



Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Risiko Bencana Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis Data BPBD Kabupaten Asahan

Decision Support System for Disaster Risk Assessment Using the Fuzzy Sugeno Method Based on BPBD Data of Asahan Regency

Ade Surya Pranata¹, Khariul Shaleh²

Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Asahan

Email: adesuryapranata7@gmail.com

Article Info

Article history :

Received : 26-01-2026

Revised : 28-01-2026

Accepted : 30-01-2026

Pulished : 01-02-2026

Abstract

Disaster risk assessment is an important aspect in supporting disaster mitigation and management efforts in disaster-prone areas. Asahan Regency has potential disaster risks influenced by various factors, therefore a system is needed to assist decision makers in assessing disaster risk levels objectively and systematically. This study aims to develop a Decision Support System (DSS) for disaster risk assessment using the Fuzzy Sugeno method based on data from the Regional Disaster Management Agency (BPBD) of Asahan Regency. The input variables used in this study include disaster threat level, vulnerability level, and disaster management capacity, while the output variable is the disaster risk level. The Fuzzy Sugeno method is chosen because it is capable of handling data uncertainty and producing crisp output values. The results show that the developed system is able to classify disaster risk levels more accurately and consistently, and can be used as a decision-support tool for disaster mitigation planning and disaster management decision making in Asahan Regency.

Keywords : Decision Support System, Disaster Risk, Fuzzy Sugeno

Abstrak

Penilaian risiko bencana merupakan aspek penting dalam mendukung upaya mitigasi dan penanggulangan bencana di daerah rawan bencana. Kabupaten Asahan memiliki potensi risiko bencana yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, sehingga diperlukan suatu sistem yang mampu membantu pengambil keputusan dalam menilai tingkat risiko bencana secara objektif dan sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk membangun Sistem Pendukung Keputusan (SPK) penilaian risiko bencana menggunakan metode Fuzzy Sugeno berbasis data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Asahan. Variabel input yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tingkat ancaman bencana, tingkat kerentanan, dan kapasitas penanggulangan bencana, sedangkan variabel output berupa tingkat risiko bencana. Metode Fuzzy Sugeno dipilih karena mampu menangani ketidakpastian data dan menghasilkan nilai output yang bersifat tegas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu mengklasifikasikan tingkat risiko bencana secara lebih akurat dan konsisten, sehingga dapat dijadikan sebagai alat bantu dalam perencanaan mitigasi dan pengambilan keputusan penanggulangan bencana di Kabupaten Asahan

Kata Kunci : Sistem Pendukung Keputusan, Risiko Bencana, Fuzzy Sugeno

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi, baik bencana alam maupun non-alam. Kondisi geografis, iklim tropis, serta aktivitas manusia menyebabkan berbagai jenis bencana seperti banjir, angin kencang, kebakaran hutan dan lahan, serta tanah longsor sering terjadi di berbagai wilayah, termasuk di Kabupaten Asahan. Dampak



yang ditimbulkan oleh bencana tidak hanya berupa kerugian materi, tetapi juga berdampak pada keselamatan jiwa, sosial, dan ekonomi masyarakat.

Kabupaten Asahan merupakan wilayah yang memiliki potensi risiko bencana yang cukup beragam. Data kejadian dan dampak bencana yang dihimpun oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Asahan menunjukkan bahwa beberapa wilayah memiliki tingkat kerawanan yang berbeda-beda. Kondisi ini menuntut adanya upaya penilaian risiko bencana yang komprehensif agar pihak terkait dapat menentukan prioritas mitigasi dan penanganan bencana secara tepat.

Selama ini, proses penilaian risiko bencana masih banyak dilakukan secara konvensional dengan mengandalkan data historis dan pertimbangan subjektif. Pendekatan tersebut dinilai kurang optimal karena belum mampu mengakomodasi ketidakpastian data serta kompleksitas faktor-faktor yang memengaruhi tingkat risiko bencana. Oleh karena itu, diperlukan suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang mampu mengolah berbagai variabel secara sistematis dan objektif.

Metode Fuzzy Sugeno dipilih dalam penelitian ini karena memiliki kemampuan dalam menangani data yang bersifat tidak pasti dan menggunakan aturan berbasis logika fuzzy untuk menghasilkan nilai keluaran yang tegas. Dengan memanfaatkan data yang bersumber dari BPBD Kabupaten Asahan, penelitian ini bertujuan untuk membangun Sistem Pendukung Keputusan penilaian risiko bencana yang diharapkan dapat membantu pihak terkait dalam pengambilan keputusan, khususnya dalam perencanaan mitigasi dan penanggulangan bencana di Kabupaten Asahan.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (applied research) dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian terapan bertujuan untuk menerapkan metode tertentu dalam menyelesaikan permasalahan nyata, yaitu penilaian risiko bencana di Kabupaten Asahan. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data yang diolah berupa data numerik yang bersumber dari BPBD Kabupaten Asahan dan diproses menggunakan metode Fuzzy Sugeno.

Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari website resmi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Asahan. Data yang dikumpulkan meliputi data kejadian bencana, dampak bencana, serta informasi terkait kapasitas penanggulangan bencana. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi, yaitu dengan mengumpulkan dan mencatat data sekunder yang telah dipublikasikan oleh BPBD Kabupaten Asahan.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel input dan variabel output. Variabel input meliputi tingkat ancaman bencana, tingkat kerentanan, dan kapasitas penanggulangan bencana. Masing-masing variabel input direpresentasikan dalam himpunan fuzzy rendah, sedang, dan tinggi. Variabel output adalah tingkat risiko bencana yang dinyatakan dalam nilai numerik dengan kategori risiko rendah, sedang, dan tinggi.



Metode Fuzzy Sugeno

Metode Fuzzy Sugeno digunakan sebagai metode inferensi dalam sistem pendukung keputusan yang dibangun. Tahapan penerapan metode Fuzzy Sugeno dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi, yaitu proses mengubah data input berupa nilai tegas (crisp) menjadi nilai derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy.
2. Pembentukan aturan fuzzy (rule base) yang disusun dalam bentuk aturan IF–THEN berdasarkan hubungan antara variabel input dan output.
3. Inferensi fuzzy untuk menentukan nilai α -predicate dari setiap aturan yang aktif.
4. Defuzzifikasi menggunakan metode weighted average untuk menghasilkan nilai output akhir berupa tingkat risiko bencana.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi permasalahan dan studi literatur, pengumpulan data dari BPBD Kabupaten Asahan, penentuan variabel dan himpunan fuzzy, penyusunan aturan fuzzy, perhitungan menggunakan metode Fuzzy Sugeno, hingga analisis hasil dan penarikan kesimpulan. Tahapan ini dilakukan secara sistematis agar tujuan penelitian dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian diperoleh dari pengolahan data bencana yang bersumber dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Asahan menggunakan metode Fuzzy Sugeno. Data yang digunakan terdiri dari variabel tingkat ancaman bencana, tingkat kerentanan wilayah, dan kapasitas penanggulangan bencana. Seluruh data tersebut diproses melalui tahapan fuzzifikasi, pembentukan aturan fuzzy, proses inferensi, dan defuzzifikasi.

Berdasarkan hasil pengolahan data, sistem pendukung keputusan yang dibangun mampu menghasilkan nilai tingkat risiko bencana dalam bentuk nilai tegas (crisp). Nilai tersebut selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kategori risiko rendah, risiko sedang, dan risiko tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Sugeno dapat digunakan secara efektif dalam membantu penilaian risiko bencana di Kabupaten Asahan.

Variabel dan Himpunan Fuzzy

Variabel input yang digunakan dalam sistem terdiri dari tingkat ancaman bencana, tingkat kerentanan, dan kapasitas penanggulangan bencana. Masing-masing variabel direpresentasikan dalam himpunan fuzzy rendah, sedang, dan tinggi. Penentuan himpunan fuzzy ini bertujuan untuk mempermudah proses inferensi dan menyesuaikan karakteristik data bencana yang bersifat tidak pasti. Variabel output dalam penelitian ini adalah tingkat risiko bencana yang dinyatakan dalam nilai numerik. Nilai output tersebut menggambarkan kondisi risiko pada suatu wilayah dan digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait mitigasi dan penanggulangan bencana.



Aturan Fuzzy Sugeno

Aturan fuzzy disusun dalam bentuk aturan IF–THEN yang menghubungkan variabel input dengan variabel output. Aturan ini dirancang berdasarkan konsep risiko bencana, di mana tingkat risiko dipengaruhi oleh besarnya ancaman dan kerentanan serta kemampuan kapasitas penanggulangan.

Sebagai contoh, kondisi dengan tingkat ancaman tinggi dan kerentanan tinggi serta kapasitas penanggulangan rendah akan menghasilkan tingkat risiko bencana yang tinggi. Sebaliknya, wilayah dengan ancaman dan kerentanan yang rendah serta kapasitas penanggulangan yang tinggi akan menghasilkan tingkat risiko bencana yang rendah.

2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fuzzy Sugeno mampu mengakomodasi ketidakpastian data bencana yang bersumber dari BPBD Kabupaten Asahan. Sistem pendukung keputusan yang dibangun memberikan hasil penilaian risiko bencana yang konsisten dan mudah dipahami oleh pengguna.

Penerapan metode ini memberikan kemudahan dalam proses pengambilan keputusan karena hasil akhir berupa nilai tegas yang dapat langsung digunakan sebagai dasar penentuan prioritas mitigasi bencana. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat membantu BPBD Kabupaten Asahan dalam merencanakan strategi penanggulangan bencana secara lebih efektif dan terarah.

