

Evaluasi Tingkat Kerusakan Bangunan Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado

Billy Yeheskiel Gosal¹, Geertje Efraty Kandyoh², Sandri Linna Sengkey³

Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado^{1,2,3}

E-mail: geertje.kandyoh@sipil.polimdo.ac.id

Abstrak

Bangunan Gedung Olahraga merupakan salah satu fasilitas olahraga yang dimiliki institusi Politeknik Negeri Manado yang dimana ini adalah tempat penting bagi mahasiswa dan orang-orang sekitar untuk olahraga. Namun, seiring berjalannya waktu, kondisi gedung olahraga tersebut mulai mengalami kerusakan di beberapa area, yang dapat membahayakan keselamatan pengguna dan mengganggu kegiatan olahraga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat kerusakan yang terjadi pada gedung olahraga. Metode penelitian yang digunakan adalah survei lapangan dan pengujian lapangan dengan menggunakan Hammer Test. Tingkat kerusakan yang terjadi pada Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado, meliputi kerusakan kolom dengan tingkat kerusakan ringan dengan persentase kerusakan sebesar 0,0000825% dan kerusakan plat dengan tingkat kerusakan sedang dengan persentase kerusakan sebesar 10,35% sedangkan pada struktur balok tidak mengalami kerusakan. Dengan demikian untuk nilai perkiraan kuat tekan beton untuk balok dan kolom telah memenuhi persyaratan mutu beton yang digunakan untuk pekerjaan struktural. Tapi khusus pada plat ada bagian yang tidak memenuhi persyaratan mutu beton, yaitu pada plat AS 5,7-F, G. Sehingga sangat penting untuk segera dilakukan perbaikan pada bagian tersebut.

Kata kunci: hammer test, kerusakan bangunan, politeknik negeri manado.

Abstract

The Sport Building is one of the sports facilities owned by the Manado State Polytechnic institution, which is an important place for students and local people to exercise. However, over time, the condition of the sports building began to experience damage in several areas, which could endanger the safety of users and disrupt sports activities. The study's goal is to determine the degree of damage to the sports hall and evaluate the cost of repairs. The research method used is field survey and fields testing using Hammer test. The type of damage that occurs in the Manado State Polytechnic Sports Building, includes column damage with a mild degree of damage with a proportion of damage of 0.0000825% and plate damage with a moderate degree of damage with a proportion of damage of 10.35% while the beam structure has no damage. Accordingly for the value of the estimated compressive strength of concrete for beams and columns has met the requirements of concrete quality used for structural work. However, certain portions of the plate especially do not adhere to the standards for concrete quality, namely on the plate AS 5,7-F, G. it is very important to immediately make improvements to these parts.

Keywords: hammer test, bulding damaged, manado state polytechnic.

1. PENDAHULUAN

Menurut Peraturan Menteri Pemuda dan Olahraga RI Nomor 0445 Tahun 2014, gedung olahraga adalah bangunan yang digunakan untuk kegiatan olahraga di dalam ruangan. Bola basket, voli, bulu tangkis, futsal, tenis lapangan, senam, sepak takraw, dan jenis olahraga lainnya dapat dimainkan di gedung olahraga yang dirancang untuk dilaksanakan di ruang tertutup. Gedung olahraga dapat digunakan untuk berbagai acara selain olahraga, seperti konser musik, acara sosial, acara keagamaan, dan acara lain yang menarik banyak pengunjung. Namun, penggunaan gedung olahraga tidak boleh melebihi kapasitas tempat duduknya. Pengguna juga harus mematuhi prosedur dan ketentuan teknis yang berlaku untuk penggunaan gedung olahraga. Selama penggunaan gedung olahraga, kerusakan harus dihindari, terutama arena dan fasilitas pendukung lainnya.

Kerusakan bangunan adalah ketika bangunan atau komponennya tidak berfungsi lagi karena umurnya yang sudah tua atau karena beban fungsi yang berlebihan, kebakaran, gempa bumi, atau sebab alam lainnya. Kerusakan pada bangunan di bagi menjadi tiga bagian yaitu kerusakan ringan, kerusakan sedang dan kerusakan berat. Adapun pengertian dari tiga jenis kerusakan (PERMEN PU No. 24 tahun 2008):

1. Kerusakan ringan

Kerusakan utama pada komponen non-struktural seperti dinding pengisi, lantai, langit-langit, dan penutup atap yang dapat diperbaiki secara sederhana, atau kerusakan bangunan kurang dari 30% diklasifikasikan sebagai kerusakan ringan.

2. Kerusakan sedang

Kerusakan pada komponen struktural atau non-struktural, seperti lantai dan atap, dikategorikan kerusakan sedang. Miring tidak boleh lebih dari 1%, kerusakan struktur tidak boleh lebih dari 30%, dan deformasi struktur tidak boleh melampaui ambang batas deformasi yang diizinkan. Pada kerusakan ini, penggantian komponen atau perbaikan komponen dapat dilakukan tanpa merusak komponen. Persentase kerusakan umum berkisar antara 30% hingga 45%.

