



## Penilaian dan Evaluasi Kondisi Struktur Bangunan Gudang Sebagai Dasar Penentuan Kelaikan Fungsi Pada Proses Sertifikat Laik Fungsi (SLF)

Apep Apriana

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara

[521221073@mahasiswa.undira.co.id](mailto:521221073@mahasiswa.undira.co.id)

### Abstrak

Keandalan struktur bangunan gedung merupakan aspek penting dalam menjamin keselamatan pengguna dan keberlangsungan fungsi bangunan sesuai dengan peruntukannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi, keamanan, dan kelaikan struktur Bangunan Gudang Purwakarta sebagai dasar penilaian Sertifikat Laik Fungsi (SLF). Metode penelitian meliputi pemeriksaan visual kondisi eksisting, pengukuran dimensi elemen struktur, verifikasi kesesuaian kondisi lapangan terhadap dokumen perencanaan, pengujian material, pemeriksaan deformasi, serta analisis struktur menggunakan SAP2000. Pengujian material dilakukan menggunakan Leeb Hardness Test, Ultrasonic Thickness Gauge, Coating Thickness Gauge, dan Rebound Hammer Test. Pemeriksaan deformasi balok dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran lapangan dan hasil pemodelan terhadap batas lendutan yang diizinkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elemen struktur yang meliputi pondasi yang dapat diamati, kolom, balok, pelat lantai, dan rangka atap secara umum berada dalam kondisi baik. Hasil Leeb Hardness Test menunjukkan nilai rata-rata 496 MPa, sedangkan pengukuran Coating Thickness Gauge menghasilkan ketebalan lapisan pelindung rata-rata 139  $\mu\text{m}$ . Rebound Hammer Test menghasilkan nilai estimasi kuat tekan beton rata-rata sebesar 25,18 MPa pada kolom dan 30,46 MPa pada pelat lantai. Namun, beberapa kolom pedestal menunjukkan nilai sebesar 21,51 MPa yang berada di bawah mutu perencanaan sehingga memerlukan pemeriksaan lanjutan. Lendutan maksimum hasil pengukuran lapangan sebesar 0,008 m dan hasil pemodelan sebesar 0,012 m, masih berada di bawah batas lendutan L/360. Berdasarkan hasil pemeriksaan dan analisis, Bangunan Gudang Purwakarta secara umum memenuhi persyaratan keamanan dan kelaikan fungsi dari aspek struktur.

Kata kunci: Keandalan Struktur, Evaluasi Struktur, Gudang, Sertifikat Laik Fungsi, SAP2000, Pengujian Material.

### Abstract

*Building structural reliability is a fundamental requirement for ensuring user safety and maintaining the intended function of a building throughout its service life. This study evaluates the condition, safety, and structural serviceability of the Purwakarta Warehouse Building as a technical basis for the Building Function Feasibility Certificate (Sertifikat Laik Fungsi/SLF). The assessment includes visual inspection of existing conditions, measurement of structural element dimensions, verification against planning documents, non-destructive material testing, beam deformation assessment, and structural analysis using SAP2000. Material evaluation was conducted using the Leeb Hardness Test, Ultrasonic Thickness Gauge, Coating Thickness Gauge, and Rebound Hammer Test. The results indicate that the observable foundation elements, columns, beams, floor slabs, and roof framing are generally in good condition. The Leeb Hardness Test produced an average value of 496 MPa, while the average protective coating thickness was 139  $\mu\text{m}$ . The Rebound Hammer Test estimated average concrete compressive strengths of 25.18 MPa for columns and 30.46 MPa for floor slabs. However, several pedestal columns recorded 21.51 MPa, below the 25 MPa design strength, requiring further verification. Maximum measured beam deflection was 0.008 m, while SAP2000 modeling produced 0.012 m, both below the applicable L/360 limits. Overall, the warehouse structure satisfies structural safety and functional feasibility requirements, subject to periodic maintenance and further examination of the identified pedestal columns.*

**Keywords:** structural reliability, structural evaluation, warehouse, Building Function Feasibility Certificate, SAP2000, material testing.

## 1. Pendahuluan

Bangunan gedung merupakan infrastruktur yang memiliki peranan penting dalam mendukung berbagai aktivitas manusia. Seiring dengan bertambahnya usia bangunan dan perubahan kondisi lingkungan maupun penggunaan, kinerja struktur dapat mengalami penurunan akibat kerusakan material, korosi, penurunan kualitas beton, deformasi, maupun perubahan kondisi pembebanan. Oleh karena itu, pemeriksaan dan evaluasi kondisi struktur diperlukan untuk memastikan bangunan tetap mampu menjalankan fungsi sesuai dengan peruntukannya.

