

Perencanaan Akibat Gempa Pada Bangunan Cagar Budaya, Istana Mini Banda, Kawasan Pulau Banda Neira

Angel Rumihin^{1*}, Ony Frengky Rumihin²

^{1,2} Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya

^{1,2}E-mail: angelrumihin19@gmail.com

Abstract

The Mini Palace of Banda is a cultural heritage building located on Banda Neira Island, Central Maluku Regency, Maluku Province. Several earthquakes, including the significant event on January 10, 2023, have severely impacted historical structures in the region, including the Mini Palace. This study aims to develop a restoration plan for earthquake-induced damages while adhering to cultural heritage conservation principles. The research methods include an analysis of the existing building conditions, structural evaluations, and cost estimation for rehabilitation efforts. The findings indicate damage to the main Mini Palace building, the residence building, auxiliary buildings, and the exile house of Bung Hatta. Structural evaluations highlight the need for repairs to the roofing, walls, and reinforcement of the foundations to ensure the stability of the structures. Rehabilitation cost estimations reveal allocation proportions of 20.10% for the Mini Palace, 8.254% for the residence building, and 16.95% for the auxiliary buildings from the total budget of IDR 15,660,455,000.00. This study contributes by providing a technical planning framework for the post-earthquake rehabilitation of cultural heritage buildings while preserving their historical, architectural, and cultural values.

Keywords: Cultural Heritage Building, Earthquake, Building Rehabilitation, Conservation, Structural Analysis, Cost Estimation

Abstrak

Istana Mini Banda merupakan salah satu bangunan cagar budaya yang terletak di Pulau Banda Neira, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Beberapa kali gempa bumi yang melanda kawasan ini, termasuk gempa pada 10 Januari 2023, telah memberikan dampak signifikan terhadap kondisi bangunan-bangunan bersejarah, termasuk Istana Mini Banda. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan upaya penanganan kerusakan akibat gempa dengan mempertimbangkan prinsip konservasi cagar budaya. Metode penelitian meliputi analisis kondisi eksisting bangunan, evaluasi struktur, serta perhitungan estimasi biaya rehabilitasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan terjadi pada bangunan utama Istana Mini, bangunan residen, bangunan penunjang, dan bangunan rumah pengasingan Bung Hatta. Evaluasi struktur mengidentifikasi perlunya perbaikan pada atap, dinding, serta penguatan pondasi untuk menjaga stabilitas bangunan. Estimasi biaya rehabilitasi menunjukkan proporsi kebutuhan biaya sebesar 20,10% untuk Istana Mini, 8,254% untuk bangunan residen, dan 16,95% untuk bangunan penunjang dari total anggaran sebesar Rp15.660.455.000,00. Penelitian ini berkontribusi dalam memberikan dasar perencanaan teknis rehabilitasi bangunan cagar budaya pasca gempa dengan tetap mempertahankan nilai kesejarahan, arsitektural, dan budaya yang melekat.

Kata kunci: Bangunan Cagar Budaya, Gempa Bumi, Rehabilitasi Bangunan, Konservasi, Analisis Struktur, Estimasi Biaya

1. PENDAHULUAN

Pulau Banda Neira, sebuah titik kecil di tengah lautan Maluku, menyimpan kisah besar yang membentuk sejarah dunia. Di antara riuh ombak dan hijaunya pala yang dahulu menjadi rebutan dunia, berdirilah Istana Mini Banda — sebuah saksi

*Corresponding Author's email: angelrumihin19@gmail.com

bisu perjalanan panjang Banda sebagai pusat perdagangan rempah-rempah dunia. Istana ini, bersama dengan sejarah kelam pembantaian tahun 1621 oleh VOC dan kisah pengasingan para pejuang nasional seperti Mohammad Hatta, Sutan Syahrir, dan Cipto Mangunkusumo, menjadi bagian yang tak terpisahkan dari identitas Banda Neira (Merlina et al., 2024; Tamarwut, 2023).

Namun, waktu dan bencana alam menguji ketangguhan peninggalan ini. Gempa bumi pada 10 Januari 2023 memberikan dampak signifikan terhadap struktur bangunan, merusak fisik dan mengancam nilai historis yang dikandungnya (Rumihin, 2024). Istana Mini Banda kini berdiri dalam kondisi memprihatinkan, membutuhkan lebih dari sekadar perbaikan — dibutuhkan pemulihan yang menghormati kisah yang terpatri dalam setiap sudutnya.