3. Kerusakan berat

Kerusakan pada sebagian besar komponen bangunan yang berfungsi normal, baik struktural maupun non-struktural setelah diperbaiki. persentase kerusakan pada struktur lebih dari 45% dikategorikan sebagai kerusakan berat.

Perawatan bangunan gedung pendidikan, termasuk bangunan olahraga milik Politeknik Negeri Manado, memainkan peran penting dalam menjamin kelangsungan operasional, keselamatan, dan kenyamanan bagi para penggunanya (Ali et al., 2024). Bangunan olahraga di perguruan tinggi digunakan oleh banyak mahasiswa, staf, dan bahkan masyarakat sekitar. Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado (Polimdo) adalah salah satu fasilitas pendidikan yang disediakan untuk mendukung kegiatan akademik dan non-akademik mahasiswanya, sebagai bagian dari upaya untuk mempersiapkan generasi muda agar memiliki kompetensi yang memadai dan mampu bersaing di Tingkat global. Polimdo memiliki gedung olahraga indoor dan outdoor, selain itu GOR ini digunakan sebagai tempat acara – acara pertemuan, kegiatan – kegiatan lainnya yang memerlukan tempat yang cukup luas di dalam gedung.

Perawatan dan perbaikan bangunan gedung dari kerusakan adalah aspek yang sangat penting yang harus dilakukan untuk memastikan keamanan, fungsionalitas, dan umur bangunan (Pranoto & Jepriani, 2023). Pentingnya pemeliharaan dan perbaikan terletak pada beberapa aspek kunci, yaitu kerusakan struktural dapat menyebabkan risiko kecelakaan dan membahayakan penghuni bangunan. Kerusakan juga dapat mengganggu operasional sehari-hari, menyebabkan

ketidaknyamanan, dan mengurangi efisiensi bangunan. Bangunan yang terawat baik cenderung mempertahankan atau meningkatkan nilai pasarnya, sementara bangunan yang rusak mengalami penurunan nilai (Chima et al., 2021). Aspek biaya jangka panjang termasuk pemeliharaan rutin lebih ekonomis dibandingkan dengan biaya perbaikan besar yang diperlukan jika kerusakan dibiarkan berlarut-larut.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M Tahun 2010 (PermenPU16-2010, n.d.) tentang Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung, pemeliharaan bangunan adalah proses menjaga keandalan, prasarana, dan sarana bangunan agar tetap dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan pemeliharaan ini meliputi pemeriksaan berkala yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan sejak dini sehingga dapat dilakukan perbaikan sebelum kerusakan menjadi lebih parah dan membutuhkan biaya yang lebih besar. Namun, dalam kenyataannya, banyak bangunan asrama yang belum mendapatkan pemeliharaan yang memadai. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tidak cukup anggaran, kurangnya kesadaran akan pentingnya perawatan rutin, atau kekurangan tenaga kerja yang berpengalaman dalam pemeliharaan bangunan.

Menurut (PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM 28 Tahun 2008, n.d.) tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung, perawatan bangunan adalah proses memperbaiki atau mengganti bagian bangunan, komponen, bahan bangunan, serta sarana dan prasarana agar bangunan tetap layak fungsi. Fungsi bangunan akan rusak seiring berjalannya waktu jika tidak ada perawatan yang memadai. Kondisi ini sering diperburuk oleh faktor usia bangunan, kualitas material yang menurun, serta penggunaan bangunan yang intensif.

Beberapa penelitian sebelumnya terkait evaluasi tingkat kerusakan bangunan gedung, ditemukan hasil sebagai berikut: (Apriani et al., n.d.) menemukan Kerusakan pada komponen arsitektural bangunan, seperti plafon, dinding, dan lantai, memerlukan perhatian khusus dalam upaya pemeliharaan untuk mempertahankan umur pakai bangunan dan memperbaiki kondisinya. Pemeliharaan bangunan yang efektif tidak hanya melibatkan perbaikan kerusakan yang sudah terjadi (pemeliharaan korektif) tetapi juga tindakan pencegahan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut (pemeliharaan preventif). Oleh karena itu, diperlukan perencanaan biaya pemeliharaan yang terstruktur dan terencana. (Eka Nanda et al., n.d.) melakukan penelitian evaluasi kerusakan pada gedung FKP 1 Universitas Jember dan ditemukan bahwa evaluasi kerusakan bangunan gedung 1 FKIP Universitas Jember menunjukkan bahwa bangunan tersebut masih dalam kondisi sangat baik. dan tingkat kerusakan sebesar kurang dari 15% (M. Gemilang et al., 2023) melakukan penelitian di bangunan gedung utama STT Indragiri, ditemukan bahwa 89,0% dari keseluruhan komponen gedung dikategorikan mengalami kerusakan berat. Kerusakan terbesar terjadi pada komponen struktural, yang mencakup kolom, balok, dan pelat. Keadaan ini memerlukan perhatian khusus dan tindakan perbaikan segera untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan memastikan keamanan pengguna gedung. (Ratnaningsih et al., 2023) menemukan bahwa total biaya yang diperlukan untuk pemeliharaan dan perbaikan Gedung Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Jember adalah sebesar Rp. 2.670.998,53. Biaya ini mencakup berbagai aktivitas pemeliharaan seperti pengecatan ulang dinding, perbaikan retak, penggantian pintu dan jendela, serta perbaikan instalasi air. (Ratna Kusumastuti et al., 2022) meneliti di daerah Kudus dengan hasil bahwa prosentase kerusakan komponen arsitektur Gedung sebesar 1,650% termasuk kerusakan ringan (Rohmat, n.d.) dalam penelitian yang berlokasi di Universitas Muhammadiyah Sukabumi, menemukan bahwa tingkat kerusakan bangunan gedung sebesar 6,5% dan masih tergolong kerusakan ringan. (Lubis & Apriani, 2021) melakukan penelitian pada bangunan gedung asrama atlet Sport Center Rumbai dan mendapatkan hasil bahwa tingkat kerusakan