Keandalan bangunan gedung menjadi aspek penting dalam menjamin keselamatan dan kenyamanan pengguna. Penilaian keandalan struktur tidak hanya dilakukan berdasarkan kondisi visual, tetapi juga perlu didukung pengujian material dan analisis struktur. Pemeriksaan lapangan memberikan informasi mengenai kondisi aktual elemen struktur, sedangkan pengujian material dan analisis numerik digunakan untuk mengevaluasi karakteristik material serta kemampuan struktur dalam menerima beban yang bekerja.

Penilaian kondisi eksisting perlu dibandingkan dengan dokumen perencanaan dan standar teknis yang berlaku. Pemeriksaan terhadap pondasi yang dapat diamati, kolom, balok, pelat lantai, dan rangka atap diperlukan untuk mengetahui adanya indikasi kerusakan atau perubahan kondisi struktur. Pengujian non-destruktif juga dapat digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi material tanpa menyebabkan kerusakan signifikan pada elemen yang diuji.

Bangunan Gudang Purwakarta digunakan sebagai objek penelitian untuk melakukan penilaian kondisi dan kelaikan struktur. Bangunan berdiri pada tahun 2016 dan berlokasi di Kampung Cintakarya, Desa Cikopo, Kecamatan Bungursari, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat, dengan luas tanah sekitar 4.090 m<sup>2</sup>. Pemeriksaan dilakukan melalui pengamatan visual, pengukuran elemen struktur, pengujian material, analisis SAP2000, dan pemeriksaan deformasi balok.

Pengujian material meliputi Leeb Hardness Test untuk mengevaluasi karakteristik material baja, Ultrasonic Thickness Gauge untuk mengetahui ketebalan elemen baja dan indikasi kehilangan ketebalan akibat korosi, Coating Thickness Gauge untuk mengukur ketebalan lapisan pelindung, serta Rebound Hammer Test untuk memperoleh perkiraan kuat tekan beton. Hasil pengujian dibandingkan dengan kondisi perencanaan sebagai dasar evaluasi keamanan struktur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi aktual struktur Bangunan Gudang Purwakarta, mengevaluasi keamanan elemen struktur berdasarkan hasil pengujian dan analisis SAP2000, serta menilai kelaikan struktur bangunan sebagai salah satu dasar dalam proses Sertifikat Laik Fungsi (SLF).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bangunan Gudang Purwakarta yang berlokasi di Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis yang meliputi pengumpulan dan penelaahan dokumen perencanaan, survei serta pemeriksaan visual terhadap kondisi eksisting bangunan, pengukuran dimensi dan identifikasi kondisi elemen struktur, pengujian karakteristik material menggunakan metode pengujian non-destruktif, pemodelan struktur berdasarkan kondisi aktual menggunakan perangkat lunak SAP2000, serta analisis respons dan kapasitas struktur terhadap beban yang bekerja.

Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan deformasi balok melalui pengukuran lendutan di lapangan dan perbandingan terhadap hasil analisis pemodelan serta batas lendutan yang dipersyaratkan. Seluruh hasil pemeriksaan dan analisis kemudian dievaluasi secara komprehensif untuk menentukan tingkat keamanan, keandalan, dan kelaikan struktur bangunan sebagai bagian dari penilaian Sertifikat Laik Fungsi (SLF).

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pengumpulan data dan dokumen perencanaan Bangunan Gudang Purwakarta sebagai dasar evaluasi struktur. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan visual untuk mengetahui kondisi eksisting dan mengidentifikasi kerusakan pada elemen struktur. Pengukuran dimensi dilakukan pada kolom, balok, pelat lantai, rangka atap, dan elemen struktur lainnya yang diperlukan.

Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan dokumen perencanaan untuk mengetahui kesesuaian kondisi aktual dengan kondisi yang direncanakan. Selanjutnya dilakukan pengujian material secara non-destruktif menggunakan Leeb Hardness Test, Ultrasonic Thickness Gauge, Coating Thickness Gauge, dan Rebound Hammer Test untuk mengetahui kondisi dan karakteristik material struktur.

