

Evaluasi Kelayakan Pelat Dan Abutmen Jembatan Kuala Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara

Heri Abdilah¹, Joko Suryono², Muhammad Ridwan³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

Email: abdilahheri76@gmail.com, jokosuryono55@gmail.com, mridwan2000@yhoo.com

Artikel Informasi

Riwayat Artikel

Diterima, 14 Januari 2024

Direvisi, 07 Februari 2024

Disetujui, 21 Maret 2024

Kata Kunci:

UPVT,

Hammer Test,

nondestructive test,

destructive

Keywords:

UPVT,

Hammer Test,

nondestructive test,

destructive.

ABSTRAK

Metode yang umum dipakai pada *nondestructive test* (NDT) adalah *schmidt hammer test* (SHT) dan *ultrasonic pulse velocity test* (UPVT) adalah salah satu metode NDT yang sering digunakan, tetapi untuk UPVT masih jarang digunakan. UPVT adalah metode untuk memperkirakan kekuatan didasarkan pada hubungan kecepatan gelombang UPVT melalui test media beton di laboratorium Bahan dengan menggunakan alat *compressing strength machine* dan pengujian yang bersifat tidak merusak (*nondestructive test*) dengan menggunakan alat *hammer test* dan *UPV test*. Penelitian ini dilakukan pada beberapa titik uji pelat lantai dan perletakan abutmen pada Jembatan Rangka Baja Kuala Samboja untuk mendapatkan kuat beton (f_c'). Dari evaluasi kelayakan akan dapat memberikan rekomendasi kualitas dan mutu beton uji. Sehingga dengan nilai hasil uji bisa mengetahui kuat tekan (f_c') mutu beton jembatan yang dibangun.

ABSTRACT

The method commonly used in *nondestructive test* (NDT) is *schmidt hammer test* (SHT) and *ultrasonic pulse velocity test* (UPVT) is one of the NDT methods that is often used, but for UPVT is still rarely used. UPVT is a method for estimating strength based on the relationship between UPVT wave speed through concrete media tests in the materials laboratory using *compressing strength machines* and *non-destructive tests* using *hammer tests* and *UPV tests*. This research was conducted at several floor slab test points and abutment laying on the Kuala Samboja Steel Frame Bridge to obtain concrete strength (f_c'). From the feasibility evaluation will be able to provide quality recommendations and test concrete quality. So that the value of the test results can find out the compressive strength (f_c') of the quality of the concrete bridge built.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Penulis Korespondensi:

Heri Abdilah

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

Email: abdilah_heri76@gmail.com

PENDAHULUAN

Jembatan dirancang dan dibangun sangat berguna dalam mendukung pembangunan Proyek Jembatan Kuala Samboja merupakan salah satu struktur jembatan yang berada di Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara. Struktur jembatan ini dibangun pada tahun 1992 yang berfungsi sebagai penghubung antara Balikpapan dan Handil II, dimana jembatan tersebut memiliki dua bentang dengan panjang setiap bentangnya yaitu 2×30 meter. Pada kondisi sekarang, Struktur Jembatan Kuala Samboja berumur ± 31 tahun.

Dalam bidang teknik sipil, ada beberapa macam metode pengujian untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton (f_c') diantaranya pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*) atau pengujian yang bersifat merusak (*destructive test*). Untuk metode pengujian *destructive test* ini memang sangat diminati daripada metode yang lain karena hasil pengujian dari *destructive test* mendekati nilai kuat tekan beton (f_c') yang sebenarnya.

Metode pengujian yang pada *destructive test* adalah *compression test* adapun metode pengujian yang umum digunakan pada *non destructive test* adalah *schimdt hammer test (SHT)* dan *ultrasonic pulse velocity test (UPVT)*. Dengan banyaknya cara pengujian tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan dua alat uji *schimdt hammer test (SHT)* dan *ultrasonic pulse velocity test (UPVT)*. Pada penelitian ini akan dianalisis hasil pengujian kuat tekan beton (f_c'), sehingga nantinya ketika mendapatkan hasil kuat tekan beton (f_c') dapat dikonfersikan ke pengujian yang lainnya.

Anggia Eta Rizkisari, Abdul Rouf, 2020 Pengujian untuk memperkirakan kuat tekan beton yang diperhitungkan berdasarkan hubungan kecepatan gelombang *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)* dirancang untuk yang merambat melalui beton dapat diidentifikasi menjadi kuat tekan beton. Proses kerja alat uji UPVT adalah waktu tempuh gelombang yang dipancarkan gelombang *ultrasonic* sebesar 40 kHz dalam beton. Nilai kecepatan akan dihitung dari waktu yang dihasilkan, selanjutnya dikonversikan menjadi kuat tekan beton. Sistem pengungkuran alat UPVT dirancang utk kualitas kuat tekan beton dengan memanfaatkan hubungan kecepatan *ultrasonic* hasil pengukuran rambatan gelombang menjadi kuat tekan beton.