bangunan diperoleh sebesar 1,56%. (Ariyanto, 2020) menemukan bahwa jenis kerusakan kebocoran pada pelat, langit – langit kusam dan lapuk, retak vertikal yang menghubungkan antara kolom dan tembok, retak pada frame jendela dan pintu, merupakan kerusakan yang terjadi pada bangunan gedung bertingkat. (Kempa, 2018) melakukan penelitian pada bangunan gedung sekolah dan menemukan sebesar 80% kerusakan pada ruang kelas dan 65% kerusakan terjadi pada ruang penunjang.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diidentifikasi berbagai kerusakan yang terjadi pada bangunan gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado. Informasi ini sangat penting bagi pihak pengelola fasilitas kampus dalam merencanakan anggaran dan kegiatan pemeliharaan bangunan Gedung Olahraga agar tetap dalam kondisi baik dan fungsional. Oleh karena itu, diharapkan bahwa penelitian ini akan membantu menjaga dan meningkatkan kualitas pendidikan di Politeknik Negeri Manado dan membantu Perguruan Tinggi mencapai visi dan misi untuk menghasilkan generasi muda yang mahir dan berkompetisi.

2. METODE PENELITIAN

Gedung Olahraga Kampus Politeknik Negeri Manado merupakan tempat penelitian yang terletak di Jalan raya Politeknik Buha Manado. Penelitian ini menggunakan suatu metode yang dinamakan *Non-destructive Method* atau metode pengujian tidak merusak yaitu metode *Visual Testing (Visual Investigation)* dan *Rebound Hammer Testing*. *Visual Investigation Method* yaitu metode NDT yang paling sederhana, melibatkan evaluasi material atau struktur secara visual dengan mata telanjang atau dengan bantuan alat bantu seperti mikroskop atau kamera digital. Metode pengujian *Rebound Hammer Testing* adalah metode pengujian yang digunakan untuk menilai kekerasan permukaan dan kekuatan tekan dari beton. Pengujian ini menggunakan Schmidt Hammer atau Rebound Hammer, yang mengukur rebound dari palu yang dipukul pada permukaan beton (V.M. Malhotra & Nicholas J. Carino, 2014).

Penelitian ini dimulai dengan investigasi kesesuaian *as build drawings* dengan kondisi bangunan GOR saat ini, di lanjutkan dengan investigasi visual (*Visual Investigation*) yang merupakan langkah selanjutnya dalam pemeriksaan bangunan eksisting. Investigasi ini bertujuan untuk memperoleh kondisi bangunan dan tingkat kerusakan, dimana pada tahap ini kondisi bangunan di amati secara visual. Kamera digital digunakan untuk mengambil gambar bagian struktur yang mengalami kerusakan. Tujuan pengamatan adalah untuk menentukan tingkat kerusakan, menentukan jenis alat pengujian dan detail investigasi yang diperlukan.

2.1. Pemeriksaan Visual (*Visual Investigation*)

Pemeriksaan visual dengan menggunakan *Drone* dan *Camera Digital* merupakan pemeriksaan yang dilakukan setelah pemeriksaan kesesuaian gambar *As Build Drawings* dengan layout bangunan saat ini, untuk menentukan kondisi bangunan. Pemeriksaan ini dilakukan dengan mengamati secara langsung elemen-elemen bangunan untuk mengidentifikasi kerusakan yang tampak. Dalam pemeriksaan visual, hal-hal berikut dapat dilakukan: 1. Pemeriksaan secara visual dilakukan pada bagian bangunan yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan. Hasil yang diperoleh di tampilkan berdasarkan jenis kerusakan, tingkat kerusakan, dan pola kerusakan. 2. Bagian bangunan yang telah diperiksa, dibagi menjadi bagian yang rusak dan tidak rusak, kemudian menandai bagian yang rusak untuk pemeriksaan lanjutan. 3. Hasil foto digital digunakan untuk membuat gambar bagian-bagian bangunan yang rusak dan menjelaskan jenis kerusakan yang

terjadi. 4. Hasil evaluasi kondisi dan keadaan di bagian – bagian bangunan yang mengalami kerusakan, digunakan untuk menentukan metode pemeriksaan tambahan.

