

PENGARUH KADAR AIR TERHADAP MODULUS ELATISITAS BETON MENGGUNAKAN UJI ULTRASONIK

Neri Puspita Sari¹⁾ & Desi Yasri²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Pekanbaru.

Email korespondensi : neripuspitasari@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan kadar air 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat semen (pengaruh penambahan rasio air semen) terhadap modulus elastisitas beton dengan uji Kecepatan Pulsa Ultrasonik / Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) Test. Penelitian ini dilakukan menggunakan agregat halus jenis pasir tipe 1 dari Cimalaka, agregat kasar diameter maksimum 20 mm dari Cimahi dan semen portland Tipe 1. Penelitian dilakukan menggunakan silinder 10x20 cm yang mengalami perawatan 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Setiap pengujian menggunakan dua buah sampel. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan kadar air akan menurunkan nilai modulus elastisitas.

Kata kunci : UVP, modulus elastisitas, beton, kadar air

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effect of increasing the water content of 2.5%, 5%, 7.5% and 10% of the effect of adding water-cement ratio to the modulus of elasticity of concrete with the Ultrasonic Pulse Velocity/ UPV test. This research was carried out using fine aggregate type 1 sand from Cimalaka, maximum diameter of coarse aggregate 20 mm from Cimahi and Portland cement Type 1. Each test uses two samples. The results of the analysis show that the addition of water will reduce the value of the modulus of elasticity.

Keywords : UPV, modulus of elasticity, concrete, moisture content

1. PENDAHULUAN

Beton, bahan yang heterogen dan berpori, terdiri dari beberapa jenis rongga yang dapat ditembus oleh beberapa bahan lain seperti air yang dapat memberi pengaruh penting pada sifat mekanik dan durabilitas beton (Doreen, Candelaria, Kee, Yee, & Lee, 2021). Kuat tekan merupakan sifat mekanis utama beton yang perilakunya dinyatakan dalam modulus elastisitas (Haach, Juliani, Ravanini, & Roz, 2015).

Pengujian ultrasonik merupakan salah satu metode pengujian beton yang digunakan, dengan keunggulan proses pengujian yang cepat, prosedur pengoperasian yang mudah, dan sifat yang tidak merusak. Kekuatan dan parameter beton lainnya dapat dievaluasi berdasarkan pada kecepatan pulsa ultrasoniknya. Kecepatan pulsa ultrasonik beton dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti sifat bahan, proporsi campuran, umur, dan kadar air (Jiang, Zhang, Gong, & Zhi, 2022).

2. STUDI LITERATUR

Modulus elastisitas merupakan parameter dalam mengetahui sifat - sifat *elastic* suatu bahan. Sifat bahan beton adalah non linear atau elasto-plastik, dimana nilai modulus elastisitas bervariasi berdasarkan pada umur beton, sifat-sifat agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji.

Pengujian Ultrasonic pulse velocity (UPV) pada beton digunakan untuk mengukur kecepatan hantaran dari gelombang (pulse velocity) ultrasonik yang melewati suatu beton. Prinsip metode UPV didasarkan pada ketergantungan kecepatan propagasi gelombang tegangan (v) pada kerapatan (q) dan elastis konstanta padatan (modulus elastisitas, E dan koefisien Poisson, I) (Güneyli, Karahan, Güneyli, & Yapıcı, 2017; Sampebulu & Mushar, 2016). Cara kerja alat UPV, dengan memberi getaran gelombang longitudinal lewat transduser elektro–akustik, melalui cairan perangkai yang berwujud gemuk ataupun sejenis pasta selulose, yang dioleskan pada permukaan beton sebelum tes dimulai. Saat gelombang merambat melalui media yang berbeda, yaitu gemuk dan beton, pada batas gemuk dan beton akan terjadi pantulan gelombang yang merambat dalam bentuk gelombang geser dan longitudinal. Gelombang geser merambat tegak lurus lintasan, dan gelombang longitudinal merambat sejajar lintasan (Wedhanto, 2015).

Tes UPV dapat digunakan untuk: mengetahui keseragaman kualitas beton, mengetahui kualitas struktur beton setelah umur beberapa tahun, mengetahui kekuatan tekan beton, serta menghitung modulus elastisitas dan koefisien Poisson beton (International Atomic Energy Agency, 2002; Wedhanto, 2015).

