

## **Bantuan Teknis dalam Kajian Kelayakan Struktur Panggung *Crocodile Attack Railing* di *Bali Safari Marine Park* Gianyar-Bali**

**I Gusti Ngurah Eka Partama<sup>1\*</sup>, Made Prarabda Karma<sup>2</sup>,  
Putu Doddy Heka Ardana<sup>3</sup>, Ni Kadek Astariani<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Universitas Ngurah Rai, Denpasar, Indonesia

\*Corresponding author: [epartama@gmail.com](mailto:epartama@gmail.com)

*Received* 26-03-2024

*Revised* 31-03-2024

*Accepted* 05-04-2024

### **ABSTRAK**

PT. Jaya Graha Utama (PT. JGU) merupakan vendor di Bali Safari Marine Park (BSMP) yang ditugaskan merehabilitasi Panggung Crocodile Attack Railing (PCAR), namun belum ada rujukan yang dipakai untuk melakukan tindakan tersebut. PT. JGU berkolaborasi dengan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai (FST UNR) melalui kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) selanjutnya menjadi mitra. Tim PkM FST UNR dibentuk bertujuan melakukan kajian struktur dan menyusun rencana tindakan rehabilitasi PCAR yang diperlukan. Tim FST UNR mengaplikasikan Metode Difusi Ipteks dalam PkM ini yaitu: Mutu beton, formasi tulangan, analisa struktur masing-masing memanfaatkan perangkat hammer test, scanning rebar locator dan Program SAP2000. Kajian ini merekomendasikan lantai panggung diganti dengan pelat tebal 10cm, dimensi tinggi balok diperbesar menjadi 15x40cm, 25x45cm, penambahan kolom Ø35cm pada pangkal panggung dan kolom lain dipertahankan. Hasil kajian serta rekomendasinya disusun dalam bentuk buku yang disimpan dalam file dan menjadi dokumen penting dalam melakukan rehabilitasi PCAR di BSMP.

**Kata kunci:** FST UNR; Kajian struktur; PkM; Rehabilitasi.

### **ABSTRACT**

*PT. Jaya Graha Utama (PT. JGU) is a vendor at the Bali Safari Marine Park (BSMP) tasked with rehabilitating the Crocodile Attack Railing (PCAR) Stage, but there has been no reference used to carry out this action. PT. JGU collaborates with the Faculty of Science and Technology, Ngurah Rai University (FST UNR) through Community Service (FSTCS) activities and then becomes a partner. The FSTCS Team was formed with the aim of conducting structural studies and preparing the necessary PCAR rehabilitation action plans. The FSTCS team applied the Science and Technology Diffusion Method in this Community Service, namely: Concrete quality, reinforcement formation, structural analysis each using a hammer test device, scanning rebar locator and the SAP2000 program. This study recommends that the stage floor be replaced with a 10cm thick plate, the dimensions of the beam height increased to 15x40cm, 25x45cm, the addition of a Ø35cm column at the base of the stage and other columns retained. The results of the study and recommendations are compiled in the form of a book which is stored in a file and becomes an important document in carrying out PCAR rehabilitation at BSMP.*

**Keywords:** FST UNR; Structural studies; Community service; Rehabilitation.

### **PENDAHULUAN**

Bali adalah salah satu destinasi wisata nusantara maupun manca negara yang paling terkenal di Wilayah Indonesia. Bali terkenal dengan objek wisata yang berbasis budaya, adat isitiadat dan keindahan alam. Balai Pusat Statistik mencatat kunjungan wisatawan mancanegara dan nusantara sampai Bulan Nopember 2023 masing-masing

mengalami peningkatan 169,36% dan 22,66% dibandingkan Tahun 2022 (Putra 2024); (Satu Data Indonesia Provinsi Bali 2024a); (Satu Data Indonesia Provinsi Bali 2024b). Seiring dengan semakin meningkatnya kunjungan wisatawan ke Pulau Bali, objek dan wahana wisata tidak lagi terfokus pada objek terkait kondisi alam di daerah ini, banyak objek wisata baru dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan rekreasi wisatawan. Salah satu objek wisata yang dibangun di Bali selain objek wisata utama yang berbasis budaya, adat istiadat dan keindahan alam adalah Bali Safari Marine Park (BSMP) yang berlokasi di Jln. *By Pass* Ida Bagus Mantra KM 18, Gianyar-Bali, dengan wahana kebun binatang yang telah beroperasi sejak Tahun 2007 (Suadnyana 2024).

