

Pelatihan Identifikasi Kerusakan Struktural Dini Bangunan Gedung pada Lahan Gambut untuk Mitigasi Risiko Runtuh

Ashraf Dhowian Parabi^{1*}, Astisza Syahla Ludmilla Parabi¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak

*email corresponding author: parabi97@teknik.untan.ac.id

ABSTRACT

This community service activity aimed to enhance the competency of structural consultants in identifying early structural damage indicators on peat-soil buildings in West Kalimantan as a preventive measure for collapse risk mitigation. The activity was conducted at CV. Bhipraya Cipta, Pontianak, involving seven civil engineering professionals with three to twelve years of experience. The methodology combined participatory education, demonstration-based training, technology dissemination, and focus group discussion (FGD), organized in three phases: pre-test baseline assessment, training implementation, and post-test evaluation. Training sessions covered differential settlement mechanisms in peat foundations, visual damage classification based on SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019, failure mode and effect analysis (FMEA) for structural risk prioritization, and practical field inspection checklist exercises using documented peat-building case photographs. Evaluation using the normalized gain method (Hake, 1998) yielded an overall mean N-gain of 0.63 (moderate category), with individual scores ranging from 0.60 to 0.67, indicating consistent competency improvement regardless of experience heterogeneity. The highest gain was recorded for crack pattern identification ($g = 0.69$) and the lowest for failure mode prioritization ($g = 0.58$). The FGD identified three critical procedural gaps: absence of standardized inspection protocols, unfamiliarity with damage severity thresholds specific to peat foundations, and lack of structured reporting procedures. The activity produced a validated field inspection checklist covering 35 items across five structural element groups as a practical outcome for direct implementation in routine building inspections in West Kalimantan peat areas.

Keywords: structural damage identification; peat soil; building collapse risk; SNI; Kalimantan Barat

PENDAHULUAN

Pertumbuhan pembangunan gedung di Kalimantan Barat dalam satu dekade terakhir berlangsung dengan laju yang signifikan, didorong oleh akselerasi pembangunan infrastruktur regional, peningkatan investasi swasta di Kota Pontianak dan kabupaten-kabupaten penyangga (Sutanto et al., 2014), serta efek rambatan dari pengembangan Ibu Kota Nusantara yang menstimulasi aktivitas konstruksi di seluruh Pulau Kalimantan (Amila et al., 2023). Data BPS Provinsi Kalimantan Barat menunjukkan pertumbuhan nilai investasi konstruksi bangunan gedung yang konsisten dalam periode 2018–2023, dengan Kota Pontianak sebagai pusat konsentrasi kegiatan konstruksi nonresidensial (Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat, 2024). Namun demikian, intensifikasi pembangunan ini berlangsung di atas karakteristik geoteknik yang sangat tidak menguntungkan dari

perspektif rekayasa pondasi dan perilaku struktur jangka panjang, yakni dominasi lahan gambut (peat soil) yang tersebar luas di dataran rendah pesisir Kalimantan Barat, khususnya di kawasan yang secara administratif mencakup Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya (Naim et al., 2019; Kasuwa et al., 2026). Kondisi ini menciptakan medan teknis yang menuntut kewaspadaan lebih tinggi dari seluruh pemangku kepentingan dalam rantai produksi bangunan gedung, mulai dari perencana struktural, pengawas konstruksi, hingga pengelola bangunan (Handali & Royano, 2014).

Tanah gambut memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang secara fundamental berbeda dari tanah mineral, dan perbedaan tersebut berdampak langsung pada perilaku bangunan yang didirikan di atasnya sepanjang masa layan strukturnya (Mesri & Ajlouni, 2007; Amalia et al., 2024). Kadar air gambut yang sangat tinggi (bisa melampaui 500% terhadap berat kering), berat volume yang rendah, serta sifat kompresibilitas yang ekstrem menyebabkan tanah gambut mengalami penurunan konsolidasi primer dan sekunder yang berlangsung dalam rentang waktu panjang dan sulit diprediksi secara presisi (Edil, 2003; Mesri & Ajlouni, 2007). Pada kondisi lapangan di Pontianak, fenomena ini termanifestasi dalam bentuk penurunan fondasi diferensial (differential settlement) yang tidak seragam antar titik kolom bangunan, sehingga memicu redistribusi gaya internal yang tidak diperhitungkan dalam desain awal (Naim et al., 2019; Handali & Royano, 2014). Penurunan diferensial pada skala tertentu menghasilkan tegangan tambahan pada elemen struktural-terutama pada hubungan balok-kolom, dinding geser, dan pelat lantai-yang secara progresif mendegradasi kapasitas penampang hingga melampaui batas serviceability dan pada akhirnya berpotensi mencapai batas kekuatan ultimit (Skempton & MacDonald, 1956). Proses degradasi ini umumnya tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan melalui tahapan yang ditandai oleh indikator-indikator fisik yang dapat diidentifikasi secara visual maupun instrumental sebelum kegagalan total berlangsung (ATC, 1989; FEMA, 2015).

