

# KORELASI NILAI KUAT TEKAN BETON ANTARA *HAMMER TEST*, *ULTRASONIC PULSE VELOCITY (UPV)* DAN *COMPRESSION TEST*

R. Martin Simatupang<sup>\*1</sup>, Devi Nuralinah<sup>1</sup>, Christin Remayanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur  
Korespondensi : martin\_smtpng@yahoo.com

## ABSTRAK

Metode yang umum dipakai pada *non destructive test* (NDT) adalah *hammer test* dan *ultra pulse velocity (UPV) test*. *Hammer test* adalah salah satu metode NDT yang sering digunakan di Indonesia tetapi untuk *UPV test* masih jarang digunakan. *UPV test* adalah metode untuk memperkirakan kekuatan beton yang didasarkan pada hubungan kecepatan gelombang *UPV* melalui media beton. penelitian ini dilakukan untuk memberikan nilai korelasi hasil pengujian kuat tekan beton di laboratorium dengan menggunakan alat *compression strength machine* dan pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*) dengan menggunakan alat *hammer test* dan *UPV test*. Penelitian ini dilakukan pada beberapa benda uji dengan beberapa mutu beton yang berbeda. Dari nilai korelasi ini bisa digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton jika *destructive test* tidak bisa dilakukan sehingga mampu meningkatkan penerapan metode NDT (*hammer test* dan *UPV test*) di Indonesia. Sehingga dengan mudah bisa mengetahui kualitas struktur dari suatu bangunan.

**Kata kunci :** *UPV, Hammer, non destructive test, destructive test.*

## 1. PENDAHULUAN

Sangat penting untuk melakukan pengujian struktur beton setelah beton mengeras, hal ini dilakukan untuk menentukan apakah struktur sudah sesuai dengan desain yang telah dilakukan. Ada beberapa bentuk metode pengujian kekuatan tekan beton yang dapat digunakan diantaranya pengujian-pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*), setengah merusak (*semi destructive test*) dan yang merusak secara keseluruhan komponen-komponen yang diuji (*destructive test*). *Destructive test* inilah yang paling mendekati nilai kuat tekan beton sebenarnya dimana pengujian ini harus dilakukan dilaboratorium dengan menggunakan alat *compression testing machine*.

Namun ada beberapa kasus dimana tidak mungkin untuk menguji sampel beton dilaboratorium dengan mengharuskan

pengambilan sampel uji beton atau beberapa kasus dimana butuh pembacaan kuat tekan beton secara langsung di lapangan. Kasus – kasus seperti inilah yang akan menggunakan *non destructive test*. Saat ini beberapa metode *non destructive test* (NDT) pada beton masih jarang digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton.

Hal- hal yang menjadi alasan digunakannya *non destructive test* (NDT) beberapa diantaranya adalah sebagai berikut :

- Hasil pengujian kubus atau silinder yang tidak memenuhi persyaratan seperti kuat tekan yang terlalu rendah, sehingga diperlukan konfirmasi terhadap kuat tekan aktual yang terpasang di lapangan.
- Tidak dibuatnya benda uji kubus atau silinder, hal ini akibat faktor kelalaian ataupun tidak adanya

- perjanjian dalam pembuatan benda uji.
- Untuk keperluan evaluasi bangunan ekisting (yang telah ada atau berdiri). Evaluasi biasanya dilakukan jika ada kemungkinan adanya perubahan kualitas struktur, yang bisa terjadi karena *accident* (misal kebakaran, gempa).
- Evaluasi juga dilakukan bila terjadi terdapat perubahan fungsi bangunan atau penambahan kapasitas beban bangunan, misal ruang kantor yang diubah menjadi ruang arsip/perpustakaan, yang nantinya akan merekomendasikan perkuatan struktur ekisting.
- Adanya kerusakan akibat kesalahan pengerjaan atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi teknis, maupun karena faktor umur bangunan. Dari hasil evaluasi akan dapat diketahui berapa perkiraan kapasitas struktur dan rekomendasi perbaikan yang diperlukan.
- Untuk mengevaluasi beton hasil fabrikasi (beton pracetak) yang akan digunakan dalam suatu struktur.

Metode yang umum dipakai pada *non destructive test* (NDT) adalah *hammer test* dan *ultra pulse velocity (UPV) test*. *Hammer test* adalah salah satu metode NDT yang sering digunakan di Indonesia tetapi untuk *UPV test* masih jarang digunakan. *UPV test* adalah metode untuk memperkirakan kekuatan beton yang didasarkan pada hubungan kecepatan gelombang UPV melalui media beton. (*International Atomic Energy Agency, 2002*).