Data hasil pemeriksaan digunakan untuk melakukan pemodelan dan analisis struktur menggunakan SAP2000. Analisis dilakukan untuk mengetahui respons dan kapasitas elemen struktur terhadap beban yang bekerja. Selain itu, dilakukan pemeriksaan lendutan balok dengan membandingkan hasil pengukuran lapangan dan hasil analisis terhadap batas lendutan yang diizinkan.

Tahap akhir penelitian berupa evaluasi terhadap hasil pemeriksaan visual, pengujian material, analisis struktur, dan pemeriksaan deformasi. Hasil evaluasi digunakan untuk menentukan tingkat keamanan dan kelaikan struktur Bangunan Gudang Purwakarta sebagai dasar penilaian Sertifikat Laik Fungsi (SLF).

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### **3.1 Pemeriksaan Sistem Struktur Bangunan**

Pemeriksaan sistem struktur dilakukan pada Bangunan Gudang Purwakarta untuk mengetahui kondisi dan kesesuaian elemen struktur terhadap fungsi bangunan. Pemeriksaan meliputi elemen pondasi yang dapat diamati, kolom, balok, pelat lantai, dan rangka atap. Kegiatan pemeriksaan dilakukan melalui pengamatan visual, pengukuran dimensi, serta identifikasi kondisi fisik setiap elemen struktur.

Data hasil pemeriksaan lapangan dibandingkan dengan dokumen As Built Drawing, dokumen pembangunan, Soil Test, perhitungan struktur, serta hasil pengujian beton dan tulangan. Perbandingan tersebut dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara kondisi aktual dengan kondisi yang direncanakan dan untuk mengidentifikasi perubahan atau kerusakan pada elemen struktur.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi Leeb Hardness Test, Ultrasonic Thickness Gauge, Coating Thickness Gauge, Rebound Hammer Test, serta alat ukur dimensi dan laser distance meter. Peralatan tersebut digunakan untuk memperoleh data kondisi material, dimensi elemen struktur, dan deformasi atau lendutan balok pada bangunan.

#### **3.2 Pemeriksaan Kelaikan Struktur Bangunan**

##### **3.2.1 Pengamatan Visual**

Pemeriksaan visual dilakukan secara langsung untuk mengidentifikasi retak, kerusakan permukaan, perubahan bentuk, korosi, kondisi sambungan, kondisi baut, lendutan, serta indikasi kerusakan lain yang dapat memengaruhi kinerja struktur.

##### **a. Pondasi.**

Berdasarkan hasil pengamatan, pondasi tidak dapat diperiksa secara langsung karena berada di bawah permukaan tanah. Penilaian dilakukan berdasarkan kondisi elemen struktur di atasnya. Tidak ditemukan indikasi penurunan, pergeseran, retak pada lantai, maupun deformasi struktur. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, kondisi pondasi secara umum dinilai baik dan masih mendukung kestabilan bangunan.

##### **b. Kolom.**

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual, kolom secara umum berada dalam kondisi baik. Tidak ditemukan retak yang signifikan, kerusakan permukaan, perubahan bentuk, maupun deformasi pada elemen kolom. Kondisi kolom dinilai masih baik dan mampu mendukung beban struktur bangunan.

##### **c. Balok.**

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual, balok secara umum berada dalam kondisi baik. Tidak ditemukan retak yang signifikan, kerusakan permukaan, perubahan bentuk, maupun deformasi yang dapat memengaruhi kinerja struktur. Balok dinilai masih dalam kondisi baik dan mampu mendukung beban struktur bangunan.

d. Pelat lantai.

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual, pelat lantai secara umum berada dalam kondisi baik. Tidak ditemukan retak yang signifikan, kerusakan permukaan, penurunan, maupun deformasi yang dapat memengaruhi fungsi dan kinerja struktur. Pelat lantai dinilai masih dalam kondisi baik dan mampu mendukung beban yang bekerja.

e. Rangka atap.

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual, rangka atap secara umum berada dalam kondisi baik. Tidak ditemukan deformasi yang signifikan, kerusakan pada elemen, maupun korosi berat yang dapat memengaruhi kinerja struktur. Kondisi sambungan dan elemen rangka atap masih berfungsi dengan baik, sehingga rangka atap dinilai masih mampu mendukung beban yang bekerja.

### **3.3 Pemeriksaan Keamanan Struktur Bangunan**

#### **3.3.1 Pemeriksaan Elemen Struktur**

1. Pengujian Leeb Hardness Test.

Pengujian dilakukan pada elemen baja yang telah dibersihkan dari karat, lapisan cat, dan kotoran pada area pengujian. Pengukuran dilakukan pada beberapa titik untuk memperoleh data yang representatif, kemudian hasil pengujian dihitung nilai rata-ratanya sebagai dasar dalam mengevaluasi karakteristik material baja.

