

Uji Kualitas Plesteran, Batu Bata dan Identifikasi Perbaikan Dinding pada Bangunan Bersejarah di Yogyakarta

Bayu Dwi Wismantoro*, Mochamad Teguh

¹Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

*Email: bdwismantoro@gmail.co.id, m.teguh@uii.ac.id

Abstrak

Yogyakarta memiliki banyak bangunan bersejarah dengan nilai budaya dan sejarah yang tinggi. Bangunan bersejarah seringkali menggunakan material seperti batu bata yang telah berumur puluhan atau ratusan tahun, material ini digunakan sebagai struktur dinding bangunan bersejarah di Yogyakarta. Sekitar tahun 1930-an di kota Yogyakarta, penggunaan batu bata hanya dikenal luas di perkotaan, sedangkan struktur kayu dan bambu masih digunakan untuk rumah di pedesaan. Tujuan penelitian adalah menguji kualitas plesteran dinding dan batu bata bangunan bersejarah terhadap berbagai faktor eksternal yang berpotensi merusak dan mengidentifikasi metode perbaikan yang telah dipakai untuk mengatasi kerusakan dinding batu bata. Metode penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan dimulai penilaian awal terhadap kondisi dinding bangunan bersejarah, termasuk identifikasi kerusakan, dan retakan. Pengambilan sampel bongkaran batu bata untuk uji di laboratorium, uji menggunakan alat hammer test di plesteran dinding bangunan, dan melakukan uji kekuatan batu bata terhadap tekanan, serta uji serapan air di laboratorium. Kesimpulan yang didapat bahwa kualitas plesteran dinding bangunan bangsal Kepatihan Pura Pakualaman memiliki kekuatan adhesi sehingga dapat bertahan saat diberi tekanan, memiliki ketahanan terhadap guncangan, memiliki kekerasan permukaan dan ketahanan terhadap goresan, memiliki integritas struktur yang baik, sedangkan kualitas batu bata bangsal Kepatihan Pura Pakualaman memiliki nilai kuat tekan lebih baik dibandingkan dengan batu bata nDalem Noyowinatan. Persentase daya serap (absorpsi) batu bata adalah rata-rata 24,394% atau dibawah 30 %, berarti batu bata bangunan bersejarah tersebut termasuk kedalam batu bata yang bagus kualitasnya. Identifikasi metode perbaikan yang telah dipakai untuk mengatasi kerusakan dinding batu bata dengan melakukan pergantian plesteran dengan bahan campuran 1 semen dan 6 pasir.

Kata Kunci: batu bata; kualitas; nilai sejarah; pelestarian; plesteran

Quality Test of Plastering, Bricks and Identification of Wall Repairs on Historical Buildings in Yogyakarta

Abstract

Yogyakarta has many historical buildings with high cultural and historical value. Historical buildings often use materials such as bricks that are tens or hundreds of years old, this material is used as the wall structure of historical buildings in Yogyakarta. Around the 1930s in the city of Yogyakarta, the use of bricks was only widely known in urban areas, while wood and bamboo structures were still used for houses in rural areas. The purpose of the study was to test the quality of plastering walls and bricks of historical buildings against various external factors that have the potential to damage and identify repair methods that have been used to overcome damage to brick walls. The research method was carried out in several stages starting with an initial assessment of the condition of the walls of historical buildings, including identification of damage and cracks. Taking samples of brick demolition for laboratory testing, testing using a hammer test tool on the plaster of building walls, and conducting brick strength tests against pressure, as well as water absorption tests in the laboratory. The conclusion obtained is that the quality of the plastering of the walls of the Kepatihan Pura Pakualaman building has adhesive strength so that it can withstand pressure, has resistance to shocks, has surface hardness and resistance to scratches, has good structural integrity, while the quality of the Kepatihan Pura Pakualaman building bricks has a better compressive strength value compared to the nDalem Noyowinatan bricks. The percentage of brick absorption is an average of 24.394% or below 30%, meaning that the bricks of the historic building are included in the bricks of good quality. Identification of repair methods that have been used to overcome damage to brick walls by replacing the plaster with a mixture of 1 cement and 6 sand.

Keywords: bricks; quality; historical value; preservation; plaster

1. Pendahuluan

Yogyakarta memiliki banyak bangunan bersejarah dengan nilai budaya dan sejarah yang tinggi, seiring berjalannya waktu, banyak bangunan bersejarah tersebut mengalami kerusakan struktural dan memerlukan restorasi. Bangunan bersejarah mempunyai nilai budaya dan sejarah yang tinggi sehingga pelestariannya menjadi hal yang sangat penting (Setyono & Cahyono, 2019).

Bangunan bersejarah adalah struktur atau gedung yang memiliki nilai sejarah yang berkaitan dengan peristiwa, tokoh, atau periode penting dalam sejarah; nilai budaya yang mencerminkan tradisi, budaya, atau kehidupan sosial dari masa lalu; nilai arsitektur yang mewakili gaya arsitektur tertentu; atau nilai sosial yang berperan penting dalam kehidupan masyarakat atau komunitas tertentu secara signifikan. Bangunan ini sering kali dianggap sebagai warisan yang penting untuk dilestarikan dan dilindungi agar dapat diwariskan kepada generasi mendatang.