Ridho, F. & Khoeri, H, April 2015. Pengujian mutu kuat tekan beton saat ini diperlukan dalam upaya penyeragaman mutu slab beton landasan udara sebelum dilakukan perbaikan mutu kuat tekan betonya. Pengujian mutu kuat tekan beton eksisting secara umum terbagi atas pengujianpengujian *destructive* (merusak) dan *non destructive* (tidak merusak). Umumnya metode pengujian kuat tekan beton yang bersifat *non destructive* digunakan metode *Schmidt Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Vilocity Test*. Sedangkan pengujian mutu kuat tekan beton yang bersifat merusak (*destructive*) digunakan *Core Drill*. Pada penelitian, dilihat perbandingan mutu dari ketiga metode pengujian mutu kuat tekan beton tersebut dan didapatkan factor atau nilai koefisien pengali untuk persamaan mutu hasil uji ketiga metode uji. Perbandingan nilai mutu diambil dari sampel-sampel beton yang telah lolos uji kurva t dimana terdapat ketentuan-ketentuannya.

Didapat mutu hasil Schmidt Hanmer Test dan Ultrasonic Pulse Vilocity Test memiliki mutu yang hamper sama karena pengujiannya terletak pada permukaan slab beton dan terlihat perbedaan mutu dengan metode Core Drill yang menguji sampel beton bagian inti terlihat dari tampilan visulnya dalam kondisi baik (tidak terdapat rongga). Dari hasil pengujian didapatkan mutu uji hasil ultrasonic pulse viocity test memiliki mutu paling rendah, sedangkan mutu hasil uji Core Drill memiliki mutu paling besar. Berikut adalah nilai korelasi dari ketiga metode uji: UPVT = 0,93 SHT; UPVT = 0,6 CD; SHT = 0,64

Dalam SNI- 03-1974-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Selanjutnya Mulyono (2006) mengemukakan bahwa kuat tekan beton mengidentifikasi mutu sebuah struktur di mana semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Kekuatan tekan karakteristik f_c' dihitung $f_c' = f_c' m - 1,64 S_d$ dengan taraf signifikan 5%. Adapun factor lain yang dapat mempengaruhi mutu kekuatan beton seperti yang dikemukakan oleh Mulyono yaitu:

- a. Proporsi bahan penyusun
- b. Metode pencampuran
- c. Perawatan
- d. Keadaan pada saat pengecoran

Berdasarkan SNI 03-1974-1990, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f_c = P/A \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

f_c = Kuat tekan beton (N/mm²)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang (mm²)

Teknik kecepatan pulse ultrasonic pertama kali diperkenalkan oleh Long, Kurtz dan Sandenaw (1945) untuk mengevaluasi metode non destruktif pengujian untuk kualitas beton dengan mentransmisikan pulse irasional untuk perjalanan jarak yang diketahui melalui beton. Beberapa karya dalam literature sebelumnya memanfaatkan kecepatan *pulse untrasonic* (UPVT) dari beton untuk memprediksi kekuatan tekan dan menjadi dasar dalam pekerjaan reseach tersebut untuk mempeajari hubungan antara UPVT dan kekuatan tekan (*slump et al.* 1984 dan Lin et al. 2003). Kecepatan pulse dipengaruhi oleh banyak variable seperti proporsi campuran, jenis agregat, usia, kadar air dan lain-lain (Popovics et. Al. 1990). Faktor yang secara signifikan mempengaruhi kekuatan beton mungkin memiliki sedikit pengaruh pada UPVT. Akibatnya, perkiraan kekuatan yang dibuat dengan metode kecepatan pulse bukanlah teknik spectrum yang luas. Oleh karena itu, relasi turunan dapat digunakan untuk struktur yang dibuat dengan bahan yang sama setiap saat selama periode layanannya.

Kecepatan pulse, V, gelombang stress longitudinal dalam massa beton berkaitan dengan sifat elastis dan kecepatan sesuai dengan hubungan berikut:

$$F = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1+\mu)(1-2\mu)}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

E = dimana modulus elastisitas,

μ = Poisson rasio dinamis

r = kepadatan

Ultrasonic Pulse Test Velocity Test, UPVT adalah salah satu metode dalam pengujian tidak merusak *Non-Destructive Testing* (NDT) untuk mengidentifikasi mutu integritas beton dengan

pendekatan rambatan gelombang ultrasonic pada beton. Selain pengukuran mutu beton, UPVT digunakan juga untuk mengukur kedalaman retak dan keberadaan *honeycomb* pada beton.

METODE PENELITIAN

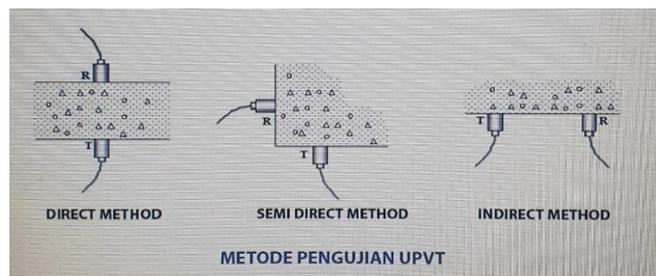
Metode Penelitian merupakan tahapan, proses, urutan ataupun alur kerja untuk mendapatkan tujuan dari penelitian yang dilaksanakan. Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu metode analisis. Faktor yang diteliti adalah kekuatan tekan beton (f_c') dan pengaruh menggunakan alat uji.

