

Pemantauan Berkala Elevasi Dan Kemiringan Konstruksi Gedung Sebelum Penerbitan Sertifikat Laik Fungsi: A Preliminary Study

Masykur Kimsan^{1*}

¹ Program Studi Teknik Kelautan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari

Koresponden*, Email: masykur.kimsan@uho.ac.id

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 7 Januari 2024 Diperbaiki : 28 Januari 2024 Disetujui : 9 Februari 2024	<i>Periodic monitoring of elevation and tilt is essential in ensuring the safety and functionality of buildings over time. This practice, mandated by regulations such as PP 16/2021, helps identify potential structural issues before the issuance of occupancy certificates. Beyond safety, monitoring also considers occupants' comfort and overall building performance. Understanding elevation and tilt is crucial, as these can indicate structural problems. Monitoring must be meticulous, using suitable methods and accounting for environmental factors like temperature and wind. Implementing periodic monitoring faces challenges, including selecting appropriate methods and managing costs and resources. In Indonesia, where buildings are often old and environmental conditions extreme, monitoring is especially vital. Historical buildings require unique monitoring to preserve their architectural heritage. This study aims to enhance understanding of periodic monitoring's importance and effective methods, benefiting practitioners and researchers. It emphasizes monitoring's role in ensuring building safety, quality, and sustainability, underscoring the need for ongoing research in this area.</i>

Keywords: periodic monitoring, building safety, structural issues, environmental factors, building sustainability

Abstrak

Pemantauan periodik terhadap elevasi dan kemiringan sangat penting untuk memastikan keselamatan dan fungsionalitas bangunan dari waktu ke waktu. Praktik ini, yang diwajibkan oleh peraturan seperti PP 16/2021, membantu mengidentifikasi potensi masalah struktural sebelum penerbitan sertifikat hunian. Selain keselamatan, pemantauan juga memperhatikan kenyamanan penghuni dan kinerja bangunan secara keseluruhan. Memahami elevasi dan kemiringan adalah hal yang penting, karena hal ini dapat menunjukkan masalah struktural. Pemantauan harus dilakukan dengan teliti, menggunakan metode yang sesuai dan memperhitungkan faktor lingkungan seperti suhu dan angin. Pelaksanaan pemantauan periodik menghadapi tantangan, termasuk pemilihan metode yang tepat dan pengelolaan biaya serta sumber daya. Di Indonesia, di mana bangunan sering kali sudah tua dan kondisi lingkungan ekstrem, pemantauan menjadi sangat penting. Bangunan-bangunan bersejarah memerlukan pemantauan khusus untuk menjaga warisan arsitektural mereka. Studi ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya pemantauan periodik dan metode yang efektif, memberikan manfaat bagi praktisi dan peneliti. Ini menekankan peran pemantauan dalam memastikan keselamatan, kualitas, dan keberlanjutan bangunan, serta menegaskan perlunya penelitian yang berkelanjutan di bidang ini.

Kata kunci: pemantauan periodic, keselamatan bngunan, masalah struktural, faktor lingkungan, keberlanjutan bangunan

1. PENDAHULUAN

Pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung merupakan praktek penting dalam industri konstruksi untuk memastikan bahwa bangunan tetap aman dan berfungsi dengan baik seiring berjalannya waktu. Sebelum penerbitan sertifikat laik fungsi, sebagaimana diatur dalam PP 16/2021, pemantauan berkala ini menjadi krusial untuk mengidentifikasi potensi masalah struktural atau keausan yang dapat mempengaruhi integritas bangunan [1]. Dalam konteks ini, pemantauan berkala tidak hanya berkaitan dengan aspek keamanan, tetapi juga memperhitungkan aspek kenyamanan penghuni dan kinerja bangunan secara keseluruhan [2], [3]. Oleh karena itu, tinjauan komprehensif tentang konsep, metode, dan pentingnya

pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung menjadi relevan untuk memperkaya pemahaman kita dalam menjaga kualitas bangunan.

Salah satu aspek penting dari pemantauan berkala adalah pemahaman yang baik tentang elevasi dan kemiringan konstruksi gedung [4]. Elevasi yang tidak terkendali atau kemiringan yang berlebihan dapat mengindikasikan adanya masalah struktural yang perlu segera diatasi [5]. Oleh karena itu, perlu adanya kecermatan dan ketepatan dalam pemantauan berkala agar hasilnya akurat dan dapat diandalkan. Selain itu, pemantauan berkala juga harus memperhitungkan faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi elevasi dan kemiringan, seperti perubahan suhu, kelembaban, dan beban angin.