2.2. Pengujian menggunakan alat Hammer Test

Proses selanjutnya dalam mengidentifikasi kerusakan adalah melakukan investigasi menyeluruh. Pengujian menggunakan alat *Hammer Test* merupakan kegiatan yang bersifat investigasi Teknik. Investigasi yang dilakukan secara berturut-turut sebagai berikut: 1. Dokumentasi teknis, termasuk denah, potongan, dan perkiraan pondasi. 2. Observasi kondisi lapangan, di mana hal-hal berikut perlu diselidiki: a. Lebar, panjang, dan kedalaman retak pada bagian struktural dan non-struktural, serta lokasi dan jenis retak; b. Pengelupasan, retakan, rongga, dan kerusakan permukaan lainnya; dan c. Korosi tulangan, ukuran awal dan ukuran setelah korosi. Kekuatan tekan beton diuji dengan menggunakan alat *Schmids Concrete Hammer*. *Hammer test* adalah alat untuk mengukur kekuatan tekan beton atau material konstruksi lainnya dengan memukul permukaan beton. Prinsip dasar dari pengujian ini adalah bahwa semakin tinggi rebound atau pantulan palu ketika mengenai permukaan beton, semakin tinggi juga nilai pantulan yang didapat.

Penelitian dengan menggunakan *Hammer Test Matest Type N* dilakukan pada bangunan Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado, pengujian ini dilakukan dengan mengambil sampel masing-masing pada kolom, balok dan pelat untuk mendapatkan gambaran terhadap kekuatan tekan beton. Pengujian menggunakan *Hammer Test* ini merupakan pengujian yang tidak merusak bangunan atau *Non-Destructive Test* (NDT). Dalam melakukan *Hammer Test* pada kolom, sudut pukulan alat uji dengan permukaan beton diambil dengan sudut *horizontal*, sedangkan untuk pengujian pada balok dan pelat, diambil dengan sudut *vertical*. Pengujian dilakukan tegak lurus dengan objek. Setelah *plunger* atau ujung alat menumbuk permukaan beton, hasilnya ditunjukkan pada skala alat uji. Nilai lenting atau *rebound hammer* ditunjukkan pada skala bacaan.

Nilai lenting adalah ukuran yang menunjukkan tingkat kekerasan beton yang diuji. Pengujian dilakukan sebanyak 16 kali dalam satu objek pengujian. Jika tumbukan menghancurkan permukaan beton, pembacaan dihentikan dan mengambil titik bacaan baru. Selanjutnya, data pembacaan dihitung rata-ratanya, dan grafik hubungan antara nilai lenting dan kekuatan tekan beton digunakan untuk menemukan kekuatan tekan beton. Setelah pengujian *Hammer Test*, kerusakan total bangunan di hitung berdasarkan masing-masing kategori kerusakan dengan menggunakan rumus – rumus sebagai berikut:

Perhitungan Volume Kerusakan

$$V = \frac{K1+K2+K3}{K1+K2+K3+K4+K5} * 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

V = Volume Kerusakan

K1 ... Kn = Jumlah kerusakan

Perhitungan volume total:

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot t \quad (2)$$

Keterangan:

V = Volume Total

D = Diameter

T = Tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu fasilitas olahraga yang dimiliki Politeknik Negeri Manado (Polimdo) adalah Gedung Olahraga. Gedung ini terletak di Jl. Raya Politeknik, Buha, Kairagi, Kota Manado, Sulawesi Utara. Gambar tampak dari Bangunan Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado yang diperoleh dengan bantuan drone dapat dilihat pada Gambar 1.

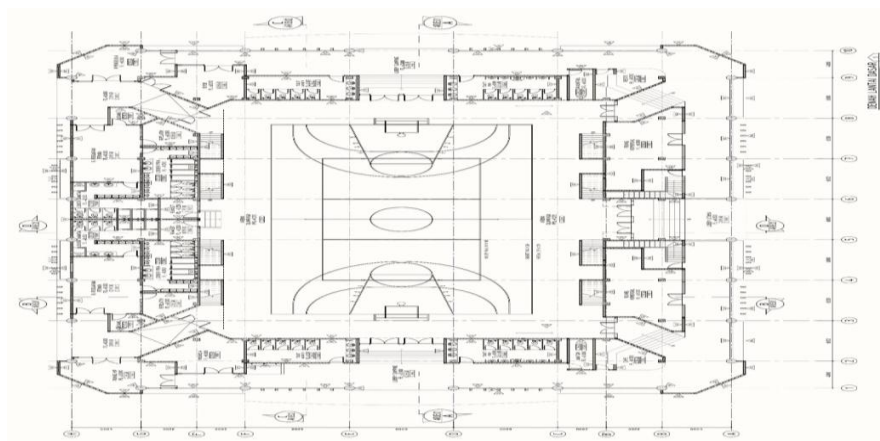


Gambar 1. Tampak bangunan

Gambar 1. menunjukkan situasi bangunan yang diambil menggunakan bantuan alat *drone*. Dapat dilihat dari tampak luar, bahwa bangunan memerlukan adanya perawatan.

