JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275

https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 2 No. 5 Tahun 2026, pp. 103 - 108

EVALUASI KONDISI BETON PADA KOLOM STRUKTUR PASAR INPRES RUTENG MENGGUNAKAN ULTRASONIC PULSE VELOCITY DAN INSPEKSI VISUAL

Vega Aditama

[1] *Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Raya Sigura-gura 02 Kota Malang*
Email: vegaaditama@gmail.com

ABSTRACT

Assessing the condition of existing building structures is essential for identifying material deterioration and potential safety risks. This study aims to evaluate the condition of concrete in the ground-floor columns of the Pasar Inpres Ruteng market building in Manggarai Regency, East Nusa Tenggara, Indonesia, using ultrasonic pulse velocity (UPV) testing combined with visual inspection. Tests were conducted using a GTJ-U910 device with a measurement path length of 300 mm at five documented test locations. The measured ultrasonic pulse velocities ranged from 2.102 to 2.201 km/s, with a mean of 2.138 km/s. Visual inspection also revealed damage to several columns, including concrete cover spalling and exposed reinforcement. The relatively low ultrasonic pulse velocities, together with physical damage to structural elements, indicate the need for further investigation into the condition and integrity of the concrete. The findings demonstrate that integrating UPV testing with visual inspection can provide useful preliminary information for prioritizing further assessments and safety mitigation measures in existing buildings.

Keywords: ultrasonic pulse velocity, reinforced concrete, visual inspection, column damage, structural assessment, nondestructive testing.

ABSTRAK

Evaluasi kondisi struktur bangunan eksisting merupakan tahapan penting dalam mengidentifikasi kerusakan material dan potensi risiko keselamatan bangunan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi beton pada elemen kolom lantai dasar bangunan Pasar Inpres Ruteng, Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur, menggunakan metode *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) yang dikombinasikan dengan inspeksi visual. Pengujian dilakukan menggunakan perangkat GTJ-U910 dengan panjang lintasan pengukuran 300 mm pada lima titik pengujian yang terdokumentasi. Hasil pengujian menunjukkan kecepatan rambat gelombang ultrasonik sebesar 2,102–2,201 km/s, dengan nilai rata-rata 2,138 km/s. Pemeriksaan visual juga memperlihatkan kerusakan pada beberapa elemen kolom berupa pengelupasan selimut beton dan terbukanya tulangan. Kecepatan rambat ultrasonik yang relatif rendah, disertai kerusakan fisik pada elemen struktural, mengindikasikan perlunya investigasi lanjutan terhadap kondisi dan keandalan beton. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi metode UPV dan inspeksi visual dapat memberikan informasi awal yang bermanfaat dalam menentukan prioritas pemeriksaan dan tindakan mitigasi keselamatan pada bangunan eksisting.

Kata kunci: Ultrasonic Pulse Velocity, beton bertulang, inspeksi visual, kerusakan kolom, asesmen struktur, nondestructive testing.

1. PENDAHULUAN

Bangunan pasar merupakan fasilitas publik yang memiliki intensitas penggunaan tinggi sehingga keandalan dan keselamatan strukturnya menjadi aspek penting dalam pengelolaan bangunan. Seiring bertambahnya usia bangunan dan pengaruh kondisi lingkungan, elemen beton bertulang berpotensi mengalami degradasi material, retak, pengelupasan selimut beton, serta kerusakan yang dapat memengaruhi kinerja struktur.

Salah satu pendekatan dalam mengevaluasi kondisi beton eksisting adalah penggunaan metode *Non-Destructive Testing* (NDT). Metode *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) digunakan untuk mengukur kecepatan perambatan gelombang ultrasonik melalui beton sebagai indikator kondisi relatif dan keseragaman material. Kecepatan rambat dipengaruhi oleh karakteristik elastis material, kerapatan, kondisi retak, kadar air, dan lintasan gelombang.

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 2 No. 5 Tahun 2026, pp. 103 - 108



Gambar 1. Pengujian Eksisting Struktur Bangunan

Pasar Inpres Ruteng merupakan salah satu bangunan eksisting yang menunjukkan indikasi kerusakan pada beberapa kolom beton bertulang lantai dasar. Kondisi tersebut memerlukan evaluasi teknis untuk memperoleh gambaran awal mengenai kondisi material beton dan implikasinya terhadap kebutuhan pemeriksaan struktur lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi kerusakan visual pada elemen kolom, (2) menganalisis hasil pengukuran UPV, dan (3) mengintegrasikan kedua hasil pemeriksaan sebagai dasar penilaian awal kondisi struktur serta penyusunan rekomendasi investigasi lanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus melalui pengamatan langsung terhadap kondisi struktur beton bertulang dan pengujian nondestruktif menggunakan perangkat ultrasonik.