Meskipun pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung memiliki manfaat yang jelas, masih ada tantangan dalam implementasinya. Salah satu tantangan utama adalah pemilihan metode pemantauan yang tepat sesuai dengan karakteristik bangunan dan kondisi lingkungan sekitarnya [6]. Selain itu, pemantauan berkala juga memerlukan biaya dan sumber daya yang cukup, terutama jika dilakukan secara terus-menerus dalam periode yang lama. Oleh karena itu, perlu adanya kajian yang komprehensif tentang metode pemantauan yang efektif namun tetap efisien dalam hal biaya dan sumber daya.

Dalam konteks Indonesia, di mana banyak bangunan berusia tua dan kondisi lingkungan yang cenderung ekstrem, pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung menjadi semakin penting. Bangunan-bangunan bersejarah dan berarhitektur khas Indonesia juga perlu mendapat perhatian khusus dalam hal pemantauan berkala untuk memastikan kelestariannya. Oleh karena itu, tinjauan ini juga akan membahas aplikabilitas konsep dan metode pemantauan berkala dalam konteks bangunan-bangunan bersejarah dan berarhitektur khas Indonesia.

Secara umum, studi ini mencoba memberikan gambaran komprehensif tentang praktik pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung sebelum penerbitan sertifikat laik fungsi. Penulis ingin mengidentifikasi pentingnya pemantauan berkala dalam menjaga integritas bangunan serta untuk menyajikan metode-metode yang efektif dalam melakukan pemantauan tersebut. Selain itu, studi ini juga bertujuan untuk memperkaya literatur ilmiah dengan informasi yang relevan dan berguna bagi para praktisi, akademisi, dan peneliti di bidang konstruksi gedung.

1.1 Konsep Dasar

Pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung adalah praktik yang dilakukan secara rutin untuk mengukur perubahan posisi vertikal dan horizontal dari struktur bangunan [7]. Tujuan utama dari pemantauan berkala ini adalah untuk memastikan bahwa bangunan tetap dalam kondisi yang memenuhi standard keamanan dan keselamatan yang berlaku. Dengan melakukan pemantauan secara berkala, kita dapat mendeteksi potensi masalah struktural atau keausan pada bangunan secara dini, sehingga tindakan perbaikan atau perawatan yang tepat dapat dilakukan sebelum masalah tersebut berkembang menjadi lebih serius.

Selain itu, pemantauan berkala juga bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan yang disebabkan oleh faktor-faktor eksternal, seperti perubahan lingkungan sekitar bangunan atau aktivitas konstruksi di sekitarnya [8]. Dengan memantau elevasi dan kemiringan secara berkala, kita dapat mengevaluasi dampak dari perubahan lingkungan atau aktivitas konstruksi terhadap integritas bangunan. Tujuan lain dari pemantauan berkala adalah untuk memberikan data yang akurat dan terpercaya bagi pemilik bangunan, insinyur struktur, dan otoritas yang berwenang dalam proses penerbitan sertifikat laik fungsi. Dengan demikian, pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung merupakan langkah yang penting dalam menjaga keamanan, kelayakan, dan keberlangsungan bangunan secara keseluruhan.

Jenis-jenis pemantauan yang dilakukan dalam pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung dapat dibagi menjadi beberapa kategori utama. Pertama, terdapat pemantauan visual yang dilakukan secara langsung oleh tenaga ahli untuk mengamati perubahan visual pada struktur bangunan yang dapat mengindikasikan adanya perubahan elevasi atau kemiringan [9]. Metode ini sering digunakan sebagai langkah awal dalam pemantauan untuk mendeteksi gejala-gejala awal masalah struktural.

Kedua, terdapat pemantauan menggunakan alat ukur seperti water level, inclinometer, atau total station untuk mengukur elevasi dan kemiringan secara akurat. Alat-alat ini memberikan data numerik yang dapat diproses untuk memperoleh informasi lebih lanjut tentang perubahan posisi struktur bangunan [10]. Selain itu, pemantauan juga dapat dilakukan menggunakan teknologi terkini seperti sensor jarak jauh (remote sensing) atau pemantauan berbasis drone untuk peningkatan akurasi dalam pemantauan elevasi dan kemiringan konstruksi gedung.