Melalui penelitian ini, upaya penyelamatan Istana Mini Banda akan diarahkan pada rehabilitasi berbasis prinsip konservasi dan revitalisasi cagar budaya. Penanganan tidak hanya memperhatikan aspek teknis perbaikan bangunan, tetapi juga mempertimbangkan nilai sosial, budaya, dan sejarah yang melekat, sebagaimana diamanatkan oleh Undang-Undang No. 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya. Sebuah pendekatan yang tidak hanya merestorasi bentuk fisik, namun juga menghidupkan kembali jiwa yang bersemayam di dalamnya (Rasyid et al., 2024; Surbakti, 2021).

Secara metodologis, penelitian ini mengadopsi pendekatan komprehensif yang melibatkan survei kondisi eksisting, evaluasi struktural berbasis SNI 03-1726-2002, hingga analisis biaya rehabilitasi (Indera & Prayitno, 2022; Nugroho et al., 2021). Hasilnya diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata bagi pengembangan metode konservasi bangunan cagar budaya di wilayah rawan gempa.

Upaya rehabilitasi dan konservasi bangunan cagar budaya pasca-bencana telah menjadi topik penting dalam studi teknik sipil dan arsitektur dalam satu dekade terakhir. Ferrari (2024) dan López-Castro et al. (2022) menekankan pentingnya strategi konservasi pasca-gempa yang mengintegrasikan analisis kerusakan struktur dengan pendekatan minimal invasif. Sejalan dengan itu, penelitian oleh Ismaeel & Mohamed (2023) dan Wang et al. (2023) menegaskan bahwa rehabilitasi bangunan bersejarah harus memperhatikan keseimbangan antara perbaikan teknis dan pelestarian nilai budaya.

Restorasi, sebagai salah satu bentuk intervensi dalam konservasi, dipahami bukan sekadar memperbaiki bangunan, tetapi menghidupkan kembali vitalitas kawasan dengan mempertahankan nilai-nilai strategisnya (Wicaksono et al., 2024). Proses ini mencakup konservasi fisik, pemberian nilai ekonomi baru, serta pemilihan fungsi yang berkontribusi terhadap keberlanjutan sosial budaya kawasan. Dalam konteks ini, revitalisasi fisik bertujuan sebagai pengungkit ekonomi, dengan harapan menciptakan siklus pemeliharaan yang berkelanjutan (Guo et al., 2021; Labadi et al., 2021; Nag & Mishra, 2024).

Teknik rehabilitasi bangunan cagar budaya pasca-gempa juga banyak dibahas dalam studi-studi struktural mutakhir. Misalnya, Ademović et al. (2022) dan J. Wang & Ng (2023) membahas pentingnya penguatan struktural berbasis analisis ragam respons spektrum untuk bangunan bersejarah di Indonesia. Di sisi lain, penelitian oleh Ram & Shen (2024) dan Trovato et al. (2024) menggarisbawahi perlunya pendekatan berbasis nilai (*value-based approach*) dalam menentukan teknik perbaikan, agar nilai historis tidak tergerus oleh kebutuhan teknis modernisasi.

Dalam hal konservasi material bangunan, kajian oleh Baglioni et al. (2021) dan Shehata et al. (2022) memperlihatkan pentingnya memahami karakteristik material asli sebelum memutuskan metode restorasi, baik melalui pemulihan statis, dinamis, atau kombinasi keduanya. Teknik ini diperkuat oleh temuan dari Alabdullah et al. (2022) yang menganjurkan perawatan material berbasis uji laboratorium untuk menghindari intervensi yang merusak.

Kajian lebih lanjut dari Hosamo et al. (2022) menunjukkan bahwa keberhasilan konservasi terletak pada pemahaman lanskap budaya secara utuh, bukan hanya pada elemen bangunan individual. Sementara itu, penelitian oleh Hao & Wang (2023) mendorong perlunya integrasi aspek sosial-ekonomi dalam proyek revitalisasi agar tidak terjebak dalam konservasi eksklusif yang mengabaikan kebutuhan masyarakat sekitar.

Dalam perspektif ekonomi konservasi, penelitian oleh Niemczewska (2021) menekankan bahwa pemberian fungsi baru pada bangunan cagar budaya, seperti adaptasi menjadi pusat komunitas atau museum, dapat memperpanjang siklus hidup bangunan sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pendapat ini diperkuat oleh Ventre & Cerreta (2024), yang menguraikan konsep “heritage-driven development” sebagai strategi revitalisasi kawasan bersejarah.