Identifikasi kerusakan struktural dini (early structural damage identification) merupakan pendekatan preventif dalam manajemen keselamatan bangunan yang bertumpu pada kemampuan mengenali indikator-indikator pra-kegagalan sebagai basis intervensi teknis sebelum keruntuhan terjadi (Khoso et al., 2019; FEMA, 2015). Indikator tersebut mencakup pola retak diagonal pada dinding bata pengisi akibat tegangan geser berlebih, retak lentur pada balok dengan pola tegak lurus sumbu elemen, kemiringan kolom yang terukur melebihi toleransi SNI, defleksi berlebih pada pelat lantai, hingga keausan dan pergeseran sambungan struktural (ATC, 1989; FEMA, 2015). Pada bangunan di atas fondasi gambut, pola dan distribusi kerusakan tersebut memiliki karakteristik yang khas dan berbeda dari bangunan di tanah keras, karena mekanisme pembangkit tegangan tambahan didominasi oleh gaya lendutan fondasi berbasis penurunan konsolidasi, bukan sekadar beban gravitasi statis atau beban lateral gempa semata (Tuan Chik et al., 2025; Handali & Royano, 2014). Pemahaman terhadap korespondensi antara pola kerusakan visibel dan mekanisme fondasi yang mendasarinya menjadi kompetensi yang kritis bagi konsultan

struktur dan pengawas konstruksi yang beroperasi di wilayah lahan gambut Kalimantan Barat, namun kompetensi ini belum terstandarisasi dalam kurikulum pelatihan profesi yang tersedia secara sistematis di wilayah tersebut (Direktorat Jenderal Bina Konstruksi, 2022; Khoso et al., 2019).

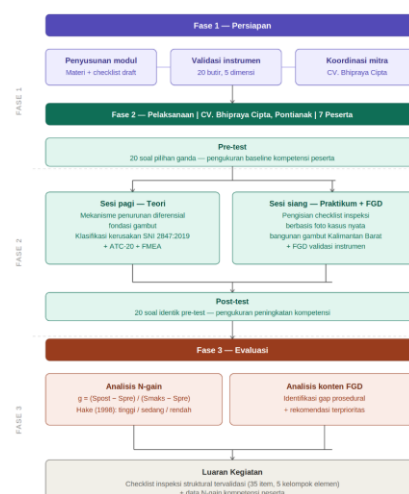
Survei kebutuhan yang dilakukan pelaksana PKM melalui wawancara terstruktur kepada seluruh tujuh staf teknis CV. Bhipraya Cipta sebelum pelaksanaan pelatihan mengidentifikasi dua kesenjangan kompetensi utama: pertama, seluruh responden menyatakan belum familiar dengan protokol identifikasi kerusakan struktural yang mengacu pada SNI 2847:2019 maupun panduan ATC-20 dan selama ini mengandalkan penilaian empiris berbasis pengalaman individual tanpa prosedur tertulis yang terstandarisasi; kedua, seluruh responden melaporkan kesulitan dalam menilai tingkat keparahan retak pada bangunan yang berdiri di atas fondasi gambut serta tidak memiliki acuan yang jelas untuk menentukan ambang batas kondisi yang memerlukan intervensi perkuatan struktural (retrofitting). Ketiadaan protokol tertulis ini menghasilkan variasi besar dalam interpretasi tingkat keparahan kerusakan yang sama di antara para praktisi, sebagaimana dikonfirmasi oleh Ghani et al. (2023) dan Ferraz et al. (2016) yang menunjukkan bahwa ketergantungan pada pengalaman individual inspektor secara konsisten menghasilkan temuan yang tidak konsisten dan tidak dapat direproduksi antar individu-fenomena yang konsisten dengan temuan literatur bahwa sebagian besar inspeksi bangunan dilakukan tanpa bahan referensi atau panduan terstandarisasi (Khoso et al., 2019). Kondisi ini secara langsung melemahkan fungsi inspeksi berkala sebagai lini pertahanan pertama dalam sistem mitigasi risiko runtuh bangunan gedung, karena keputusan untuk melakukan intervensi perkuatan struktural (retrofitting) sangat bergantung pada kualitas dan konsistensi diagnosis awal di lapangan (FEMA, 2015; Furtado, 2023). Kesenjangan kompetensi yang teridentifikasi ini menjadi justifikasi substantif bagi penyelenggaraan kegiatan pelatihan yang dirancang secara spesifik untuk konteks geoteknik dan karakteristik kerusakan struktural di lahan gambut Kalimantan Barat, yang hingga saat ini masih sangat terbatas tersedianya di dalam repertoar pelatihan profesi teknik sipil di wilayah tersebut (Direktorat Jenderal Bina Konstruksi, 2022; Khoso et al., 2019).