2. Pengujian Ultrasonic Thickness Gauge.

Pengukuran dilakukan pada beberapa titik permukaan elemen baja untuk memperoleh ketebalan aktual material. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan ketebalan yang tercantum dalam dokumen perencanaan untuk mengetahui adanya pengurangan ketebalan material akibat korosi atau kerusakan lainnya.

3. Pengujian Coating Thickness Gauge.

Pengukuran dilakukan pada beberapa titik permukaan elemen baja untuk mengukur ketebalan lapisan pelindung atau coating. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui ketebalan dan keseragaman lapisan pelindung pada permukaan baja serta mengidentifikasi area dengan lapisan yang lebih tipis yang berpotensi mengurangi perlindungan terhadap korosi.

4. Pengujian Rebound Hammer Test.

Pengujian dilakukan pada beberapa titik permukaan elemen beton untuk memperoleh estimasi kuat tekan beton. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan mutu beton yang tercantum dalam dokumen perencanaan untuk mengevaluasi kesesuaian dan kondisi material beton eksisting.

5. Pemeriksaan Deformasi Balok.

Deformasi diukur dengan membandingkan elevasi daerah tumpuan dan lapangan balok menggunakan meteran laser. Hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil simulasi pemodelan. Batas lendutan yang digunakan adalah  $L/360$ , yaitu 0,021 m untuk bentang 7,667 m dan 0,016 m untuk bentang 6 m.

### **3.4 Pembahasan**

1. Kondisi Eksisting.

Hasil pemeriksaan visual menunjukkan bahwa kondisi elemen struktur Bangunan Gudang Purwakarta secara umum berada dalam kondisi baik. Pada pondasi yang dapat diamati tidak ditemukan indikasi penurunan signifikan. Pemeriksaan kolom dan balok tidak menunjukkan kerusakan struktural yang dikategorikan ringan, sedang, maupun berat. Pelat lantai juga tidak menunjukkan kerusakan struktural signifikan. Rangka atap, kuda-kuda, gording, sambungan, dan baut berada dalam kondisi baik serta tidak ditemukan indikasi korosi signifikan atau perubahan geometri yang dapat memengaruhi kinerja struktur.

Hasil perbandingan kondisi lapangan dengan dokumen perencanaan menunjukkan bahwa dimensi kolom, balok, pelat lantai, dan rangka atap secara umum sesuai dengan dokumen perencanaan. Mutu beton pelat lantai

berdasarkan pengujian sebesar 30,46 MPa atau setara K-350, sedangkan dokumen perencanaan menggunakan mutu K-300.

## 2. Hasil Pengujian Material.

Hasil pengujian Leeb Hardness Test pada elemen struktur baja menghasilkan nilai rata-rata sebesar 496 MPa. Berdasarkan dokumen penelitian, baja yang digunakan dalam perencanaan adalah ASTM A36 dengan tegangan tarik sebesar 410 MPa. Hasil pengujian menunjukkan karakteristik material baja yang diuji masih mendukung kebutuhan struktur berdasarkan perbandingan dengan parameter material yang digunakan dalam perencanaan.

Hasil Ultrasonic Thickness Gauge menunjukkan bahwa ketebalan elemen struktur baja secara umum masih baik dan tidak mengalami kehilangan ketebalan signifikan akibat korosi. Elemen dengan profil WF 300×150×6,5×9 dan WF 250×125×6×9 masih sesuai dengan dimensi perencanaan.

Hasil Coating Thickness Gauge menunjukkan ketebalan coating rata-rata elemen kolom sebesar 139  $\mu\text{m}$ . Nilai tersebut lebih besar dibandingkan ketebalan coating perencanaan sebesar 100  $\mu\text{m}$  dan berada di atas nilai minimum 85  $\mu\text{m}$  yang digunakan sebagai acuan berdasarkan ISO 12944.