Pasca dinyatakan berakhirnya Masa Pandemi Covid-19 di seluruh belahan dunia, kunjungan wisatawan nusantara maupun mancanegara ke Bali semakin meningkat, namun beberapa sarana pada wahana yang ada di BSMP banyak mengalami kerusakan dan diperlukan rehabilitasi untuk menyiapkan wahana yang memadai, nyaman dan aman. Manajemen BSMP mengundang beberapa pelaksana konstruksi (*vendor*) untuk terlibat pada penyediaan dan rehabilitasi sarana wisata pada wahana yang tersedia. Salah satu *vendor* yang terlibat dalam penyediaan maupun rehabilitasi wahana yaitu: PT. Jaya Graha Utama (PT. JGU).

Diantara sarana yang ada di BSMP, Panggung *Crocodile Attack Railing* (PCAR) juga memerlukan rehabilitasi karena secara visual komponen panggung telah kelihatan retak, berkarat, keropos dan patah. Panggung ini difungsikan sebagai jalur inspeksi untuk memantau kondisi kandang oleh petugas, memberi pakan buaya dan atraksi pengunjung memberi makan buaya. Tindakan rehabilitasi yang ditugaskan kepada PT. JGU dengan tuntutan penanganan yang efektif dan biaya yang wajar. Tuntutan Manajemen BSMP merupakan permasalahan bagi PT. JGU dalam meyakinkan pemilik pekerjaan (*owner*), bahwa tindakan rehabilitasi yang dilakukan telah tepat. PT. JGU berupaya untuk memberi keyakinan kepada Manajemen BSMP dengan melibatkan perguruan tinggi dalam melakukan kajian struktur PCAR dengan menggandeng Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai (FST UNR) untuk melakukan kajian struktur. Pihak FST UNR menyambut baik keinginan tersebut melalui wadah Tri Darma Perguruan Tinggi ketiga yaitu Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dan menjadikan PT. JGU sebagai Mitra PkM. FST UNR dalam melaksanakan kegiatan ini selanjutnya membentuk Tim PkM FST UNR dengan menugaskan empat orang dosen yang berkompeten untuk pelaksanaan kegiatan tersebut yaitu 1 orang ketua tim, 1 orang Ahli Struktur, 1 orang Ahli Teknologi Beton, 1 orang Ahli Arsitektur dan dibantu oleh 1 orang laboran dan 2 orang mahasiswa untuk surveyor.

Hasil konsultasi Tim PkM FST UNR menemukan permasalahan mitra yang perlu mendapatkan solusi yaitu: (1) Bagaimana kondisi struktur panggung *Crocodile Attack Railing* ditinjau berdasarkan kekuatan bahan; (2) Tindakan teknis apa yang perlu dilakukan agar kondisi panggung dapat berfungsi dengan baik sehingga memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengelola maupun pengunjung. Tim PkM FST UNR

dengan bidang keahliannya masing-masing diharapkan dapat memberikan alternatif solusi atas permasalahan mitra tersebut.

Dalam rangka merealisasi tujuan pelaksanaan PkM beberapa aktifitas pendukung yang dilakukan yaitu: evaluasi mutu beton menggunakan uji pantul palu (*hammer test*) sesuai standar pengujian SNI ASTM C805:2012 (Badan Standardisasi Nasional Indonesia 2012), investigasi formasi tulangan dalam pelat lantai, balok dan kolom menggunakan *Scanning rebar locator*, kajian struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000. Pemanfaatan peralatan yang relevan diharapkan dapat mengumpulkan data kondisi eksisting dengan cepat dan akurat sehingga proses kajian dapat dilakukan dengan maksimal serta dapat memberikan rekomendasi yang tepat.

Keberhasilan kajian dan rekomendasi yang dihasilkan tidak terlepas dari peran PT. JGU selaku mitra dalam kegiatan ini. Partisipasi mitra yang utama dibutuhkan yaitu menyiapkan dana untuk pelaksanaan *hammer test*, *scanning rebar locator*, menyiapkan informasi umur bangunan dan melakukan koordinasi dengan Pihak Manajemen BSMP saat melakukan survei.

Kolaborasi yang dibangun antara Tim FST UNR dan PT. JGU sebagai mitra adalah dalam rangka merealisasi tujuan PkM yaitu: (1) Melakukan kajian kelayakan struktur PCAR; (2) Menyusun rekomendasi berdasarkan hasil kajian. Semua hasil kegiatan PkM tersebut didokumentasikan dalam bentuk buku (*hardcopy*) dan file (*softcopy*), yang menjadi dokumen penting dalam merehabilitasi PCAR.

