikembangkan dari prinsip-prinsip metode elemen hingga, teknik-teknik numerik dan metode displacement increment. Hasil validasi menunjukkan lama proses perhitungan dengan metode displacement increment dapat diperkecil sampai 30% jika di bandingkan dengan metode iterasi. Titik beban batas pada metode ini dapat ditunjukkan dengan adanya penurunan kurva setelah beban puncak. Panel yang di test oleh Cervenka (1970) Vecchio (1990) dan beberapa penelitian terdahulu dipakai sebagai validasi, berturut-turut lendutan pada saat beban 40 kN selisih 9%, 80 kN selisih 3,3% dan pada beban puncak 107 kN selisih 2,6% terhadap lendutan ekperimen,. Pada struktur pasca bakar, kolom C15E60 yang di teliti oleh Prasetyo dan Priyosulistyo (2003) sama-sama terjadi pengurangan beban puncak sekitar 30% dengan selisih ekperimental dengan program SARC-UF2D sekitar 3.28 %, sedang untuk struktur beton bertulang terbakar beban puncak menurun tergantung kepada lama terbakar.

Kata-kata kunci : finite element, numerical, non linier material, under fire, fire resistant