Sedangkan dalam hal evaluasi risiko kerusakan struktural, penelitian dari Zhang (2024) menawarkan model simulasi berbasis analisis numerik untuk mengevaluasi kerentanan bangunan bersejarah terhadap gempa bumi. Ini relevan dalam konteks Pulau Banda Neira, yang termasuk dalam kawasan rawan gempa. Dari berbagai studi tersebut, jelas terlihat bahwa rehabilitasi bangunan cagar budaya pasca-bencana membutuhkan pendekatan multidisipliner: menggabungkan teknik struktur, konservasi material, revitalisasi fungsi, serta pelibatan komunitas.

Meskipun banyak penelitian telah membahas konservasi dan rehabilitasi bangunan bersejarah pasca-bencana, sebagian besar studi masih berfokus pada kawasan urban besar atau monumen dengan status internasional. Sangat sedikit perhatian diberikan pada bangunan cagar budaya di pulau-pulau kecil seperti Banda Neira, yang memiliki keterbatasan sumber daya, tantangan geografis, dan kerentanan terhadap gempa bumi. Selain itu, pendekatan yang benar-benar mengintegrasikan rehabilitasi teknis berbasis analisis struktur dengan pemulihan nilai sosial-budaya masyarakat sekitar masih jarang dijumpai, khususnya dalam konteks Indonesia bagian timur.

Di sinilah letak pembeda dari penelitian ini — pendekatan rehabilitasi Istana Mini Banda dilakukan tidak hanya sebagai upaya teknis perbaikan struktur pasca-gempa, tetapi juga sebagai pemulihan vitalitas budaya lokal yang selama ini kurang tersentuh. Penelitian ini menggabungkan evaluasi struktur berbasis standar SNI terbaru dengan konsep revitalisasi kawasan berbasis nilai budaya dan sosial ekonomi, sebuah integrasi pendekatan yang jarang diterapkan secara simultan pada konteks pulau kecil bersejarah di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan rencana rehabilitasi Istana Mini Banda secara holistik, dengan memadukan prinsip konservasi struktural pasca-gempa, pemulihan fungsi sosial budaya, serta pemberdayaan potensi ekonomi kawasan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat tercipta model penanganan bangunan cagar budaya di wilayah rawan gempa yang tidak hanya memperbaiki kerusakan fisik, tetapi juga menghidupkan kembali spirit sejarah dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif-analitis dengan strategi komprehensif yang berbasis pada evaluasi kondisi eksisting, analisis struktur bangunan, serta analisis biaya rehabilitasi. Fokus utama diarahkan pada upaya mengembangkan metode konservasi bangunan cagar budaya di wilayah rawan gempa, dengan mengambil studi kasus Istana Mini di Banda Neira. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kondisi nyata bangunan, merancang intervensi rehabilitasi yang tepat sasaran, serta menghitung kebutuhan biaya secara realistis, berlandaskan kondisi aktual serta standar ketahanan gempa yang diatur dalam SNI 03-1726-2002. Melalui metode ini, penelitian tidak hanya berupaya menjaga keutuhan fisik bangunan bersejarah, tetapi juga menghidupkan kembali makna sosial dan budaya yang terkandung di dalamnya.

Subjek penelitian ini adalah bangunan cagar budaya Istana Mini Banda Neira beserta area penunjangnya, yang berlokasi di Pulau Banda Neira, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku, Indonesia. Bangunan ini dipilih karena nilai sejarahnya yang tinggi serta kondisinya yang membutuhkan pendekatan konservasi khusus mengingat ancaman gempa bumi yang cukup signifikan di kawasan tersebut.

Data penelitian terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang mencakup pengukuran geometrik bangunan, dokumentasi visual terhadap kerusakan melalui foto, sketsa, dan deskripsi lapangan, serta penilaian terhadap kondisi fisik struktur seperti retakan, deformasi, dan keausan material. Selain itu, dilakukan pula wawancara terbatas dengan pemangku kepentingan lokal, seperti pejabat kebudayaan dan masyarakat sekitar, untuk memperkaya perspektif sosial dan budaya dalam konservasi. Data sekunder diperoleh dari dokumen sejarah terkait pembangunan dan perubahan struktur

Istana Mini, standar dan regulasi seperti SNI 03-1726-2002 tentang ketahanan gempa struktur bangunan dan Undang-Undang No. 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya, serta berbagai kajian literatur sebelumnya yang relevan dengan tema konservasi bangunan cagar budaya dan rehabilitasi pasca-gempa.