## METODE PELAKSANAAN

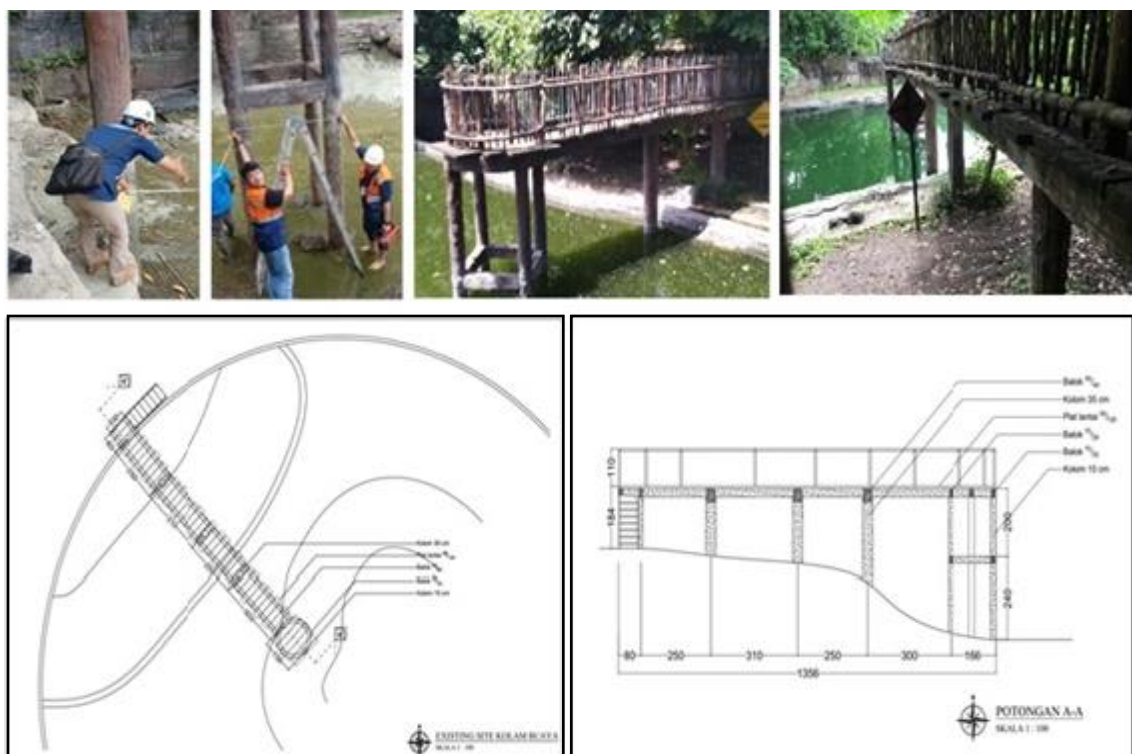
Pelaksanaan PkM ini dilaksanakan dengan Metode Difusi Ipteks. Instrumen utama dalam penerapan metode ini antara lain: pemanfaatan *hammer test* untuk menentukan mutu beton, memanfaatkan *scanning rebar locator* untuk mengidentifikasi formasi tulangan beton dan penyajian gambar menggunakan Aplikasi AUTOCAD, sehingga gambar dapat disimpan dalam format digital.

Perangkat *hammer test* yang digunakan dikalibrasi dengan *anvil* untuk melakukan koreksi atas hasil bacaan saat pengujian. *Hammer test* dilakukan pada 10 titik pengujian yaitu 3 titik pada pelat lantai, 4 titik pada balok dan 3 titik pada kolom. Pada setiap lokasi titik pengujian diambil minimal 10 titik pantul. Nilai pantul diolah secara statistik dengan tingkat kepercayaan 95%. Angka pantul dengan nilai bacaan 5 diatas atau dibawah rata-rata pada satu titik pengujian tidak digunakan (Badan Standardisasi Nasional Indonesia 1997); (Badan Standardisasi Nasional Indonesia 2012). Satu nilai pantul yang didapat selanjutnya diplot ke kurva pada grafik yang tersedia pada badan alat untuk membaca nilai kuat tekan (Matest 2017). Luaran hasil pengujian ini selanjutnya menjadi data masukan (*input*) saat melakukan analisa struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000.

Formasi tulangan dalam beton yaitu diameter dan jaraknya ditentukan dengan melakukan pemindaian dengan alat *Scanning rebar locator*. Citra hasil pindai selanjutnya dianalisa dan ditentukan diameter dan jarak tulangan pada pelat lantai,

balok dan kolom. Formasi tulangan ini juga menjadi data masukan (*input*) saat melakukan analisa struktur panggung menggunakan perangkat lunak SAP2000.