Perhitungan modulus elastisitas dapat diukur menggunakan pancaran gelombang ultrasonik yang merambat kedalam beton (Purwanto & Ro'uf, 2018)

3. METODOLOGI

Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Institut Teknologi Bandung. Pengujian ini untuk mendapatkan Modulus Elastisitas beton. Pengujian menggunakan benda uji silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm dan mutu beton 22,5 Mpa, dengan menambah kadar air sebesar 0%, 2,5%, 5%, 10%.

Pengujian modulus elastisitas dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Metode yang digunakan sesuai SK-SNI. Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah : agregat halus (pasir beton 1) dari Cimahi, Agregat kasar dari Cimahi, semen portland tipe I dan air bersih.

Metode penelitian yang digunakan penelitian kuantitatif dengan eksperimental berdasar 4 variabel yaitu: variasi kadar air, umur beton, Modulus Elastisitas dan kecepatan rambat gelombang ultrasonik.

Pengukuran kecepatan rambat gelombang ultrasonik dinyatakan dalam persamaan:

$$V = \frac{L}{T} \quad (1)$$

Dimana :

V = kecepatan rambat gelombang ultrasonik (km/sec)

L = jarak tempuh(mm)

T = waktu tempuh gelombang ultrasonik (μ sec)

Dari pengukuran kecepatan gelombang ultrasonik dimungkinkan untuk menghitung modulus elastisitas beton dengan rumus :

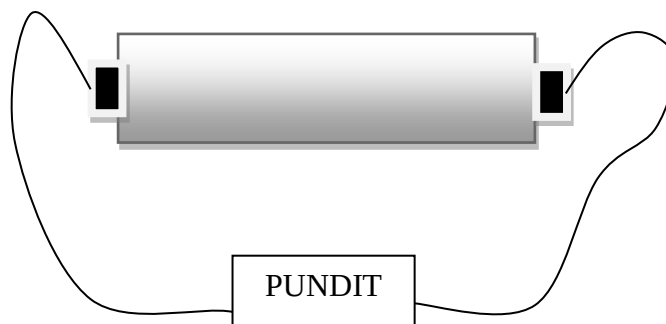
$$E = V^2 \times \gamma \times 1/g \times 10^7 \quad (2)$$

Dimana :

E = Modulus Elastisitas Beton (kg/ cm²)

Γ = Berat jenis beton (gr/cm³)

V = Kecepatan rambat gelombang ultrasonik (km/sec)



Gambar1. Posisi penempatan transducer pada pengujian

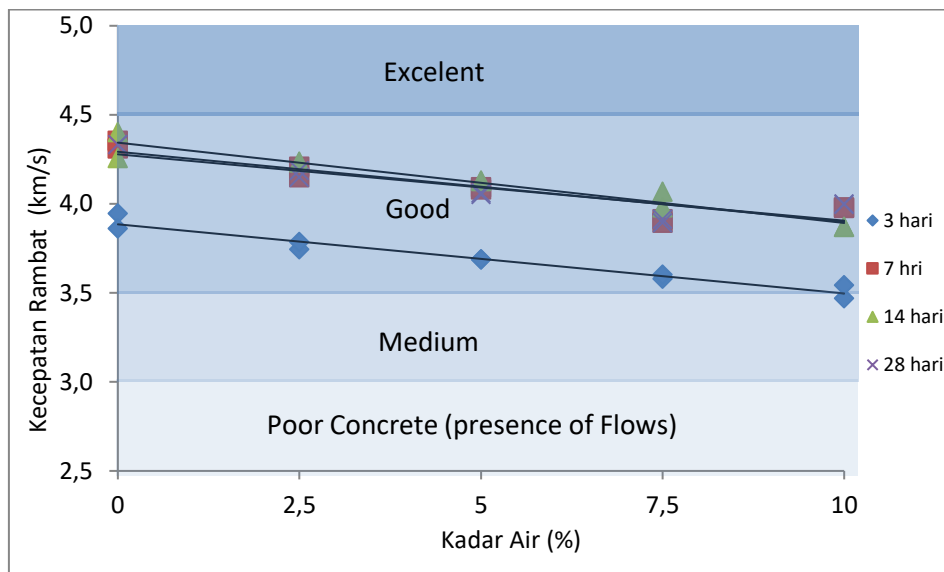
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Apa perbedaan antara hasil dan diskusi dalam menulis artikel penelitian? Hasil: temuan empiris dari metode penelitian yang Anda digunakan. Diskusi: penjelasan atau interpretasi atas hasil atau temuan Anda di atas, mis. mengapa hubungan ini signifikan, lemah atau kuat dan sebagainya.