Lokasi dan objek penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bangunan Pasar Inpres Ruteng, Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur. Objek pemeriksaan difokuskan pada elemen kolom beton bertulang lantai dasar yang menunjukkan indikasi kerusakan fisik.



Gambar 2. Lokasi Maps Pasar Inpres Ruteng

Pemeriksaan visual

Pemeriksaan visual dilakukan untuk mengidentifikasi jenis dan karakteristik kerusakan permukaan beton, terutama pengelupasan selimut beton, keterbukaan tulangan, retakan, dan kerusakan lokal pada elemen kolom. Temuan didokumentasikan melalui foto lapangan sebagai data pendukung interpretasi pengujian.



Gambar 3. Pasar Inpres Ruteng Tampak Depan



Gambar 4. Gedung Pasar Inpres Ruteng Tampak Dalam

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 2 No. 5 Tahun 2026, pp. 103 - 108

Pengujian ultrasonic pulse velocity
Pengujian menggunakan perangkat GTJ-U910 dengan panjang lintasan gelombang sebesar 300 mm.

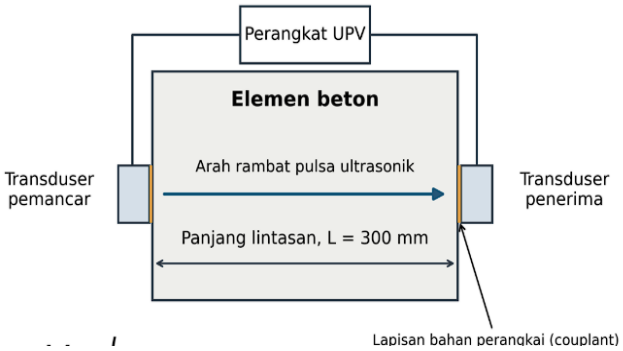


Gambar 5. Perangkat ultrasonic pulse velocity (UPV) GTJ-U910 beserta transduser dan kabel penghubung.

Prinsip pengukuran didasarkan pada hubungan antara panjang lintasan dan waktu tempuh gelombang ultrasonik:

$$V = \frac{L}{t}$$

dengan:
V= kecepatan rambat ultrasonik (m/s)
L = panjang lintasan gelombang (m)
t = waktu tempuh gelombang (s)
Pelaksanaan dan interpretasi pengujian mengacu pada prinsip ASTM C597-22 mengenai pengukuran kecepatan pulsa ultrasonik pada beton.



Gambar 6. Skema prinsip pengujian UPV dengan konfigurasi transmisi langsung dan panjang lintasan 300 mm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi kerusakan struktur beton bertulang

Berdasarkan pemeriksaan visual pada bangunan Pasar Inpres Ruteng, ditemukan kerusakan pada beberapa elemen struktur beton bertulang, terutama kolom lantai dasar dan area hubungan balok-kolom (HBK).



Gambar 7. Kondisi interior dan elemen struktur beton bertulang Pasar Inpres Ruteng.

Kerusakan yang teridentifikasi meliputi pengelupasan selimut beton (*concrete spalling*), terbukanya tulangan, serta indikasi degradasi material beton.



Gambar 8. Identtifikasi Struktur Bangunan

Hubungan balok-kolom merupakan salah satu daerah kritis dalam sistem struktur rangka beton bertulang karena berfungsi mentransfer gaya aksial, gaya geser, dan momen lentur antara balok dan kolom. Kerusakan pada daerah HBK dapat mengurangi kekakuan sambungan, mengganggu mekanisme transfer gaya, serta meningkatkan konsentrasi deformasi pada elemen struktur yang berdekatan.

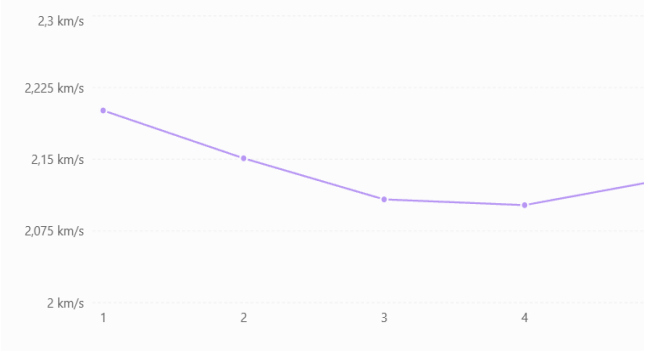
JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 2 No. 5 Tahun 2026, pp. 103 - 108

Pada bangunan eksisting, kerusakan HBK dapat berkaitan dengan berbagai faktor, antara lain ketidakcukupan tulangan transversal, penurunan kualitas material, korosi tulangan, serta akumulasi kerusakan akibat pembebanan berulang. Penentuan penyebab dominan memerlukan pemeriksaan detail tulangan, pola retak, riwayat pembebanan, dan kondisi material.