Metode Pengujian UPVT, dalam pengujian material beton menggunakan UPV Test, gelombang *ultrasonic* disalurkan dari transduser yang ditempatkan dipermukaan beton melalui material beton menuju *receiver* transduser dalam waktu tempug gelombang tersebut diukur oleh *Read-Out unit* PUNDIT (*Portable Unit Non Destructive Indicator Tester*) dalam micro detik (msec).

Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT) dilaksanakan berdasarkan standar pengujian BS 1881-203; ASTM C597. Pengukuran dapat dilakukan dengan beberapa metode:

1. *Direct Method* yaitu *transmitter* dan *receiver* berada pada dua permukaan yang parallel.
2. *Semi-direct Method*, yaitu *transmitter* dan *receiver* berada pada dua permukaan tegak lurus.
3. *Direct Method* yaitu *transmitter* dan *receiver* berada pada dua permukaan yang parallel.
4. *Semi-direct Method*, yaitu *transmitter* dan *receiver* berada pada dua permukaan yang saling tegak lurus.
5. *Indirect Method* dimana kedua transduser berada pada permukaan yang sama.

Seperti ditunjukkan pada gambar 1. berikut:



Gambar 1. Metode pengujian UPVT
Sumber: Kajian dan Monitoring DPU P3J2, 2007

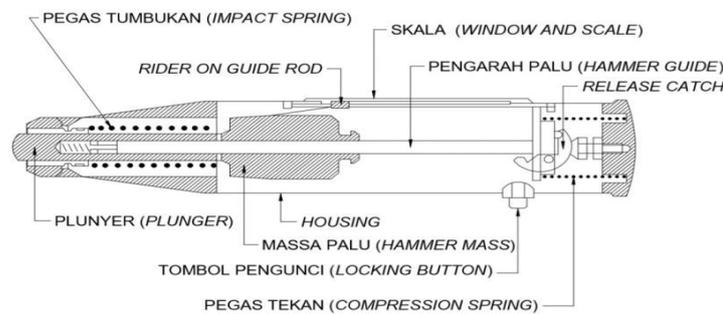
UPVT bekerja berdasarkan pengukuran waktu tempuh gelombang *ultrasonic* yang menjalar dalam struktur beton. Gelombang *ultrasonic* dialurkan dari *transmitter transducer* yang ditempatkan dipermukaan beton melalui material beton menuju *receiver transducer* dan waktu tempuh gelombang tersebut diukur oleh *Read-Out unit* PUNDIT (*Portable Unit Non Destructive indicator Tester*) dalam m detik.

Kedua transducer tersebut dapat ditempatkan secara *direct*, *semi direct* atau *indirect*. Karena jarak antara kedua *transducer* ini telah diketahui, maka kecepatan gelombang *ultrasonic* dalam material beton dapat dihitung, yaitu tebal beton dibagi waktu tempuh. Karena kecepatan rambat gelombang adalah merupakan fungsi dari kepadatan material, maka dengan diketahuinya cepat rambat gelombang ultrasonic di dalam beton, kecepatan tersebut dapat di korelasikan lagi ke mutu beton, yang selanjutnya dikorelasikan lagi ke mutu beton, berdsarkan grafik empiris hubungan kecepatan rambat gelombang dengan mutu beton.

Metode ini dapat digunakan untuk menilai keragaman beton di lapangan, menggambarkan bagian dari struktur yang mempunyai kualitas jelek atau beton yang mengalami kerusakan, serta memperkirakan perkembangan kekuatan beton di lapangan (SNI ASTM C597, 2012).

Insinyur Swiss Emst Schmidt, pertama kali mengembangkan uji rebound yang praktis pada akhir 1940-an, AMD versi modern didasarkan pada hal ini. Dari jenis palu N, yang beratnya kurang dari 2 kg, dan memiliki energy dampak sekitar Nm. Yang dikendalikan pegas massa slide pada plunger dalam perumahan tubular. Pegas menarik plunger ketika alat ditekan terhadap permukaan beton dan pegas ini secara otomatis dilepaskan ketika sepenuhnya berversi, menyebabkan massa palu berdampak terhadap beton melalui plunger. Ketika rebound massa yang dikendalikan pegas, dapat terlihat indicator yang meluncur di sepanjang skala dan terlihat melalui jendela kecil di sisi casing, indicator dapat ditahan dalam posisi pada skala dengan menekan tombol penguncian. Peralatan ini sangat mudah digunakan, dan dapat dioperasikan baik horizontal maupun vertical baik ke atas atau ke bawah seperti terlihat pada Gambar 2.

Schmidt Hammer Test, dengan memberikan beban *impact* (tumbukan) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa tersebut akan dipantulkan kembali. Jarak pantulan massa yang terukur memberikan indikasi kekerasan permukaan beton. Kekerasan beton dapat memberikan indikasi kuat tekannya.