Hal-hal penting yang perlu diperhatikan di bangunan bersejarah antara lain menyangkut pelestarian otentisitas, dokumentasi yang akurat, kesesuaian dengan regulasi tentang izin dan peraturan pelestarian, evaluasi kondisi, pendekatan konservatif minimal intervensi dan pemeliharaan rutin, penggunaan teknologi modern untuk memahami kondisi bangunan tanpa merusaknya, dan pertimbangan adaptasi bangunan untuk fungsi modern tanpa merusak nilai sejarahnya.

Bangunan bersejarah seringkali menggunakan material seperti batu bata yang telah berumur puluhan atau ratusan tahun. Faktor seperti gempa bumi dan kejadian cuaca ekstrim dapat menyebabkan kerusakan dinding bangunan bersejarah. Material dinding yang paling umum digunakan adalah bata merah lokal. Material ini digunakan sebagai struktur dinding bangunan bersejarah di Yogyakarta.

Bangunan bersejarah ber dinding bata merah di Indonesia tidak menggunakan baja tulangan yang disebut dengan bata tidak bertulang. Sekitar tahun 1930-an di kota Yogyakarta, penggunaan batu bata hanya dikenal luas di perkotaan, sedangkan struktur kayu dan bambu masih digunakan untuk pembangunan perumahan di pedesaan.

Oleh karena itu, perlu diperhatikan bahwa beban yang sangat menghancurkan bagi bangunan yaitu beban gempa, karena Indonesia khususnya kota Yogyakarta terletak di zona gempa (Dewi & Soehardjono, 2013). Peristiwa gempa tahun 2006 di kota Yogyakarta telah menjadi bukti banyaknya bangunan bersejarah yang rusak.

Selain itu, berbagai kerusakan permukaan terjadi di bangunan bersejarah akibat pengaruh lingkungan dan manusia, sehingga menyebabkan penurunan kualitas struktur bahkan ancaman terhadap keselamatan. Pendekatan tradisional memerlukan penilaian dan evaluasi oleh para profesional terlatih untuk menilai kerusakan permukaan di struktur yang memakan waktu dan tenaga (Yang et al., 2023).

Kualitas plesteran merujuk pada standar atau tingkat keunggulan yang dicapai dalam proses penerapan plester pada permukaan dinding. Kualitas ini dapat diukur berdasarkan beberapa faktor yaitu kekompakan dan kehalusan permukaan, ketebalan yang konsisten, adhesi yang baik, penggunaan bahan berkualitas, proses pengerjaan yang benar, ketahanan terhadap keretakan atau kerusakan, dan estetika.

Mengembangkan plesteran dinding canggih yang ramah lingkungan, menunjukkan aktivitas kapiler, memiliki rasio isolasi termal dan sifat mekanik yang optimal, porositas tinggi, dan ketahanan difusi rendah dapat menjadi solusi yang layak untuk renovasi dan isolasi konstruksi bangunan bersejarah (Peterková et al., 2018). Plesteran dinding ini dapat membantu mengatasi meningkatnya kebutuhan akan bahan yang tahan terhadap tingkat kelembaban lebih tinggi yang sering ditemukan pada bangunan bersejarah. Penggunaan plesteran dinding canggih tersebut, ditambah dengan penilaian terhadap sifat termal dan isolasi pasangan bata, dapat memberikan pendekatan komprehensif terhadap pelestarian dan renovasi bangunan bersejarah di Yogyakarta.

Performa bata merah dapat diketahui dari sifat fisik dan mekaniknya. Sifat fisik bata merah meliputi dimensi, warna, dan tekstur. Sifat mekaniknya meliputi kuat tekan dan absorpsi (Elhusna, Elhusna & Agustin, Rina, 2016).

Kajian mengenai penilaian struktur pasangan bata di bangunan bersejarah dapat memberikan panduan mengenai tata cara penilaian konstruksi, rehabilitasi, dan rekonstruksi parsial (Amra Šarančić

et al., 2021). Hal ini mencakup pengumpulan dokumentasi dan gambar yang ada, inspeksi visual, pengujian, perhitungan statis, dan evaluasi untuk menentukan strategi pemeliharaan dan perbaikan yang tepat.

Kualitas batu bata di bangunan bersejarah merujuk kepada karakteristik dan standar yang memastikan batu bata tersebut sesuai untuk digunakan dalam konservasi, restorasi, atau renovasi bangunan bersejarah. Kualitas ini mempertimbangkan beberapa faktor spesifik yang relevan dengan pelestarian warisan budaya. Beberapa aspek penting dari kualitas batu bata untuk bangunan bersejarah yaitu kekuatan tekan dan ketahanan, kepadatan, seragam dalam ukuran dan bentuk, permukaan yang halus dan tidak berlubang, daya serap air, ketahanan terhadap pelapukan, tidak mudah pecah, dan tidak mengandung garam yang berlebihan.

Perbaikan dinding di bangunan bersejarah merupakan upaya krusial dalam menjaga dan melestarikan warisan budaya, memastikan keamanan dan kenyamanan bangunan, serta meningkatkan nilai estetika dan fungsional bangunan tersebut.

Beberapa aspek penting yang perlu dipertimbangkan dalam perbaikan dinding untuk bangunan bersejarah yaitu pelestarian warisan budaya, struktur dan keamanan, penghentian kerusakan lebih lanjut, pemeliharaan nilai estetika, dan peningkatan fungsi serta kenyamanan.