Berdasarkan analisis situasi dan identifikasi kebutuhan tersebut, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dirumuskan dengan tiga tujuan utama: pertama, meningkatkan kompetensi konsultan struktur dalam mengidentifikasi indikator kerusakan struktural dini secara sistematis melalui penggunaan checklist inspeksi berbasis SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019; kedua, membangun pemahaman praktisi terhadap korelasi antara mekanisme penurunan diferensial fondasi gambut dengan pola kerusakan elemen struktural yang dapat diamati secara visual di lapangan; dan ketiga, menghasilkan dokumen checklist inspeksi struktural lapangan yang telah divalidasi melalui forum diskusi kelompok terarah (FGD) bersama peserta, sebagai luaran praktis yang dapat langsung diimplementasikan dalam pekerjaan inspeksi berkala bangunan gedung di wilayah lahan gambut Kalimantan Barat.

METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan di CV. Bhipraya Cipta, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat, dalam satu hari penuh dengan melibatkan 7 orang tenaga teknis yang merupakan staf aktif di bidang perencanaan struktur bangunan gedung. Pemilihan CV. Bhipraya Cipta sebagai mitra didasarkan pada posisinya yang representatif terhadap karakteristik konsultan struktur lokal Kalimantan Barat, baik dari segi skala operasional maupun cakupan proyek gedung yang dikerjakan di wilayah lahan gambut Pontianak dan sekitarnya. Seluruh peserta berlatar belakang pendidikan S1 Teknik Sipil dengan rentang pengalaman kerja antara 3 hingga 12 tahun di bidang perencanaan dan pengawasan struktur bangunan gedung. Metodologi pelaksanaan menggunakan kombinasi empat pendekatan: pendidikan masyarakat, pelatihan berbasis demonstrasi, difusi IPTEKS, dan mediasi melalui diskusi kelompok terfokus, yang diorganisasikan dalam tiga fase berurutan sebagaimana diuraikan secara sistematis pada Tabel 1.

Bahan dan alat yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi modul pelatihan cetak yang memuat materi identifikasi kerusakan struktural pada bangunan gambut, lembar instrumen pre-test dan post-test, panduan checklist inspeksi lapangan draft, laptop, proyektor, serta dokumentasi foto kasus kerusakan bangunan nyata di Kalimantan Barat yang digunakan sebagai media praktikum. Instrumen pre-test dan post-test terdiri dari 20 butir soal pilihan ganda yang mencakup lima dimensi kompetensi: (1) pemahaman mekanisme penurunan diferensial fondasi gambut dan korelasinya dengan tegangan elemen struktural (4 soal); (2) identifikasi pola retak struktural dan klasifikasi keparahannya berdasarkan lokasi dan orientasi retak (4 soal); (3) deteksi kemiringan kolom, defleksi berlebih balok, dan anomali hubungan balok-kolom (4 soal); (4) prosedur pengisian checklist inspeksi lapangan sesuai SNI 2847:2019 (4 soal); dan (5) penentuan prioritas dan rekomendasi tindak lanjut berdasarkan hierarki risiko failure mode (4 soal), dengan skor maksimum 100 dan bobot setiap butir sebesar 5 poin.