Hasil Rebound Hammer Test menunjukkan nilai rata-rata kuat tekan beton sebesar 25,18 MPa pada kolom dan 30,46 MPa pada pelat lantai. Namun, terdapat kolom pedestal dengan nilai 21,51 MPa yang berada di bawah mutu perencanaan 25 MPa dan terdapat indikasi awal beton keropos atau honeycomb.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Material

| Parameter               | Hasil             | Acuan/Perencanaan                            | Evaluasi                 |
|-------------------------|-------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| Leeb Hardness Test      | 496 MPa           | ASTM A36; 410 MPa                            | Secara umum memadai      |
| Coating Thickness       | 139 $\mu\text{m}$ | 100 $\mu\text{m}$ ; minimum 85 $\mu\text{m}$ | Memadai                  |
| Rebound Hammer – Kolom  | 25,18 MPa         | 25 MPa                                       | Rata-rata memadai        |
| Rebound Hammer – Pelat  | 30,46 MPa         | K-300                                        | Memadai                  |
| Kolom Pedestal terendah | 21,51 MPa         | 25 MPa                                       | Perlu pemeriksaan lanjut |

### 3.4.1 Pemeriksaan Deformasi Balok

Pemeriksaan deformasi dilakukan pada lima lokasi balok. Hasil pengukuran lapangan masing-masing sebesar 0,008 m, 0,006 m, 0,003 m, 0,005 m, dan 0,006 m. Hasil simulasi pemodelan masing-masing sebesar 0,0081 m, 0,009 m, 0,012 m, 0,0012 m, dan 0,0086 m.

Tabel 2. Perbandingan Deformasi Lapangan, SAP2000, dan Batas Evaluasi

| Lokasi | Lapangan (m) | SAP2000 (m) | Batas Evaluasi (m) |
|--------|--------------|-------------|--------------------|
| 1      | 0,008        | 0,0081      | 0,021              |
| 2      | 0,006        | 0,009       | 0,021              |
| 3      | 0,003        | 0,012       | 0,021              |
| 4      | 0,005        | 0,0012      | 0,016              |
| 5      | 0,006        | 0,0086      | 0,016              |

Nilai deformasi maksimum hasil pengukuran lapangan sebesar 0,008 m dan hasil pemodelan sebesar 0,012 m masih lebih kecil dibandingkan batas lendutan  $L/360$  sebesar 0,021 m untuk bentang 7,667 m dan 0,016 m untuk bentang 6 m.

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kondisi struktur Bangunan Gudang Purwakarta secara umum masih baik. Kesesuaian dimensi elemen struktur dengan dokumen perencanaan menunjukkan bahwa tidak terdapat perubahan geometrik yang signifikan pada elemen yang diperiksa. Kondisi visual yang baik juga didukung oleh hasil pengujian material baja, ketebalan elemen, dan ketebalan coating yang menunjukkan kondisi relatif memadai.

Hasil Rebound Hammer Test menunjukkan bahwa rata-rata mutu beton kolom sebesar 25,18 MPa dan pelat sebesar 30,46 MPa. Meskipun demikian, keberadaan beberapa kolom pedestal dengan nilai 21,51 MPa di bawah mutu perencanaan sebesar 25 MPa menjadi perhatian khusus. Hasil pengujian non-destruktif tersebut perlu dikonfirmasi dengan Core Drill Test karena keputusan mengenai kapasitas aktual elemen beton tidak sebaiknya hanya didasarkan pada satu metode pengujian tidak destruktif.

Hasil pemeriksaan deformasi memperlihatkan bahwa nilai maksimum hasil pengukuran dan pemodelan masih berada di bawah batas  $L/360$ . Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat indikasi lendutan berlebih pada balok yang diperiksa. Perbedaan antara hasil pengukuran lapangan dan simulasi dapat dipengaruhi oleh kondisi aktual struktur, asumsi pemodelan, kondisi pembebanan, dan karakteristik tumpuan.

Secara keseluruhan, hasil pemeriksaan visual, pengujian material, analisis struktur, dan pemeriksaan deformasi mendukung kesimpulan bahwa struktur bangunan secara umum masih memenuhi aspek keamanan dan kelaikan fungsi dari aspek struktur. Namun, evaluasi tersebut perlu disertai pemeliharaan berkala dan pemeriksaan lanjutan pada elemen yang memiliki hasil pengujian di bawah mutu perencanaan.