Hasil survei visual lapangan disajikan dalam gambar menggunakan Aplikasi AUTOCAD. Semua sajian gambar diatur dalam skala tertentu yang menampilkan gambar situasi, denah, tampak, potongan dan detail dalam format kertas A3. Semua gambar hasil survei kondisi eksisting maupun gambar hasil rekomendasi disimpan dalam *file* digital. Hasil penggambaran kondisi eksisting dalam format AUTOCAD digunakan sebagai acuan dalam melakukan pemodelan pada perangkat lunak SAP2000. Saat melakukan analisa struktur panggung mutu beton yang dipakai sebagai data masukan (*input*) merupakan hasil *hammer test*. Standar perencanaan yang digunakan dalam melakukan analisis struktur antara lain: SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD), SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung dan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (Badan Standardisasi Nasional Indonesia 2019b); (Badan Standardisasi Nasional Indonesia 2019a); (Badan Standardisasi Nasional Indonesia 2020); (Tavio and Wijaya 2019); (Setiawan 2016). Hasil perhitungan kebutuhan tulangan dikomparasi dengan formasi tulangan berdasarkan hasil *scanning rebar locator*, jika kebutuhan tulangan eksisting mencukupi sesuai hasil analisa, maka elemen struktur tersebut masih memadai dan sebaliknya elemen struktur harus dilakukan rehabilitasi. Beberapa alternatif rehabilitasi yang menjadi pilihan antara lain: pembesaran dimensi dan



**Gambar 1. Aktivitas Survei dan Gambar Situasi Eksisting Format AUTOCAD**



penambahan formasi tulangan atau mengganti keseluruhan elemen struktur yang tidak memadai.

## HASIL KEGIATAN

Kegiatan PkM ini meliputi pengumpulan data, pengolahan data, kajian struktur dan penyusunan dokumen luaran. Data pertama yang diambil yaitu situasi kandang buaya yang merupakan lokasi panggung yang akan dikaji. Kegiatan ini dilakukan oleh surveyor dan Ahli Arsitektur didampingi oleh perwakilan mitra dan manajemen BSMP yang bertujuan untuk mendapatkan data gambar situasi (*lay out*) kandang dan dimensi komponen panggung. Aktifitas survei dan gambar situasi eksisting disajikan pada Gambar 1 dan data hasil survei dapat disimak pada Tabel 1.

Data yang sangat diperlukan saat analisis struktur panggung yaitu mutu beton dan formasi tulangan eksisting. Mutu beton ditentukan dengan uji pantul palu (*hammer test*) dan formasi tulangan ditentukan dengan pindai tulangan menggunakan *scanning rebar locator*. Peralatan untuk uji pantul palu menggunakan *Hammer Test Tipe-N Matest C380* sedangkan untuk formasi tulangan menggunakan *Scanner Hilti Ferrosan PS 300* (Matest 2018); (Hilti 2021). Visual peralatan dan aktifitas survei disajikan pada Gambar 2. *Hammer test* dilaksanakan oleh Tim Laboratorium Teknik Sipil FST UNR, sedangkan *scanning rebar locator* dilaksanakan atas kerjasama dengan PT. Aditya Maha Putra selaku penyedia jasa pekerjaan dimaksud. Hasil survei mutu beton dan formasi tulangan juga telah ditampilkan pada Tabel 1