Regulasi dan standar tertentu harus dipatuhi dalam upaya pelestarian bangunan bersejarah. Perbaikan dinding sering kali menjadi bagian dari upaya untuk memenuhi persyaratan ini dan memastikan bahwa bangunan tetap terdaftar sebagai situs bersejarah. Beberapa bangunan bersejarah menjadi obyek wisata yang menarik. Perbaikan dinding yang tepat dapat meningkatkan daya tarik wisata dan memberikan manfaat ekonomi yang tinggi.

Konservasi dan restorasi bangunan bersejarah merupakan permasalahan kompleks yang memerlukan pendekatan interdisipliner guna meningkatkan daya dukung struktur sekaligus menjaga keaslian dan estetika bangunan (Bocan, D. P., Keller, A. I., Mosoarca, M., & Bocan, C. M., 2023).

Penting untuk diingat bahwa tujuan utama perkuatan dinding bangunan bersejarah adalah untuk menjamin keamanan dan kelestarian bangunan tersebut, tanpa mengurangi nilai sejarah dan arsitektur yang melekat pada bangunan tersebut. Bangunan bersejarah seringkali menjadi warisan budaya yang harus dilestarikan untuk generasi mendatang. Namun, struktur yang terbuat dari bahan pasangan bata tanpa perkuatan, sering kali menunjukkan kinerja yang buruk bila terkena beban yang ditimbulkan oleh gempa bumi, angin kencang, guncangan dan benturan, dan sering kali mengalami keruntuhan yang bersifat getas (Wei et al., 2021).

Kebutuhan untuk melestarikan bangunan semaksimal mungkin dalam keadaan aslinya, tanpa mengubah perilakunya dan mempertahankan ciri-ciri konstruksi aslinya, memerlukan perhatian khusus dalam pemilihan intervensi penguatan yang akan dilakukan (Sisti et al., 2023).

Ketahanan bangunan adalah kekuatan atau daya tahan bangunan dari hal-hal yang bisa mengakibatkan kegagalan bangunan menerima beban atau keruntuhan. Perkuatan adalah semua langkah untuk meningkatkan ketahanan terhadap gempa pada suatu bangunan yang telah dibangun (Wismantoro, 2023). Pemahaman mengenai perawatan bangunan cagar budaya oleh pengelola, pemilik, dan perencana/pelaksana sangat penting agar tindakan pelestarian dapat berjalan dengan baik. Ketepatan langkah penanganan dan ketertiban prosedur dalam menangani bangunan cagar budaya menjadi bagian penting dalam berhasilnya tindakan perawatan (Prabowo & Yuuwono, 2021). Oleh karena itu, penelitian mengenai kualitas plesteran, batu bata dan identifikasi perkuatan dinding bangunan bersejarah di Yogyakarta ini menjadi penting untuk melestarikan warisan budaya dan sejarah.

Kerusakan dinding batu bata bersejarah sering kali disebabkan oleh penggunaan jangka panjang dan terutama disebabkan oleh penuaan bahan bangunan. Alasan lain bisa jadi adalah penggunaan struktur yang salah. Pengaruh faktor luar seperti penambahan beban, perubahan fungsi bangunan, perubahan kondisi tanah dan air tanah, serta penurunan muka tanah seringkali mengakibatkan kerusakan berupa retakan, keruntuhan, dan deformasi seperti rotasi dan defleksi (Zielinska & Misiewicz, 2016).

Pola kerusakan bangunan dimulai dari penutup atap yang mengalami pecah dan bergeser, sehingga air hujan bisa masuk melalui celah tersebut. Oleh karena kejadian itu berlangsung lama, maka timbul kerusakan lapuk, keropos, lembab, dan berjamur di komponen rangka kuda-kuda, usuk,

reng, balok, bahkan sampai ke struktur kolom yang menopang kuda-kuda (Wismantoro & Winarno, 2024). Semakin lama dibiarkan akan mempengaruhi dinding dan batu bata hingga mengakibatkan lembab.



Gambar 1. Kerusakan Dinding Batu Bata nDalem Noyowinatan
(sumber: dokumen Penulis 2023)



Gambar 2. Kerusakan Dinding Batu Bata Bangsal Kepatihan Pura Pakualaman
(sumber: dokumen Penulis 2023)

Perkuatan dinding batu bata bangunan bersejarah merupakan suatu proses analisis dan rekayasa yang dilakukan untuk memelihara, memperbaiki, atau meningkatkan kekuatan dan stabilitas dinding bangunan bersejarah. Bangunan bersejarah mempunyai nilai sejarah, budaya dan arsitektur yang tinggi sehingga memerlukan pendekatan khusus dalam konservasi dan pemeliharaan agar tetap lestari dan berfungsi dengan baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kualitas plesteran dinding dan batu bata bangunan bersejarah terhadap berbagai faktor eksternal yang berpotensi merusak dan mengidentifikasi metode perbaikan yang telah dipakai untuk mengatasi kerusakan dinding batu bata.

Melalui tujuan tersebut diharapkan upaya pelestarian bangunan bersejarah wajib memerlukan pendekatan yang hati-hati dan menyeluruh, memperhatikan aspek-aspek keaslian, regulasi, kondisi, teknologi, dan partisipasi publik. Dengan cara ini, nilai sejarah, budaya, dan arsitektur dari bangunan tersebut dapat dijaga dan dinikmati oleh generasi mendatang.