Selain itu, pemantauan berkala juga dapat dilakukan secara manual atau otomatis, tergantung pada kompleksitas dan kebutuhan pemantauan. Pemantauan manual dilakukan dengan cara mengunjungi lokasi pemantauan secara langsung untuk melakukan pengukuran, sedangkan pemantauan otomatis dilakukan dengan menggunakan alat atau sensor yang terkoneksi dengan sistem monitoring untuk melakukan pengukuran secara terus-menerus tanpa perlu kehadiran manusia secara langsung. Kombinasi antara pemantauan visual, pengukuran manual, dan pemantauan otomatis dapat memberikan informasi yang komprehensif tentang elevasi dan kemiringan konstruksi gedung.

Faktor-faktor yang mempengaruhi elevasi dan kemiringan konstruksi gedung dapat berasal dari berbagai sumber, baik eksternal maupun internal. Salah satu faktor eksternal yang dapat mempengaruhi elevasi dan kemiringan adalah perubahan tanah di sekitar bangunan [11], misalnya akibat erosi atau penurunan tanah akibat aktivitas pertambangan atau penggalian. Faktor cuaca seperti hujan deras atau suhu ekstrem juga dapat mempengaruhi kondisi tanah di sekitar bangunan, yang pada gilirannya dapat memengaruhi elevasi dan kemiringan konstruksi.

Selain faktor lingkungan, faktor internal seperti desain struktur, material konstruksi, dan metode konstruksi juga dapat mempengaruhi elevasi dan kemiringan konstruksi gedung [12]. Desain struktur yang kurang memperhatikan faktor-faktor geoteknikal atau tidak memperhitungkan kondisi tanah yang mendasarinya dapat menyebabkan perubahan elevasi atau kemiringan yang tidak diinginkan. Penggunaan material konstruksi yang tidak sesuai atau proses konstruksi yang kurang baik juga dapat menyebabkan ketidakstabilan struktur yang kemudian berdampak pada elevasi dan kemiringan bangunan.

Selain itu, faktor-faktor seperti beban hidup (misalnya, aktivitas manusia atau penggunaan bangunan), beban mati (berat struktur sendiri), dan beban angin juga dapat mempengaruhi elevasi dan kemiringan konstruksi gedung [13]. Penggunaan bangunan yang tidak sesuai dengan perencanaan awal atau perubahan penggunaan bangunan dari waktu ke waktu juga dapat menyebabkan perubahan elevasi dan kemiringan yang perlu dipantau secara berkala. Oleh karena itu, pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung sangat penting untuk memastikan bahwa bangunan tetap dalam kondisi yang aman dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku.

1.2 Pentingnya Pemantauan Berkala Sebelum Penerbitan Sertifikat Laik Fungsi

Implikasi dari elevasi dan kemiringan konstruksi gedung terhadap keselamatan dan kelayakan bangunan sangatlah signifikan. Perubahan elevasi yang tidak terkontrol atau kemiringan yang berlebihan dapat mengakibatkan keretakan pada struktur bangunan, bahkan bisa berujung pada keruntuhan bangunan jika tidak

segera ditangani [14]. Hal ini dapat mengancam keselamatan penghuni bangunan dan orang-orang di sekitarnya, serta dapat menyebabkan kerugian finansial yang besar akibat kerusakan bangunan.

Selain itu, elevasi dan kemiringan yang tidak stabil juga dapat berdampak pada kelayakan bangunan secara keseluruhan. Bangunan yang mengalami perubahan elevasi dan kemiringan yang signifikan mungkin tidak lagi memenuhi standar keselamatan dan kelayakan yang ditetapkan oleh otoritas terkait seperti pada Peraturan Menteri PUPR 08/2021 tentang kegagalan bangunan. Hal ini dapat mengakibatkan bangunan tidak layak huni dan memerlukan perbaikan atau modifikasi yang cukup besar untuk memulihkan kelayakan bangunan.

Selain aspek keselamatan dan kelayakan, elevasi dan kemiringan konstruksi gedung juga dapat berdampak pada kenyamanan penghuni. Perubahan elevasi yang signifikan misalnya dapat menyebabkan lantai bangunan menjadi tidak rata, yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari penghuni. Oleh karena itu, pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung bukan hanya penting untuk menjaga keselamatan dan kelayakan bangunan, tetapi juga untuk memastikan kenyamanan penghuni.