**Gambar 2. Peralatan dan Aktivitas Survei Beton Bertulang**

Sumber: a\* Hilti, 2021; b\* Matest, 2018

**Tabel 1. Data Eksisting Komponen Panggung**

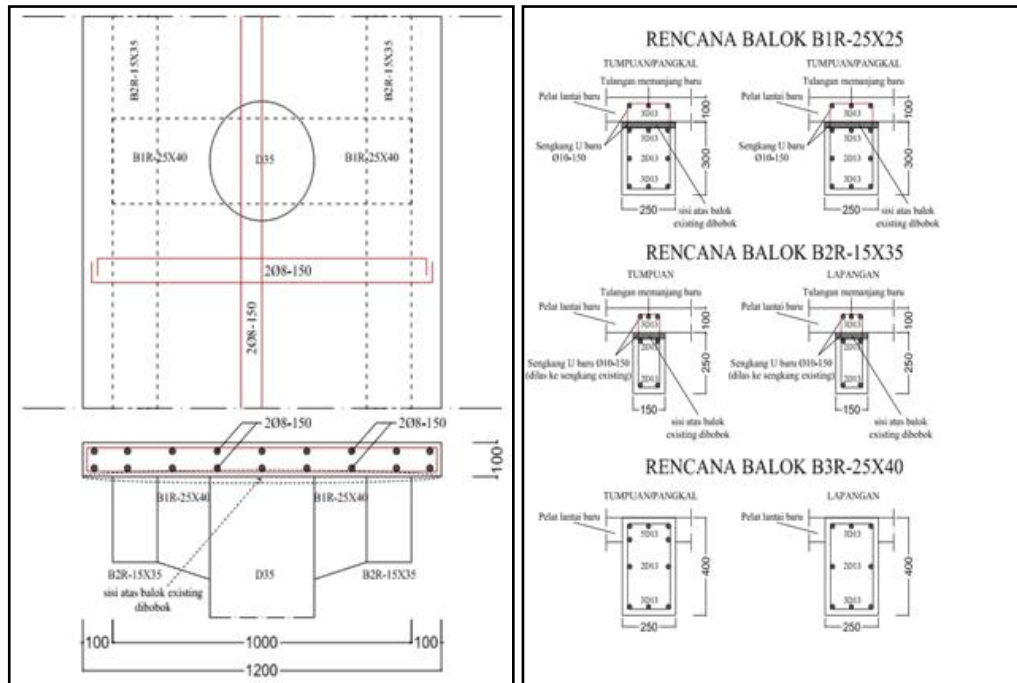
| Komponen panggung | Bahan                 | Dimensi, Mutu beton                | Formasi tulangan                        | Hasil pengamatan visual                                                     |
|-------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Pelat lantai      | Beton bertulang       | Tebal 6cm, K-137                   | Ø10-150 (1 lapis)                       | Segmental 30x120cm, motif kayu, retak, patah, goyang                        |
| Balok memanjang   | Beton bertulang       | 15x25cm, K-180                     | Atas 2D13; Bawah 2D13; Sengkang Ø10-150 | Finishing motif batang kayu, tidak ada retakan                              |
| Balok melintang   | Beton bertulang       | 25x35cm, K-180                     | Atas 3D13; Bawah 3D13; Sengkang Ø10-150 | Finishing motif batang kayu, tidak ada retakan                              |
| Kolom pangkal     | Beton bertulang       | 2x15x15cm, K-292                   | Memanjang 4D13; Sengkang Ø8-150         | Finishing camprot, tidak ada retakan                                        |
| Kolom tengah      | Beton bertulang       | 3xØ35cm, K-292                     | Memanjang 9D16; Sengkang Ø10-150        | Finishing motif batang kayu, tidak ada retakan                              |
| Kolom ujung       | Beton bertulang       | 4xØ35cm, K-292                     | Memanjang 6D16; Sengkang Ø10-150        | Finishing motif batang kayu, tidak ada retakan                              |
| Railing           | Pipa Galvanis+ dolken | Vertikal GIPØ3"; Horisontal GIPØ2" | -                                       | GIP finishing pasta semen motif batang kayu, retak, terkelupas dan berkarat |

Luaran data hasil survei *hammer test*, *scanning rebar locator*, hasil analisis struktur dan kajian secara komprehensif masing-masing disusun sebuah laporan, sehingga memberi gambaran yang jelas tentang data masukan (*input*), proses analisis (*analysis*) dan hasil kajian (*output*). Alur yang jelas dan sistematis diharapkan dapat menuntun pemahaman yang jelas tentang proses kajian dan relevansinya dengan rekomendasi yang disampaikan. Saat melakukan analisis struktur dan melakukan komparasi dengan data eksisting sudah mempertimbangkan koreksi sesuai standar analisis struktur yang berlaku. Umur beton saat ini telah mencapai lebih kurang 16 tahun, sehingga mutu beton hasil *hammer test* dikoreksi dengan faktor 1,35 sesuai ketentuan Peraturan Beton Indonesia Tahun 1971 (PBI 1971) untuk menjadi data masukan saat melakukan analisis struktur dengan mutu beton rencana ( $f'_c$ ) umur 28 hari ( $f'_c$ ) (Departemen Pekerjaan Umum 1971); (Badan Standardisasi Nasional Indonesia 2019b). Pengaruh korosi pada tulangan juga telah dipertimbangkan dengan mengurangi diameter hasil pindai menggunakan laju korosi yang ditentukan berdasarkan mutu beton yang membungkusnya (Siregar 2018). Dalam hal komponen panggung ada yang tidak memadai, maka rekomendasi yang ditawarkan tlah mempertimbangkan kemudahan pelaksanaan dan ketersediaan sumberdaya meliputi tenaga kerja, material dan waktu. Secara lengkap hasil kajian beserta rekomendasinya disajikan pada Tabel 2. Rekomendasi yang ditampilkan pada Tabel 2 lebih didominasi pada pelaksanaan pekerjaan beton bertulang dan Tim PkM FST UNR dalam menyusun gambar rekomendasi telah mengacu pada standar rujukan yang berlaku dan diperkuat dengan dukungan referensi yang memadai. Saat pemasangan tulangan beton harus

