
**MITIGASI BENCANA PADA INFRASTRUKTUR JALAN RAYA
DAN JEMBATAN DI COMORO KOTA DILI**

Joana Capristana Ximenes

Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Universitas Warmadewa

e-mail: joanacapristana@gmail.com

Accepted: 7/7/2025; Published: 10/7/2025

ABSTRAK

Timor leste berada di khatulistiwa dan termasuk kawasan comoro. Hal ini menimbulkan potensi yang sangat tinggi untuk berbagai jenis bencana terkait hidrometeorologi, seperti banjir, kekeringan, cuaca ekstrem, gelombang laut ekstrem (tsunami), abrasi laut, serta kebakaran hutan. Berbagai kejadian dalam satu dekade terakhir, terutama kejadian bencana di Kota Dili telah menunjukkan adanya peningkatan tren frekuensi bencana di Timor leste. Kerusakan infrastruktur pascagempa dan tsunami telah mengganggu aktivitas masyarakat di sekitarnya. Hal ini disebabkan karena banyak faktor, seperti perubahan tataguna lahan, perubahan iklim, peningkatan curah hujan, dan peningkatan tren kejadian gempa. Infrastruktur jalan dan jembatan merupakan salah satu bangunan yang rentan terkena dampak kejadian bencana. Oleh karena itu, para pengelola bangunan jalan dan jembatan disarankan untuk melakukan mitigasi bencana dengan mempertimbangkan keselamatan bangunan tersebut terhadap parameter kebencanaan yang ada, seperti perubahan-perubahan morfologi sungai, kondisi tata guna lahan, kondisi iklim, dan peningkatan aktivitas kegempaan. Pada studi ini dibahas aspek-aspek yang memengaruhi terjadinya kebencanaan di Timor leste beserta mitigasinya.

Kata Kunci: Mitigasi Bencana, Infrastruktur, Jalan Raya dan Jembatan.

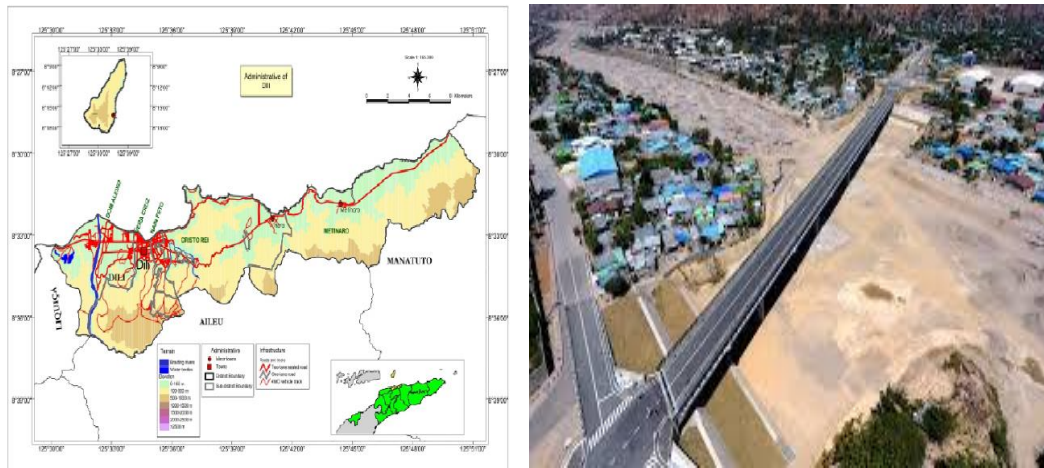
ABSTRACT

Timor leste is considered as one of the comoro countries which located in the equator as well as in Pacific Ring of Fire. It increases the risk of disasters significantly related to hydrometeorology disaster, such as flood, drought, extreme weather, extreme wave and abrasion, and forest fire. Various incidents in the past decades, especially disaster event in Palu, Central Sulawesi Province, have shown an increasing trend of disaster Timor leste. Damaged infrastructures post earthquake and tsunami have disrupted the activities of the surrounding community. It occurs due to many factors including land use change, climate change, increased rainfall intensity, and increased frequency of earthquake. Road and bridge infrastructures are vulnerable to disasters. Hence, road and bridge administators are advised to mitigate the infrastructure by considering the safety of the structures against existing disaster parameters such as river morphology, land use condition, climate condition, and earthquake. This paper will discuss aspects that affect the disaster in Timor leste and its mitigation

Keywords: Disaster Mitigation, Infrastructure, Road & bridge.