Gambar 2. Sketsa Alat Schmidt Hammer Test

Sumber: RSNI 4805, 2012

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat tekan beton (f_c) tidak diketahui dan beton dalam kondisi baik, maka nilai f_c untuk bangunan atas, komponen beton bertulang dan beton pratekan diambil seperti pada Tabel 1 dibawah dengan mempertimbangkan tahun pembuatan (berdasarkan BMS).

Tabel 1. Kuat tekan minimum beton berdasarkan tahun pembangunan

Tahun pembangunan jembatan	Beton bertulang Kuat tekan (MPa)	Beton pratekan Kuat tekan (MPa)
Sebelum tahun 1970	20	Tidak ada
Sesudah tahun 1970	22	35

Sumber: Pedoman penentuan *bridge load rating*, 2016

Dengan menunjukkan bahwa $-1 \leq \rho \leq 1$, nilai mutlak dari ρ (angka korelasi) menunjukkan tingkat hubungan antara variable x dan y (lihat Tabel dibawah). Sedangkan tanda (\pm) menunjukkan macamnya hubungan, tanda positif (+) menunjukkan arah hubungan antara x dan y searah, yaitu semakin tinggi harga x maka harga y semakin tinggi pula; atau sebaliknya,

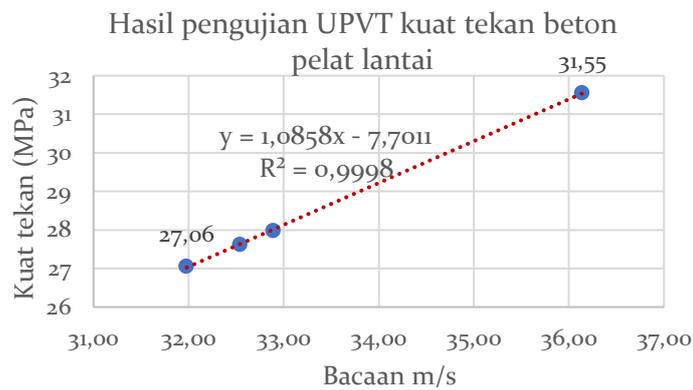
makin rendah harga x maka harga y semakin rendah pula. Sedangkan tanda (-) menunjukkan arah hubungan antara x dan y adalah terbalik, yaitu semakin tinggi harga x maka harga y semakin rendah; atau sebaliknya, makin rendah harga x maka harga y semakin tinggi.

Tabel 2. Tingkat hubungan ρ (dua) variabel

Koefisien korelasi (ρ)	Tingkat hubungan
$ \rho = 1$	Sempurna
$0.75 \leq \rho \leq 1$	Sangat kuat
$0.50 \leq \rho \leq 0.75$	Kuat
$0.25 \leq \rho \leq 0.50$	Lemah
$0 \leq \rho \leq 0.25$	Sangat lemah
$\rho = 0$	Tidak ada

Sumber: Analisis regresi terapan, 2013

Hasil pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT), dibagian pelat lantai dilakukan pengujian kuat tekan beton sebanyak 4 (empat) titik uji dan dapat di lihat pada Tabel 3; dan Gambar 1 di bawah ini. Hasil pengujian UPVT kuat tekan beton pelat lantai.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian UPVT kuat tekan beton pelat lantai.

Tabel 3. Hasil pengujian UPVT dan koreksi kuat tekan beton pelat lantai (*Tranduser*).

Titik	Hasil Pengujian		Koreksi
	Bacaan Dial m/s	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa)
1	32.54	27.62	27.63
2	31.98	27.06	27.02
3	32.89	27.98	28.01
4	36.14	31.55	31.54
	Rata - rata	28,55	28,55

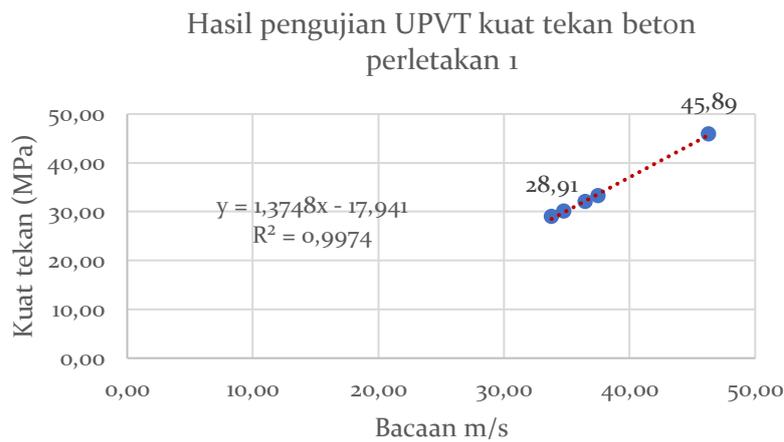
Pada Tabel 3. setelah dilakukan koreksi, berdasarkan persamaan dianalisa menghasilkan kuat tekan beton minimal sebesar 27,02 MPa dan maksimum sebesar 31,54 MPa. Nilai rata - rata kuat tekan beton sebesar 28,55 MPa ($27,02 \text{ MPa} \geq f'c = 28,55 \text{ MPa} \leq 31,54 \text{ MPa}$).