4.1 Kualitas Beton

Kualitas beton dapat dilihat dari nilai kecepatan rambat gelombang ultrasonik yang dihitung menurut persamaan (1), dimana jarak tempuh (L) merupakan hasil pengukuran jarak yang ditentukan langsung dari benda uji, sedangkan waktu tempuh (T) adalah hasil tampilan pencacah digital. Kualitas beton dapat dilihat dari gambar dibawah :

Dari Gambar 2 menunjukkan kadar air mempengaruhi kecepatan rambat gelombang ultrasonik. Semakin besar kadar air, kurva menurun disebabkan kecepatan rambat gelombang semakin berkurang. Hubungan nilai kecepatan rambat gelombang berbanding terbalik dengan kadar air. Garis penurunannya terlihat linear. Kualitas beton mempengaruhi amplitudo dan frekuensi pusat sepetrum, ketika kualitas beton menurun amplitudo sepetrum berkurang dan frekuensi menurun (Rhazi & Kodjo, 2010; Xu & Wei, 2019).



Gambar 2, Kecepatan rambat ultrasonik dengan variasi kadar air

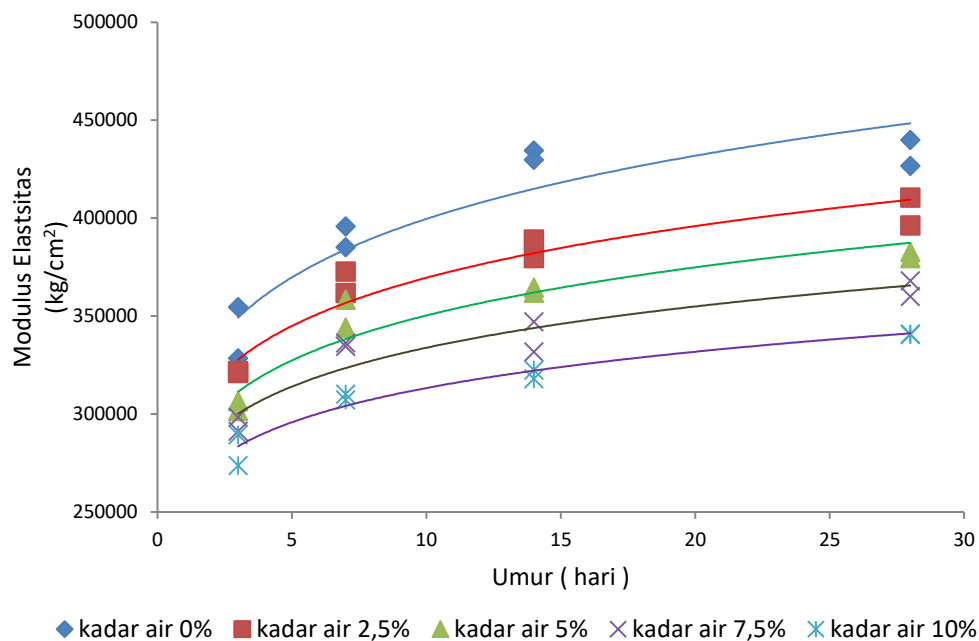
Umur beton 3 hari kecepatannya rambat gambar paling rendah mutu beton masih dikategorikan baik walau hampir mendekati medium. Pada umur beton 7 hari, 14 hari, 28 hari terlihat selisi kecepatan rambatnya tidak terlalu jauh, mutu beton masuk kategori baik.

Kecepatan rambat dan kekuatan beton sangat berpengaruh pada umur beton dimana terjadi peningkatan kecepatan rambat seiring penambahan waktu curing (Y. C. Lin, Lin, & Cheng, 2022).

4.2 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas merupakan hasil pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu objek ketika diterapkan gaya. Jadi, modulus elastisitas ini dipergunakan untuk mencari tahu seberapa besar rasio objek tersebut dapat berubah (deformasi elastis) ketika mengalami tekanan atau regangan.