Prosedur penelitian ini dirancang secara bertahap agar setiap langkah dapat mendukung dan memperkuat temuan pada tahap berikutnya. Tahap pertama adalah survei dan analisis kondisi eksisting, di mana dilakukan pengumpulan data geometrik dan dokumentasi kerusakan, serta klasifikasi kerusakan berdasarkan tingkat keparahan (ringan, sedang, berat). Material asli bangunan dan kondisi penggunaannya saat ini juga diidentifikasi secara cermat. Tahap kedua melibatkan evaluasi struktur bangunan melalui pemodelan menggunakan perangkat lunak SAP2000 berdasarkan data eksisting, dilanjutkan dengan analisis respon bangunan terhadap gempa rencana menggunakan metode dinamik ragam respons spektrum, serta penilaian terhadap batas layan (serviceability limit state) dan batas ultimit (ultimate limit state) dari struktur tersebut.

Tahap ketiga adalah perumusan strategi rehabilitasi, yang mencakup penentuan metode konservasi seperti restorasi, rehabilitasi dinamis atau statis, atau kombinasi keduanya. Pada tahap ini juga disusun rencana intervensi struktural seperti perbaikan retakan dan penguatan elemen struktural, serta dirumuskan pendekatan revitalisasi fungsi bangunan agar konservasi yang dilakukan tetap relevan secara sosial-ekonomi. Setelah itu, dilakukan analisis biaya rehabilitasi dengan estimasi volume pekerjaan berdasarkan rencana rehabilitasi yang telah disusun, penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan kondisi eksisting, serta evaluasi kebutuhan sumber daya manusia, material, dan waktu pelaksanaan. Akhirnya, semua temuan tersebut dijadikan dasar untuk penyusunan rekomendasi teknis rehabilitasi dan penyajian model konservasi yang adaptif terhadap kondisi wilayah rawan gempa, berlandaskan pada studi kasus Istana Mini Banda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

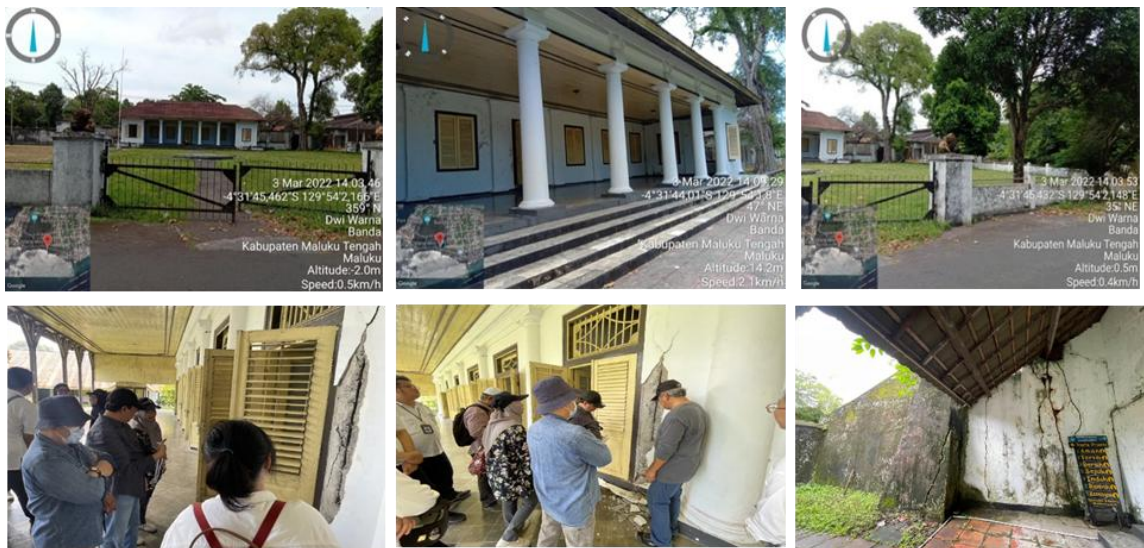
3.1 Analisis kondisi Eksisting

Berdasar pada analisis masa lalu/kajian kesejarahan beberapa hal menjadi dasar dalam penentuan konsep kondisi eksisting Istana Mini Banda Neira adalah sebagai berikut:

- a) Perlu memperhatikan unsur keaslian bangunan
- b) Perlunya penataan lingkungan sekitar yang memberikan kesan masa lalu
- c) Pengendalian kegiatan disekitar kawasan, untuk tetap memberikan kesan kesejarahan masa lalu
- d) Perlu penataan terhadap kegiatan ekonomi yang didukung dengan infrastruktur dan sarana prasarana yang memadai untuk kegiatan wisata

Berdasarkan kondisi eksisting kerusakan terjadi pada bangunan utama istana mini, bangunan residen, bangunan penunjang dan bangunan rumah pengasingan

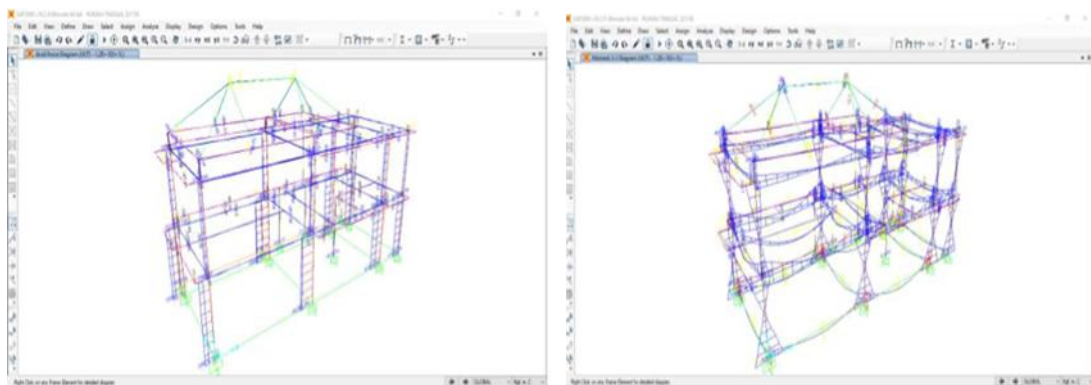
Bung Hatta dengan metode rehabilitasi agar bangunan segera mendapat penanganan dan memenuhi ketentuan penanganan bangunan cagar budaya,



Gambar 1. Kondisi eksisting Istana mini Banda (hasil penelitian)

3.2 Evaluasi Struktur Bangunan

Berikut disajikan evaluasi struktur bangunan, mulai dari atap, dinding, dan pondasi.



Gambar 2. Perhitungan Struktur (hasil analisis)

Dalam menganalisis kondisi struktur Istana Mini Banda Neira, ditemukan sejumlah kerusakan signifikan yang membutuhkan intervensi konservasi secara hati-hati dan terencana. Hasil analisis perhitungan struktur menunjukkan bahwa pada bagian atap terjadi kerusakan cukup serius. Kemiringan bangunan mengalami perubahan yang berdampak pada peningkatan beban statis, yang dalam jangka panjang dapat memperparah kondisi struktur. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembalian material rangka dan penutup atap ke bentuk dan jenis aslinya, sehingga tidak hanya mengurangi beban statis berlebih, tetapi juga mengembalikan bentuk autentik bangunan cagar budaya tersebut sebagaimana mestinya.

Sementara itu, pada bagian dinding bangunan ditemukan retakan-retakan yang terjadi secara massif, mengindikasikan adanya penurunan kekuatan struktur

vertikal yang cukup mencemaskan. Untuk mengatasi masalah ini, metode perbaikan yang disarankan adalah teknik jahitan pada retakan-retakan tersebut. Namun, dalam penerapannya perlu diperhatikan upaya maksimal untuk mempertahankan keaslian material dan estetika dinding asli, agar nilai historis dan budaya dari bangunan tidak terganggu oleh proses rehabilitasi yang dilakukan.

Adapun pada bagian pondasi, analisis menunjukkan adanya retakan-retakan besar yang meluas di sepanjang struktur bawah bangunan. Kondisi ini mengisyaratkan kebutuhan mendesak untuk memperkuat pondasi dengan menambahkan pondasi keliling di sekitar bangunan utama. Penambahan ini bertujuan untuk memperkuat struktur dasar bangunan secara keseluruhan, sehingga mampu meningkatkan daya dukungnya terhadap beban bangunan serta meningkatkan ketahanannya terhadap potensi gempa di masa depan.