Kerusakan pada daerah HBK juga dapat memengaruhi respons elemen kolom yang terhubung, khususnya apabila terjadi redistribusi gaya dan peningkatan deformasi lokal. Apabila kondisi tersebut disertai pembentukan retakan mikro maupun retakan makro, kontinuitas medium perambatan gelombang ultrasonik dapat terganggu sehingga menghasilkan waktu tempuh yang lebih panjang dan kecepatan UPV yang lebih rendah.

Hasil pengujian ultrasonic pulse velocity

Pengujian UPV dilakukan pada elemen kolom beton bertulang menggunakan perangkat GTJ-U910 dengan panjang lintasan pengukuran 300 mm. Berdasarkan lima titik pengujian yang terdokumentasi, diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 9. Grafik Hasil UPV

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh titik memiliki kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada rentang 2,102–2,201 km/s. Berdasarkan klasifikasi empiris kualitas beton melalui UPV, kelima titik tersebut termasuk dalam kategori *Poor*.

Nilai simpangan baku sampel sebesar 0,040 km/s dengan koefisien variasi sebesar 1,87% menunjukkan bahwa kecepatan rambat ultrasonik relatif seragam pada lima lintasan yang diuji. Meskipun variasi antartitik tergolong kecil, seluruh nilai berada dalam kategori kualitas rendah.

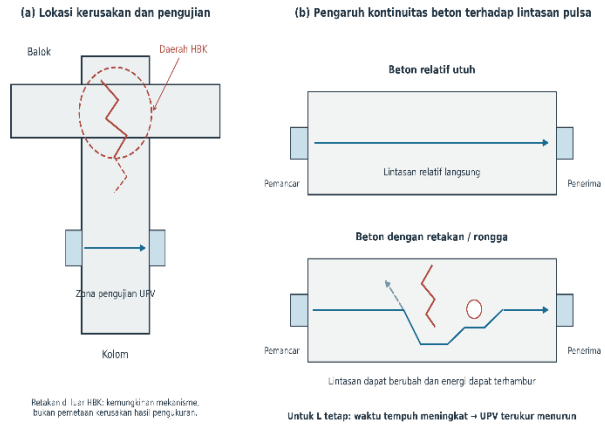
Keseragaman nilai UPV yang rendah tersebut mengindikasikan bahwa kondisi material yang memengaruhi perambatan gelombang kemungkinan tidak terbatas pada satu lintasan pengujian. Namun, kesimpulan mengenai distribusi kerusakan pada keseluruhan kolom tetap memerlukan cakupan pengujian yang lebih luas.

Hubungan kerusakan hbk dengan rendahnya kecepatan upv pada kolom

Salah satu temuan penting dalam pemeriksaan ini adalah adanya indikasi kerusakan pada daerah hubungan balok-kolom yang perlu dikaji bersama hasil UPV pada elemen kolom.

Secara mekanis, kerusakan HBK dapat mengakibatkan perubahan kekakuan sambungan dan distribusi gaya internal pada sistem rangka. Apabila kerusakan tersebut menyebabkan peningkatan regangan tarik atau pembentukan retakan pada bagian kolom yang berdekatan, kondisi ini dapat memengaruhi karakteristik perambatan gelombang ultrasonik.

Gelombang ultrasonik merambat melalui medium beton dengan kecepatan yang dipengaruhi oleh sifat elastis, densitas, dan kontinuitas material. Keberadaan retakan, rongga, atau zona beton yang mengalami degradasi dapat menyebabkan perubahan lintasan gelombang, hamburan energi, dan peningkatan waktu tempuh pulsa.



Gambar 10. Skema konseptual kerusakan hubungan balok–kolom dan pengaruh retakan atau rongga terhadap lintasan pulsa ultrasonik pada beton.

Dengan demikian, nilai UPV yang rendah pada bagian kolom di luar daerah HBK dapat mengindikasikan adanya ketidakseragaman material atau kerusakan yang meluas ke area pengujian. Akan tetapi, hubungan sebab-akibat antara kerusakan HBK dan rendahnya UPV pada bagian kolom lainnya belum dapat dipastikan hanya dari data yang tersedia.

Terdapat dua hipotesis yang perlu diuji lebih lanjut:

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 2 No. 5 Tahun 2026, pp. 103 - 108

[1] Hipotesis degradasi akibat kerusakan struktural: Kerusakan pada HBK berkaitan dengan perkembangan retakan pada kolom, sehingga menyebabkan gangguan kontinuitas beton dan penurunan kecepatan rambat gelombang.

[2] Hipotesis kualitas material awal yang rendah: Beton pada HBK dan bagian kolom lainnya memiliki kualitas awal yang kurang baik, sehingga lebih rentan mengalami kerusakan struktural dan secara bersamaan menunjukkan nilai UPV rendah.