Tabel 4. Evaluasi kuat tekan beton pelat lantai menggunakan UPVT (*Tranduser*)

<i>Ultrasonic pulse velocity test</i>	Evaluasi kuat tekan beton pelat lantai jembatan f_c	Layak / Tidak layak
<i>Tranduser</i>	27,02 \geq 28,55 MPa \leq 31,54	Layak

Berdasarkan Tabel 4 diatas dan pedoman penentuan *bridge load rating* 2016, maka evaluasi kuat tekan beton pelat lantai di titik uji hasil pengujian menggunakan peralatan *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) dengan metode *tranduser* masih layak dengan rata-rata $f_c' = 28,55 \text{ MPa} \geq f_c' = 24 \text{ MPa}$.

Hasil pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT), dibagian 3 (tiga) perletakan dilakukan pengujian kuat beton setiap perletakan untuk satu pilar 5 (lima) titik uji. Sedangkan dibagian dua abutment dilakukan pengujian kuat beton masing-masing perletakan 5 (lima) titik uji dapat di lihat pada Tabel 5; dan salah satu bagian Gambar 2 di bawah berikut ini:



Gambar 4. Grafik hasil pengujian UPVT kuat tekan beton perletakan 1

Tabel 5. Hasil pengujian UPVT dan koreksi kuat tekan beton perletakan 1 (*tranduser*)

Titik	Hasil pengujian		Koreksi
	Bacaan Dial m/s	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa)
1	3650	31.97	32.24
2	3480	30.02	29.90
3	3378	28.91	28.50
4	3750	33.17	31.61
5	4630	45.89	45.71
	Rata - rata	33.99	33.99

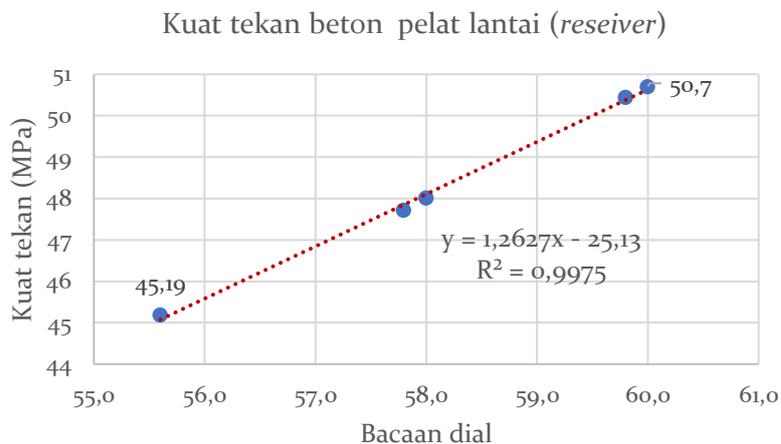
Pada Tabel 5 setelah dilakukan koreksi, berdasarkan persamaan dianalisa menghasilkan kuat tekan beton minimal sebesar 28,91 MPa dan maksimum sebesar 45,89 MPa. Nilai rata - rata kuat tekan beton sebesar 33,99 MPa ($27,02 \text{ MPa} \geq f_c = 33,99 \text{ MPa} \leq 45,89 \text{ MPa}$).

Tabel 6. Evaluasi kuat tekan beton abutmen menggunakan UPVT (*Tranduser 1,2,3*)

<i>Ultrasonic pulse vilocity test</i>	Evaluasi kuat tekan beton pelat lantai jembatan <i>f_c</i>	Layak / Tidak Layak
<i>Tranduser 1</i>	27,02 ≥ 33,99 MPa ≤ 45,89	Layak
<i>Tranduser 2</i>	25,18 ≥ 27,94 MPa ≤ 31.18	Layak
<i>Tranduser 3</i>	26,24 ≥ 30,09 MPa ≤ 38,67	Layak

Berdasarkan Tabel 6 diatas dan pedoman penentuan *bridge load rating* 2016, maka evaluasi kuat tekan beton perletakan abutmen dan pilar 1, 2 dan 3 di titik uji hasil pengujian menggunakan peralatan *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) dengan metode tranduser masih dinyatakan layak dengan perletakan 1 rata-rata $f_c' = 33,99 \text{ MPa} \geq f_c' = 24 \text{ MPa}$; perletakan 2 rata-rata $f_c' = 27,94 \text{ MPa} \geq f_c' = 24 \text{ MPa}$ dan perletakan 3 rata-rata $f_c' = 30,09 \text{ MPa} \geq f_c' = 22 \text{ MPa}$

Hasil pengujian, *Schmidt Hammer Test* (SHT) dibagian pelat lantai dilakukan pengujian kuat tekan beton sebanyak 4 (empat) titik uji. Sedangkan dibagian perletakan dilakukan pengujian kuat tekan beton sebanyak 5 (lima) titik uji.

