UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Deteksi Keretakan Beton Menggunakan Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Local Binary Pattern Variance (A-IFLBP-VAR) dengan Koreksi Symmetric Fixed Indeterminacy Index (SFII)
Daffa Elgo Santosa, Drs. Danardono, MPH., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Deteksi Keretakan Beton Menggunakan Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Local Binary Pattern Variance (A-IFLBP-VAR) dengan Koreksi Symmetric Fixed Indeterminacy Index (SFII)

Oleh

Daffa Elgo Santosa

22/503591/PA/21647

Keretakan pada beton merupakan tanda awal kerusakan struktural yang berisiko menimbulkan kerugian finansial hingga korban jiwa jika tidak terdeteksi sejak dini. Inspeksi manual berbiaya tinggi dan berisiko bagi petugas, sehingga inspeksi berbasis drone dengan *computer vision* menjadi alternatif yang lebih aman. Salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mengenali tekstur retak adalah metode berbasis himpunan *fuzzy* intuisionistik (*Intuitionistic Fuzzy Set*, IFS), karena selain derajat keanggotaan dan non-keanggotaan, IFS turut merepresentasikan derajat ketidaktentuan piksel secara eksplisit sehingga cocok untuk mengakomodasi ketidaktegasan pada zona transisi retak. Namun, metode IFLBP yang banyak dirujuk untuk tujuan tersebut ternyata memiliki cacat matematis mendasar: derajat ketidaktentuan yang seharusnya menjadi ciri utamanya selalu bernilai nol untuk seluruh input, sehingga metode tersebut tidak benar-benar berbeda dari metode *fuzzy* biasa yang lebih sederhana. Penelitian ini mengoreksi cacat tersebut dengan mengusulkan deskriptor A-IFLBP-VAR, yang menghasilkan derajat ketidaktentuan yang valid secara matematis dan dikombinasikan dengan deskriptor VAR untuk menangkap sebaran intensitas piksel secara lokal. Metode diuji pada 4.000 citra beton retak menggunakan SVM dan Random Forest, dengan hasil terbaik mencapai akurasi $0{,}9875$ dan AUROC $0{,}9994$. Peningkatan akurasi terutama disumbang oleh komponen VAR, sementara koreksi pada komponen *fuzzy* memberikan kontribusi kecil secara statistik namun penting karena menjadikan metode ini benar secara matematis. Pada pengujian ketahanan terhadap gangguan citra, metode yang diusulkan terbukti lebih stabil dibandingkan metode *fuzzy* asli pada delapan dari tiga belas jenis gangguan yang diuji.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Deteksi Keretakan Beton Menggunakan Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Local Binary Pattern Variance
(A-IFLBP-VAR) dengan Koreksi Symmetric Fixed Indeterminacy Index (SFII)**
Daffa Elgo Santosa, Drs. Danardono, MPH., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Concrete Crack Detection Using Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Local Binary Pattern Variance (A-IFLBP-VAR) with Symmetric Fixed Indeterminacy Index (SFII) Correction

By

Daffa Elgo Santosa

22/503591/PA/21647

Cracks in concrete are an early sign of structural damage that can lead to financial loss or loss of life if left undetected. Manual inspection is costly and risky, making drone-based inspection with computer vision a safer alternative. A promising approach for recognizing crack textures is one based on the Intuitionistic Fuzzy Set (IFS), since beyond membership and non-membership degrees, IFS also explicitly represents a pixel's indeterminacy degree, making it well suited to accommodate ambiguity at crack transition pixels. However, the widely cited IFLBP method built for this purpose was found to have a fundamental mathematical flaw: its supposedly defining indeterminacy degree is always zero for every input, making it no different in practice from a simpler ordinary fuzzy method. This study corrects that flaw by proposing the A-IFLBP-VAR descriptor, which produces a mathematically valid indeterminacy degree and is combined with the VAR descriptor to capture local pixel-intensity dispersion. The method is evaluated on 4,000 concrete crack images using SVM and Random Forest, with the best result achieving an accuracy of 0.9875 and AUROC of 0.9994. The accuracy gain is mainly driven by the VAR component, while the fuzzy correction contributes a small but conceptually important improvement by making the method mathematically correct. Robustness testing shows the proposed method is more stable than the original fuzzy method in eight out of thirteen distortion types tested.