#### 3.4.2 Integrasi Hasil Pemeriksaan Visual, Material, dan Pemodelan

Evaluasi kelaikan struktur tidak cukup apabila hanya didasarkan pada satu jenis pemeriksaan. Hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya integrasi antara pemeriksaan visual, pengujian material, verifikasi dimensi, pemeriksaan deformasi, dan pemodelan struktur. Pemeriksaan visual memberikan gambaran awal mengenai keberadaan retak, korosi, perubahan bentuk, dan kondisi sambungan, sedangkan pengujian material memberikan informasi kuantitatif mengenai karakteristik baja, ketebalan elemen, lapisan pelindung, dan mutu beton. Data tersebut kemudian memperoleh konteks struktural melalui hasil pemodelan SAP2000 dan pemeriksaan lendutan. Kesesuaian hasil dari beberapa metode ini memperkuat penilaian bahwa kondisi bangunan secara umum masih memenuhi persyaratan keamanan struktur. Pendekatan terintegrasi juga mengurangi risiko pengambilan keputusan yang hanya bergantung pada kondisi permukaan, karena elemen yang secara visual tampak baik tetap perlu dikonfirmasi melalui pengukuran dan analisis teknis.

Pada Bangunan Gudang Purwakarta, tidak ditemukannya kerusakan struktural signifikan pada kolom, balok, pelat lantai, dan rangka atap sejalan dengan hasil pengujian baja dan pemeriksaan deformasi yang masih berada dalam batas evaluasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa respons struktur yang diamati di lapangan masih konsisten dengan fungsi bangunan yang ditinjau. Namun demikian, hasil Rebound Hammer Test pada beberapa kolom pedestal menunjukkan bahwa penilaian keseluruhan tidak boleh menutupi adanya elemen lokal yang membutuhkan perhatian. Nilai 21,51 MPa pada elemen tersebut lebih rendah daripada mutu perencanaan 25 MPa, sehingga diperlukan pemeriksaan lanjutan untuk memastikan apakah nilai tersebut mencerminkan variasi permukaan beton, kondisi lokal seperti honeycomb, atau benar-benar menunjukkan penurunan kapasitas material. Oleh karena itu, kesimpulan laik secara umum harus tetap disertai catatan teknis pada bagian yang memerlukan verifikasi tambahan.

#### 3.4.3 Implikasi Hasil Pengujian terhadap Keamanan Struktur

Hasil Leeb Hardness Test sebesar 496 MPa memberikan indikasi bahwa karakteristik material baja yang diperiksa masih mendukung kebutuhan struktur jika dibandingkan dengan parameter material ASTM A36 yang digunakan dalam dokumen perencanaan. Temuan ini perlu dibaca bersama hasil Ultrasonic Thickness Gauge yang menunjukkan tidak terdapat kehilangan ketebalan signifikan pada profil baja yang diperiksa. Dengan demikian, dari sisi material baja, tidak terdapat indikasi utama bahwa korosi telah menyebabkan pengurangan penampang yang dapat langsung memengaruhi fungsi elemen. Ketebalan coating rata-rata 139  $\mu\text{m}$  yang lebih tinggi daripada ketebalan perencanaan 100  $\mu\text{m}$  dan nilai minimum 85  $\mu\text{m}$  juga menunjukkan bahwa sistem perlindungan permukaan masih berada dalam kondisi memadai. Meskipun demikian, lapisan pelindung tetap perlu dipantau karena kinerja proteksi terhadap korosi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan keberlanjutan pemeliharaan selama masa layan bangunan.

Pada elemen beton, hasil rata-rata kuat tekan kolom sebesar 25,18 MPa menunjukkan nilai yang dekat dengan mutu perencanaan 25 MPa, sedangkan pelat lantai sebesar 30,46 MPa menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari

mutu yang digunakan dalam perencanaan. Perbedaan nilai antar titik pengujian menegaskan bahwa interpretasi hasil pengujian non-destruktif perlu dilakukan secara hati-hati. Rebound Hammer Test terutama memberikan estimasi berdasarkan kondisi permukaan beton dan dapat dipengaruhi oleh kelembapan, karbonasi, kekasaran permukaan, serta variasi lokal material. Karena itu, rekomendasi untuk melakukan Core Drill Test pada kolom pedestal bernilai rendah merupakan langkah penting untuk memperoleh verifikasi yang lebih representatif sebelum menentukan tindakan perbaikan atau penguatan. Hasil pemeriksaan lanjutan tersebut nantinya dapat digunakan untuk menilai apakah cukup dilakukan perbaikan lokal atau dibutuhkan evaluasi kapasitas elemen secara lebih rinci.