3.1. Pemeriksaan Kesesuaian As-Built Drawing Dengan Di Lapangan

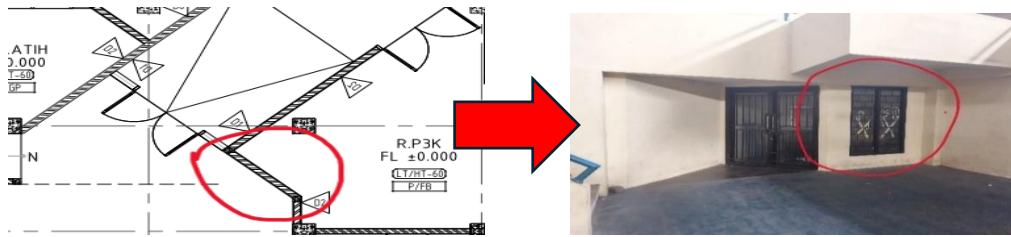
Setelah pemeriksaan di lapangan dilakukan, ditemukan dua perbedaan antara *as-built drawing* dengan di lapangan. Denah bangunan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Denah Bangunan Gedung Olahraga

1. Denah Ruang P3K

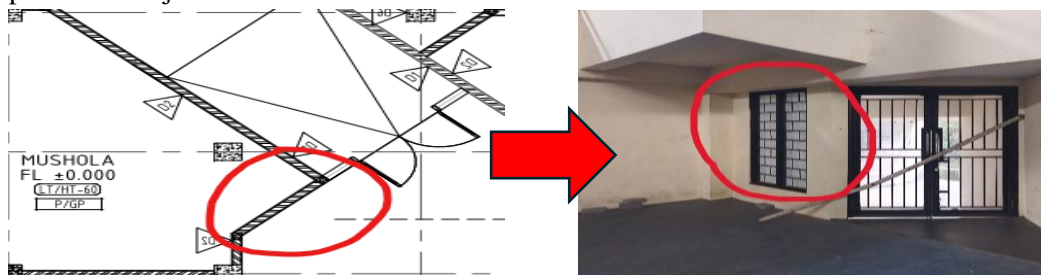
Terjadi perubahan desain pada bagian dinding Ruang P3K. Yang harusnya pada gambar, dinding tersebut sejajar dengan pintu. Selain itu, juga ada penambahan jendela pada dinding tersebut. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan perubahan desain yang terjadi di lapangan.



Gambar 3. Perbedaan Ruang P3K

2. Denah Ruang Mushola

Sama seperti ruang P3K, pada ruang Mushola ini juga terjadi perubahan desain dan juga penambahan jendela.



Gambar 4. Perbedaan Ruang Mushola

Tabel 1. merupakan tabel yang digunakan untuk pengecekan perbedaan *As-built drawing* dengan di lapangan. Tabel ini menjadi acuan untuk melakukan pengecekan di lapangan, yang mana ditemukannya perbedaan antara *as-built drawing* dengan di lapangan dan hasil yang ditemukan hanya pada denah ruang musolah dan ruang P3K yang tidak sesuai.

Tabel 1. Pengecekan kesesuaian gambar

TINJAUAN	DESKRIPSI	
Denah Ruang Komersial	Sesuai dengan gambar	✓
Denah Cafe Dan Resto	Sesuai dengan gambar	✓
Denah Janitor Dan R. Kontrol	Sesuai dengan gambar	✓
Denah Toilet Pria Dan Wanita	Sesuai dengan gambar	✓
Denah Musolah Dan R. P3K	Ada dinding yang tidak sesuai gambar	–
Denah R. VIP Dan R. Pengelola	Sesuai dengan gambar	✓
Denah Gudang	Sesuai dengan gambar	✓
Denah R. Pelatih	Sesuai dengan gambar	✓
Denah R. Persiapan Pemain	Sesuai dengan gambar	✓
Denah Locker Pria Dan Wanita	Sesuai dengan gambar	✓
Denah R. Wasit	Sesuai dengan gambar	✓
Lobby Utama, Samping Kiri Dan Kanan	Sesuai dengan gambar	✓
Tangga	Sesuai dengan gambar	✓

Dengan adanya perubahan fungsi dan bentuk bangunan. Bisa menjadi salah satu faktor penyebab adanya kerusakan pada bangunan. Perubahan fungsi dan desain dapat meningkatkan beban pada struktur bangunan, melebihi batas yang direncanakan sebelumnya. Hal ini dapat menyebabkan keretakan, terutama jika perubahan dilakukan tanpa perhitungan yang tepat.