PENDAHULUAN

Wilayah Negara Kesatuan Republik Timor-Leste merupakan daerah rawan bencana. Posisinya yang terletak di garis khatulistiwa dan di kawasan comoro menimbulkan potensi tinggi untuk berbagai jenis bencana terkait hidrometeorologi, seperti banjir, kekeringan, cuaca ekstrem, gelombang laut ekstrem atau tsunami, abrasi pantai, serta kebakaran hutan, seperti yang terlihat pada Fenomena perubahan iklim juga semakin meningkatkan ancaman bencana hidrometeorologi. Berdasarkan Undang-Undang No. 24/2021, Timor Leste memiliki 3 tipe kebencanaan yang berisiko tinggi, yaitu banjir, tsunami, letusan, gerakan tanah atau tanah longsor, banjir, banjir bandang, kekeringan, cuaca ekstrem atau puting beliung, gelombang ekstrem dan abrasi, kebakaran hutan dan lahan, epidemi dan wabah penyakit, serta gagal teknologi. Dengan kondisi bencana yang dikombinasikan dengan tingginya kondisi kerentanan masyarakat timor leste, risiko kebencanaan di timor leste termasuk kategori yang sangat tinggi. Berdasarkan data BNPB, selama periode 2016–2019, tercatat berbagai kejadian bencana alam yang menimbulkan banyak korban jiwa. Kejadian bencana yang paling dominan, secara berurut adalah banjir, angin puting beliung, longsor, kekeringan, kebakaran hutan, abrasi pantai, erupsi gunung berapi, tsunami seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bencana Alam

Sumber: [www.http//.Google Eart.com](http://www.GoogleEart.com)

Di sisi lain, penyimpangan iklim yang terjadi saat ini juga berkontribusi dalam kebencanaan di Timor Leste, seperti pemanasan global serta peristiwa El Nino dan La Nina. El Nino dan La Nina merupakan dinamika atmosfer dan laut yang memengaruhi cuaca di sekitar laut Pasifik. Selain fenomena menghangatnya temperatur permukaan laut, terjadi pula fenomena sebaliknya, yaitu mendinginnya temperatur permukaan laut akibat menguatnya upwelling. Ketika El Nino berlangsung, musim kemarau menjadi sangat kering serta permulaan musim hujan yang terlambat. Sedangkan ketika La Nina, musim penghujan akan tiba lebih awal daripada biasanya. Selain dipengaruhi oleh fenomena pemanasan dan pendinginan permukaan laut di Pasifik (*El Nino Southern Oscillation* atau ENSO), kondisi iklim Timor Leste juga dipengaruhi oleh *Monsoon* dan *Dipole Mode Events* (DME), seperti yang ditunjukkan.

Ketika La Nina terjadi bersamaan dengan saat *Monsoon* martsu/april (puncak musim hujan), intensitas curah hujan di berbagai wilayah di Timor Leste menjadi sangat tinggi. Hal ini dapat menyebabkan banjir dan longsor di wilayah tersebut. Sebaliknya, jika El Nino terjadi saat musim kemarau, wilayah Timor Leste akan menjadi sangat kering dan potensi kebakaran hutan sangat tinggi. Data terbaru dari BNPB, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kebakaran Hutan

Sumber: Penelitian 2025

Menyebutkan bahwa pada periode bulan martsu tahun 2021 telah terjadi 366 kejadian bencana yang menyebabkan 54 orang meninggal dan hilang, serta lebih dari 257 orang mengungsi dan terdampak. Bencana juga telah mengakibatkan 280 rumah mengalami kerusakan. Puting beliung merupakan bencana yang paling banyak terjadi pada bulan april. Korban meninggal dan hilang paling banyak disebabkan bencana banjir, sedangkan kerusakan rumah paling banyak disebabkan oleh bencana puting beliung.