2. Metode

Lokasi bangunan terletak di nDalem Noyowinatan salah satu rumah warga di Kelurahan Purwokinanti Kecamatan Pakualaman yang berdiri tahun 1937 dan Bangsal Kepatihan Pura Pakualaman di Kecamatan Pakualaman yang dibangun pada masa Paku Alam VII (1908 – 1938) dan termasuk salah satu bangunan Warisan Budaya.



Gambar 3. nDalem Noyowinatan
(sumber: dokumen Penulis 2023)



Gambar 4. Bangsal Kepatihan Pura Pakualaman
(sumber: dokumen Penulis 2023)

Metoda pengujian batu bata yang dapat dijadikan sebagai parameter di dalam menentukan kualitas (mutu) baik atau buruknya batu bata, diantaranya adalah pengujian kuat tekan, daya serap, bobot isi, dan daya hisap. Hal ini disebabkan karena keempat pengujian batu bata tersebut dilakukan secara visual dan perhitungan (Hidayat, 2015). Umumnya, pengujian yang dilakukan bersarkan sifat fisik dan mekanik batu bata. Sifat fisik yang dimaksud adalah dimensi, warna, tekstur, dan kepadatan. Sifat mekanik yang dimaksud adalah kuat tekan dan daya serap (Elhusna et al., 2014).

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan dimulai penilaian awal terhadap kondisi dinding bangunan bersejarah, termasuk identifikasi kerusakan, dan retakan. Melakukan wawancara untuk mendapatkan informasi dari para pihak, mengenai perkuatan dinding yang telah dilakukan.

Langkah penelitian selanjutnya:

- 2.1. Mengidentifikasi bahan-bahan dan teknik konstruksi tradisional yang digunakan dalam bangunan tersebut.
 - 2.2. Pengambilan sampel bongkaran batu bata bangunan bersejarah untuk uji kuat tekan dan daya serap air (absorpsi) di laboratorium.
 - 2.3. Melakukan pengujian menggunakan alat hammer test pada batu bata yang masih terpasang dengan kondisi kering terlindungi di lokasi Bangsal Kadipaten Pura Pakualaman dan kondisi lembab di nDalem Noyowinatan.
 - 2.4. Melakukan pengujian menggunakan alat hammer test pada plesteran dinding dengan kondisi kering terlindungi di lokasi Bangsal Kadipaten Pura Pakualaman dan kondisi lembab di nDalem Noyowinatan.
 - 2.5. Melakukan uji kualitas batu bata yaitu kuat tekan dan uji daya serap air di laboratorium.
- Menganalisis data hasil pengujian dan wawancara untuk mengidentifikasi perbaikan yang telah dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

Persyaratan mutu produk bata secara umum meliputi 1) sifat tampak, 2) ukuran, dan 3) sifat fisik yang berupa kuat tekan, kekerasan, densitas, dan penyerapan air.

Sifat tampak batu bata pejal dari sampel batu bata yang telah diambil mempunyai bentuk empat persegi panjang, kurang siku, permukaan cembung di satu sisi dan cekung di sisi lainnya, dan tidak menunjukkan retak. Kondisi batu bata terbagi dalam beberapa kondisi berbeda yaitu kondisi batu bata

tidak terlindungi terkena hujan dan panas, kondisi batu bata lembab di dalam ruangan kurang terlindungi, dan kondisi batu bata kering di dalam ruangan terlindungi. Setiap kondisi batu bata diambil tiga buah sampel. Sampel batu bata yang diambil keseluruhan untuk uji di laboratorium sebanyak empatbelas buah mempunyai ukuran rerata panjang = 24,9 cm; lebar = 11,4 cm; dan tebal = 4,5 cm.

3.1 Pengujian Kuat Tekan Batu Bata

Sifat fisik batu bata berupa kuat tekan disajikan dalam **Tabel 1**, **Tabel 2**, dan **Tabel 3** di bawah ini. Batu bata yang diujikan dalam kondisi utuh dan tidak berlapis serta hanya menguji sembilan sampel batu bata. Benda-benda uji ditekan dengan mesin tekan hingga mendapatkan retak yang pertama kali.

Tabel 1. Kuat desak Batu bata luar ruangan tidak terlindungi

Aktifitas	Gaya (kgf)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan rata-rata (kgf/cm ²)
Aktifitas-1	200	284,76	
Aktifitas-2	165	292,1	0,70
Aktifitas-3	250	300,9	

sumber: analisa penulis

Tabel 2. Kuat desak Batu bata dalam ruangan terlindungi (kondisi lembab)

Aktifitas	Gaya (kgf)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan rata-rata (kgf/cm ²)
Aktifitas-1	110	279,11	
Aktifitas-2	50	288,65	0,33
Aktifitas-3	120	287,28	

sumber: analisa penulis

Tabel 3. Kuat desak Batu bata dalam ruangan terlindungi (kondisi kering)

Aktifitas	Gaya (kgf)	Luas (cm ²)	Kuat Tekan rata-rata (kgf/cm ²)
Aktifitas-1	140	292,1	
Aktifitas-2	160	271,2	0,65
Aktifitas-3	240	264,18	

sumber: analisa penulis

Hasil pengujian menunjukkan bahwa batu bata yang tidak terlindungi dan terkena hujan dan panas mempunyai kuat tekan yang tinggi, demikian pula batu bata yang kering. Sedangkan batu bata dalam kondisi lembab mempunyai kuat tekan rendah. Kondisi ini disebabkan oleh pengaruh kelembaban terhadap struktur mikro batu bata dan proses kimia yang terjadi di dalamnya.