diperhatikan pendetailan tulangan antara lain: panjang kait pada ujung tulangan balok dengan bengkokan 90° tidak boleh kurang dari 16 kali diameter nominal tulangan dan untuk bengkokan 180° tidak boleh kurang dari 4 kali diameter nominal tulangan atau minimal 64mm (Bahar 2022). Pada saat pengecoran yang perlu diperhatikan antara lain: Persiapan lokasi pengecoran, persiapan material, pengontrolan mutu, pemeliharaan beton dan pembongkaran cetakan atau begisting (Bahar 2023). Semua rencana tindakan rehabilitasi dituangkan dalam gambar rekomendasi yang disusun menggunakan Aplikasi AUTOCAD dalam format kertas A3 seperti Gambar 3. Sebagai bahan diskusi Tim PkM FST UNR menyerahkan dokumen kepada mitra dalam bentuk *softcopy* format PDF terdiri dari file hasil kajian yang memuat narasi kajian terkait kondisi eksisting hasil pengamatan visual, hasil pengujian, analisis kekuatan struktur dan rekomendasi rencana tindakan rehabilitasi yang perlu dilakukan dalam rangka merepresentasikan hasil kajian.

**Tabel 2. Hasil Kajian dan Rekomendasi Tindakan Komponen Panggung**

| Komponen panggung      | Hasil kajian                                                                                                        | Rekomendasi                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pelat lantai           | Tidak layak untuk dipertahankan                                                                                     | Pelat lantai eksisting diganti pelat beton baru ketebalan 10 cm; tulangan 2 lapis Ø10-150; mutu beton K-250; pelat dicor monolit balok                                                                                                 |
| Balok memanjang        | 4 bentang balok tidak memadai memikul beban rencana terutama akibat kegagalan geser oleh akumulasi geser dan puntir | Memperbesar dimensi tinggi balok menjadi 15x35cm; Tulangan pada sisi pembesaran ditambah 3D13 pada tumpuan dan 2D13 pada lapangan; sengkang tambahan model U, kaki dilas pada tulangan eksisting; bagian atas balok eksisting dikupas. |
| Balok melintang        | Semua balok melintang masih memadai untuk memikul beban                                                             | Memperbesar dimensi tinggi balok menjadi 25x45cm; Tulangan pada sisi pembesaran ditambah 3D13; Sengkang tambahan model U, kakinya dilas pada tulangan eksisting; bagian atas balok eksisting dikupas.                                  |
| Kolom pangkal panggung | Kolom panggung tidak memadai memikul beban rencana                                                                  | Penambahan kolom baru Ø35cm tulangan 8D16, sengkang spiral Ø10-150 beserta fondasi telapak dimensi 120x120cm tebal 35cm tulangan 2xD16-150 untuk masing-masing arah, mutu beton K-250.                                                 |
| Kolom tengah panggung  | Kolom panggung memadai memikul beban rencana dan masih layak dipertahankan                                          | Kolom eksisting dipertahankan dan tidak diperlukan tindakan rehabilitasi                                                                                                                                                               |
| Kolom ujung panggung   | Kolom panggung memadai memikul beban rencana dan masih layak dipertahankan                                          | Kolom eksisting dipertahankan dan tidak diperlukan tindakan rehabilitasi                                                                                                                                                               |
| Railing                | Tidak layak untuk dipertahankan                                                                                     | Ganti dengan railing baru, Railing Vertikal : GIPØ3", Horisontal : GIPØ2"; bagian lubang pipa diisi campuran beton untuk menghindari ruang kosong, sehingga proses korosi dapat dihambat                                               |



a. Rencana penggantian pelat lantai b. Rencana pembesaran dimensi balok

**Gambar 3. Rekomendasi Tindakan Rehabilitasi**

Rekomendasi sebagai alternatif tindakan lapangan yang diperlukan dituangkan dalam gambar eksisting dan rekomendasi yang disusun dalam skala yang jelas menggunakan perangkat lunak (*software*) AUTOCAD, sehingga memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi awal dan rencana tindakan yang akan dilaksanakan. Semua dokumen yang disampaikan diharapkan dapat dipelajari secara maksimal dan menjadi bahan diskusi pada intern mitra maupun terhadap Manajemen BSMP. Masukan dan koreksi terkait penyesuaian oleh mitra dapat diakomodir sekiranya relevan untuk menjadi bahan penyempurnaan dokumen yang telah disusun. Sebagai produk luaran akhir kegiatan PkM, mitra diberikan dokumen antara lain: 2