Sebelum penerbitan sertifikat laik fungsi, bangunan harus memenuhi persyaratan standar yang telah ditetapkan oleh otoritas terkait. Persyaratan standar ini bertujuan untuk memastikan bahwa bangunan telah dibangun sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku, serta telah menjalani proses pemantauan dan pengujian yang memadai untuk memastikan keselamatan, kelayakan, dan kenyamanan penghuninya. Salah satu persyaratan standar yang harus dipenuhi adalah terkait dengan elevasi dan kemiringan konstruksi gedung.

Standar elevasi dan kemiringan konstruksi gedung dapat bervariasi tergantung pada jenis dan tingkat bangunan. Namun, secara umum, standar ini bertujuan untuk memastikan bahwa elevasi dan kemiringan bangunan tetap dalam batas yang aman dan tidak membahayakan penghuninya. Standar ini juga dapat mencakup persyaratan terkait dengan pemantauan berkala elevasi dan kemiringan, yang mengharuskan pemilik bangunan untuk secara rutin memantau dan merekam perubahan elevasi dan kemiringan serta mengambil tindakan jika diperlukan.

Selain itu, standar untuk penerbitan sertifikat laik fungsi juga dapat mencakup persyaratan terkait dengan keamanan struktural, kualitas material konstruksi, sistem utilitas (seperti listrik, air, dan sanitasi), serta kelayakan bangunan dari segi arsitektur dan fungsionalitas. Pengawasan dan pemeriksaan oleh inspektur atau ahli teknis juga dapat menjadi bagian dari persyaratan standar yang harus dipenuhi sebelum penerbitan sertifikat laik fungsi. Dengan memenuhi persyaratan standar ini, diharapkan bahwa bangunan dapat dipastikan telah memenuhi semua ketentuan yang diperlukan untuk dapat digunakan dengan aman dan sesuai dengan fungsinya.

2 METODE

Teknologi dan alat pemantauan yang digunakan dalam pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi [15]. Salah satu teknologi yang sering digunakan adalah total station, yaitu alat yang menggunakan teknologi laser untuk mengukur elevasi dan kemiringan bangunan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Total station dapat dipasang di lokasi pemantauan dan dapat mengirimkan data secara langsung ke perangkat komputer untuk dianalisis lebih lanjut.

Selain total station, inclinometer juga merupakan alat yang umum digunakan untuk mengukur kemiringan konstruksi gedung. Inclinometer bekerja dengan prinsip pengukuran sudut kemiringan dan dapat memberikan informasi yang akurat tentang perubahan kemiringan bangunan dari waktu ke waktu. Selain alat ukur konvensional, teknologi terkini seperti sensor jarak jauh (remote sensing) dan pemantauan berbasis drone juga mulai diterapkan dalam pemantauan elevasi dan kemiringan konstruksi gedung. Sensor jarak jauh dapat

digunakan untuk memantau perubahan elevasi secara akurat dari jarak yang jauh, sedangkan pemantauan berbasis drone dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kondisi bangunan dari udara.

Pemantauan berkala juga dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi wireless yang memungkinkan pengiriman data secara real-time ke perangkat pemantauan. Dengan teknologi ini, pengguna dapat memantau elevasi dan kemiringan bangunan dari jarak jauh tanpa harus berada di lokasi pemantauan. Teknologi wireless juga memungkinkan pengumpulan data yang lebih cepat dan efisien, serta memungkinkan untuk melakukan pemantauan secara terus-menerus tanpa perlu intervensi manusia secara langsung. Dengan demikian, teknologi dan alat pemantauan yang digunakan dalam pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung terus berkembang untuk memastikan pengukuran yang akurat dan efisien serta meningkatkan keselamatan dan kelayakan bangunan.

Prosedur pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung harus dirancang dengan cermat untuk memastikan keefektifan dan keakuratan pengukuran. Langkah pertama dalam prosedur pemantauan adalah menetapkan titik referensi yang stabil dan tidak berubah sebagai acuan untuk mengukur elevasi dan kemiringan bangunan. Titik referensi ini dapat berupa titik tetap pada struktur bangunan atau landmark yang dapat diandalkan.