Pengaruh hujan dan panas terhadap batu bata yang tidak terlindungi akan mengalami siklus basah-kering. Saat hujan, batu bata menyerap air, dan ketika panas, air menguap. Siklus ini dapat menyebabkan perubahan struktur mikro batu bata yang dapat meningkatkan kuat tekan. Paparan air dan panas dapat memicu reaksi kimia dalam komponen batu bata (misalnya, silika dan alumina) yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan melalui proses pengerasan tambahan.

Batu bata yang selalu kering memiliki kelembaban yang sangat rendah. Kelembaban rendah dapat mengurangi potensi reaksi kimia yang dapat merusak struktur batu bata, sehingga menjaga kekuatannya. Ketiadaan air dalam pori-pori batu bata mengurangi risiko pelarutan dan perpindahan mineral yang dapat melemahkan struktur.

Batu bata yang berada dalam kondisi lembab memiliki kandungan air yang tinggi. Air dalam pori-pori batu bata dapat bertindak sebagai pelumas, yang mengurangi gesekan antarpartikel dan melemahkan ikatan antarpartikel. Kondisi lembab dapat menyebabkan pelarutan dan perpindahan mineral dalam batu bata, yang berpotensi merusak integritas strukturalnya dan mengurangi kuat tekan.

Lingkungan eksternal memainkan peran penting dalam menentukan kuat tekan batu bata. Batu bata yang terkena hujan dan panas mengalami kondisi yang memicu reaksi kimia tambahan, yang bisa memperkuat struktur batu bata. Sebaliknya, batu bata yang lembab terus-menerus memiliki risiko penurunan kuat tekan karena air yang ada di dalam pori-pori mempengaruhi ikatan antarpartikel.

3.2 Pengujian dengan Hammer test

Sifat fisik batu bata berupa kekerasan disajikan dalam **Gambar 5**, **Gambar 6**, dan **Gambar 7** di bawah ini.

Pengujian dinding dilakukan untuk menguji kekuatan adhesi yaitu menguji sejauh mana plesteran dapat bertahan saat diberi tekanan atau benturan, ketahanan terhadap guncangan menguji daya tahan plesteran terhadap guncangan atau tekanan yang mungkin terjadi selama penggunaan normal atau dalam kondisi tertentu, kekerasan permukaan memberikan indikasi kekerasan permukaan plesteran yang berpengaruh pada ketahanan plesteran terhadap goresan atau abrasi, keberlanjutan struktur untuk memastikan bahwa plesteran tidak mengalami retak atau kerusakan yang dapat merusak integritas struktur.



Gambar 5. Grafik Uji Hammer test dinding dalam ruangan
(sumber: analisa penulis)

Gambar 5 di atas memperlihatkan grafik perbandingan hasil uji hammer test dinding dalam ruangan dengan kondisi yang berbeda. Dinding bangsal Kepatihan Pura Pakualaman dalam kondisi kering terlindungi, sedangkan dinding nDalem Noyowinatan dalam kondisi lembab.

Hasil uji Hammer test di Bangsal Kepatihan Pura Pakualaman menunjukkan nilai maksimum lenting palu 22 dan minimum 19 sehingga nilai rata-rata sebesar 21,15 atau setara dengan kuat tekan diantara 100 – 102 kg/cm².

Hasil uji Hammer test di nDalem Noyowinatan menunjukkan nilai maksimum lenting palu 24 dan minimum 16 sehingga nilai rata-rata sebesar 20,35 atau setara dengan kuat tekan diantara 100 – 102 kg/cm².

Hasil tersebut di atas menggambarkan bagaimana kondisi lingkungan dan kelembaban mempengaruhi kekuatan tekan dinding, kondisi kekerasan permukaan dinding bangsal Kepatihan Pura Pakualaman memberikan indikasi kekerasan permukaan plesteran yang tahan terhadap goresan atau abrasi. Sementara itu, kondisi lembab plesteran dinding nDalem Noyowinatan menyebabkan retak atau kerusakan ketika terkena hantaman palu dari alat hammer test, sehingga dari tinjauan keberlanjutan struktur menyebabkan kerusakan integritas struktur. Solusi untuk kondisi tersebut harus diperbaiki dengan plesteran baru.

Pembahasannya bahwa karena dinding dalam ruangan yang kering dan terlindungi dari elemen-elemen luar (seperti hujan, kelembaban tinggi, dan fluktuasi suhu ekstrem) cenderung memiliki kondisi material yang stabil dan ketiadaan kelembaban dalam dinding menjaga integritas struktural material, mengurangi risiko degradasi.

Material yang kering memiliki ikatan partikel yang lebih kuat karena tidak ada air yang mengisi dan melemahkan ikatan tersebut sehingga hasil uji hammer test menunjukkan bahwa dinding dalam kondisi ini memiliki kuat tekan yang lebih tinggi karena stabilitas dan kekeringan material.

Lingkungan kering mengurangi risiko pertumbuhan jamur dan lumut yang bisa merusak material dinding, perlunya perlindungan terhadap kelembaban memastikan bahwa material tidak mengalami ekspansi atau kontraksi yang dapat menyebabkan retakan atau kerusakan lainnya.

Dinding nDalem Noyowinatan mungkin terpapar kelembaban tinggi, baik dari lingkungan sekitar, naiknya kapiler air tanah, atau ventilasi yang kurang memadai. Kelembaban ini dapat bervariasi di berbagai bagian dinding, beberapa bagian dinding mungkin lebih basah atau lebih kering dibandingkan bagian lainnya, menyebabkan variasi dalam kuat tekan. Hal tersebut menyebabkan hasil uji hammer test yang bervariasi tetapi cenderung rendah karena distribusi kelembaban yang tidak merata.