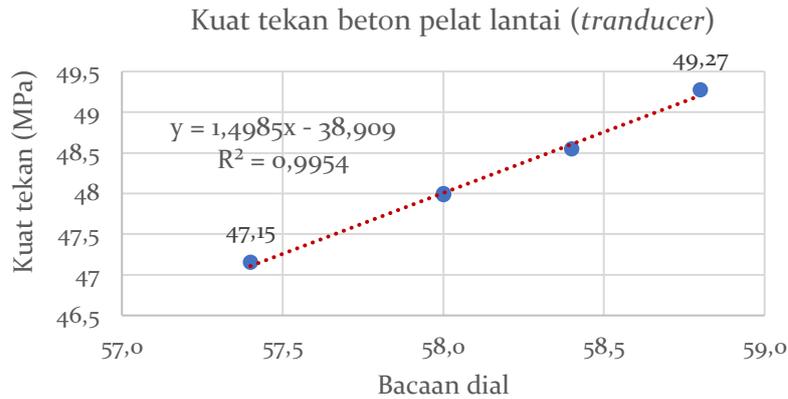


Gambar 5. Grafik hasil pengujian SHT kuat tekan beton (*receiver*)

Tabel 7. Hasil pengujian SHT dan koreksi kuat tekan beton pelat lantai (*receiver*)

Titik	Hasil Pengujian		Koreksi
	Bacaan dial	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan (MPa)
1	57.40	47.71	47.85
2	55.60	45.19	45.08
3	59.80	50.44	50.38
4	60.00	50.70	50.63
5	58.80	48.01	48.11
Rata - rata		48.41	48.41

Pada Tabel 7, setelah dilakukan koreksi, berdasarkan persamaan linier menghasilkan kuat tekan beton minimal sebesar 45,08 MPa dan maksimum sebesar 50,63 MPa. Nilai rata - rata kuat tekan beton sebesar 48,41 Mpa ($45,98 \text{ MPa} \geq f_c' = 48,41 \text{ MPa} \leq 50,63 \text{ MPa}$).



Gambar 6. Grafik hasil pengujian SHT kuat tekan beton pelat lantai (*tranduser*)

Tabel 8. Hasil pengujian SHT dan koreksi kuat tekan beton pelat lantai (*tranduser*)

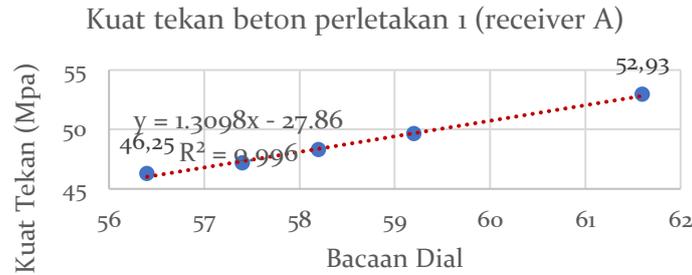
Titik	Hasil Pengujian		Koreksi
	Pembacaan Dial	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan (MPa)
1	57.40	47.15	47.10
2	55.60	48.54	48.60
3	59.80	47.98	48.00
4	60.00	47.99	48.00
5	58.80	49.27	49.20
Rata - rata		48.18	48.18

Pada Tabel 8, setelah dilakukan koreksi, berdasarkan persamaan linier menghasilkan kuat tekan beton minimal sebesar 47,10 MPa dan maksimum sebesar 49,20 MPa. Nilai rata - rata kuat tekan beton sebesar 48,18 Mpa ($47,10 \text{ MPa} \geq f_c' = 48,18 \text{ MPa} \leq 49,20 \text{ MPa}$).

Tabel 9. Evaluasi kuat tekan beton pelat lantai menggunakan SHT

<i>Schnnidt hammer test</i>	Evaluasi kuat tekan beton pelat lantai jembatan	Layak / Tidak layak
	f_c'	
<i>Recaiver</i>	$45,08 \geq 48,41 \text{ MPa} \leq 50,63$	Layak
<i>Tranduser</i>	$47,10 \geq 48,18 \text{ MPa} \leq 49,20$	Layak

Berdasarkan Tabel 9 diatas dan pedoman penentuan *bridge load rating* 2016, maka evaluasi kuat tekan beton perletakan abutmen dan pilar 1, 2 dan 3 di titik uji hasil pengujian menggunakan peralatan *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) dengan metode tranduser masih dinyatakan layak dengan perletakan 1 rata-rata $f_c' = 33,99 \text{ MPa} \geq f_c' = 24 \text{ MPa}$; perletakan 2 rata-rata $f_c' = 27,94 \text{ MPa} \geq f_c' = 24 \text{ MPa}$ dan perletakan 3 rata-rata $f_c' = 30,09 \text{ MPa} \geq f_c' = 24 \text{ MPa}$