Kedua mekanisme tersebut juga dapat terjadi secara bersamaan. Untuk membedakannya, diperlukan pengujian pada zona rusak dan zona pembanding, pemeriksaan pola retak, serta pengujian material tambahan.

Implikasi terhadap keandalan struktur

Hasil pemeriksaan visual dan pengujian UPV menunjukkan adanya indikasi permasalahan material dan kerusakan pada elemen struktur utama bangunan. Kondisi tersebut perlu mendapat perhatian karena kolom merupakan elemen utama penahan beban gravitasi dan bagian dari sistem penahan beban lateral. Kerusakan pada kolom maupun HBK berpotensi memengaruhi mekanisme transfer beban dan respons struktur secara keseluruhan.

Meskipun seluruh hasil UPV termasuk kategori *Poor*, nilai tersebut tidak dapat digunakan secara langsung untuk menentukan kapasitas aksial kolom, kuat tekan beton, atau faktor keamanan bangunan tanpa pengujian dan analisis tambahan.

Sebagai tindakan pencegahan, diperlukan pembatasan aktivitas dan akses pada area yang menunjukkan kerusakan struktural berat, disertai pemeriksaan stabilitas oleh tenaga ahli struktur.

Penentuan tindakan perbaikan, perkuatan, pembongkaran sebagian, atau pembongkaran menyeluruh harus didasarkan pada hasil evaluasi kapasitas struktur, tingkat kerusakan, serta kelayakan teknis dan keselamatan pelaksanaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual dan pengujian Ultrasonic Pulse Velocity pada bangunan Pasar Inpres Ruteng, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

[1] Pemeriksaan visual mengidentifikasi kerusakan pada beberapa elemen kolom beton bertulang lantai dasar, berupa pengelupasan selimut beton dan terbukanya tulangan. Kerusakan pada daerah hubungan balok-kolom perlu diperiksa lebih lanjut karena merupakan bagian penting dalam mekanisme transfer gaya pada sistem struktur rangka.

[2] Pengujian UPV pada lima titik menghasilkan kecepatan rambat sebesar 2,102–2,201 km/s, dengan nilai rata-rata 2,138 km/s. Seluruh titik termasuk kategori *Poor* berdasarkan klasifikasi empiris kecepatan ultrasonik pada beton.

[3] Koefisien variasi UPV sebesar 1,87% menunjukkan bahwa hasil pengukuran pada lima lintasan relatif seragam, meskipun seluruhnya berada pada kategori kualitas rendah.

[4] Kerusakan HBK berpotensi berkaitan dengan perkembangan retakan dan degradasi pada elemen kolom yang berdekatan. Namun, data yang tersedia belum cukup untuk membuktikan bahwa kerusakan HBK merupakan penyebab langsung rendahnya nilai UPV pada bagian kolom lainnya.

[5] Integrasi inspeksi visual dan UPV menunjukkan perlunya evaluasi struktural lanjutan. Pembatasan akses pada area berisiko menjadi langkah mitigasi awal, sedangkan keputusan pembongkaran memerlukan pembuktian teknis mengenai kapasitas dan stabilitas struktur.

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute. (2013). Report on nondestructive test methods for evaluation of concrete in structures (ACI 228.2R-13). American Concrete Institute. *https://www.concrete.org/portals/0/files/pdf/previews/228213.pdf*

ASTM International. (2022). Standard test method for ultrasonic pulse velocity through concrete (ASTM C597-22). ASTM International. *https://doi.org/10.1520/C0597-22*

Breysse, D. (2012). Nondestructive evaluation of concrete strength: An historical review and a new perspective by combining NDT methods. *Construction and Building Materials, 33*, 139–163. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.103

Breysse, D. (Ed.). (2012). *Non-destructive assessment of concrete structures: Reliability and limits of single and combined techniques: State-of-the-art report of the RILEM Technical Committee 207-INR.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2736-

JURNAL SONDIR
p-ISSN 1979-2832
e-ISSN 2746-8275
https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir
vol. 2 No. 5 Tahun 2026, pp. 103 - 108

Malhotra, V. M., & Carino, N. J. (Eds.). (2004). Handbook on nondestructive testing of concrete (2nd ed.). CRC Press. *https://www.routledge.com/Handbook-on-Nondestructive-Testing-of-Concrete-2nd-Edition/Malhotra-Carino/p/book/9780849314858*

Sbartaï, Z. M., Breysse, D., Larget, M., & Balayssac, J. P. (2012). Combining NDT techniques for improved evaluation of concrete properties. *Cement and Concrete Composites, 34*(6), 725–733. https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2012.03.005

Whitehurst, E. A. (1951). Soniscope tests concrete structures. Journal Proceedings, 47(2), 433–444. *https://doi.org/10.14359/12004*