Selanjutnya, pemantauan dilakukan secara berkala sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan menggunakan alat-alat pemantauan yang telah dipilih dengan cermat untuk memastikan akurasi yang maksimal. Data yang diperoleh dari pengukuran ini kemudian direkam dan disimpan dalam format yang dapat dengan mudah dianalisis dan dibandingkan dengan data sebelumnya.

Selain pengukuran elevasi dan kemiringan, prosedur pemantauan juga dapat mencakup pengukuran faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi elevasi dan kemiringan, seperti suhu udara, kelembaban, atau beban angin. Data-data ini juga penting untuk memahami kondisi lingkungan sekitar bangunan yang dapat berdampak pada perubahan elevasi dan kemiringan.

Terakhir, hasil pemantauan berkala dievaluasi secara sistematis untuk mengidentifikasi perubahan atau pola yang mencurigakan. Jika terdapat perubahan yang signifikan atau melebihi batas yang ditetapkan, tindakan perbaikan atau investigasi lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan prosedur pemantauan yang efektif dan teratur, kita dapat memastikan bahwa elevasi dan kemiringan konstruksi gedung tetap dalam batas yang aman dan memenuhi standar keselamatan yang berlaku.

Studi kasus pemantauan berkala yang sukses dapat memberikan wawasan yang berharga tentang efektivitas dan manfaat dari pemantauan elevasi dan kemiringan konstruksi gedung. Salah satu contoh studi kasus yang sukses adalah pemantauan elevasi dan kemiringan pada gedung tinggi di pusat kota yang dilakukan oleh tim insinyur terkemuka. Dalam studi kasus ini, tim menggunakan kombinasi total station dan inclinometer untuk memantau elevasi dan kemiringan gedung secara berkala selama periode tertentu. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa elevasi dan kemiringan gedung tetap stabil dalam batas yang aman, namun terdapat sedikit perubahan yang perlu diperhatikan untuk tindakan pencegahan lebih lanjut.

Contoh studi kasus lainnya adalah pemantauan elevasi dan kemiringan pada bangunan bersejarah yang rentan terhadap perubahan tanah dan beban struktural. Dalam studi kasus ini, penggunaan inclinometer dan pengukuran manual secara rutin telah membantu memantau perubahan elevasi dan kemiringan bangunan dengan akurat. Hasil pemantauan ini telah memungkinkan pemilik bangunan untuk mengambil tindakan pencegahan yang tepat untuk menjaga kestabilan bangunan dan mencegah kerusakan yang lebih serius.

Selain itu, studi kasus tentang penggunaan teknologi drone dalam pemantauan elevasi dan kemiringan juga menunjukkan keberhasilan dalam memperoleh data yang akurat dan detail tentang kondisi bangunan dari

udara. Penggunaan drone telah memungkinkan pengumpulan data yang lebih cepat dan efisien, serta memungkinkan untuk memantau area yang sulit dijangkau secara manual. Studi kasus ini menunjukkan bahwa teknologi drone dapat menjadi alat yang sangat efektif dalam pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung, terdapat berbagai metode yang tersedia dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Metode manual menggunakan alat ukur konvensional seperti water level atau inclinometer seringkali dianggap sebagai metode yang sederhana dan murah, namun memerlukan waktu dan tenaga yang cukup besar untuk dilakukan secara berkala. Kelebihan metode ini adalah dapat memberikan hasil yang akurat dalam kondisi yang tepat, tetapi dapat menjadi tidak praktis atau sulit dilakukan pada bangunan yang tinggi atau sulit diakses.

Metode elektronik seperti total station atau sensor jarak jauh memiliki kelebihan dalam memberikan hasil pengukuran yang akurat dan dapat diandalkan dalam jangka waktu yang lama. Namun, metode ini memerlukan biaya yang lebih tinggi untuk pengadaan alat dan perawatan serta memerlukan keahlian khusus dalam pengoperasiannya. Selain itu, pemantauan dengan menggunakan teknologi drone juga menjadi pilihan yang menarik karena dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kondisi bangunan dari udara. Penggunaan drone memungkinkan pengumpulan data yang cepat dan efisien, namun penggunaannya memerlukan izin khusus dan pemahaman tentang regulasi penerbangan yang berlaku.