Gambar 1. Diagram alir tahapan pelaksanaan pelatihan identifikasi kerusakan struktural dini di lahan gambut

Tabel 1. Rincian Tahapan Pelaksanaan Kegiatan PKM

No	Tahapan Kegiatan	Uraian Kegiatan	Metode	Alat dan Bahan	Output yang Diharapkan
1	Persiapan dan penilaian kebutuhan	Penyusunan modul identifikasi kerusakan struktural gambut, pengembangan dan validasi instrumen pre-test/post-test (20 butir, 5 dimensi) oleh expert reviewer, penyusunan panduan checklist lapangan draft, koordinasi teknis dengan mitra CV. Bhipraya Cipta	Pendidikan masyarakat	Modul cetak, kuesioner pre-test, laptop	Modul tervalidasi, checklist draft, data baseline kompetensi peserta
2	Pelaksanaan-sesi pagi	Pre-test (15 menit); pemaparan konseptual: mekanisme penurunan diferensial fondasi gambut, klasifikasi kerusakan visual SNI 2847:2019 dan ATC-20, pendekatan FMEA untuk hierarki risiko komponen struktural	Pelatihan berbasis demonstrasi; pendidikan masyarakat	Modul cetak, laptop, proyektor, slide presentasi	Peningkatan pemahaman konseptual mekanisme kerusakan struktural gambut
3	Pelaksanaan-sesi siang	Praktikum pengisian checklist inspeksi menggunakan foto kasus nyata bangunan gambut di Kalimantan Barat; FGD seluruh peserta (7 orang, 1 kelompok) untuk validasi dan penyempurnaan instrumen checklist	Pelatihan berbasis demonstrasi; difusi IPTEKS; mediasi	Lembar checklist draft, foto kasus, panduan FGD, laptop, proyektor	Checklist inspeksi tervalidasi, temuan gap prosedural, rekomendasi tindak lanjut
4	Evaluasi	Post-test identik pre-test (15 menit); analisis N-gain (Hake, 1998) per dimensi dan keseluruhan; content analysis rekaman FGD untuk merumuskan rekomendasi terprioritas	Pendidikan masyarakat	Kuesioner post-test, lembar rekap FGD, perangkat analisis data	Data peningkatan kompetensi terukur, dokumen rekomendasi praktis

Fase pertama berupa persiapan dan penilaian kebutuhan dilaksanakan sebelum hari pelaksanaan, mencakup penyusunan dan validasi seluruh instrumen kegiatan. Fase kedua berupa pelaksanaan pelatihan satu hari penuh yang dibagi menjadi sesi pagi dan sesi siang. Sesi pagi diawali dengan pre-test sebagai pengukuran baseline, dilanjutkan pemaparan materi teknis yang disampaikan secara interaktif dengan mendorong partisipasi peserta

melalui pertanyaan berbasis kasus nyata. Sesi siang difokuskan pada praktikum berbasis foto dokumentasi kerusakan lapangan, di mana peserta secara mandiri mengisi lembar checklist inspeksi untuk kemudian dibahas bersama dalam forum FGD. Pemilihan format FGD dengan seluruh 7 peserta dalam satu kelompok didasarkan pada pertimbangan bahwa jumlah peserta yang relatif kecil memungkinkan diskusi berlangsung mendalam dan seluruh perspektif teknis peserta dapat terekam secara komprehensif (Krueger & Casey, 2009). Fase ketiga berupa evaluasi dilaksanakan di akhir sesi melalui post-test, yang hasilnya dianalisis menggunakan formula $normalized\ gain\ (g = (S_{post} - S_{pre}) / (S_{maks} - S_{pre}))$ dengan interpretasi: $g \geq 0,70$ kategori tinggi, $0,30 \leq g < 0,70$ kategori sedang, dan $g < 0,30$ kategori rendah (Hake, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan identifikasi kerusakan struktural dini dilaksanakan di CV. Bhipraya Cipta, Kota Pontianak, dengan diikuti oleh 7 orang peserta yang seluruhnya hadir dan menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan dari pre-test hingga post-test. Sesi pagi berlangsung interaktif dengan antusiasme yang tinggi, khususnya pada segmen pembahasan korelasi antara mekanisme penurunan diferensial fondasi gambut dan distribusi pola retak pada elemen struktural, yang oleh sebagian besar peserta diakui sebagai perspektif baru yang belum pernah mereka peroleh secara terstruktur sebelumnya. Sesi siang yang difokuskan pada praktikum pengisian checklist inspeksi berbasis foto kasus nyata berjalan produktif, dengan peserta menunjukkan kemampuan analitis yang berkembang secara bertahap dalam mengklasifikasikan tingkat keparahan kerusakan. Forum FGD yang menindaklanjuti praktikum menghasilkan diskusi substantif dan teridentifikasi sejumlah gap prosedural yang kemudian disepakati sebagai dasar penyempurnaan instrumen checklist.