Perhitungan modulus elastisitas berdasarkan hasil data ultrasonik pada masing-masing benda uji. Kemudian dicari hubungan modulus elastisitas akibat pengaruh kadar air dengan menggunakan fungsi regresi.

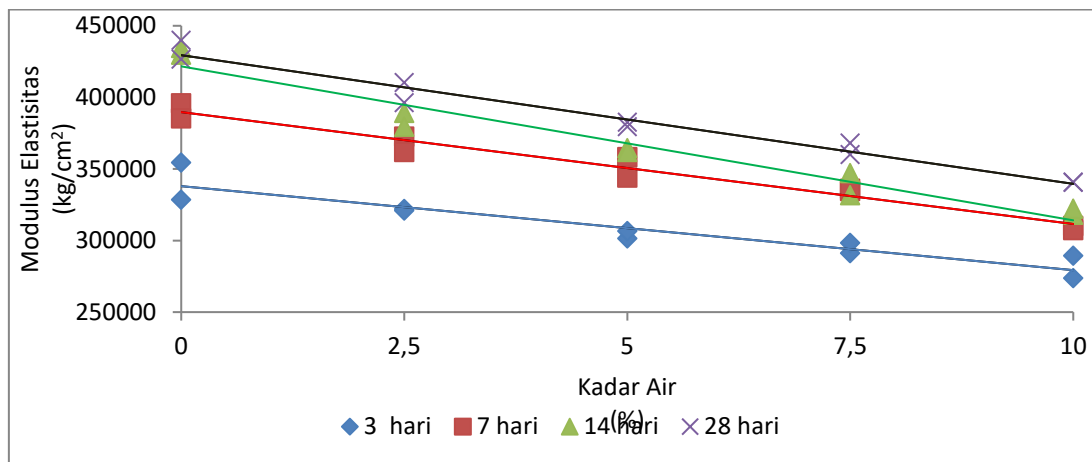


Kadar Air 0%	$y = 308798x^{0,112}$	$R^2 = 0,8610$
Kadar Air 2,5%	$y = 293927x^{0,0995}$	$R^2 = 0,9258$
Kadar Air 5%	$y = 279681x^{0,0978}$	$R^2 = 0,9045$
Kadar Air 7,5%	$y = 272413x^{0,0883}$	$R^2 = 0,8904$
Kadar Air 10%	$y = 258836x^{0,0829}$	$R^2 = 0,9425$

Gambar 3 Hubungan modulus elastisitas dengan umur beton

Gambar 3. memperlihatkan pengaruh modulus elastisitas terhadap umur beton dimana modulus elastisitas mengalami kenaikan seiring pertambahan umur beton. Kenaikan Modulus elastisitas terhadap umur beton ditampilkan menggunakan fungsi regresi berpangkat. Koefisien korelasi (R^2) modulus elastisitas terhadap umur beton sangat kuat yaitu berkisar 0,86 – 0,94. UPV meningkat seiring bertambahnya usia, tetapi laju pertumbuhannya bervariasi menurut campuran proporsi (Lawson et al., 2011; Y. Lin, Kuo, Hsiao, & Lai, 2007).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kecenderungan peningkatan modulus elastisitas beton seiring dengan pertambahan umur. Penambahan persentase kadar air didalam beton menyebabkan penurunan nilai modulus elastisitas, sehingga hubungan antara modulus elastisitas dengan kadar air dapat dilihat pada Gambar 4.



Umur Beton 3 hari	$y = -8987,1x + 429469$	$R^2 = 0,9698$
Umur Beton 7 hari	$y = -10756x + 421656$	$R^2 = 0,9509$
Umur Beton 14 hari	$y = -7815,1x + 389704$	$R^2 = 0,9628$
Umur Beton 28 hari	$y = -5865,7x + 337980$	$R^2 = 0,8797$

Gambar 4 Hubungan modulus elastisitas dengan kadar air.

Nilai modulus elastisitas beton mengalami penurunan secara linear dengan bertambahnya persentase kadar air. Fungsi regresi ditampilkan untuk mengukur Modulus elastisitas (E) akibat pertambahan persentase kadar air. Modulus Elastisitas dan kadar air memiliki koefisien korelasi yang kuat (R^2) berkisar antara 0,88-0,97.