3.2. Pengamatan Survey Kerusakan Bangunan

Hasil pengamatan visual dan analisis keadaan bangunan Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado diuraikan dalam tabel dan dijelaskan untuk menunjukan keadaan bangunan baik atau buruk. Berikut tabel hasil pengamatan visual:

Tabel 1. Hasil pengamatan visual

No.	Elemen Struktur	Gambar
1.	<p>Balok:</p> <p>Terjadi keretakan pada antara balok dengan dinding.</p> <p>Hanya ada tiga balok yang memiliki kerusakan dan ketiganya memiliki pola kerusakan yang sama.</p> <p>Jadi kerusakan yang terjadi pada balok masuk dalam kategori non-struktur</p>	 <p>Balok BI4: Posisi balok berada di lantai tribun sebelah kiri bagian dalam bangunan</p>  <p>Balok BI4: posisi balok berada di lantai tribun sebelah kiri bagian dalam bangunan</p>  <p>Balok BI4: Posisi balok berada di lantai tribun sebelah kanan bagian dalam bangunan</p>
2.	<p>Kolom:</p> <p>Pada elemen struktur kolom terdapat beberapa pola kerusakan yang sama dengan pola kerusakan pada balok, yaitu terjadi keretakan antara kolom dengan dinding.</p> <p>Kerusakan yang terjadi pada kolom masuk dalam kategori non-struktur.</p> <p>Terdapat juga kerusakan pada kolom seperti plesteran tergelupas</p>	 <p>Kolom K1: Posisi kolom berada di as 10-F</p>  <p>Kolom K1: Posisi kolom berada di As 7-H</p>  <p>Kolom K1: posisi kolom berada di As 5-H</p>  <p>Kolom K1: Posisi kolom berada di As 1-F</p>
3.	<p>Pelat:</p> <p>Terjadi keretakan pada elemen pelat. Dan yang terdapat kerusakan hanya pada pelat lantai satu.</p> <p>Posisi pelat berada di As 5, 7 - F, G.</p>	

3.3. Hasil Pengujian Hammer Test

Pada Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado dilakukan pengecekan mutu beton melalui pengujian *Hammer Test*. Elemen – elemen struktur yang diuji yaitu Balok, Kolom dan Pelat yang tersebar dari lantai dasar sampai lantai tribun. Alat *Hammer Test* dikalibrasi terlebih dahulu, sebelum pengujian dilakukan. Kalibrasi berguna untuk memastikan keakuratan alat sebelum digunakan. Dengan demikian pada pengujian ini alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan nilai rata-rata kalibrasi sebesar 80. Hasil dari nilai standar dibagi dengan nilai rata-rata menghasilkan angka koreksi pada Tabel 3.

Tabel 3. Kalibrasi Alat

Type/Jenis	Matest Type N – 2S0868		
No. Seri Alat			
Kalibrasi Alat	80	80	80
	80	80	80
	80	80	80
	80		
Rata - Rata	80		
Standar	80		
Angka Koreksi	1.000		

Tabel 4. Hasil Pengujian *Hammer Test* pada kolom

Nama Struktur	Struktur Gedung Olahraga			
Jenis Elemen	Kolom			
Kode Bidang Uji/ Sampel	K1	K2	K3	K4
Sudut Inklinasi Pukulan (°)	0°	0°	0°	0°
Nilai Lenteng Palu Beton (R)	1	29	34	38
	2	33	30	38
	3	44	34	39
	4	38	36	33
	5	33	34	42
	6	31	30	42
	7	37	33	37
	8	36	29	40
	9	30	34	35
	10	42	30	37
	11	37	30	36
	12	35	35	33
	13	41	34	30
	14	35	32	39
	15	37	32	42
	16	37	25	41
R Rata-rata	35.9	32.0	39.0	38.7
R Rata-rata Terkoreksi Alat	35.9	32.0	39.0	38.7
Koreksi Non Horizontal				
R Rata-rata Terkoreksi	35.9	32.0	39.0	38.7

Perkiraan Kekuatan Tekan Beton				
Maksimum, (kg/cm ²)	340.9	274.0	395.0	389.4
Minimum, (kg/cm ²)	271.9	209.0	324.0	318.7
Rata-rata, (kg/cm ²)	306.4	241.5	359.5	354.0

Tabel 4 adalah hasil pengujian *Hammer Test* pada struktur kolom. Pengujian diambil sebanyak 16 kali dalam setiap 1 titik pengujian, dengan nilai rata-rata terkoreksi yang didapat pada setiap kolom yaitu (K1 35,9, K2 32, K3 39, K4 38,7). Nilai maksimum (K1 340,9, K2 274, K3 395, K4 389,4). Nilai minimum (K1 271,9, K2 209, K3 324, K4 318,7). Nilai rata-rata (K1 306,4, K2 241,5, K3 359,5, 354). Dengan total hasil kekuatan tekan beton yang diperoleh sebesar 315,359 kg/cm² (30,9 mpa). Tabel 5 berikut merupakan nilai yang di dapatkan dari kekuatan tekan beton pada setiap titik pengujian alat *Hammer Test*.