Akan tetapi hasil dari metode *non destructive test* ini belum mewakili kekuatan suatu struktur, sehingga diperlukan hubungan/korelasi dengan pengujian kuat tekan yang lain (*Mindess et al., 2003*).

Sehingga penelitian ini dilakukan untuk memberikan nilai korelasi hasil

pengujian kuat tekan beton di laboratorium dengan menggunakan alat *compression strength machine* dan pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*) dengan menggunakan alat *hammer test* dan *UPV test*. Penelitian ini dilakukan pada beberapa benda uji dengan beberapa mutu beton yang berbeda. Dari nilai korelasi ini bisa digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton jika *destructive test* tidak bisa dilakukan sehingga mampu meningkatkan penerapan metode NDT (*hammer test* dan *UPV test*) di Indonesia. Sehingga dengan mudah bisa mengetahui kualitas struktur dari suatu bangunan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Mahmoudipour (2009), melakukan penelitian tentang *non destructive test (NDT)* dengan menggunakan metode *hammer test, UPV test* dan juga *compression test*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu persamaan korelasi dengan berbagai parameter beton seperti agregat, semen, dan lainnya. Penelitian ini menggunakan 69 benda uji. Benda uji yang dipakai adalah silinder diameter 4 in. dengan tinggi yang berbeda-beda. Sedangkan tinggi silinder minimal dua kali diameternya. Kemudian nilai kuat tekan silinder ini dikonversi ke kuat tekan kubus 20x20 kubik untuk bisa dibandingkan. Kemudian nilai kuat tekan inilah yang akan dibandingkan dengan nilai kuat tekan yang didapatkan dari UPV dan rebound hammer. Banyak faktor yang mempengaruhi hasil dari setiap metode NDT yang digunakan, sehingga sangat penting untuk mendapatkan korelasi antara kuat tekan beton dari *compression test* dengan metode NDT. Dari hasil tes terhadap benda uji, nilai regresi untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dari metode kombinasi dalam hal ini adalah hasil rebound hammer (R) dan hasil UPV lebih baik daripada hanya menggunakan salah satu nilai. Secara umum, nilai dari metode kombinasi ini dapat diambil dari

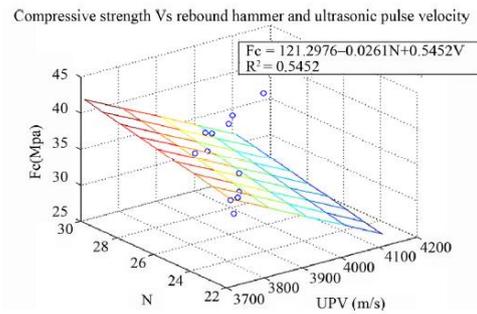
multi regresi dalam diagram tiga dimensi yang dapat ditulis,

$$S = k_1 + k_2UPV + k_3R$$

Dimana  $k_1$ ,  $k_2$ , dan  $k_3$  adalah konstanta empiris. dituliskan persamaan korelasi antara UPV, *rebound hammer* dan *compression test* sebagai berikut:

$$C = 0.0148UPV + 0.5285R - 43.32$$

Hannachi dan Guetteche (2012), menggunakan metode kombinasi untuk mengevaluasi kuat tekan beton. Beberapa parameter yang mempengaruhi karakteristik beton seperti tipe dan ukuran dari agregat, kandungan semen diimplementasikan dalam penelitian ini. Dua pengujian dilakukan untuk mengukur karakteristik beton yaitu uji tekan dengan benda uji silinder dan benda uji yang diambil langsung dari struktur eksisting. Metode *nondestructive* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Rebound hammer* (RH) dan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) sedangkan untuk pengujian destructive tes dengan melakukan *coring* pada struktur eksisting. Perkiraan hasil kuat tekan beton didapatkan melalui kombinasi dari nilai korelasi antara *nondestructive test* dan tes uji tekan. Korelasi tersebut dilakukan antara kuat tekan pada umur 28 hari, kemudian dilakukan uji *nondestructive test* dengan menggunakan hammer dan UPV dan korelasi kuat tekan dengan destructive test pada benda uji diameter 6.5cm dengan tinggi 13cm). Dalam penelitian ini, hubungan antara hasil tes uji silinder dan pengambilan benda uji dari struktur eksisting dan juga hasil *nondestructive test* dengan menggunakan UPV dan hammer dapat ditunjukkan dalam grafik dibawah ini.