**Gambar 4. Luaran PkM Hasil Kajian dan Gambar Rekomendasi untuk Mitra**

buku cetak dalam format kertas A4 hasil kajian yang dilengkapi lampiran hasil *hammer*



*test, scanning rebar locator* dan laporan analisa struktur menggunakan SAP2000, 2 buku gambar eksisting dan rekomendasi dalam format kertas A3 dan 1 *folder softcopy* terdiri dari *file* laporan *hammer test, scanning rebar loacator*, gambar eksisting dalam format PDF dan AUTOCAD. Dokumen *hardcopy* yang diserahkan kepada mitra divisualkan dalam sebuah foto pada Gambar 4.

Kendala yang dialami selama melakukan proses kajian antara lain: gambar terlaksana (*as built drawing*) saat pelaksanaan yang lalu arsipnya tidak tersedia ditambah kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk melakukan eksplorasi untuk mendapatkan data dimensi, formasi dan mutu beton fondasi, sehingga survei kondisi fondasi hanya berdasarkan pengamatan visual saja, seperti kemiringan kolom, getaran kolom, retakan tanah dan tidak ditemukan indikasi hal-hal yang menunjukkan ada potensi kegagalan fondasi. Disisi lain partisipasi mitra yang koperatif dalam pelaksanaan survei dan memberikan respon dengan cepat hasil kajian yang disampaikan adalah salah satu penentu keberhasilan pelaksanaan PkM ini.

**Tabel 3. Indikator Keberhasilan Kegiatan PkM**

| Uraian                      | Indikator Kuantitas                                    |                                                                                      | Indikator Kualitas                                         |                                                                 |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                             | Sebelum Kegiatan PkM                                   | Setelah Kegiatan PkM                                                                 | Sebelum Kegiatan PkM                                       | Setelah Kegiatan PkM                                            |
| Mutu Beton                  | Tidak tersedia dokumen yang meninformasikan mutu beton | Tersedia 2 buku hasil laporan <i>hammer test</i>                                     | Mutu beton pelat, balok dan kolom komponen tidak diketahui | Mutu beton pelat, balok dan kolom diketahui                     |
| Formasi tulangan            | Tidak tersedia gambar <i>As built drawing</i>          | Tersedia 2 buku berisi gambar eksisting tulangan hasil <i>scanning rebar locator</i> | Formasi tulangan dalam komponen beton tidak diketahui      | Formasi tulangan dalam beton dapat diketahui                    |
| Kapasitas struktur          | Tidak tersedia laporan analisa struktur                | Tersedia 2 buku laporan analisa struktur                                             | Tidak diketahui kapasitas struktur panggung                | Kapasitas panggung diketahui berdasarkan hasil analisa struktur |
| Gambar rencana rehabilitasi | Tidak tersedia gambar rencana rehabilitasi             | Tersedia 2 buku yang memuat gambar rencana rehabilitasi                              | Tindakan rehabilitasi tidak diketahui                      | Tindakan rehabilitasi jelas pada komponen panggung              |

Indikator keberhasilan kegiatan tri darma perguruan tinggi ini yang dilaksanakan oleh Tim PkM FST UNR dengan mitra PT. JGU adalah tersedianya Dokumen Hasil Kajian Struktur Panggung *Crocodile Attack Railing* dan Gambar Rekomendasi. Secara kuantitas dan kualitas indikator keberhasilan kegiatan PkM ini diukur dengan tersedianya dokumen hasil kajian yang disajikan pada Tabel 3.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Upaya pemecahan masalah mitra PT. JGU oleh Tim PkM FST UNR dalam bentuk Bantuan Teknis Kajian Kelayakan Struktur Panggung *Crocodile Attack Railing* di BSMP telah terlaksana dengan baik. Hasil kajian menyimpulkan lantai panggung tidak layak lagi untuk memikul beban rencana dan direkomendasikan untuk dilakukan penggantian, balok sebagian tidak memadai sehingga perlu direhabilitasi dengan pembesaran dimensi balok sedangkan kolom eksisting masih memadai sehingga tidak diperlukan tindakan rehabilitasi, namun perlu dibangun kolom baru untuk memperkuat kolom pada pangkal panggung.

Semua hasil kajian, data pendukung beserta rekomendasinya telah dituangkan dalam buku laporan hasil kajian dan gambar rekomendasi. Dokumen-dokumen sebagai luaran kegiatan PkM telah tersebut diserahkan kepada mitra dalam buku cetak (*hardcopy*) 2 rangkap dan dalam bentuk *file* (*Softcopy*).