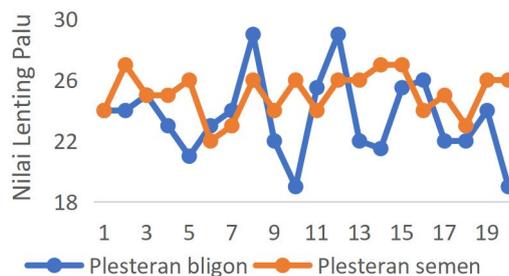
Kelembaban dalam dinding menyebabkan penurunan kekuatan material karena air dapat merusak ikatan antar partikel dalam bahan bangunan.

Kelembaban dapat mendorong pertumbuhan organisme seperti jamur dan lumut yang dapat mempercepat degradasi material dinding. Ekspansi dan kontraksi akibat perubahan kelembaban dapat menyebabkan retakan yang selanjutnya mengurangi kekuatan struktural.

Dinding yang kering dan terlindungi menunjukkan kuat tekan yang lebih tinggi karena stabilitas dan kekeringan material yang menjaga ikatan partikel tetap kuat. Berbeda halnya dengan dinding lembab di nDalem Noyowinatan menunjukkan hasil yang lebih bervariasi dan cenderung lebih rendah karena kelembaban melemahkan ikatan partikel dan menyebabkan variasi dalam kekuatan material.

Lingkungan kering dan terlindungi mengurangi risiko kerusakan akibat kelembaban, memastikan kekuatan tekan yang konsisten dan tinggi. Pengelolaan kelembaban yang buruk atau kondisi lingkungan yang lembab memerlukan perhatian ekstra untuk menjaga kekuatan struktural dinding.

Dinding dalam ruangan kering memerlukan perawatan yang lebih sedikit terkait kelembaban, tetapi tetap harus dijaga dari sumber kerusakan lain. Sedangkan dinding lembab memerlukan strategi pengelolaan kelembaban yang baik, seperti ventilasi yang memadai, penggunaan bahan yang tahan air, dan perlindungan dari kelembaban tanah.



Gambar 6. Grafik Uji Hammer test plesteran dinding luar ruangan (sumber: analisa penulis)

Gambar 6 di atas memperlihatkan grafik perbandingan hasil uji hammer test antara plesteran bligon dengan plesteran semen. Plesteran bligon dihasilkan dari dugaan campuran antara batu bata merah yang ditumbuk halus, pasir, dan kapur bakar tanpa diketahui komposisinya. Plesteran semen yang digunakan menggunakan komposisi perbandingan 1 semen : 6 pasir dan masih dalam usia sekitar 2 bulan.

Hasil uji Hammer test plesteran bligon menunjukkan nilai maksimum lenting palu 29 dan minimum 19 sehingga nilai rata-rata sebesar 23,53 atau setara dengan kuat tekan 122,4 kg/cm².

Hasil uji Hammer test plesteran semen menunjukkan nilai maksimum lenting palu 27 dan minimum 22 sehingga nilai rata-rata sebesar 25,10 atau setara dengan kuat tekan 142,4 kg/cm².

Hasil uji hammer test menunjukkan bahwa plesteran semen memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan plesteran bligon, karena semen memiliki ikatan kimia yang lebih kuat dan

struktur yang lebih padat. Dibandingkan dengan plesteran bligon dengan bahan yang lebih tradisional dan ikatan mekanis yang lebih lemah, menunjukkan kuat tekan yang lebih rendah.

Pembahasan dari hasil uji hammer test antara plesteran bligon dan plesteran semen menunjukkan bahwa jenis bahan plesteran sangat mempengaruhi kekuatan tekan yang dihasilkan.

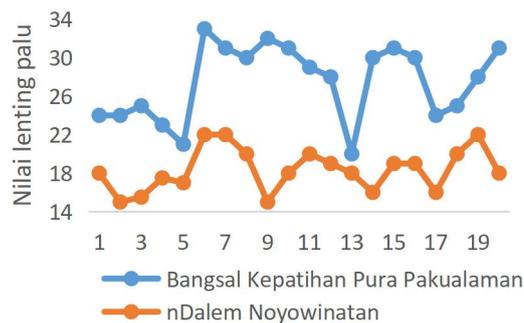
Komposisi material pesteran bligon kapur dan tanah liat memiliki ikatan antar partikel yang lebih lemah dibandingkan semen, yang membuat plesteran bligon kurang mampu menahan beban tekan tinggi. Plesteran bligon cenderung memiliki pori-pori yang lebih besar dan distribusi partikel yang kurang padat, yang mengurangi kekuatannya. Plesteran bligon sering digunakan dalam bangunan tradisional dan berfungsi lebih sebagai pelapis pelindung daripada elemen struktural yang harus menahan beban berat.

Komposisi material plesteran semen mempunyai ikatan kimia yang terbentuk saat semen mengeras (hidrasi semen) menghasilkan struktur yang sangat padat dan kuat. Plesteran semen memiliki struktur mikroskopis yang padat dan pori-pori yang lebih kecil, yang berkontribusi pada kekuatan tekan yang lebih tinggi. Plesteran semen sering digunakan dalam konstruksi modern sebagai elemen pelapis yang juga memberikan kekuatan tambahan pada struktur dinding. Ini membuatnya lebih cocok untuk bangunan yang membutuhkan daya tahan tinggi terhadap tekanan dan beban.