Gambar 2. Pemaparan Materi Identifikasi Kerusakan Struktural Dini pada Bangunan Gedung di Lahan Gambut



Gambar 3. Pelaksanaan focus group discussion (FGD) validasi instrumen checklist inspeksi struktural lapangan bersama peserta pelatihan

Analisis kompetensi dilakukan menggunakan normalized gain (N-gain) dengan formula $g = (S_{post} - S_{pre}) / (S_{maks} - S_{pre})$ sebagaimana dikembangkan oleh Hake (1998), dengan kategori: $g \geq 0,70$ tinggi, $0,30 \leq g < 0,70$ sedang, dan $g < 0,30$ rendah. Hasil perbandingan skor pre-test dan post-test seluruh peserta disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Kompetensi Peserta (Pre-test vs. Post-test)

No	Dimensi Kompetensi	Pre-test	Post-test	Δ (poin)	N-Gain	Kategori
1	Mekanisme penurunan diferensial fondasi gambut dan korelasi dengan tegangan elemen struktural	35,7	75,0	39,3	0,61	Sedang
2	Identifikasi pola retak struktural dan klasifikasi keparahan berdasarkan lokasi dan orientasi retak	42,9	82,1	39,3	0,69	Sedang
3	Deteksi kemiringan kolom, defleksi berlebih balok, dan anomali hubungan balok-kolom	39,3	78,6	39,3	0,65	Sedang

No	Dimensi Kompetensi	Pre-test	Post-test	Δ (poin)	N-Gain	Kategori
4	Prosedur pengisian checklist inspeksi lapangan sesuai SNI 2847:2019	28,6	75,0	46,4	0,65	Sedang
5	Penentuan prioritas dan rekomendasi tindak lanjut berdasarkan hierarki risiko failure mode	32,1	71,4	39,3	0,58	Sedang
	Keseluruhan	35,7	76,4	40,7	0,63	Sedang

Berdasarkan data pada Tabel 2, rerata N-gain keseluruhan sebesar 0,63 menempatkan efektivitas pelatihan ini dalam kategori sedang menurut kriteria Hake (1998). Capaian tertinggi diraih pada dimensi identifikasi pola retak ($g = 0,69$) yang mendekati batas atas kategori sedang, mencerminkan relevansi langsung antara materi klasifikasi kerusakan visual dengan pengalaman lapangan yang sudah dimiliki peserta, sehingga proses internalisasi berlangsung lebih cepat karena bertumpu pada pengetahuan prosedural yang sudah ada. Sebaliknya, N-gain terendah diperoleh pada dimensi penentuan prioritas risiko failure mode ($g = 0,58$), yang dapat dijelaskan oleh kompleksitas konsep FMEA dalam konteks struktural-melibatkan penilaian simultan terhadap keparahan, kemungkinan kejadian, dan kemampuan deteksi setiap failure mode-yang membutuhkan latihan berulang melampaui kapasitas satu hari pelatihan untuk dapat dikuasai secara operasional (Stamatis, 2003). Dimensi prosedur checklist SNI 2847:2019 mencatat peningkatan absolut tertinggi sebesar 46,4 poin meskipun N-gain-nya setara dengan dimensi ketiga; hal ini disebabkan baseline pre-test dimensi ini paling rendah (28,6), yang mencerminkan bahwa peserta hampir tidak memiliki pengetahuan sebelumnya tentang prosedur checklist terstandarisasi-sebuah temuan yang secara langsung memvalidasi justifikasi kegiatan ini sebagaimana dirumuskan dalam pendahuluan. Rekapitulasi capaian per peserta yang menggambarkan distribusi peningkatan individual disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Skor Pre-test, Post-test, dan N-gain Per Peserta

No	Peserta	Pre-test	Post-test	Δ (poin)	N-Gain	Kategori
1	Peserta 1	40	80	40	0,67	Sedang
2	Peserta 2	35	75	40	0,62	Sedang
3	Peserta 3	30	75	45	0,64	Sedang
4	Peserta 4	45	80	35	0,64	Sedang
5	Peserta 5	35	75	40	0,62	Sedang