Metode pemantauan otomatis dengan menggunakan sensor-sensor yang terhubung dengan sistem monitoring memungkinkan untuk melakukan pemantauan secara terus-menerus tanpa perlu kehadiran manusia secara langsung. Keuntungan utama dari metode ini adalah dapat mendeteksi perubahan elevasi dan kemiringan secara cepat dan memberikan peringatan dini jika terjadi perubahan yang signifikan. Namun, metode ini juga memerlukan investasi awal yang besar untuk pengadaan sensor-sensor dan sistem monitoring yang diperlukan, serta memerlukan pemeliharaan yang teratur untuk menjaga kinerja sistem.

Dalam memilih metode pemantauan yang tepat, perlu dipertimbangkan berbagai faktor seperti biaya, akurasi, efisiensi, dan ketersediaan sumber daya yang ada. Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing, dan pemilihan metode yang tepat haruslah didasarkan pada kebutuhan dan kondisi spesifik dari proyek pemantauan yang dilakukan. Dengan memilih metode pemantauan yang sesuai, kita dapat memastikan bahwa pemantauan elevasi dan kemiringan konstruksi gedung dapat dilakukan dengan efektif dan memberikan hasil yang akurat.

Pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung menghadapi berbagai tantangan dan peluang dalam implementasinya. Salah satu tantangan utama adalah biaya dan sumber daya yang dibutuhkan untuk melakukan pemantauan secara berkala. Metode pemantauan yang memerlukan penggunaan alat-alat mahal atau teknologi canggih dapat menjadi tidak terjangkau bagi proyek-proyek dengan anggaran terbatas. Selain itu, pemantauan yang dilakukan secara manual juga memerlukan tenaga kerja yang cukup banyak, yang dapat menjadi kendala dalam proyek-proyek besar atau kompleks.

Selain masalah biaya, tantangan lainnya adalah dalam pemeliharaan dan kalibrasi alat-alat pemantauan. Alat-alat pemantauan yang digunakan harus dipelihara secara teratur dan dikalibrasi dengan benar untuk memastikan akurasi pengukuran. Hal ini memerlukan perawatan yang rutin dan pengeluaran tambahan untuk perbaikan atau penggantian jika diperlukan. Selain itu, perubahan teknologi yang cepat juga dapat menjadi

tantangan dalam memilih metode pemantauan yang tepat, karena metode yang dianggap efektif saat ini mungkin akan ketinggalan zaman dalam beberapa tahun ke depan.

Namun, pemantauan berkala juga memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan bangunan. Dengan pemantauan yang tepat, kita dapat mendeteksi perubahan atau kerusakan pada bangunan secara dini, sehingga tindakan perbaikan atau perawatan yang tepat dapat dilakukan sebelum masalah tersebut berkembang menjadi lebih serius. Selain itu, penggunaan teknologi terkini seperti sensor jarak jauh atau pemantauan berbasis drone juga memberikan peluang untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pemantauan, serta mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual yang memerlukan waktu dan tenaga yang besar.

Dalam menghadapi tantangan dan memanfaatkan peluang dalam pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung, penting untuk melakukan perencanaan yang matang dan memilih metode pemantauan yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi spesifik dari proyek yang dilakukan. Dengan demikian, pemantauan berkala dapat menjadi alat yang efektif dalam menjaga keamanan, kelayakan, dan keberlangsungan bangunan dalam jangka waktu yang panjang.

Implikasi hasil pemantauan berkala terhadap praktik konstruksi gedung sangatlah signifikan dalam meningkatkan keselamatan, kualitas, dan keberlanjutan bangunan. Dengan pemantauan yang teratur dan akurat, kita dapat mengidentifikasi potensi masalah atau kerusakan pada bangunan secara dini, sehingga tindakan perbaikan atau perawatan yang tepat dapat dilakukan sebelum masalah tersebut berkembang menjadi lebih serius. Hal ini dapat mengurangi risiko kerusakan bangunan yang dapat membahayakan penghuni atau orang-orang di sekitarnya, serta mengurangi biaya perbaikan yang diperlukan jika masalah tersebut tidak terdeteksi secara dini.

Selain itu, hasil pemantauan berkala juga dapat memberikan masukan yang berharga untuk meningkatkan praktik konstruksi gedung di masa depan. Informasi tentang perubahan elevasi dan kemiringan konstruksi dapat digunakan untuk mengevaluasi desain struktur, pemilihan material konstruksi, dan metode konstruksi yang digunakan. Dengan menganalisis data pemantauan, kita dapat mengidentifikasi pola atau faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan elevasi dan kemiringan, sehingga dapat diambil langkah-langkah untuk mencegah masalah serupa terjadi pada proyek-proyek konstruksi di masa mendatang.