METODE PENELITIAN

Melihat kerentanan kondisi kebencanaan di Indonesia, diperlukan suatu pemahaman akan fenomena bencana yang terjadi, khususnya dalam sektor konstruksi bidang jalan dan jembatan. Pembangunan yang dilakukan tidak dengan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan yang matang, serta tidak dioperasikan dan tidak dipelihara dengan baik dapat menghasilkan infrastruktur yang rentan terhadap bencana. Bila terjadi suatu bencana, hasil produk sektor konstruksi menjadi tidak berfungsi dan menyebabkan terjadinya korban jiwa dan kerusakan infrastruktur, yang tentu saja akan menimbulkan kerugian yang lebih luas. Makalah ini membahas aspek yang memengaruhi terjadinya kebencanaan di Indonesia beserta mitigasinya. Penulisan makalah ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif berdasarkan data yang diperoleh. Data diperoleh dari pihak-pihak dan instansi terkait, seperti Kementerian PUPR, BNPB, akademisi, dan praktisi yang dianggap memiliki kompetensi mengenai topik kebencanaan melalui focus group discussion, baik secara internal maupun eksternal. Data sekunder diperoleh dari data literatur, baik dari laporan teknis instansi maupun penelusuran website online.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Penyebab

Bencana Tata guna lahan secara umum bergantung pada kemampuan lahan dan pada lokasi lahan. Perubahan tata guna lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dihindari (Ayala et al., 2019; Glade, 2003; Karsli et al, 2021). Perubahan tersebut biasanya terjadi karena 2 hal, yaitu: (1) adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang jumlahnya makin meningkat dan (2) berkaitan dengan meningkatnya tuntutan akan industri. Perubahan luas lahan kritis yang terjadi di provinsi yang ada di Timor Leste. Perubahan tata guna lahan mempunyai kecenderungan yang meningkat ke arah penggunaan lahan yang karakteristiknya memiliki resapan lebih kecil. Hal ini akan mengakibatkan meningkatnya nilai koefisien pengaliran permukaan atau limpasan dan memicu potensi terjadinya bencana longsor.