6	Peserta 6	25	70	45	0,60	Sedang
7	Peserta 7	40	80	40	0,67	Sedang
	Rerata	35,7	76,4	40,7	0,63	Sedang

Nilai N-gain keseluruhan sebesar 0,63 yang diperoleh dalam kegiatan ini berada pada batas atas kategori sedang menurut Hake (1998), dan secara kontekstual lebih tinggi dibandingkan capaian yang umum dilaporkan pada pelatihan teknik sipil berbasis software untuk peserta non-profesional seperti yang dilaporkan Zega et al. (2022) pada pelatihan SAP2000 untuk guru dan siswa SMK-perbedaan yang dapat dijelaskan oleh profil peserta dalam kegiatan ini yang merupakan praktisi aktif dengan pengalaman lapangan 3–12 tahun, sehingga materi identifikasi kerusakan struktural berbasis kasus nyata gambut langsung terhubung dengan skema pengetahuan prosedural yang sudah dimiliki. Pola peningkatan kompetensi yang konsisten ini juga sejalan dengan Pradana et al. (2022) yang melaporkan peningkatan rerata post-test sebesar 33% dari pre-test pada pelatihan mitigasi gempa untuk 39 tenaga kerja konstruksi aktif, di mana meskipun kedua studi menggunakan metrik evaluasi yang berbeda sehingga komparasi langsung tidak dapat dilakukan, keduanya secara konsisten mengonfirmasi bahwa pelatihan teknis konstruksi yang dirancang berbasis permasalahan lapangan nyata menghasilkan peningkatan kompetensi terukur pada peserta praktisi aktif-temuan yang sejalan pula dengan argumen Fansuri dan Anita Intan (2023) bahwa efektivitas pelatihan teknis konstruksi meningkat secara signifikan ketika konten pelatihan memiliki relevansi langsung dengan permasalahan lapangan yang dihadapi peserta dalam pekerjaan sehari-hari, yang dalam kegiatan ini terwujud melalui penggunaan foto kasus nyata bangunan gambut Kalimantan Barat sebagai media praktikum dan FGD validasi checklist sebagai mekanisme keterlibatan aktif.

Hasil FGD mengidentifikasi tiga gap prosedural utama yang secara konsisten muncul dalam praktik inspeksi lapangan peserta selama ini. Pertama, tidak adanya protokol inspeksi tertulis yang terstandarisasi di lingkungan kerja masing-masing peserta, sehingga penilaian kondisi struktural selama ini sepenuhnya bergantung pada pertimbangan individual yang tidak terdokumentasi dan tidak dapat diaudit. Kedua, ketidakpahaman tentang ambang batas (threshold) keparahan kerusakan yang memerlukan intervensi segera versus pemantauan berkala-khususnya untuk kasus retak diagonal pada bangunan di atas fondasi gambut yang mekanismenya berbeda dari retak akibat beban lateral gempa. Ketiga, absennya prosedur pelaporan hasil inspeksi yang terstruktur kepada pemilik bangunan, sehingga temuan inspeksi tidak ditindaklanjuti secara efektif bahkan ketika kerusakan telah teridentifikasi. Ketiga gap ini berhasil diakomodasi dalam penyempurnaan instrumen checklist selama FGD, menghasilkan dokumen checklist inspeksi struktural lapangan yang mencakup 35 item pemeriksaan terbagi dalam lima kelompok elemen struktural: pondasi

dan tanah di sekitarnya, kolom, balok, pelat lantai, serta sambungan dan hubungan antar elemen.

Pelaksanaan kegiatan tidak terlepas dari beberapa kendala yang perlu dicatat sebagai bahan evaluasi. Kendala utama adalah heterogenitas latar belakang pengalaman peserta-rentang 3 hingga 12 tahun-yang mengharuskan pemateri menyesuaikan kecepatan dan kedalaman penyampaian materi secara dinamis; konsekuensinya, beberapa konsep FMEA pada sesi siang harus disederhanakan di luar rencana awal. Keterbatasan durasi satu hari juga menjadi pembatas dalam pencapaian optimal dimensi prioritas risiko, yang idealnya memerlukan latihan berulang pada beberapa kasus berbeda sebagaimana direkomendasikan oleh McDermott, Mikulak, dan Beauregard (2009). Faktor pendukung yang signifikan adalah relevansi langsung seluruh materi dengan permasalahan yang dihadapi peserta dalam pekerjaan sehari-hari di lahan gambut Pontianak, yang menjaga motivasi intrinsik peserta tetap tinggi sepanjang kegiatan dan mendorong kualitas diskusi dalam FGD.

Secara keseluruhan, temuan kegiatan ini memberikan kontribusi empiris terhadap literatur PKM teknik sipil di Indonesia, khususnya pada aspek yang masih sangat terbatas dibahas secara eksplisit yaitu integrasi konteks geoteknik spesifik lahan gambut dengan prosedur inspeksi struktural terstandarisasi. Nilai N-gain keseluruhan sebesar 0,63 yang konsisten di seluruh peserta, dikombinasikan dengan tersusunnya checklist inspeksi yang divalidasi oleh praktisi melalui FGD, mengindikasikan bahwa pendekatan pelatihan yang dikembangkan dalam kegiatan ini layak untuk direplikasi dan dikembangkan lebih lanjut dalam program peningkatan kompetensi konsultan struktur di wilayah lain dengan karakteristik geoteknik serupa di Indonesia.

KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan identifikasi kerusakan struktural dini pada bangunan gedung di lahan gambut yang dilaksanakan di CV. Bhipraya Cipta, Kota Pontianak, berhasil mencapai seluruh tujuan yang dirumuskan. Peningkatan kompetensi peserta terbukti secara terukur melalui nilai N-gain keseluruhan sebesar 0,63 (kategori sedang) berdasarkan perbandingan rerata skor pre-test 35,7 dan post-test 76,4 dari skor maksimum 100, dengan konsistensi yang tinggi di seluruh 7 peserta (rentang $g = 0,60-0,67$). Capaian ini menunjukkan bahwa seluruh peserta berhasil menginternalisasi kompetensi identifikasi kerusakan struktural berbasis checklist pada level yang memadai untuk implementasi langsung dalam pekerjaan inspeksi lapangan, meskipun penguasaan dimensi penentuan prioritas risiko failure mode masih memerlukan pendalaman lanjutan mengingat kompleksitas konsep FMEA yang melampaui kapasitas optimal pelatihan satu hari.

Tujuan kedua kegiatan ini terpenuhi melalui terselenggaranya forum FGD yang menghasilkan identifikasi tiga gap prosedural kritis dalam praktik inspeksi lapangan

konsultan struktur: ketiadaan protokol terstandarisasi, ketidakpahaman terhadap ambang batas keparahan kerusakan spesifik lahan gambut, dan absennya prosedur pelaporan terstruktur kepada pemilik bangunan. Ketiga gap tersebut sekaligus menjadi basis penyempurnaan instrumen checklist yang menghasilkan luaran berupa dokumen checklist inspeksi struktural lapangan tervalidasi dengan 35 item pemeriksaan pada lima kelompok elemen struktural. Dokumen ini merupakan luaran praktis yang dapat langsung diimplementasikan oleh mitra dan berpotensi diadopsi secara lebih luas oleh konsultan struktur di wilayah lahan gambut Kalimantan Barat sebagai standar operasional prosedur inspeksi berkala bangunan gedung.

Faktor pendukung utama keberhasilan kegiatan adalah relevansi langsung seluruh materi dengan permasalahan lapangan yang dihadapi peserta sehari-hari, yang mendorong motivasi intrinsik dan kualitas diskusi dalam FGD. Adapun faktor penghambat yang perlu diantisipasi dalam kegiatan sejenis di masa mendatang adalah heterogenitas pengalaman peserta yang menuntut fleksibilitas penyampaian materi, serta keterbatasan durasi satu hari yang kurang optimal untuk materi dengan kompleksitas tinggi seperti pendekatan FMEA multikriteria. Berdasarkan hal tersebut, disarankan agar kegiatan lanjutan dirancang dalam format dua hari dengan pemisahan yang lebih tegas antara sesi konseptual dan sesi praktikum intensif, serta diperluas cakupannya untuk mencakup verifikasi numerik berbantuan perangkat lunak analisis struktur (ETABS atau SAP2000) guna melengkapi kemampuan diagnosis visual dengan validasi kuantitatif berbasis model komputasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., Gulo, E. G. W. D., Yulianto, F. E., Kusuma, Y., Juarti, E. R., & Pudir, A. (2024). Analisis karakteristik tanah gambut berserat dan dampaknya terhadap infrastruktur. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 73–84. <https://doi.org/10.29103/tj.v14i1.1008>
- Amila, S., Nugraha, A. A., Sukron, A., & Rohmah, F. (2023). Analisis dampak dan risiko pemindahan ibu kota negara terhadap ekonomi di Indonesia. *Legal Studies Journal*, 2(1).
- Applied Technology Council. (1989). ATC-20: Procedures for postearthquake safety evaluation of buildings. Applied Technology Council.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat. (2024). Provinsi Kalimantan Barat dalam angka 2024. BPS Provinsi Kalimantan Barat. <https://kalbar.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/866d5072b1e2ba6b2e756d07/provinsi-kalimantan-barat-dalam-angka-2024.html>

- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. BSN.
- Direktorat Jenderal Bina Konstruksi. (2022). Pelayanan sertifikasi bidang jasa konstruksi oleh lembaga sertifikasi badan usaha dan lembaga sertifikasi profesi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. <https://binakonstruksi.pu.go.id/publikasi/karya-tulis/pelayanan-sertifikasi-bidang-jasa-konstruksi-oleh-lembaga-sertifikasi-badan-usaha-dan-lembaga-sertifikasi-profesi/>
- Edil, T. B. (2003). Recent advances in geotechnical characterization and construction over peats and organic soils. Proceedings of the 2nd International Conference on Advances in Soft Soil Engineering and Technology, Putrajaya, Malaysia, 3–25.
- Fansuri, D. D. S., & Anita Intan, N. D. (2023). Peningkatan kualitas SDM dalam dunia konstruksi yang tertuang pada aplikasi SAP 2000. *Abdiraja*, 6(1), 21–26.
- Federal Emergency Management Agency. (2015). FEMA P-154: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: A handbook (3rd ed.). FEMA.
- Ferraz, G. T., de Brito, J., de Freitas, V. P., & Silvestre, J. D. (2016). State-of-the-art review of building inspection systems. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 30(5), 04016018. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000839](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000839)
- Furtado, A. (2023). Assessment and retrofitting of building structures: Experimental testing and modelling-editorial. *Applied Sciences*, 13(1), 486. <https://doi.org/10.3390/app13010486>
- Ghani, N. I. A., Hashim, M. H. M., & Zamani, W. S. (2023). Literature review on problem of defect assessment inspection for building maintenance management planning. *Civil Engineering and Architecture*, 11(5), 2279–2284. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110502>
- Handali, S., & Royano, R. B. (2014). Karakteristik geoteknik tanah gambut di Tumbang Nusa, Kalimantan Barat. *Majalah Ilmiah UKRIM*, 12–24.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Kasuwa, J. G. P., Bachtiar, V., & Rustamaji, R. M. (2026). Pemetaan zonasi geoteknik konsistensi dan deskripsi tanah berdasarkan hasil pengujian SPT (Standard

- Penetration Test) di Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 13(1). <https://doi.org/10.26418/jelast.v13i1.104896>
- Khoso, A. R., Khan, J. S., Faiz, R. U., Akhund, M. A., Ahmed, A., & Memon, F. (2019). Identification of building failure indicators. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(5), 4591–4595. <https://doi.org/10.48084/etasr.2872>
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2009). *Focus groups: A practical guide for applied research* (4th ed.). SAGE Publications.
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The basics of FMEA* (2nd ed.). Productivity Press.
- Mesri, G., & Ajlouni, M. (2007). Engineering properties of fibrous peats. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 133(7), 850–866. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2007\)133:7\(850\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2007)133:7(850))
- Meyerhof, G. G. (1956). Discussion of "The allowable settlements of buildings" by Skempton and MacDonald. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 5(6), 774–775.
- Naim, Priadi, E., & Aprianto. (2019). Pemetaan zonasi geoteknik di Kota Pontianak berdasarkan data konsistensi dan sifat-sifat tanah dengan sistem informasi geografis. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 288–303. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtsuntan/article/view/19115>
- Pradana, E. W., Sangadji, S., Bhayusukma, M. Y., Purwanto, Setiono, Rahmadi, A. P., As'ad, S., & Rismunarsi, E. (2022). Peningkatan kompetensi tenaga kerja konstruksi untuk menumbuhkan kesadaran dan kesiapsiagaan terhadap bencana gempa. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(6), 4689–4699. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i6.11075>
- Skempton, A. W., & MacDonald, D. H. (1956). The allowable settlements of buildings. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 5(6), 727–768. <https://doi.org/10.1680/ipeds.1956.12202>
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
- Sutanto, F., Samsurizal, E., & Budi, G. S. (2014). Analisa perhitungan struktur bangunan gedung head office dan showroom Yamaha Pontianak. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 3(2). <https://doi.org/10.26418/jelast.v3i2.8824>
- Tuan Chik, T. N., Mat Jali, N. A. F., Mohamad, N. A. E., Yusri Rusidi, M. A., Yusoff, N. A. Y., & Rini Mulyani. (2025). Site investigation of soil settlement-induced structural

Ashraf Dhowian Parabi, et al.: *Pelatihan Identifikasi Kerusakan Struktural Dini Bangunan Gedung pada Lahan Gambut untuk Mitigasi Risiko Runtuh*

crack on residential houses. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 140(1), 151–168. <https://doi.org/10.37934/aram.140.1.151168>

Zega, B. C., Dani, H., Triarso, A., & Zulfikar, A. R. (2022). Pelatihan analisis pemodelan struktur bangunan dengan menggunakan software SAP2000 kepada guru dan siswa pada SMK teknik bangunan. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1), 42–48. <https://doi.org/10.33086/snpm.v1i1.775>