Selain itu, hasil pemantauan berkala juga dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman tentang kondisi lingkungan sekitar bangunan yang dapat mempengaruhi elevasi dan kemiringan konstruksi. Data tentang faktor-faktor seperti perubahan tanah, aktivitas manusia, atau beban angin dapat membantu dalam merancang bangunan yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Dengan demikian, hasil pemantauan berkala dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Dalam menghadapi implikasi hasil pemantauan berkala terhadap praktik konstruksi gedung, penting untuk memastikan bahwa metode pemantauan yang digunakan telah terbukti efektif dan akurat. Selain itu, hasil pemantauan juga harus dianalisis dengan cermat untuk mengidentifikasi informasi yang relevan dan dapat digunakan untuk meningkatkan praktik konstruksi di masa depan. Dengan memanfaatkan hasil pemantauan secara optimal, kita dapat meningkatkan keselamatan, kualitas, dan keberlanjutan bangunan dalam jangka waktu yang panjang.

4 KESIMPULAN

Dalam review ini, temuan utama menunjukkan bahwa pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung sebelum penerbitan sertifikat laik fungsi memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keselamatan, kelayakan, dan keberlanjutan bangunan. Metode pemantauan yang efektif dan akurat sangat diperlukan untuk mengidentifikasi perubahan elevasi dan kemiringan yang dapat membahayakan bangunan dan penghuninya. Berbagai teknologi dan alat pemantauan yang tersedia dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan, namun pemilihan metode harus didasarkan pada kebutuhan dan kondisi spesifik dari proyek yang dilakukan.

Selain itu, hasil pemantauan berkala juga dapat memberikan masukan yang berharga untuk meningkatkan praktik konstruksi gedung di masa mendatang. Informasi tentang perubahan elevasi dan kemiringan konstruksi dapat digunakan untuk mengevaluasi desain struktur, pemilihan material konstruksi, dan metode konstruksi yang digunakan. Dengan menganalisis data pemantauan, kita dapat mengidentifikasi pola atau faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan elevasi dan kemiringan, sehingga dapat diambil langkah-langkah untuk mencegah masalah serupa terjadi pada proyek-proyek konstruksi di masa mendatang.

Namun, pemantauan berkala juga menghadapi tantangan seperti biaya, pemeliharaan alat, dan perubahan teknologi yang cepat. Dengan demikian, perlu adanya kerjasama antara pemilik bangunan, insinyur, dan pihak terkait lainnya untuk memastikan bahwa pemantauan berkala dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. Dengan memanfaatkan hasil pemantauan secara optimal, kita dapat meningkatkan keselamatan, kualitas, dan keberlanjutan bangunan dalam jangka waktu yang panjang.

Dalam konteks pemantauan berkala elevasi dan kemiringan konstruksi gedung sebelum penerbitan sertifikat laik fungsi, terdapat beberapa rekomendasi untuk penelitian dan praktik lanjutan yang dapat diperhatikan. Pertama, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan metode pemantauan yang lebih efisien dan akurat, terutama dalam menghadapi tantangan seperti biaya dan pemeliharaan alat. Pengembangan teknologi drone, sensor jarak jauh, atau pemantauan otomatis dapat menjadi fokus penelitian untuk meningkatkan efektivitas pemantauan.

Kedua, penelitian juga dapat difokuskan pada pengembangan model prediktif yang dapat digunakan untuk memprediksi perubahan elevasi dan kemiringan konstruksi berdasarkan data pemantauan yang ada. Dengan adanya model prediktif ini, pemilik bangunan dapat melakukan tindakan preventif yang lebih efektif untuk menghindari kerusakan atau masalah yang lebih serius di masa depan. Selain itu, penelitian juga dapat memperluas cakupan pemantauan untuk memasukkan faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi elevasi dan kemiringan, seperti perubahan tanah, aktivitas manusia, atau beban angin.

Dalam praktik konstruksi gedung, rekomendasi yang dapat diterapkan adalah meningkatkan pemahaman dan kesadaran akan pentingnya pemantauan berkala dalam menjaga keselamatan dan keberlanjutan bangunan. Pihak terkait, termasuk pemilik bangunan, kontraktor, dan insinyur, perlu bekerja sama untuk memastikan bahwa pemantauan berkala dilakukan secara rutin dan akurat. Selain itu, pemantauan berkala juga harus menjadi bagian dari praktik standar dalam perencanaan, pembangunan, dan pemeliharaan bangunan untuk memastikan bahwa bangunan tetap aman dan layak digunakan selama bertahun-tahun.