Untuk memudahkan gambaran terhadap hasil analisis struktur ini, berikut disajikan dalam bentuk tabel:

Tabel 1 Gambaran Kondisi Kerusakan Istana Mini Banda		
Elemen Struktur	Kondisi Kerusakan	Strategi Rehabilitasi
Atap	Perubahan kemiringan, beban statis berlebih	Pengembalian material dan bentuk atap ke kondisi asli untuk mengurangi beban
Dinding	Retakan massif	Perbaikan dengan metode jahitan, mempertahankan keaslian dinding
Pondasi	Retakan massif	Penambahan pondasi keliling untuk memperkuat struktur dasar bangunan

Dengan memahami karakteristik kerusakan pada masing-masing elemen struktur ini, intervensi rehabilitasi yang dilakukan diharapkan dapat menjaga keseimbangan antara upaya pelestarian nilai historis bangunan dan kebutuhan teknis untuk memperkuat struktur di tengah ancaman gempa yang terus mengintai kawasan Banda Neira. Pendekatan ini juga menjadi bagian dari upaya lebih luas untuk memastikan bahwa konservasi bukan hanya menjaga bentuk fisik, melainkan juga menghidupkan kembali makna kultural yang melekat dalam bangunan bersejarah tersebut.

3.3 Analisis Biaya

Komponen biaya yang dihitung dapat dilihat pada tabel-1. Analisis biaya

Tabel 2 Analisis Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Prosentase (%)	Jumlah Harga (RP)
1	Pekerjaan persiapan/umum	0,79	112.510.000,00
2	Pengadaan Pelengkapan K3	0,30	42.000.000,00
3	Penataan Gedung Istana Mini	20,10	2.862.210.028,43
4	Penataan Gedung Residen	8,24	1.172.778.805,20
5	Penataan Gedung Penunjang	16,95	2.413.138.891,22
6	Penataan Taman Wilayah Pesisir (TWP)	16,86	2.399.704.540,85
7	Penataan koridor jalan pelabuhan Istana	36,63	5.214.435.268,32
8	Pekerjaan penunjang dan lain-lain	0,14	20.000.000,00
Jumlah		100,00	14.236.777.534,03
PPN 10%			1.423.677.753,40
Jumlah Total			15.660.455.287,44
Dibulatkan			15.660.455.000,00

Sumber: hasil analisis

Melalui tabel-2 analisis biaya dapat dijelaskan bahwa komponen persiapan diperlukan untuk sebesar 0,79 %, komponen biaya kelengkapan K3 sebesar 0,30 %, komponen biaya gedung istana mini sebesar 20,10 %, komponen biaya Gedung residen sebesar 8,24 %, komponen biaya Gedung penunjang sebesar 16,95 %, komponen biaya taman wilayah pesisir 16,86 % dan komponen biaya koridor jalan sebesar 36,63 % serta komponen biaya lain-lain sebesar 0,14 %. seluruh prosentasi tiap komponen dari total biaya rehabilitasi sebesar Rp. 15.660.455.000,00.-

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa gempa bumi yang melanda Banda Neira telah menimbulkan kerusakan yang signifikan pada sejumlah bangunan cagar budaya, khususnya Istana Mini, bangunan residen, bangunan penunjang, dan rumah pengasingan Bung Hatta. Analisis struktur menunjukkan bahwa upaya rehabilitasi yang perlu dilakukan tidak hanya mencakup perbaikan pada elemen atap dan dinding, tetapi juga penguatan pada sistem pondasi untuk memastikan ketahanan struktural bangunan di masa mendatang. Estimasi kebutuhan biaya rehabilitasi menunjukkan distribusi proporsional, yakni sebesar 20,10% untuk Istana Mini, 8,254% untuk bangunan residen, dan 16,95% untuk bangunan penunjang dari total anggaran yang direncanakan sebesar Rp15.660.455.000,00. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam bidang konservasi cagar budaya, khususnya dalam konteks mitigasi kerusakan pasca-gempa, dengan mengintegrasikan prinsip pelestarian nilai kesejarahan, arsitektural, dan budaya ke dalam perencanaan teknis rehabilitasi bangunan bersejarah.

Terdapat beberapa saran yang dapat diajukan untuk mendukung upaya konservasi bangunan cagar budaya di wilayah rawan gempa, khususnya pada kasus Istana Mini Banda Neira. Pertama, dalam pelaksanaan rehabilitasi, sangat penting

untuk memastikan bahwa setiap intervensi struktural dilakukan dengan mengedepankan prinsip kehati-hatian agar keaslian elemen arsitektural tetap terjaga. Teknik perbaikan atap, dinding, dan pondasi harus mengacu pada metode konservasi yang telah teruji dan disesuaikan dengan karakteristik material bangunan bersejarah.