Plesteran bligon sering digunakan dalam konteks konservasi bangunan bersejarah karena bahannya yang alami dan kompatibilitas dengan struktur bangunan tradisional. Sementara itu, plesteran semen mungkin tidak cocok untuk semua aplikasi konservasi karena perbedaan sifat kimia dan fisik dengan material asli bangunan bersejarah.

Perbandingan hasil uji hammer test antara plesteran bligon dan plesteran semen menggarisbawahi pentingnya pemilihan bahan plesteran berdasarkan kebutuhan struktural dan konteks penggunaannya. Plesteran semen menawarkan kekuatan tekan yang lebih tinggi, cocok untuk konstruksi modern, sementara plesteran bligon memiliki peran penting dalam pelestarian dan restorasi bangunan tradisional dengan mempertimbangkan karakteristik aslinya.

Memperhatikan hasil uji di atas bahwa penggunaan plesteran semen bisa dipergunakan sebagai alternatif perbaikan dinding tanpa mengubah nilai sejarah dan arsitektur atau menggunakan plesteran bligon dengan perbandingan campuran yang tepat dan penambahan material yang memiliki kuat tekan tinggi.



Gambar 7. Grafik Uji Hammer test batu bata (sumber: analisa penulis)

Gambar 7 di atas memperlihatkan grafik perbandingan hasil uji hammer test batu bata yang telah terkelupas plesterannya akibat kerusakan dinding. Batu bata diuji masih dalam keadaan utuh terpasang di dinding, diambil 20 titik tembakan di beberapa batu bata di dalam ruangan. Kondisi batu bata di Bangsal Kepatihan Pura Pakualaman dalam keadaan kering terlindungi sedangkan kondisi batu bata di nDalem Noyowinatan dalam keadaan lembab.

Hasil uji Hammer test di Bangsal Kepatihan Pura Pakualaman menunjukkan nilai maksimum lenteng palu 33 dan minimum 21 sehingga nilai rata-rata sebesar 27,50 atau setara dengan kuat tekan 163,2 kg/cm².

Hasil uji Hammer test di nDalem Noyowinatan menunjukkan nilai maksimum lenting palu 22 dan minimum 15 sehingga nilai rata-rata sebesar 18,35 atau setara dengan kuat tekan diantara 61 – 82 kg/cm².

Pembahasan dari hasil tersebut adalah bahwa kondisi kelembaban batu bata memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tekan batu bata. Batu bata dalam kondisi kering cenderung memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan batu bata dalam kondisi lembab. Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban dalam batu bata dapat melemahkan struktur materialnya, sehingga mengurangi kemampuan batu bata untuk menahan beban tekan.

Batu bata yang kering memiliki sedikit atau tidak ada kandungan air dalam pori-porinya, karena air dapat melemahkan ikatan antar partikel dalam batu bata, ketiadaan air membuat batu bata lebih padat dan kuat. Oleh karena itu, hasil uji hammer test menunjukkan bahwa batu bata kering memiliki kuat tekan yang lebih besar.

Batu bata yang lembab mengandung air di dalam pori-porinya, air ini dapat menyebabkan penurunan kekuatan tekan karena air dapat bertindak sebagai pelumas yang mengurangi gesekan antar partikel penyusun batu bata. Akibatnya, ikatan antar partikel menjadi lebih lemah dan batu bata menjadi lebih mudah hancur saat diberi tekanan. Oleh karena itu, hasil uji hammer test menunjukkan bahwa batu bata lembab memiliki kuat tekan yang lebih kecil.

3.3 Pengujian Daya Serap Batu Bata

Sifat fisik batu bata berupa penyerapan air (absorpsi) diambil lima buah sampel dengan hasil ditampilkan di **Tabel 4**.

Tabel 4. Kadar Air Hasil Uji Daya Serap Batu Bata

No	Berat setelah di oven (gr)	Berat setelah di rendam (gr)	Kadar Air (%)
1	1418	1883	32,79
2	2118	2583	21,95
3	2214,5	2700	21,92
4	2039	2523	23,74
5	2267	2756	21,57

sumber: analisa penulis

Masing-masing benda uji dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110° C selama 24 jam, setelah itu benda uji dikeluarkan dari oven lalu didinginkan sampai suhu ruang kemudian masing-masing benda uji ditimbang beratnya (A). Setelah ditimbang, masing-masing benda uji direndam dalam air selama 24 jam sampai jenuh. Kemudian ditiriskan dan dilap dengan tisu permukaan benda uji agar tidak terlalu basah lalu ditimbang masing-masing beratnya (B). Penyerapan air masing-masing benda uji adalah:

$$\frac{B - A}{A} \times 100\% \quad \dots(1)$$

Standar atau syarat batu bata yang kualitasnya bagus adalah mempunyai persentase daya serap (absorpsi) tidak lebih dari 30 %. Kemudian dari **Tabel 4** dapat diketahui bahwa batu bata yang diuji memiliki kemampuan untuk menyerap air (absorpsi) dengan persentase daya serap rata-rata sebesar 24,394%. Nilai ini menunjukkan bahwa batu bata tersebut memiliki kemampuan penyerapan air yang baik, tetapi masih berada di bawah ambang batas 30% yang sering dianggap sebagai batas maksimum yang dapat diterima untuk batu bata dalam konstruksi. Hal ini mengindikasikan bahwa batu bata tersebut memiliki kualitas yang memadai dalam hal ketahanan terhadap kelembaban, sehingga cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi tanpa risiko tinggi terkait penyerapan air yang

berlebihan. Berarti batu bata bangunan bersejarah tersebut termasuk kedalam batu bata yang bagus kualitasnya.