1)

**Gambar 1.** Korelasi antara UPV, hammer tes dan compression tes untuk benda uji silinder

### 3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Metode pengujian kuat tekan beton dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pengujian-pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*), dan yang merusak secara keseluruhan komponen-komponen yang diuji (*destructive test*).

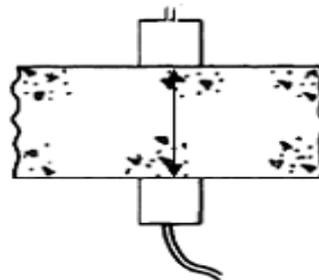
#### 3.1. Metode Non Destructive Test

##### 3.1.1 Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

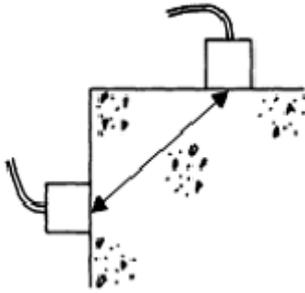
Prinsip kerja alat tes *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) adalah dengan memproduksi dan menyalurkan gelombang pulsa/denyut ke dalam beton, dan merata-rata waktu perjalan gelombang tersebut dari titik awal ke titik akhir melalui beton.

Dalam pengujian terdapat 3 macam metode yaitu :

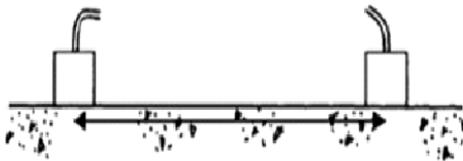
3. Direct Transmision.



4. Semi-Direct Transmision.



5. Indirect or Surface Transmision.



Indirect transmission biasanya digunakan dalam pengujian untuk mengukur kedalaman retakan, sedangkan direct transmission biasa digunakan dalam mengukur tingkat kepadatan beton, estimasi kuat tekan hingga modulus elastisitas beton.

**3.1.2. Hammer Test (Silver Schmidt Type N Hammer Test)**

*Silver Schmidt Hammer Test* merupakan alat uji beton terpadu pertama yang memiliki nilai pantulan yang tepat dan kemampu ulangan yang mempermudah pelaksanaan di lapangan. Dua faktor yang menambah peningkatan kinerja alat uji beton ini dibandingkan dengan yang manual:

- Pendeteksian hasil bagi pantulan berbasis kecepatan.
- Desain hibrid berbobot ringan pada plunger tumbukan yang terbuat dari logam paduan untuk industri penerbangan, yang disesuaikan dengan sifat-sifat elastis beton dan dilengkapi tudung baja kekerasan

Pengujian validasi independen yang dilakukan oleh BAM (Lembaga Federal untuk Penelitian dan Pengujian Material, Jerman) telah menunjukkan bahwa ST/PC Silver Schmidt memiliki tingkat penyebaran yang lebih sedikit dibandingkan dengan alat uji beton klasik secara keseluruhan.

Desain yang unik dan konstruksi yang berkualitas tinggi pada alat uji beton ST/PC *SilverSchmidt* membuat pengujian pantulan menjadi lebih cepat dan lebih akurat dari yang pernah ada sebelumnya.

**3.2. Metode Non Destructive Test**

Nilai kekuatan beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji diantaranya silinder ( $\varnothing=15$  cm,  $h=30$  cm) ataupun kubus ( $15 \times 15 \times 15$  cm) pada umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat *compression testing machine* di laboratorium.

**Tabel 1.** Benda Uji

No.	Benda Uji	Mutu beton		
		K-175	K-225	K-250
1	Kubus 15x15x15 cm	15 buah	15 buah	15 buah
2	Silinder t=30cm, d=15cm	15 buah	15 buah	15 buah

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang dengan menggunakan alat uji tekan (*Compression Testing Machine*) pada hari ke 28 setelah pencetakan benda uji. Pengujian dilakukan dengan posisi benda uji yang diberikan tekanan pada benda uji silinder maupun kubus. Sedangkan parameter dalam pengujian tekan ini adalah dengan memberikan beban penekanan pada benda uji menggunakan alat uji tekan hingga benda uji mengalami keretakan. Apabila telah tampak keretakan pada sisi benda uji maka penekanan dihentikan dan dicatat besar tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing benda uji.