Kedua, perlu dilakukan monitoring berkala terhadap kondisi struktur bangunan pascarehabilitasi untuk mendeteksi secara dini potensi kerusakan akibat aktivitas seismik berikutnya. Monitoring ini sebaiknya dilengkapi dengan dokumentasi teknis yang memadai sehingga dapat menjadi referensi untuk perawatan rutin maupun tindakan konservasi lebih lanjut di masa depan.

Ketiga, dalam perencanaan anggaran, pemerintah daerah bersama pemangku kepentingan terkait perlu mempertimbangkan penyusunan skema pembiayaan jangka panjang untuk konservasi, yang tidak hanya fokus pada rehabilitasi pascabencana, tetapi juga pada program pelestarian berkelanjutan. Dukungan terhadap peningkatan kapasitas tenaga konservasi lokal juga menjadi prioritas, guna memastikan bahwa pelaksanaan konservasi mampu menjaga keseimbangan antara ketahanan teknis dan pelestarian nilai historis.

Akhirnya, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan pedoman teknis konservasi bangunan cagar budaya di kawasan rawan bencana, sehingga tidak hanya Istana Mini Banda Neira, tetapi juga situs-situs bersejarah lainnya dapat terlindungi dan diwariskan kepada generasi mendatang dalam kondisi yang tetap autentik dan bermakna.

REFERENSI

- Ademović, N., Toholj, M., Radonić, D., Casarin, F., Komesar, S., & Ugarković, K. (2022). Post-Earthquake Assessment and Strengthening of a Cultural-Heritage Residential Masonry Building after the 2020 Zagreb Earthquake. *Buildings*, 12(11), 2024. <https://doi.org/10.3390/buildings12112024>
- Alabdullah, A. A., Iqbal, M., Zahid, M., Khan, K., Nasir Amin, M., & Jalal, F. E. (2022). Prediction of rapid chloride penetration resistance of metakaolin based high strength concrete using light GBM and XGBoost models by incorporating SHAP analysis. *Construction and Building Materials*, 345, 128296. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128296>
- Baglioni, M., Poggi, G., Chelazzi, D., & Baglioni, P. (2021). Advanced Materials in Cultural Heritage Conservation. *Molecules*, 26(13), 3967. <https://doi.org/10.3390/molecules26133967>
- Ferrari, L. (2024). Emergency Response for Architectural Heritage in Seismic Areas: An Integrated Approach to Safety and Conservation. *Heritage*, 7(9), 4678–4696. <https://doi.org/10.3390/heritage7090221>
- Guo, P., Li, Q., Guo, H., & Li, H. (2021). Quantifying the core driving force for the sustainable redevelopment of industrial heritage: implications for urban renewal. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), 48097–48111. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14054-7>
- Hao, Z., & Wang, Y. (2023). Evaluation of socio-economic-ecological environmental

