

Simulasi Aliran Kompresibel: Metode Volume Hingga dengan Skema Targeted ENO Berbasis Polinomial Hermite = Compressible Flow Simulations: Finite Volume Method with Targeted ENO Scheme Based on Hermite Polynomials

Indra Gunawan Wibisono, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920554808&lokasi=lokal>

Abstrak

Formulasi skema numerik sebagai diskretisasi ruang terutama untuk persamaan diferensial parsial hiperbolik nonlinear dikembangkan secara berkelanjutan. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki berbagai aspek yang menjadi masalah utama dalam penyelesaian persamaan tersebut, diantaranya: diskontinuitas, spektrum skala aliran yang luas, dan kestabilan numerik. Pada bagian awal penelitian ini, dilakukan formulasi alternatif untuk indikator smoothness skema targeted ENO (TENO). Studi kestabilan numerik dan approximate dispersion relation (ADR) memberikan nilai parameter $q_1=2$, $q_2=3$ dan $q_1=1$, $q_2=6$. Berdasarkan ADR ditentukan bahwa indikator smoothness skema TENO dengan parameter $q_1=1$, $q_2=6$ memberikan disipasi numerik paling rendah dan dispersi yang baik.

Pada bagian berikutnya, diusulkan reformulasi skema TENO menggunakan polinomial Hermite. Skema Hermite TENO (HTENO) ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan skema yang telah ada sebelumnya, antara lain rekonstruksi yang lebih ringkas dan mempunyai disipasi numerik yang rendah dengan dimanfaatkannya strategi pemilihan stensil berbasis skema TENO. Selanjutnya, diformulasikan global reference smoothness indicator baru untuk skema yang diusulkan. Perhitungan fluks dan integrasi waktu secara berturut-turut diselesaikan dengan metode Lax-Friedrichs lokal dan strong-stability-preserving Runge-Kutta orde ketiga. Pada penelitian ini, didemonstrasikan uji numerik skema HTENO pada persamaan skalar dan persamaan Euler untuk fluida kompresibel dalam satu- dan dua-dimensi. Pada uji numerik tersebut, skema numerik yang diusulkan memberikan disipasi numerik yang rendah, peningkatan performa penangkapan diskontinuitas dan memberikan resolusi fluktuasi aliran berskala kecil yang baik sebagaimana skema TENO.

..... Formulation of the numerical schemes as spatial discretization, particularly for nonlinear hyperbolic partial differential equations, is developed continuously. Those works improve various aspects that become the main problem to solve these equations, including discontinuity, a broad spectrum of flow scales, and numerical stability. At the beginning of this research, an alternative formulation for the smoothness indicator of the targeted ENO (TENO) scheme was carried out. The study of numerical stability and approximate dispersion relation (ADR) give parameter values $q_1=2$, $q_2=3$ and $q_1=1$, $q_2=6$. Based on the ADR, TENO's smoothness indicator with the parameters $q_1=1$, $q_2=6$ gives the lowest numerical dissipation and good dispersion.

In the next section, we propose a reformulation of the TENO scheme using Hermite polynomials. The Hermite TENO (HTENO) reconstructions offer major advantages over earlier reconstructions; namely, it is a compact Hermite-type reconstruction and has low dissipation by virtue of TENO's stencil voting strategy. Next, new high-order global reference smoothness indicators for the proposed scheme are formulated. The

flux calculation and time integration were carried out by using the local Lax-Friedrichs and the third-order strong-stability-preserving Runge-Kutta method, respectively. In this research, numerical tests of the HTENO scheme on scalar equations and Euler equations of compressible flow in one- and two-dimensions are demonstrated. In these tests, the proposed scheme gives low numerical dissipation, improves the shock-capturing performance and inherits the good small-scale resolution of the TENO scheme.