Tabel 5. Nilai Kekuatan Tekan Beton Pada Balok, Kolom Dan Plat

Nilai Kekuatan Tekan Beton Pada Balok, Kolom Dan Plat		
Titik Pengujian	Nilai (kg/cm ²)	Nilai (mpa)
Kolom as 7-A	315,359	30,9
Kolom as 10-A		
Kolom as 9-H		
Kolom as 1-G		
Balok as 1-B,C	439,74	43,12
Balok as 3,4-A		
Balok as 7,8-A		
Plat As 8,9 - D,E	346,53	33,9
Plat As 2,3 - D,E	325,375	31,9
Plat As 6,8 - B,C	205,334	20,1
Plat As 5,7 - F,G	34,10	3,3

SNI 2847 tahun 2019 menetapkan standar beton struktural untuk bangunan gedung, kriteria mutu beton yang digunakan untuk pekerjaan struktur umumnya menggunakan nilai mutu beton 17 Mpa atau setara dengan kuat tekan beton K-200. Dengan demikian untuk nilai perkiraan kuat tekan beton untuk balok dan kolom telah memenuhi persyaratan mutu beton yang digunakan untuk pekerjaan struktural. Tapi khusus pada plat ada bagian yang tidak memenuhi persyaratan mutu beton, yaitu pada plat AS 5,7-F,G

3.4. Hasil Analisis Kerusakan

Kalkulasi data untuk setiap komponen yang mengalami kerusakan adalah hasil dari analisis karakteristik kerusakan. Pada tahap ini, nilai persentase kerusakan diberikan untuk masing-masing komponen. Berdasarkan hasil survei jumlah kolom pada lantai satu sebanyak 28 kolom, dengan dua diantaranya mengalami kerusakan.

Perhitungan volume kerusakan pada kolom:

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Kedalaman} \\
 K1 &= 40\text{cm} \times 0,3\text{cm} \times 0,3\text{cm} \\
 &= 3,6 \text{ cm}^3 = 3,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
K2 &= 75\text{cm} \times 0,6\text{cm} \times 0,5\text{cm} \\
&= 22,5 \text{ cm}^3 = 22,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \\
K1 + K2 &= 3,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3 + 2,25 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \\
V &= 2,61 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 0.0000261 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Perhitungan volume total:

$$\begin{aligned}
V &= \frac{1}{4}\pi D^2 \cdot t = \frac{1}{4}\pi \cdot (0,6)^2 \cdot 4 \\
&= 1,1304 \text{ m}^3 \times 28 \text{ kolom} = 31,65 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Perhitungan persentase kerusakan pada kolom:

$$\begin{aligned}
V &= \frac{\text{Volume kerusakan}}{\text{total volume}} * 100\% \\
V &= \frac{0,0000261}{31,65} * 100\% \quad V = 0,0000825\%
\end{aligned}$$

Jadi persentase kerusakan pada struktur kolom adalah 0,0000825%

Berdasarkan hasil survei lapangan jumlah pelat sebanyak 20 bagian, dengan 2 bagian diantaranya mengalami kerusakan sedang.

Perhitungan volume kerusakan pada plat:

$$\begin{aligned}
V1 &= 12\text{m} \times 1\text{m} \times 0,12\text{m} \\
&= 1,44 \text{ m}^3 \\
V2 &= 6\text{m} \times 1,525\text{m} \times 0,12\text{m} \\
&= 1,098 \text{ m}^3 \\
V1 + V2 &= 1,44 + 1,098 \\
V &= 2,538 \text{ m}^3 \text{ (Volume Kerusakan)} \\
V &= 24,528 \text{ m}^3 \text{ (Volume Total)}
\end{aligned}$$

Perhitungan persentase kerusakan plat:

$$\begin{aligned}
V &= \frac{\text{volume kerusakan}}{\text{total volume}} * 100\% \\
V &= \frac{2,538}{24,528} * 100\% \\
V &= 10,35\%
\end{aligned}$$

Jadi persentase kerusakan pada struktur plat adalah 10,35%.