- benefits of urban renewal projects based on the coupling coordination degree. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 56946–56968. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26284-y>
- Hosamo, H. H., Svennevig, P. R., Svidt, K., Han, D., & Nielsen, H. K. (2022). A Digital Twin predictive maintenance framework of air handling units based on automatic fault detection and diagnostics. *Energy and Buildings*, 261, 111988. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111988>
- Indera, E., & Prayitno, P. (2022). Evaluasi Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisa Respon Spektrum Menggunakan Software Etabs Versi 2013. *Zona Teknik: Jurnal Ilmiah*, 16(1).
- Ismaeel, W. S. E., & Mohamed, A. G. (2023). A structural equation modelling paradigm for eco-rehabilitation and adaptive reuse of cultural heritage buildings. *Building and Environment*, 242, 110604. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110604>
- Labadi, S., Giliberto, F., Rosetti, I., Shetabi, L., & Yildirim, E. (2021). Heritage and the sustainable development goals: Policy guidance for heritage and development actors. *International Journal of Heritage Studies*.
- López-Castro, B., Haro-Baez, A. G., Arcos-Aviles, D., Barreno-Riera, M., & Landázuri-Avilés, B. (2022). A Systematic Review of Structural Health Monitoring Systems to Strengthen Post-Earthquake Assessment Procedures. *Sensors*, 22(23), 9206. <https://doi.org/10.3390/s22239206>
- Merlina, N., Gunawan, H., Nugrahini, P. E., Lasido, N., Anwar, H., Mujizatullah, M., & Syamsurijal, S. (2024). Multicultural Traces In Old Islamic, European And Chinese Tombs In Maluku-Indonesia (Historical-Archaeological Analysis). *Trames. Journal of the Humanities and Social Sciences*, 28(4), 373. <https://doi.org/10.3176/tr.2024.4.04>
- Nag, A., & Mishra, S. (2024). Mining Ghost Town Revitalization through Heritage Tourism Initiatives. *Journal of Mining and Environment*, 15(2), 439–461.
- Niemczewska, Z. E. (2021). The sociocultural impact of adaptive reuse of immovable cultural heritage from the perspective of direct users and the local community. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 11(3), 240–261. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-07-2019-0093>
- Nugroho, N. S., Erizal, & Putra, H. (2021). Structure evaluation of building based on the earthquake response acceleration spectrum of the SNI 03-1726-2019. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 871(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012013>
- Ram, S., & and Shen, Z. (2024). Conservation of urban heritage post-earthquake reconstruction through community involvement: case study of THIMI-issues and lessons learned. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 23(2), 495–514. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2245001>
- Rasyid, R., Berhitu, P. T., & Metekohy, E. F. (2024). Konsep Kota 15 Menit : Peluang dan Tantangan Penerapannya pada Kota Pulau. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(11), 4577–4591. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i11.1764>
- Rumihin, O. F. (2024). Water Resources Management In Small Islands: A Review of Public Policy Implementation In The Development of Lekloor Reservoir, Nomaha Island. *Baileo: Jurnal Sosial Humaniora*, 1(3), 268–280. <https://doi.org/10.30598/baileofisipvol1iss3pp268-280>

- Shehata, N., Mohamed, O. A., Sayed, E. T., Abdelkareem, M. A., & Olabi, A. G. (2022). Geopolymer concrete as green building materials: Recent applications, sustainable development and circular economy potentials. *Science of The Total Environment*, 836, 155577. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155577>
- Surbakti, K. (2021). Pemanfaatan Tinggalan Kolonial di Pulau Neira, Kepulauan Banda, Kabupaten Maluku tengah sebagai upaya preservasi cagar budaya. *Forum Arkeologi*, 34(1), 51–66.
- Temarwut, R. (2023). Identifikasi Peninggalan Situs -Situs Sejarah Sebagai Sumber Belajar Sejarah pada Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kecamatan Banda Naira Kabupaten Maluku Tengah. *Paradigma: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Humaniora*, 9(1), 53–67. <https://doi.org/10.62176/paradigma.v9i1.233>
- Trovato, M. R., Ventura, V., Lanzafame, M., Giuffrida, S., & Nasca, L. (2024). Seismic-Energy Retrofit as Information-Value: Axiological Programming for the Ecological Transition. *Sustainability*, 16(6), 2435. <https://doi.org/10.3390/su16062435>
- Ventre, S., & Cerreta, M. (2024). *Assemblages for Cultural Heritage: A Methodological Approach of Heritage-Driven Enhancement BT - Computational Science and Its Applications – ICCSA 2024 Workshops* (O. Gervasi, B. Murgante, C. Garau, D. Taniar, A. M. A. C. Rocha, & M. N. Fagnas Lago (eds.); pp. 356–372). Springer Nature Switzerland.
- Wang, J., & Ng, Y. Y. E. (2023). Post-earthquake housing recovery with traditional construction: A preliminary review. *Progress in Disaster Science*, 18, 100283. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2023.100283>
- Wang, S., Zhang, J., Wang, F., & Dong, Y. (2023). How to achieve a balance between functional improvement and heritage conservation? A case study on the renewal of old Beijing city. *Sustainable Cities and Society*, 98, 104790. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104790>
- Wicaksono, A., Fitri, E. S. M., Anggara, T., & Sum, S. (2024). The One-Gate Management System And Temple Conservation: A Comparative Study Of Borobudur And Angkor Wat Temples. *Baileo: Jurnal Sosial Humaniora*, 2(2), 159–175. <https://doi.org/10.30598/baileofisipvol2iss2pp159-175>
- Zhang, M. (2024). The state-led approach to industrial heritage in China's mega-events: capital accumulation, urban regeneration, and heritage preservation. *Built Heritage*, 8(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s43238-024-00144-1>