**Gambar 2.** Uji kuat tekan (compressive test) untuk benda uji silinder dan kubus



**Gambar 4.** UPV Test untuk benda uji silinder dan kubus

#### 4.2 Hammer Test

Pengujian hammer test dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang pada hari ke 28 setelah pencetakan benda uji. Sudut pengambilan test benda uji yang dilakukan adalah  $0^\circ$  dan  $90^\circ$ .



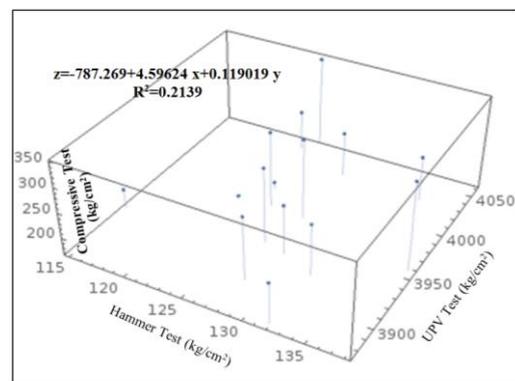
**Gambar 3.** Hammer Test untuk benda uji silinder dan kubus

#### 4.3 UPV Test

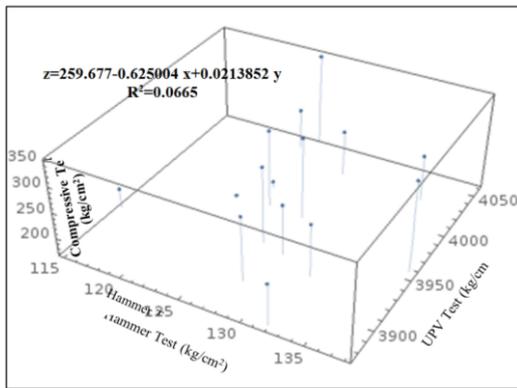
Pengujian UPV test dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang pada hari ke 28 setelah pencetakan benda uji. Pengambilan test benda uji yang dilakukan dengan menggunakan Direct Transmission.

#### 4.4 Analisis Hasil Pengujian

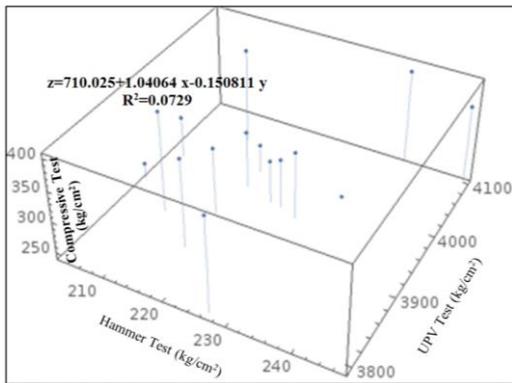
Analisis hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan analisa regresi, hal ini digunakan untuk mencari persamaan korelasi antara hammer test, UPV test dan compressive test. hammer test, UPV test dan compressive test dari hasil pengujian yang sudah dilakukan. Dengan menggunakan analisa persamaan regresi, akan dihasilkan grafik korelasi antara ketiga metode pengujian diatas.



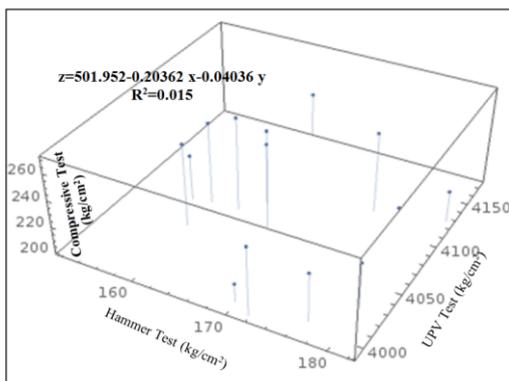
**Gambar 5.** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton silinder (K-175)



**Gambar 6.** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton kubus (K-175)



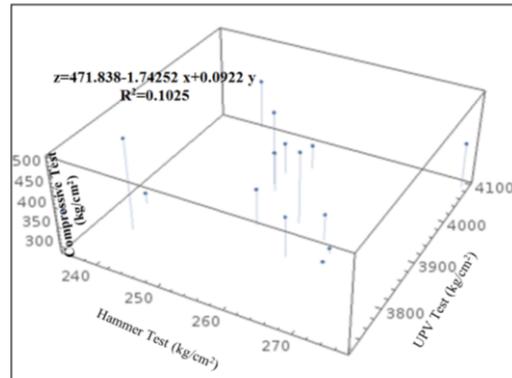
**Gambar 7.** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton silinder (K-225)