Melihat dari penelitian lain menyimpulkan bahwa hubungan kuat tekan dengan penyerapan air dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai penyerapan maka semakin kecil kuat tekannya (Prayuda et al., 2018).

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil dan analisa, bahwa kualitas plesteran dinding bangunan bangsal Kepatihan Pura Pakualaman memiliki kekuatan adhesi sehingga dapat bertahan saat diberi tekanan atau benturan, memiliki ketahanan terhadap guncangan atau tekanan, memiliki kekerasan permukaan dan ketahanan terhadap goresan atau abrasi, memiliki integritas struktur yang baik, sedangkan kualitas batu bata bangsal Kepatihan Pura Pakualaman memiliki nilai kuat tekan lebih baik dibandingkan dengan batu bata nDalem Noyowinatan. Kemudian ditinjau dari persentase daya serap (absorpsi) batu bata adalah rata-rata 24,394% atau dibawah 30 %, berarti batu bata bangunan bersejarah tersebut termasuk batu bata yang bagus kualitasnya.

Identifikasi metode perbaikan yang telah dipakai untuk mengatasi kerusakan dinding batu bata dengan melakukan penggantian plesteran dengan bahan campuran 1 semen dan 6 pasir.

5. Ucapan terimakasih

Terimakasih kepada pihak Laboratorium Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia yang telah membantu pengujian sampel material batu bata. Pihak Pura Pakualaman dan nDalem Noyowinatan yang telah mengizinkan penelitian di bangunan tersebut.

Daftar Pustaka

- Amra Šarančić, L., Čeček, M., & Merima Šahinagić, I. (2021). Assessment of masonry structure “Radnički dom” in Mostar. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1208. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1208/1/012044>
- Bocan, D. P., Keller, A. I., Mosoarca, M., & Bocan, C. M. (2023). Experimental Investigation of One-Sided Strengthening Interventions on Historic Brick Masonry Walls. In *RILEM Bookseries* (Vol. 47, pp. 485–495). Springer Nature Switzerland.
- Dewi, S. M., & Soehardjono, A. (2013). Investigation Of Elasticity, Compression And Shear Strength Of Masonry Wall From Indonesian Clay Brick. *International Journal of Engineering*, 3(1).
- Elhusna, Elhusna & Agustin, Rina. (2016). Kuat Tekan Bata Merah Dengan Variasi Usia dan Kadar Air Adukan Tanah Liat. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 49–54.
- Elhusna, Wahyuni, A. S., & Gunawan, A. (2014). Performance of Clay Brick of Bengkulu. *Procedia Engineering*, 95, 504–509. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.211>
- Hidayat, B. (2015). *Evaluasi Metoda Pengujian Batu Bata*. 2nd Andalas Civil Engineering National Conference, Padang.
- Peterková, Zach, & Sedlmajer. (2018). Development of advanced plasters for insulation and renovation of building constructions with regard to their hygrothermal behaviour. *Cement & Concrete Composites*, 92, 47–55.
- Prabowo, W., & Yuuwono, A. B. (2021). Kajian Pelestarian dan Pemeliharaan Bangunan Cagar Budaya di Surakarta. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 26(2), 51–61. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v26i2.1486>
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018). Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Batu Bata Merah di Yogyakarta (Analysis Physical and mechanical attributes of masonry in Yogyakarta). *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 94. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i2.20658>
- Setyono, D. A., & Cahyono, D. D. (2019). Configuring Educational Facilities Services Pattern in Traditional Cities (a case study of Yogyakarta and Surakarta City). *Geographia Technica*, 14(special issue), 156–165. https://doi.org/10.21163/GT_2019.141.29
- Sisti, R., Ludovico, M. D., & Prota, A. (2023). Effectiveness of traditional strengthening measures on historic masonry buildings: The seismic performance of Palazzo Comunale in Camerino after

- 2016-2017 seismic sequence. *Procedia Structural Integrity*, 44, 1116–1123.
<https://doi.org/10.1016/j.prostr.2023.01.144>
- Wei, J., Du, Z., Zheng, Y., & Ounhueane, O. (2021). Research on Damage Characteristics of Brick Masonry under Explosion Load. *Shock and Vibration*, 2021, 1–11.
<https://doi.org/10.1155/2021/5519231>
- Wismantoro, B. D. (2023). Study of the Durability and Strengthening of Historical Building Construction in Yogyakarta. In A. Kusuma Wardana (Ed.), *Proceedings of the 2023 International Conference on Information Technology and Engineering (ICITE 2023)* (Vol. 179, pp. 118–123). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-338-2_18
- Wismantoro, B. D., & Winarno, S. (2024). Analisis Kerusakan dan Upaya Pencegahannya pada Bangunan Bersejarah di Yogyakarta. *Jurnal Arsitektur Sinektika*, 21(1), 42–48.
- Zielinska, M., & Misiewicz, J. (2016). Analysis of Historic Brick Walls' Strengthening Methods. *Procedia Engineering*, 161, 771–776. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.702>