4. KESIMPULAN

Hasil evaluasi tingkat kerusakan dan estimasi biaya perbaikan Bangunan Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado sebagai berikut: Tingkat kerusakan yang terjadi pada Gedung Olahraga Politeknik Negeri Manado, meliputi kerusakan kolom dengan tingkat kerusakan ringan dengan persentase kerusakan sebesar 0,0000825% dan kerusakan plat dengan tingkat kerusakan ringan dengan persentase kerusakan sebesar 10,35% sedangkan pada struktur balok tidak mengalami kerusakan. Menurut SNI 2847 tahun 2019, standar beton struktural yang diperlukan untuk bangunan gedung, kriteria mutu beton yang digunakan untuk pekerjaan struktural umumnya menggunakan nilai mutu beton 17 Mpa atau setara dengan kuat tekan beton K-200. Dengan demikian untuk nilai perkiraan kuat tekan beton untuk balok dan kolom telah memenuhi persyaratan mutu beton yang digunakan untuk pekerjaan struktural. Tapi khusus pada plat ada bagian yang tidak memenuhi persyaratan mutu beton, yaitu pada plat AS 5,7-F,G.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. M., Sangadji, F. A., & Kempa, M. (2024). ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN BANGUNAN GEDUNG RUSUNAWA IAIN AMBON. *Kokoh*, 22(1), 1–14. <https://doi.org/10.17509/k.v22i1.66208>
- Apriani, R., Ayu, I., & Angreni, A. (n.d.). *Analisis Biaya Pemeliharaan Bangunan Gedung Dengan Konsep Green building Dan Bangunan Gedung Dengan Konsep Non Green building*. <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>
- Ariyanto, A. S. (2020). ANALISIS JENIS KERUSAKAN PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT (Studi Kasus pada Gedung Apartemen dan Hotel Candiland Semarang) (Vol. 06, Issue 1).
- Ashworth, A., Hogg, K., & Higgs, C. (2013). *Willis's Practice and Procedure for the Quantity Surveyor*. Wiley. <https://books.google.co.id/books?id=nJwSZ8BeDcsC>
- Chima, O. A., Ifeanyichukwu, N. E., Nnamdi, A. T., Chukwuemeka, I. G., & Precious-favour, N. O. (2021). Evaluation of the Practice of Building Survey for Maintenance of Public Building in South-East Nigeria. *Journal of Engineering Research and Reports*, 108–122. <https://doi.org/10.9734/jerr/2021/v20i317288>
- Eka Nanda, W., Ratnaningsih, A., Nurtanto, D., Kalimantan, J., & Korespondensi, P. (n.d.). *Evaluasi Tingkat Kerusakan Dan Estimasi Biaya Perbaikan Bangunan Guna Sustainability Gedung Di Universitas Jember (Studi Kasus : Gedung 1 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP)) (Assement Of The Building Damage And Cost Estimation of Repairing Buildings For The Sustainable Of Buildings In Jember Univeristy (Case Study : Faculty of Teacher Education and Training Building 1))*.
- Kempa, M. (2018). ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN BANGUNAN GEDUNG SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP) DI MALUKU. *Seminar Nasional "Archipelago Engineering" (ALE)*.
- Lubis, F., & Apriani, W. (2021). ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN BANGUNAN GEDUNG ASRAMA ATLIT SPORT CENTRE RUMBAI. In *Jurnal Teknik* (Vol. 15).
- M. Gemilang, Nedra Neswita, & Sri Agustin. (2023). Analisa Tingkat Kerusakan Dan Estimasi Biaya Perawatan Bangunan Gedung Utama Sekolah Tinggi Teknologi Indragiri. *Jurnal Sipil Terapan*, 1(1), 170–181. <https://doi.org/10.58169/jusit.v1i1.191>
- PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM 28 tahun 2008. (n.d.). *PermenPU16-2010*. (n.d.).
- Pranoto, Y., & Jepriani, S. (2023). Evaluasi Gedung Workshop Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMKN 2 Samarinda. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(3), 558–566. <https://doi.org/10.30653/jppm.v8i3.389>
- Ratna Kusumastuti, D., Budi Setiawan, D., Ristanti Rahmi, D., & Rochimawati, M. (2022). ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN DAN ESTIMASI BIAYA PEMELIHARAAN KOMPONEN ARSITEKTURAL PADA GEDUNG C DI KOMPLEK GEDUNG KANTOR BUPATI KUDUS (Vol. 08, Issue 1).
- Ratnaningsih, A., Firnanda, K. W., & Trisiana, A. (2023). Analisis Operasional Dan Pemeliharaan Gedung Berdasarkan Tingkat Kerusakan Dan Anggaran Biaya Dengan Metode Activity Based Costing Analysis (ABC). *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 353. <https://doi.org/10.29103/tj.v13i2.886>
- Rohmat, A. (n.d.). ANALISIS KERUSAKAN STRUKTUR DAN ARSITEKTUR PADA BANGUNAN GEDUNG (Studi Kasus: Gedung F Universitas Muhammadiyah Sukabumi).
- V.M. Malhotra, & Nicholas J. Carino. (2014). *Handbook on Nondestructive Testing of Concrete*. Taylor & Francis Group.