#### 3.4.4 Kesesuaian Deformasi dan Perilaku Layan Struktur

Aspek kelaikan fungsi tidak hanya berkaitan dengan kekuatan ultimit, tetapi juga dengan kemampuan struktur mempertahankan kinerja layan. Dalam penelitian ini, nilai lendutan maksimum hasil pengukuran lapangan sebesar 0,008 m dan hasil pemodelan sebesar 0,012 m masih berada di bawah batas  $L/360$  yang digunakan sebagai acuan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada lokasi yang diperiksa tidak terdapat indikasi deformasi berlebih yang dapat mengganggu fungsi bangunan. Perbedaan antara hasil pengukuran lapangan dan hasil SAP2000 masih dapat terjadi karena model numerik menyederhanakan kondisi aktual melalui asumsi kekakuan elemen, kondisi tumpuan, distribusi beban, dan karakteristik material. Sebaliknya, pengukuran lapangan merekam respons aktual pada kondisi pembebanan saat pemeriksaan. Oleh sebab itu, penggunaan kedua sumber data secara bersama memberikan dasar evaluasi yang lebih kuat daripada hanya mengandalkan salah satunya.

#### 3.4.5 Relevansi terhadap Penilaian Sertifikat Laik Fungsi

Dalam konteks Sertifikat Laik Fungsi, hasil penelitian memberikan dasar teknis bahwa struktur Bangunan Gudang Purwakarta secara umum masih dapat mendukung fungsi bangunan. Penilaian tersebut didasarkan pada kondisi visual elemen, kesesuaian dimensi dengan dokumen perencanaan, hasil pengujian material, serta pemeriksaan deformasi yang tidak menunjukkan penyimpangan signifikan secara umum. Kerangka evaluasi ini sejalan dengan kebutuhan pemeriksaan keandalan bangunan yang menempatkan keselamatan struktur sebagai salah satu aspek penting sebelum bangunan dinyatakan layak digunakan. Dengan demikian, hasil evaluasi tidak hanya berfungsi sebagai dokumentasi kondisi eksisting, tetapi juga sebagai dasar untuk menentukan kebutuhan tindak lanjut, pemeliharaan, dan pengawasan selama masa operasional.

Catatan pada kolom pedestal menjadi bagian penting dalam proses tersebut karena penerbitan atau penilaian SLF tidak seharusnya mengabaikan temuan lokal yang berpotensi memengaruhi keandalan. Pemeriksaan lanjutan dapat diprioritaskan pada elemen dengan hasil di bawah mutu perencanaan, kemudian hasilnya dibandingkan dengan kebutuhan kapasitas aktual berdasarkan beban yang bekerja. Apabila hasil verifikasi menunjukkan kapasitas masih mencukupi, tindakan dapat diarahkan pada perbaikan lokal dan pemantauan berkala. Sebaliknya, apabila ditemukan penurunan mutu yang berpengaruh terhadap kapasitas struktur, diperlukan analisis lebih rinci untuk menentukan metode perbaikan atau penguatan yang sesuai. Dengan cara ini, proses evaluasi SLF tetap mempertahankan prinsip kehati-hatian tanpa mengabaikan fakta bahwa sebagian besar elemen yang diperiksa menunjukkan kondisi yang memadai.

#### 3.4.6 Implikasi Pemeliharaan dan Monitoring Berkala

Hasil penelitian juga menegaskan bahwa status laik fungsi bukan merupakan kondisi yang bersifat permanen tanpa kebutuhan pemeliharaan. Bangunan yang saat pemeriksaan berada dalam kondisi baik tetap dapat mengalami penurunan kinerja akibat usia, perubahan lingkungan, korosi, perubahan penggunaan, atau perubahan pola pembebanan. Oleh karena itu, pemeliharaan berkala perlu diarahkan pada pemeriksaan kondisi coating baja, sambungan dan baut rangka atap, indikasi korosi, retak atau perubahan permukaan beton, serta perkembangan deformasi pada elemen utama. Dokumentasi hasil pemeriksaan dari waktu ke waktu akan membantu pengelola membedakan antara kondisi yang stabil dan perubahan yang membutuhkan tindakan teknis.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menunjukkan bahwa keputusan mengenai kelaikan struktur harus dibangun dari konsistensi berbagai bukti teknis. Kondisi visual yang baik, dimensi yang sesuai, karakteristik baja yang memadai, ketebalan coating yang masih mencukupi, serta lendutan yang berada di bawah batas evaluasi

memberikan dukungan kuat terhadap kelaikan bangunan. Pada saat yang sama, temuan lokal pada kolom pedestal menunjukkan perlunya pendekatan evaluasi yang tetap selektif dan berbasis risiko. Dengan mempertahankan pemeriksaan lanjutan pada elemen yang meragukan serta menerapkan pemeliharaan dan monitoring berkala, hasil penilaian dapat digunakan secara lebih bertanggung jawab sebagai dasar pengelolaan keandalan Bangunan Gudang Purwakarta.