Tabel 1. Tabel Hasil Penilaian Risiko Bencana

No	Tingkat Ancaman	Tingkat Kerentanan	Kapasitas Penanggulangan	Tingkat Risiko
1	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
2	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
3	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah

Tabel 2. Tabel Aturan Fuzzy Sugeno

No	Kondisi Ancaman	Kondisi Kerentanan	Kondisi Kapasitas	Hasil Risiko
1	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
2	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
3	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah

Tabel 3. Tabel Variabel Penelitian

No	Variabel	Jenis Variabel	Himpunan Fuzzy	Keterangan
1	Tingkat Ancaman Bencana	Input	Rendah, Sedang, Tinggi	Potensi kejadian bencana
2	Tingkat Kerentanan	Input	Rendah, Sedang, Tinggi	Dampak sosial dan ekonomi
3	Kapasitas Penanggulangan	Input	Rendah, Sedang, Tinggi	Kesiapsiagaan dan sumber daya
4	Tingkat Risiko Bencana	Output	Rendah, Sedang, Tinggi	Hasil penilaian sistem

**Tabel 4.** Tabel Interpretasi Tingkat Risiko

No	Kategori Risiko	Kondisi Ancaman	Kondisi Kerentanan	Kondisi Kapasitas
1	Risiko Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah
2	Risiko Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
3	Risiko Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun Sistem Pendukung Keputusan untuk penilaian risiko bencana di Kabupaten Asahan menggunakan metode Fuzzy Sugeno berbasis data BPBD. Sistem yang dibangun mampu mengolah variabel tingkat ancaman bencana, tingkat kerentanan, dan kapasitas penanggulangan bencana secara terintegrasi untuk menghasilkan tingkat risiko bencana dalam bentuk nilai tegas yang mudah dipahami.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fuzzy Sugeno efektif dalam mengakomodasi ketidakpastian data dan memberikan penilaian risiko bencana yang sistematis dan konsisten. Wilayah dengan tingkat ancaman dan kerentanan yang tinggi serta kapasitas penanggulangan yang rendah cenderung memiliki tingkat risiko bencana yang tinggi, sedangkan wilayah dengan ancaman dan kerentanan yang rendah serta kapasitas penanggulangan yang baik menunjukkan tingkat risiko yang rendah.

Dengan demikian, sistem pendukung keputusan yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat bantu bagi BPBD Kabupaten Asahan dalam menentukan prioritas mitigasi dan penanggulangan bencana. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem penilaian risiko bencana yang lebih komprehensif di masa mendatang dengan penambahan variabel dan data yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). *Pedoman umum penilaian risiko bencana*. Jakarta: BNPB.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Asahan. (2024). *Data dan informasi kebencanaan Kabupaten Asahan*. Dilihat dari <https://bpbd.asahankab.go.id>
- Berchmans, H. J., & Hirata, S. (2007). Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. seed oil with a high content of free fatty acids. *Bioresource Technology*, 99, 1716–1721.
- Birbeck, D., & Dummond, M. (2006). Very young children's body image: Bodies and minds under construction. *International Education Journal*, 7(4). Dilihat 12 Desember 2006, <http://iej.com>
- Computer Graphics Inter-Facing. (1996). 3rd. Modern Technology Corporation. Minneapolis.
- Handayani, S. P. (2010). *Pembuatan biodiesel dari minyak ikan dengan radiasi gelombang mikro*. (Skripsi, Universitas Sebelas Maret).
- Hidayat, T. (2018). Analisis risiko bencana berbasis sistem pendukung keputusan. *Jurnal Informatika*, 6(1), 45–52.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.



- Okamura, M., Takagaki, A., Toda, M., Kondo, J. N., Domen, K., Tatsumi, T., Hara, M., & Hayashi, S. (2006). Acid-catalyzed reaction on flexible polycyclic aromatic carbon in amorphous carbon. *Chemistry of Materials*, 18, 3030–3045.
- Paidi. (2008). Urgensi pengembangan kemampuan pemecahan masalah dan metakognitif siswa SMA melalui pembelajaran biologi. *Prosiding Seminar dan Musyawarah Nasional MIPA* yang diselenggarakan oleh FMIPA UNY, tanggal 30 Mei 2008. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Putra, A., & Wijaya, B. (2020). Sistem pendukung keputusan penilaian risiko bencana menggunakan metode fuzzy. *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(2), 115–123.
- Rahman, F., & Sari, D. (2021). Penerapan metode fuzzy Sugeno dalam penilaian risiko bencana. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 10(1), 55–63.
- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision support and business intelligence systems*. New Jersey: Pearson Education.