**Gambar 5.16** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton kubus (K-225)

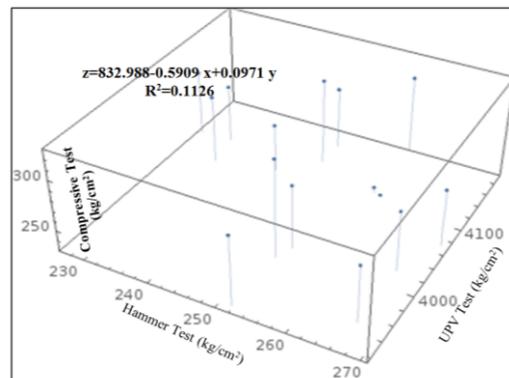
**Gambar 8.** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive

test untuk beton kubus (K-225)



**Gambar 5.19** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton silinder (K-250)

**Gambar 9.** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton silinder (K-250)



**Gambar 5.22** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton kubus (K-250)

**Gambar 10.** Korelasi hasil uji UPV test, hammer test dan compressive test untuk beton kubus (K-250)

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan antara hasil *hammer test* dan *compressive test*. Sehingga untuk mengetahui nilai kuat tekan beton

diperlukan suatu faktor pengali atau konstanta. Dari hasil analisis regresi, didapatkan nilai korelasi antara hammer test, UPV test dan Compressive test untuk masing-masing tipe benda uji sebagai berikut:

Benda uji	Mutu beton	Persamaan
SILINDER	K-175	$C = -787.269 + 4.5962H + 0.1191U$
	K-225	$C = -710.025 + 1.0406H + 0.11508U$
	K-250	$C = 471.838 - 1.7425H + 0.0922U$
KUBUS	K-175	$C = 259.677 - 0.6250H + 0.0213U$
	K-225	$C = 501.952 - 0.2036H - 0.0403U$
	K-250	$C = 832.988 - 0.5908H - 0.0971U$

\* $C$  = compressive strength ( $kg/cm^2$ ),  $H$  = rebound number ( $kg/cm^2$ ),  $U$  = ultrasonic pulse velocity ( $m/s$ )

## 5.2 Saran

Penelitian yang dilakukan terhadap penentuan korelasi terhadap hammer test, UPV test dan compressive test ini masih banyak kekurangan, sehingga masih banyak hal yang perlu diteliti dan dikembangkan agar dapat menghasilkan suatu persamaan korelasi dan metode yang sempurna. Beberapa saran dapat dilakukan untuk penyempurnaan tersebut, antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi hasil kuat tekan beton dengan menggunakan nondestructive test.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu ditingkatkan ketelitian dalam hal penggunaan alat hammer test, baik dalam hal sudut pengambilan data maupun posisi benda uji yang akan diuji.
3. Untuk penelitian selanjutnya perlunya dalam pembuatan benda uji dengan menggunakan berbagai macam dimensi beton yang berbeda dan benda uji beton bertulang, sehingga dapat diketahui pengaruh tulangan terhadap kuat korelasi nondestructive test dan desructive test yang sesuai dengan kondisi di lapangan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- M. Mahmoudipour, 2009, Statistical case study on schimidt hammer, Ultrasonic and Core Compression strength test Results Performed on Cores obtained from Behbahan Cement Factory in Iran. *5<sup>th</sup> International Workshop of NDT Experts*.
- M. Erdal, 2009, Prediction of the compressive strength of vacuum processed concretes using artificial neural network and regression techniques, *Scientific Research and Essay* Vol.4(10), pp. 1057-1065.
- S. Hannachi and M.N. Guetteche, 2012, Application of the Combined Method for Evaluating the Compressive Strength of Concrete on Site, *Open Journal of Civil Engineering*, pp. 16-2.
- D.K.H Bzeni and M.A. Ihsan, 201, Estimating Strength of SCC using Non-Destructive Combined Method, *Third International Confrence on Sustainable Construction Materials and Technologies*.
- Mindess, S., Young, J. F., Darwin, D, 2003, *Concrete; Second Edition*, Upper Saddle River, Pearson Education Inc, New Jearsey.
- International Atomic Energy Agency, Vienna. (2002). *Guidebook on non-destructive testing of concrete structures*, Training Course Series No. 17.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 – 0691-1996.