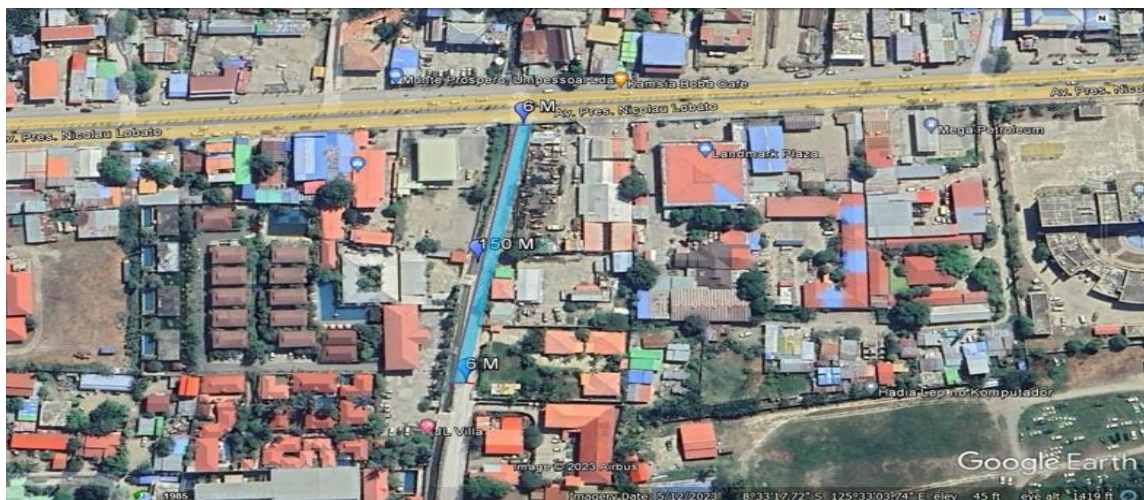
Gambar 3. Tanah Longsor

Sumber: Lokasi Penelitian tanah logsor Comoro Dili

Berdasarkan kajian Puslitbang SDA untuk Sungai Citarum, perubahan iklim diindikasikan mulai terjadi pada tahun 1970-an. Pada tahun 1930, era ketika belum terjadi fenomena perubahan iklim, tinggi hujan ekstrim yang mampu mengakibatkan banjir adalah 175 mm (nilai yang lebih besar daripada rata-rata hujan maksimum tahunan) selama 3 hari. Sedangkan pada saat ini perubahan iklim semakin terasa dampaknya, dengan tinggi hujan di bawah rata-rata hujan maksimum sudah mampu menyebabkan banjir. Kejadian banjir tersebut dapat diakibatkan oleh peningkatan koefisien run-off dan/atau penurunan kapasitas sungai untuk mengalirkan debit akibat akumulasi sedimen yang mengendap di alur-alur sungai. Pasokan sedimen dari daerah tangkapan sungai meningkat akibat hilangnya tutupan lahan dan peningkatan intensitas curah hujan. Kajian lain tentang fenomena curah hujan di Pulau timur menunjukkan bahwa terdapat beberapa wilayah yang memiliki tren perubahan tinggi Hujan Harian Maksimum Tahunan, seperti yang ditunjukkan pada Wilayah-wilayah yang memiliki tren perubahan kenaikan tinggi Hujan. Wilayah dengan warna biru lebih diakibatkan oleh kerusakan atau perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai. Pemantauan BMKG, telah terjadi peningkatan tren aktivitas gempa di Timor Leste, seperti pada pola kenaikan frekuensi banjir mulai terlihat sejak tahun 2019, dengan jumlah frekuensi banjir total 159. Hal ini tentu akan sangat berpengaruh kepada keamanan infrastruktur yang ada. Oleh karena itu, penting untuk selalu memeriksa keamanan infrastruktur tersebut secara periodik dan memeriksa kondisi infrastruktur setelah kejadian gempa. Dengan semakin berkembangnya ilmu dan teknologi banjir, risiko banjir terhadap struktur dapat dianalisis secara lebih cermat menggunakan model 3D dengan memperhatikan kemungkinan sumber banjir, sesar aktif, dan kondisi geologi setempat. Peningkatan akurasi peralatan pemantau pergerakan sesar dapat digunakan untuk merekonstruksi potensi sumber-sumber banjir dan jika digabungkan dengan catatan banjir yang telah terjadi, dapat dihitung akumulasi energi akibat pergerakan lempeng-lempeng benua yang “belum lepas”.

Pedoman perencanaan bangunan terhadap risiko gempa di Timor-Leste sudah dimulai dengan terbitnya Earthquake for Building tahun 1983 yang kemudian diperbaharui pada tahun 2019. Pada tahun 2020 diterbitkan peta risiko banjir Kota Dili yang disepakati untuk digunakan baik untuk bidang Sumber Daya Air, Bina Marga, dan Cipta Karya. Peta ini kemudian diperbaharui pada tahun 2021 dengan pemutakhiran mengikuti perkembangan terkini ilmu dan teknologi kegempaan. Adanya peta risiko gempa ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam desain dan perencanaan infrastruktur di Timor Leste dengan mempertimbangkan parameter banjir yang terkini.

Jembatan Comoro terletak Di kota Dili Comoro Tengah dan merupakan salah satu jembatan di Jalur Trans Bebonuk yang rusak akibat banjir bandang di tahun 2019. Jembatan dibangun di ruas bagian tengah Sungai Beduku dengan kecenderungan morfologi berliku (*meander*). Sungai di hulu jembatan terus berkembang dominan ke arah tikungan luar sehingga aliran sungai menyusur dan menggerus jalan pendekat jembatan. Aliran utama sungai masuk hampir sejajar ke bukaan jembatan. Kondisi yang tidak baik ini jauh berbeda dengan kondisi saat jembatan dibangun, yang dibiarkan tanpa pemeliharaan. Saat debit aliran sungai diperkirakan sebesar Q5tahun datang, aliran menggerus jalan pendekat dan mengakibatkan gerusan lokal di sekitar pilar tengah jembatan. Gerusan-gerusan ini mengakibatkan jembatan rusak berat. Pemeliharaan jembatan yang tidak memadai adalah penyebab utama kerusakan. Jika alur sungai di bagian hulu sempat diperbaiki dengan jalan membuat alur pandu (*pilot channel*), diperkirakan jembatan dan jalan pendekat dapat diselamatkan.



Jembatan Comoro yang terletak di Jalur ETDA mengalami nasib yang hampir sama dengan Jembatan Maloa. Jembatan dibangun pada ruas sungai yang memiliki kecenderungan berjaln (alur sungai berpindah-pindah sesaat setelah terjadi banjir). Kondisi ini diperburuk oleh aktivitas penambangan di bagian hulu sungai yang mengakibatkan kenaikan dasar sungai (agradasi). Saat banjir di akhir tahun 2019, dengan intensitas hujan wilayah R5 tahun, bukaan sungai tidak mencukupi dan aliran berpindah menerjang jalan-jalan pendekat di kiri dan di

kanan jembatan, akibat bukaan jembatan tersumbat oleh batang-batang kayu (*floating debris*) yang hanyut terbawa aliran sungai. Kerusakan Jembatan Dampala dapat dilihat pada tipe sungai termasuk tipe berjalun (*braided*), panjang jembatan pengganti seyogyanya cukup didesain dengan memperhatikan lebar alur dan dilengkapi dengan struktur pengiring di udik dan di hilir bangunan. Selanjutnya, karena dasar sungai terus naik (agradasi) serta membawa *floating debris* dan *traffic* makin rendah, pilihan *causeway bridge* dapat menjadi pilihan yang baik sebagai bangunan pengganti. Alternatif lain adalah tipe jembatan biasa, tetapi pada ruas sungai di bagian hulu jembatan harus dibangun bangunan pengendali dasar sungai (*check-dam*).