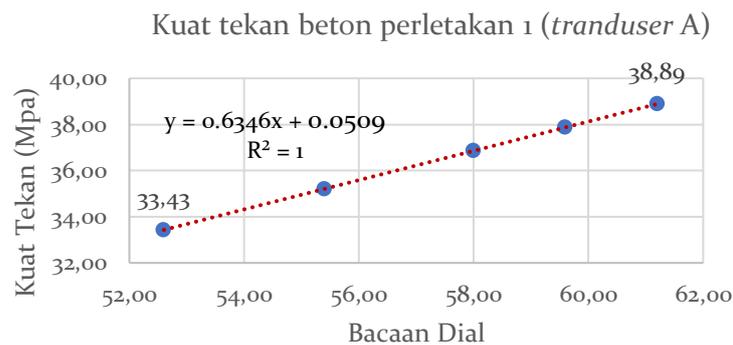


Gambar 7. Grafik hasil pengujian SHT kuat tekan beton perletakan 1 (receiver A)

Tabel 10. Hasil pengujian SHT dan koreksi kuat tekan beton perletakan 1 (receiver A)

Titik	Hasil pengujian		Koreksi
	Pembcaan dial	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan (MPa)
1	56.40	46.25	46.01
2	57.40	47.16	47.32
3	61.60	52.93	52.82
4	58.20	48.26	48.37
5	59.20	49.62	49.68
Rata - rata		48.84	48.84

Pada Tabel 10, setelah dilakukan koreksi, berdasarkan persamaan linier menghasilkan kuat tekan beton minimal sebesar 46,01 MPa dan maksimum sebesar 52,82 MPa. Nilai rata - rata kuat tekan beton sebesar **48,84** Mpa ($46,01 \text{ MPa} \geq f'c' = 48,84 \text{ MPa} \leq 52,82 \text{ MPa}$).



Gambar 8. Grafik hasil pengujian SHT kuat tekan beton perletakan 1 (tranduser A)

Tabel 11. Hasil pengujian SHT dan koreksi kuat tekan beton perletakan 1 (tranduser A)

Titik	Hasil pengujian		Koreksi
	Pembcaan dial	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan (MPa)
1	52,60	33,41	33,43
2	58,00	36,86	36,86
3	55,40	35,21	35,21
4	61,20	38,89	38,89
5	59,60	37,87	37,87
Rata - rata		36,45	36,45

Pada Tabel 11, setelah dilakukan koreksi, berdasarkan persamaan linier menghasilkan kuat tekan beton minimal sebesar 33,43 MPa dan maksimum sebesar 38,89 MPa. Nilai rata - rata kuat tekan beton sebesar 36,45 MPa ($33,43 \text{ MPa} \geq f_c' = 36,45 \text{ MPa} \leq 38,89 \text{ MPa}$).

Tabel 12. Evaluasi kuat tekan beton abutmen menggunakan SHT

<i>Schnnidt hammer test</i>	Evaluasi kuat tekan beton abutmen	Layak / Tidak Layak
	f_c	
<i>Recaiver Perletakan I (A; B; C ;D)</i>	46.01 \geq 48.84 MPa \leq 52.82	Layak
	39.75 \geq 43.78 MPa \leq 48.91	Layak
	28.38 \geq 30.67 MPa \leq 33.01	Layak
	13.40 \geq 15.85 MPa \leq 17.69	Tidak layak
<i>Tranduscer Perletakan I (A; B; C ;D)</i>	33.43 \geq 36.45 MPa \leq 38.89	Layak
	29.74 \geq 32.18 MPa \leq 34.18	Layak
	26.02 \geq 27.50 MPa \leq 30.65	Layak
	18.94 \geq 19.65 MPa \leq 20.72	Tidak layak
<i>Recaiver Perletakan II (E, F, G, H)</i>	32.79 \geq 37.97 MPa \leq 47.13	Layak
	30.29 \geq 32.21 MPa \leq 34.86	Layak
	26.90 \geq 34.11 MPa \leq 40.21	Layak
	19.00 \geq 20.69 MPa \leq 23.10	Tidak Layak
<i>Tranduscer Perletakan II (E, F, G, H)</i>	28.34 \geq 36.45 MPa \leq 33.94	Layak
	29.49 \geq 32.18 MPa \leq 32.16	Layak
	27.07 \geq 27.50 MPa \leq 31.65	Layak
	20.91 \geq 19.65 MPa \leq 22.79	Tidak layak
<i>Schnnidt hammer test</i>	Evaluasi kuat tekan beton abutmen	Kelayakan
	f_c	
<i>Recaiver Perletakan III (I; J; K; L)</i>	36,35 \geq 41,85 MPa \leq 44,03	Layak
	33,31 \geq 40,14 MPa \leq 44,59	Layak
	30,03 \geq 32,47 MPa \leq 36,73	Layak
	13,01 \geq 14,48 MPa \leq 15,62	Tidak layak
<i>Tranduscer Perletakan III (I; J; K ;L)</i>	30,63 \geq 33,93 MPa \leq 35,84	Layak
	32,28 \geq 33,17 MPa \leq 34,70	Layak
	28,34 \geq 30,93 MPa \leq 33,93	Layak
	17,54 \geq 18,50 MPa \leq 19,95	Tidak layak

Correlations

		HST	UPVT
HST	Pearson Correlation	1	.706
	Sig. (2-tailed)		.294
	N	4	4
UPVT	Pearson Correlation	.706	1
	Sig. (2-tailed)	.294	
	N	4	4