UPV akan lebih berpengaruh pada air semen di bawah 0,4 (Jiang et al., 2022). Peningkatan kadar air mengakibatkan nilai UPV hampir linier (Güneyli et al., 2017; Y. C. Lin et al., 2022).

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian di Laboratorium dan analisis data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Nilai Kecepatan rambat berbanding terbalik dengan kadar air, dimana semakin tinggi kadar air kecepatan rambat makin rendah dan nilai kecepatan rambat berbanding lurus dengan umur beton, dimana semakin lama usia beton, kecepatan rambat makin meningkat.
- 2) Modulus elastisitas beton yang dihitung berdasarkan persamaan regresi
- 3) Hubungan antara usia beton dan modulus elastisitas adalah berbanding lurus, modulus elastisitas meningkat saat umur beton bertambah
- 4) Hubungan antara kadar air dan modulus elastisitas adalah berbanding terbalik, dimana terjadinya penurunan modulus elastisitas saat penambahan kadar air umur 28 hari

REFERENSI

- Doreen, M., Candelaria, E., Kee, S., Yee, J., & Lee, J. (2021). Effects of Saturation Levels on the Ultrasonic Pulse Velocities and Mechanical Properties of Concrete.
- Güneyli, H., Karahan, S., Güneyli, A., & Yapıcı, N. (2017). Water content and temperature effect on ultrasonic pulse velocity of concrete. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 53(2), 159–166. <https://doi.org/10.1134/S1061830917020024>
- Haach, V. G., Juliani, L. M., Ravanini, M., & Roz, D. (2015). Ultrasonic evaluation of mechanical properties of concretes produced with high early strength cement. *CONSTRUCTION & BUILDING MATERIALS*, 96, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.139>
- International Atomic Energy Agency. (2002). *Guidebook on non-destructive testing of concrete structures. Industrial Applications and Chemistry Section, IAEA* (Vol. 17). Retrieved from http://200.10.161.33/cirsoc/pdf/ensayos/tcs-17_web.pdf
- Jiang, J., Zhang, D., Gong, F., & Zhi, D. (2022). Prediction of Ultrasonic Pulse Velocity for Cement , Mortar , and Concrete through a Multiscale Homogenization Approach.
- Lawson, I., Danso, K. A., Odoi, H. C., Adjei, C. ., Quashie, F. K., Mumuni, I. I., & Ibrahim, I. S. (2011). Non-Destructive Evaluation of Concrete using Ultrasonic Pulse Velocity Non-Destructive Evaluation of Concrete using Ultrasonic Pulse Velocity. *Applied Sciences, Engineering and Technology*, 3(6), 499–504.
- Lin, Y. C., Lin, Y., & Cheng, C. C. (2022). A Unified Equation for Prediction of Concrete Strength at Various Ages Using the Ultrasonic Pulse Velocity. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/app12178416>
- Lin, Y., Kuo, S. F., Hsiao, C., & Lai, C. P. (2007). Investigation of pulse velocity-strength relationship of hardened concrete. *ACI Materials Journal*, 104(4), 344–350. <https://doi.org/10.14359/18823>
- Purwanto, A., & Ro'uf, A. (2018). Sistem Pengukuran Modulus Elastisitas Beton Menggunakan Metode Ultrasonic Pulse Velocity, 8(1), 25–36. <https://doi.org/10.22146/ijeis.30978>
- Rhazi, J., & Kodjo, S. (2010). Non-destructive evaluation of concrete by the quality factor, 5(16), 2458–2465.
- Sampebulu, V., & Mushar, P. (2016). Analisis Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton antara Destructive Test dan Non-Destructive Test dalam Perawatan Basah dan Kering (Utm Vs Upv). In *Temu Ilmiah IPLBI 2016* (pp. 19–24).
- Suharyanto. (2013). *Rekayasa Gempa*. Yogyakarta: Universitas Janabrada.
- Wedhanto, S. (2015). Penggunaan Metode Ultrasonic Pulse Velocity Test untuk Memperkirakan kekuatan dan keseragaman mutu beton K 200 Nom destruktif. *Jurnal Bangunan*, 20(1), 43–52.
- Xu, J., & Wei, H. (2019). Ultrasonic testing analysis of concrete structure based on s transform. *Shock and Vibration*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/2693141>