Sumber: [www.http//.Google.com](http://www.google.com)

Tahun 2021 banjir dan gerusan tebing Sungai comoro ruas bagian hulu telah mengakibatkan Kejadian ini membuat bangunan yang ada di atasnya meluncur hingga jarak sekitar 40 meter dan tenggelam akibat putaran aliran arah vertikal maupun horizontal. Kondisi area yang mengalami Nalodo dicirikan dengan karakteristik teknik sebagai berikut:

- a. Muka air tanah yang dangkal
- b. Terdapat lapisan tipis dengan porositas yang relatif rendah
- c. Kemiringan dan kepadatan endapan tanah pasir relatif rendah.

Strategi penanganan likuifaksi yang paling realistis untuk dilakukan adalah dengan menurunkan muka air tanah. Penyesuaian kondisi lainnya sangat mahal untuk dilakukan. Gambaran luasan area likuifaksi yang terjadi dapat terdampak likuifaksi dengan memasang lapisan kedap untuk mengurangi perkolasi di saluran irigasi, pembuatan saluran drainase untuk mengendalikan muka air tanah, pembuatan sumur dalam dan memanfaatkan air tanah dalam, normalisasi dan penurunan dasar sungai, serta pembangunan Sabo dam segera dilakukan.

KESIMPULAN

Mitigasi kebencanaan terkait infrastruktur jalan dan jembatan dapat dilakukan dengan menerapkan hal-hal berikut:

1. Konsultasi kepada Pengelola Wilayah Sungai terkait, untuk memeriksa apakah Daerah Aliran Sungai (DAS) lokasi jalan dan jembatan memiliki tren positif terdampak *Climate Change*.
2. Perubahan tata guna lahan dan perkembangan morfologi sungai (berliku atau berjalun, agradasi atau degradasi) harus diperhatikan dan segera dilakukan penyesuaian agar tidak membahayakan infrastruktur.
3. Pembaharuan Peta Risiko Kegempaan harus diikuti dan dilakukan evaluasi apakah infrastruktur tersebut cukup aman atau perlu diperkuat agar memenuhi persyaratan terbaru.
4. Kewaspadaan diperlukan untuk infrastruktur yang berada di atas lapisan dengan parameter geoteknik, seperti terdapat endapan sedimen pasir dengan kepadatan rendah ($N_{spt} < 10$), muka air tanah dangkal, terdapat lapisan tipis dengan porositas relatif rendah, permukaan tanah memiliki kemiringan, dan berada pada wilayah yang memiliki risiko kegempaan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcántara-Ayala, I., Esteban-Chávez, O., & Parrot, J. F. (2006). Landsliding related to land-cover change: A diachronic analysis of hillslope instability distribution in the Sierra Norte, Puebla, Mexico. *Catena*, 65(2), 152-165.
- Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L., & Ibsen, M. (1996). Landslide recognition (Prepoznavanje zemeljskih udorov).
- Glade, T. (2003). Landslide occurrence as a response to land use change: a review of evidence from New Zealand. *Catena*, 51(3-4), 297-314.
- Goda, K., Mori, N., Yasuda, T., Prasetyo, A., Muhammad, A., & Tsujio, D. (2019). Cascading geological hazards and risks of the 2018 Sulawesi Indonesia earthquake and sensitivity analysis of tsunami inundation simulations. *Frontiers in Earth Science*, 7, 261.
- Karsli, F. E. Z. İ., Atasoy, M., Yalcin, A., Reis, S., Demir, O. Ğ. U. Z. H. A. N., & Gokceoglu, C. (2009). Effects of land-use changes on landslides in a landslide-prone area (Ardesen, Rize, NE Turkey). *Environmental monitoring and assessment*, 156(1), 241-255.
- Moerwanto, A. S., & Zulfan, J. (2020). Mitigasi bencana alam pada infrastruktur jalan dan jembatan. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)*, 6(1), 1-14.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)