#### 4. Kesimpulan

Kondisi pondasi yang dapat diamati, kolom, balok, pelat lantai, dan rangka atap secara umum berada dalam kondisi baik dan dimensi elemen yang ditinjau secara umum sesuai dengan dokumen perencanaan. Leeb Hardness Test menghasilkan nilai rata-rata 496 MPa, sedangkan hasil Ultrasonic Thickness Gauge menunjukkan tidak terdapat kehilangan ketebalan baja yang signifikan. Ketebalan coating rata-rata 139  $\mu\text{m}$  menunjukkan kondisi lapisan pelindung masih memadai. Rebound Hammer Test menghasilkan nilai rata-rata 25,18 MPa pada kolom dan 30,46 MPa pada pelat lantai. Namun, kolom pedestal dengan nilai 21,51 MPa perlu diperiksa lebih lanjut menggunakan Core Drill Test. Nilai lendutan maksimum hasil pengukuran lapangan sebesar 0,008 m dan hasil pemodelan sebesar 0,012 m masih lebih kecil daripada batas  $L/360$  sebesar 0,021 m dan 0,016 m sesuai bentang yang ditinjau. Bangunan Gudang Purwakarta secara umum memenuhi aspek keamanan struktur dan kelaikan fungsi dari aspek struktur, dengan catatan pemeliharaan berkala dan pemeriksaan lanjutan pada elemen kolom pedestal yang hasil pengujiannya berada di bawah mutu perencanaan.

#### Referensi

1. Ariyanto, Arief Subakti. 2020. *Analisis Jenis Kerusakan pada Bangunan Gedung Bertingkat: Studi Kasus Gedung Apartemen dan Hotel Candi Land Semarang*. Jurnal Bangun Rekaprima, Vol. 06/1/April/2020.
2. Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. SNI 2847-2019, 8, 720.
3. Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. SNI 1727-2020, 196. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
4. Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural. Badan Standardisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 289. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
5. Dardiri, A., & Jurusan, D. (n.d.). Analisis Pola, Jenis, Dan Penyebab Kerusakan Bangunan Gedung Sekolah Dasar. In *Pebruari* (Vol. 35, Issue 1).
6. Kementerian PUPR. (2018). *Lamp. II PUPR Nomor 27/PRT/M/2018 SLF*.
7. Masdar, Astuti, dkk. 2023. *Asesmen Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh*. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, Vol 4 (2023): 96-299.
8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). PERMEN PUPR No. 3 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung.
9. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 25 Tahun 2007 tentang Pedoman Sertifikasi Laik Fungsi (SLF).
10. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2018). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 25 Tahun 2018 tentang Pedoman Sertifikasi Laik Fungsi (SLF).
11. Presiden Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah No 16 tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung. *Presiden Republik Indonesia*, 087169, 406. <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2851/1>
12. Presiden Republik Indonesia. (2002). Peraturan Pemerintah tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, Peraturan Pemerintah 406 (2002).
13. Samudaya, dkk. 2016. *Pembuatan Assessment untuk Identifikasi Delapan Pemborosan Di Bidang Industri Konstruksi*. Jurnal Dimensi Utama Teknik Sipil, Vol.3 No.1: 9-15.
14. Songga, Raffel. 2021. *Asesmen Kekuatan Struktur Pelat Beton Bertulang Studi Kasus: Gedung Perkantoran di Jakarta*. Prosiding Seminar Intelektual Muda Universitas Trisakti, Hal 28-33.
15. Winarshih, Tutik. (2010). *Asesmen Kekuatan Struktur Bangunan Gedung Studi Kasus: Bangunan Gedung Unit Gawat Darurat (UGD) dan Administrasi Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Banyudono, Kabupaten Boyolali*. Tesis Universitas Sebelas Maret, Surakarta
16. Yunita, H., & Sunaryati, J. (2017). Studi Evaluasi Pemeliharaan Bangunan Gedung Perkantoran (Studi Kasus: Komplek Perkantoran Bina Praja Rokan Hulu-Riau). In *Universitas Andalas, Padang. Jurusan Teknik Sipil Unand*.
17. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2024). *Sistem Informasi Manajemen Bangunan Gedung (SIMBG)* <https://simbg.pu.go.id/>