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.706 ^a	.498	.247	2.18953

a. Predictors: (Constant), HST

ANOVA^a

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9.513	1	9.513	1.984	.294 ^b
	Residual	9.588	2	4.794		
	Total	19.101	3			

a. Dependent Variable: UPVT

b. Predictors: (Constant), HST

Coefficients^a

	Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	23.422	17.772		1.318	.318
	HST	.875	.621	.706	1.409	.294

a. Dependent Variable: UPVT

Berdasarkan nilai keluaran diatas tampak bahwa 0.706% dari variabel dependen *transducer* UPVT dapat dijelaskan oleh variabel indenpenden *transducer* HST angka korelasinya kuat. Kemudian pada tabel ANOVA, nilai sig. 0.294 > 0.05 (artinya pada tingkat kepercayaan 95%, variabel *transducer* UPVT secara signifikan tidak mempengaruhi variabel *Transducer* SHT. Selanjutnya pada tabel coefisien untuk konstanta dan koefisien untuk x (*transducer* SHT) tidak signifikan mempengaruhi y (*Transducer* UPVT). Sehingga dapat disimpulkan bahwa data di atas dapat didekati dengan analisis dengan persamaan:

$$y = 0,875 x + 23,422$$

$$R^2 = 0.498$$

$$R = 0,706$$

KESIMPULAN

Evaluasi hasil pengujian kuat tekan beton pada pelat lantai jembatan rangka baja dengan menggunakan peralatan uji *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) dengan metode *transducer* dan *Schmidt Hammer Test* (SHT) dengan metode *receiver* dan metode *transducer* masih layak lebih besar dari standar berdasarkan peraturan Pedoman penentuan *bridge load rating*, 2016 yang berlaku.

Evaluasi hasil pengujian kuat tekan beton pada perletakan / abutmen jembatan rangka baja dengan menggunakan peralatan uji *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) dengan metode *transducer* masih layak dan *Schmidt Hammer Test* (SHT) dengan metode *receiver* dan metode *transducer* sebagian besar masih layak lebih besar dari standar berdasarkan peraturan Pedoman penentuan *bridge load rating*, 2016 yang berlaku.

Pengaruh hubungan hasil pengujian menggunakan peralatan *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) dengan *Schmidt Hammer Test* (SHT). Berdasarkan nilai keluaran diatas tampak bahwa 0.706% dari variabel dependen *transducer* UPVT dapat dijelaskan oleh variabel indenpenden *transducer* HST angka korelasinya kuat. Kemudian pada tabel ANOVA, nilai sig. 0.294 > 0.05 (artinya pada tingkat kepercayaan 95%, variabel *transducer* UPVT secara signifikan tidak mempengaruhi variabel *Transducer* SHT. Perbandingan hasil pengujian 1 UPVT : 1,69 SHT

Saran

Sumber daya manusia berkompeten dalam memahami menggunakan peralatan uji dan perlunya kalibrasi secara berkala untuk mendapat hasil pengujian yang maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Anggia ER, Abdul Rouf, 2020. Analisis Hubungan Kecepatan Gelombang Dengan Kekuatan Tekan Beton Menggunakan Metode UPV. *Indonesia Journal Of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)*, Vol.10 No.1, April 2020, pp 11-20, ISSN (online): 2460-7681, doi: 10.22146/ijels,33414
- Apriani, W. 2016. Aplikasi Non Destructive Test Pada Investigasi Keandalan struktur beton. Badan Standarisasi Nasional, 2016. Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016, Jakarta, Badan Standarisai Nasional
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020. Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Jakarta
- D.K.H Bzeni and M.A. Ihsan, 2010, Evaluating Strength of SCC using Non-Destructive Combined Method, Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies.
- Faisal, R., & Heri, K. 2015. Perbandingan Mutu Beton Hasil UPVT Metode Indirect Terhadap Mutu Beton, Hasil *Schmidt Hammer Test*, dan *Core Drill* dan SNI 1725:2016
- International Atomic Energy Agency, Vienna, 2002. Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, Training Course Series No. 17.
- 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
- Mindess, S., Young, J. F., Daewin, D. 2003, *Concrete*, Second Edition, Upper Saddle River, Pearson Education Inc, New Jearsey.
- Muhammad Farhan Setyawan. 2018. Kuat Tekan dan *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) Beton OPC dan OPV Abu Sekam Padi Untuk Aplikasi Di Lingkungan Gambut. *Journal FTEKNIK* Volume 5 No. 1 April 2018.
- Muhatsir, H. 2020. Studi Perbandingan Hasil Uji UPVT dan *Schmidt Hammer Test* (Studi Kasus Stadion Barombong, Makasar).
- Putranto LS. 2017. *Statistika Dan Probabilitas*. PT. Indeks, Jakarta
- Rilya Rumbayan .2020. Pemanfaatan Tenologi *Schmidt Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada Pengujian Kualitas Mutu Elemen Struktur Bangunan Gedung. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*. Vol. 2 No. 2, # 36-46
- 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
- Qudratullah MF. 2013. *Analisa Regresi Terapan (Teori, Contoh Kasus dan Aplikasi)*. Andi Yogyakarta.