Daftar Pustaka

- [1] M. Meribout, S. Mekid, N. Kharoua, and L. Khezzar, "Online monitoring of structural materials integrity in process industry for I4.0: A focus on material loss through erosion and corrosion sensing," *Measurement*, vol. 176, p. 109110, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109110>.

- [2] O. Guerra-Santin, S. Boess, T. Konstantinou, N. Romero Herrera, T. Klein, and S. Silvester, “Designing for residents: Building monitoring and co-creation in social housing renovation in the Netherlands,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 32, pp. 164–179, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.03.009>.
- [3] Y. Hamze, “Concrete durability in harsh environmental conditions exposed to freeze thaw cycles,” *Phys. Procedia*, vol. 55, pp. 265–270, 2014, doi: [10.1016/j.phpro.2014.07.038](https://doi.org/10.1016/j.phpro.2014.07.038).
- [4] B. Cao, Z. Gao, and W. Shang, “Methodology for fine-scale seamless elevation model construction using unoccupied aerial and surface vehicles,” *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, vol. 282, p. 108229, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108229>.
- [5] J. L. González Acosta, P. J. Vardon, and M. A. Hicks, “Study of landslides and soil-structure interaction problems using the implicit material point method,” *Eng. Geol.*, vol. 285, p. 106043, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106043>.
- [6] P. Kumar *et al.*, “An overview of monitoring methods for assessing the performance of nature-based solutions against natural hazards,” *Earth-Science Rev.*, vol. 217, p. 103603, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103603>.
- [7] S. Einizinab *et al.*, “Enabling technologies for remote and virtual inspection of building work,” *Autom. Constr.*, vol. 156, p. 105096, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105096>.
- [8] P. O. Akanni, A. E. Oke, and O. A. Akpomimie, “Impact of environmental factors on building project performance in Delta State, Nigeria,” *HBRC J.*, vol. 11, no. 1, pp. 91–97, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.hbrcej.2014.02.010>.
- [9] N. M. Levine, Y. Narazaki, and J. Billie F Spencer, “Performance-based post-earthquake building evaluations using computer vision-derived damage observations,” *Adv. Struct. Eng.*, vol. 25, no. 16, pp. 3425–3449, 2022, doi: [10.1177/13694332221119883](https://doi.org/10.1177/13694332221119883).
- [10] J. M. G. Payawal and D.-K. Kim, “Image-Based Structural Health Monitoring: A Systematic Review,” *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 2, 2023, doi: [10.3390/app13020968](https://doi.org/10.3390/app13020968).
- [11] H. Bayat, M. Sheklabadi, M. Moradhaseli, and E. Ebrahimi, “Effects of slope aspect, grazing, and sampling position on the soil penetration resistance curve,” *Geoderma*, vol. 303, pp. 150–164, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.05.003>.
- [12] M. H. Nguyen, K. Nakarai, Y. Kubori, and S. Nishio, “Validation of simple nondestructive method for evaluation of cover concrete quality,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 201, pp. 430–438, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.109>.
- [13] F. Tahmasebinia, S. Jiang, S. Shirowzhan, L. Mann, and S. M. E. Sepasgozar, “Exploring the Integration of Architectural Design and Advanced Structural Analysis for Steel–Glass Structures: A Comparative Study of Different Case Scenarios,” *Buildings*, vol. 13, no. 6, 2023, doi: [10.3390/buildings13061369](https://doi.org/10.3390/buildings13061369).
- [14] Ł. Drobiec, K. Grzyb, and J. Zając, “Analysis of Reasons for the Structural Collapse of Historic Buildings,” *Sustainability*, vol. 13, no. 18, 2021, doi: [10.3390/su131810058](https://doi.org/10.3390/su131810058).
- [15] L. Ding *et al.*, “Spatiotemporal evolution of deformation and LSTM prediction model over the slope of the deep excavation section at the head of the South-North Water Transfer Middle Route Canal,” *Heliyon*, vol. 10, no. 4, p. e26301, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26301>.

Halaman ini sengaja dikosongkan