Kajian ini telah mempertimbangkan aspek teoritis secara maksimal. Manfaat maksimal akan dicapai, jika rekomendasi yang diberikan diikuti dengan baik dan tetap melibatkan Tim PkM FST UNR selaku yang memberikan rekomendasi saat pelaksanaan nantinya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan pelaksanaan PkM ini tidak terlepas dari peran dan partisipasi dari berbagai pihak, oleh karenanya kami menyampaikan banyak terima kasih pada Manajemen PT. JGU yang berperan sebagai mitra yang baik dengan berkontribusi dalam pendanaan survei untuk kegiatan ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada jajaran Civitas Akademika FST UNR yang telah memberi kepercayaan untuk terlibat dalam pelaksanaan tri darma perguruan tinggi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 1997. *SNI 03-4430-1997: Metode Pengujian Elemen Struktur Beton Dengan Alat Palu Beton Tipe N Dan NR*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- . 2012. *Metode Uji Angka Pantul Beton Keras (ASTM C 805-02, IDT)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia. [https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/357/preview\\_357-1-5.pdf](https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/357/preview_357-1-5.pdf).
- . 2019a. *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. <https://tekonsipil.sv.ugm.ac.id/wp-content/uploads/sites/938/2020/01/SNI-1726-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung.pdf>.
- . 2019b. *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan (ACI 318M-14 Dan ACI 318RM-14, MOD)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia. <https://tekonsipil.sv.ugm.ac.id/file/sni-2847-2019-persyaratan-beton-struktural-untuk-bangunan-gedung-sni-1726->

- 2019-persyaratan-beton-struktural-untuk-bangunan-gedung/.
- . 2020. *SNI 1727: 2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur*. Badan Standarisasi Nasional 1727:2020. Jakarta. <https://forumsipil.com/sni-1727-2020/>.
- Bahar, Hardizal. 2022. *Pedoman Detail Penulangan Beton Menurut SNI 2847-2019 Dan ACI 315-2018*. Edisi Pert. Makasar: PT. Nas Media Indonesia.
- . 2023. *Pedoman Praktis Pengecoran Beton Menurut SNI 2847-2019 Dan ACI 311.1R-2007*. Edisi Pert. Purbalingga: Penerbit CV. Sketsa Media.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- Hilti. 2021. *Use of Detectors and Concrete Monitoring Devices, Typical Applications for Sensing Devices*. <https://www.hilti.ch/content/hilti/E3/CH/fr/ingenierie/centre-expertise-technique/systemes-detection/applications-types-systemes-detection.html>.
- Matest. 2017. *Operating Manual Concrete Test Hammer Type N C-380 1 (1)*: 4766.
- . 2018. *Matest Innovative Global Manufactures Catalogue 2018*. 10th ed. Treviolo (BG). [https://www.matest.com/contents/media/matest\\_cat\\_eng\\_2018.pdf](https://www.matest.com/contents/media/matest_cat_eng_2018.pdf).
- Putra, Cokorda Yudistira M. 2024. *Kunjungan Wisatawan Ke Bali Semakin Meningkatkan Pascapandemi*. *Kompas*, 01/02/2024. <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2024/01/02/kunjungan-wisatawan-ke-bali-semakin-meningkat-pascapandemi>.
- Satu Data Indonesia Provinsi Bali. 2024a. *Banyaknya Kunjungan Wisatawan Nusantara Ke Bali Tahun 2022*. 2024. <https://balisatudata.baliprov.go.id/laporan/banyaknya-kunjungan-wisatawan-nusantara-ke-bali?year=2022>.
- . 2024b. *Banyaknya Kunjungan Wisatawan Nusantara Ke Bali Tahun 2023*. Denpasar. 2024. <https://balisatudata.baliprov.go.id/laporan/banyaknya-kunjungan-wisatawan-nusantara-ke-bali?year=2023>.
- Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Edited by Lemeda Simarmata. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Siregar, Atur P. N. 2018. *Laju Korosi Tulangan Pada Mutu Beton Yang Berbeda*. *Jurnal SMARTek* 4 (2): 67–76.
- Suadnyana, I Wayan. 2024. *Bali Safari Marine Park*. 2024. <https://www.rentalmobilbali.net/bali-safari-marine-park/>.
- Tavio, and Usman Wijaya. 2019. *Buku Panduan Desain Struktur Beton Bertulang Dasar Sesuai ACI 318M-14 Code*. Jakarta: Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA).