UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**PENGEMBANGAN METODE SINGLE-LINK CLUSTERING ADAPTIF UNTUK DISKRIMINASI CLUSTER FORESHOCK-MAINSHOCK
PADA PERAMALAN GEMPA BUMI JANGKA PENDEK**
ADITYA A ZEIN, Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si., Prof. Drs. Edi Winarko, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

PENGEMBANGAN METODE SINGLE-LINK CLUSTERING ADAPTIF UNTUK DISKRIMINASI CLUSTER FORESHOCK-MAINSHOCK PADA PERAMALAN GEMPA BUMI JANGKA PENDEK

Oleh

ADITYA A ZEIN
24/547296/PPA/06880

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sulit diprediksi secara pasti dan berpotensi menimbulkan dampak besar terhadap masyarakat. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mendukung peramalan gempa bumi jangka pendek adalah analisis pola *foreshock-mainshock* melalui pembentukan klaster kejadian gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode *Single-Link Clustering* adaptif berbasis magnitudo untuk membentuk klaster gempa dengan ambang keterhubungan yang menyesuaikan magnitudo kejadian. Data yang digunakan berasal dari katalog gempa bumi United States Geological Survey (USGS) pada wilayah Sumatra sebagai studi utama dan Chile sebagai data pengujian tambahan. Metode yang diusulkan menggunakan radius keterhubungan adaptif $R(M)$, sehingga kejadian gempa dengan magnitudo berbeda dapat memiliki ambang keterhubungan yang berbeda dalam proses pembentukan klaster. Hasil pengujian pada data Sumatra menunjukkan bahwa metode adaptif menunjukkan peningkatan metrik dibandingkan SLC *baseline* yang mengikuti pendekatan Nomura dan Ogata. Nilai ROC-AUC meningkat dari 0,744257 menjadi 0,803500, sedangkan PR-AUC meningkat dari 0,118575 menjadi 0,187095. Kualitas probabilitas prediksi juga menunjukkan perbaikan, ditunjukkan oleh penurunan Brier Score dari 0,033013 menjadi 0,026080 dan Log Loss dari 0,139801 menjadi 0,108698. Kalibrasi probabilitas turut menunjukkan perbaikan, ditunjukkan oleh penurunan ECE Weighted dari 0,029989 menjadi 0,025784 dan ECCE_MAD dari 0,025440 menjadi 0,020099. Hasil ini menunjukkan bahwa pengembangan yang dilakukan berhasil membuat aturan konektivitas SLC menjadi adaptif terhadap magnitudo. Perubahan tersebut didukung oleh peningkatan metrik evaluasi dan pembentukan klaster yang lebih sesuai dengan pola kejadian besar pada katalog gempa yang digunakan.

Kata-kata kunci: *foreshock-mainshock*, *single-link clustering*, clustering adaptif, peramalan gempa bumi jangka pendek.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGEMBANGAN METODE SINGLE-LINK CLUSTERING ADAPTIF UNTUK DISKRIMINASI CLUSTER FORESHOCK-MAINSHOCK
PADA PERAMALAN GEMPA BUMI JANGKA PENDEK
ADITYA A ZEIN, Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si., Prof. Drs. Edi Winarko, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF AN ADAPTIVE SINGLE-LINK CLUSTERING METHOD FOR FORESHOCK-MAINSHOCK CLUSTER DISCRIMINATION IN SHORT-TERM EARTHQUAKE FORECASTING

By

ADITYA A ZEIN

24/547296/PPA/06880

Earthquakes are natural disasters that are difficult to predict precisely and can have significant impacts on society. One approach that can support short-term earthquake forecasting is the analysis of *foreshock-mainshock* patterns through the formation of earthquake event clusters. This study aims to develop a magnitude-based adaptive *Single-Link Clustering* method to form earthquake clusters with connectivity thresholds that adjust to event magnitude. The data used in this study were obtained from the United States Geological Survey (USGS) earthquake catalog, with Sumatra as the main study region and Chile as an additional testing region. The proposed method uses an adaptive connectivity radius $R(M)$, allowing earthquake events with different magnitudes to have different connectivity thresholds during the clustering process. The experimental results on the Sumatra data show that the adaptive method demonstrates metric improvements compared with the SLC *baseline* following the approach of Nomura and Ogata. The ROC-AUC increased from 0.744257 to 0.803500, while the PR-AUC increased from 0.118575 to 0.187095. The quality of predicted probabilities also showed improvement, as indicated by the decrease in Brier Score from 0.033013 to 0.026080 and Log Loss from 0.139801 to 0.108698. Probability calibration also showed improvement, as indicated by the decrease in ECE Weighted from 0.029989 to 0.025784 and ECCE_MAD from 0.025440 to 0.020099. These results show that the proposed development successfully makes the SLC connectivity rule adaptive to magnitude. This change is supported by improvements in evaluation metrics and by the formation of clusters that are more consistent with the patterns of large earthquake events in the earthquake catalogs used.

Keywords: *foreshock-mainshock*, *single-link clustering*, adaptive clustering, short-term earthquake forecasting.