

SKRIPSI

**ANALISIS DETEKSI KEDALAMAN RETAK PADA BETON
MENGUNAKAN METODE UPV TESTING
(Studi Penelitian)**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan
Pendidikan Sarjana Strata Satu (1)
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara

Disusun Oleh :

RIFDAH MUFIDAH HARAHAP
71190913011



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

SKRIPSI

**ANALISIS DETEKSI KEDALAMAN RETAK PADA BETON DENAN
MENGUNAKAN METODE UPV TESTING
(STUDI PENELITIAN)**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Program Studi Sarjana Strata Satu (S1)
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara

Disusun Oleh:

RIFDAH MUFIDAH HARAHAHAP
71190913039

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Hj. Darlina Tanjung, MT)

(Ir. M Husni Malik Hasibuan ST., MT)

Diketahui Oleh:

Plt. Ketua Program Studi Teknik Sipil

(Ir. Hj. Darlina Tanjung, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT. karena atas segala rahmat dan karunia-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul “Analisa Deteksi Kedalaman Retak Pada Beton Menggunakan Metode UPV Testing” dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) yang harus ditempuh oleh seluruh mahasiswa Universitas Islam Sumatera Utara, khususnya penulis dalam usaha mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara. Penulis menyadari bahwa selama penyusunan skripsi ini sangat erat dengan bantuan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak.

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi – tingginya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Darlina Tanjung, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara, Medan dan Plt. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara dan juga selaku Dosen Pembimbing satu (1) skripsi.
2. Bapak Ir. M. Husni Malik Hasibuan , S.T. M.T selaku Dosen Pembimbing dua (2) skripsi.
3. Ibu Ir. Jupriah Sarifah, M.T selaku Dosen Penasehat Akademik
4. Bapak Hendra Susilo, S.T. selaku yang membimbing menggunakan alat UPV dan

yang melancarkan penelitian.

5. Keluarga tercinta, yaitu Ayah, Mama, kedua abang saya dan kakak saya yang tidak pernah berhenti memberi semangat dan dukungan dalam bentuk apapun dari awal saya kuliah hingga tersusunnya skripsi ini.
6. Teman seperjuangan penelitian skripsi, yaitu Nur Sabrina Rambe yang sudah bersedia berbagi suka dan duka selama kurang lebih 4 bulan dan sangat berjasa membantu saya dalam menyelesaikan skripsi. yang telah mau menjadi partner skripsian penulis.
7. Aldi, Hadi, Irsyad, Ridho, dek Azmi, dek sindi, Aidil, Dedi yang telah bersedia disalahkan oleh penulis untuk menyelesaikan penelitian dari awal hingga akhir.
8. Teman-teman stambuk 19 yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu. Terima kasih atas pertemanan selama ini.
9. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Jurusan Sipil (HMJS) yang telah mengajarkan kreativitas dalam berorganisasi.
10. Dua sahabat penulis Ami dan Putri yang selalu siap mendengarkan cerita penulis dalam kondisi apapun.
11. Seseorang yang sangat penulis cintai, terima kasih telah memberikan hiburan recehnya, mengingatkan, dan membantu penulis dalam mengerjakan skripsi ini
12. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini.

13. “Last but not least, I want to thank me for believing in me, I want to thank me for doing all this hard work. I want to thank me for having no days off, I want to thank me for never quitting. I want to thank me for always being a giver and trying to give more than I receive.” – Snoop Dogg. Dedikasi dan ucapan terimakasih kepada diri sendiri telah mampu menyelesaikan skripsi ini meskipun banyak rintangan, terimakasih telah bertahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi menyempurnakan skripsi ini dimasa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Medan, 11 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton.....	5

2.1.1 Semen.....	6
2.1.2 Agregat Kasar	7
2.1.3 Agregat Halus	7
2.1.4 Air	9
2.1.5 Keretakan Beton	9
2.2 Metode Non-Destructive Testing (NDT).....	10
2.3 Ultrasonic Pulse Velocity (UPV).....	13
2.3.1 Sistem Kerja Alat.....	13
2.3.2 Metode Pengujian	16
2.4 Gelombang Mekanik	20
2.5 Perambatan Gelombang	24
2.6 Hubungan Keretakan Beton Dengan Cepat Rambat Gelombang	26
2.7 Prinsip Analisa Bentuk Gelombang (<i>Waveform</i>)	27
2.8 Penelitian Terdahulu.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.2 Metode Penelitian	32
3.3 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	33

3.3.1 Peralatan Penelitian.....	33
3.3.2 Bahan Penelitian	35
3.4 Perencanaan Campuran (<i>Mix design</i>) Benda Uji.....	36
3.5 Rancangan Penelitian	36
3.6 Tahapan Penelitian.....	38
3.7 Prosedur Penelitian	39
3.7.1 Pengujian <i>Fresh Concrete</i>	39
3.7.2 Pembuatan Benda Uji	40
3.7.3 Perawatan Benda Uji	40
3.8 Teknik Pengumpulan Data	43
3.9 Pengumpulan Data.....	44
3.10 Pengolahan Data	44
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Pengujian Estimasi Kedalaman Retak.....	45
4.2 Analisis Terhadap Nilai Kesalahan Relatif.....	46
4.3 Analisis Waktu Tempuh Gelombang Terhadap Kedalaman Retak.....	47
4.3 Faktor Penyebab.....	49
4.3.1 Penyebab Besarnya Kesalahan Relatif dan Ketidakefektifan UPV	49

BAB V PENUTUP.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja penggunaan gelombang ultrasonik	11
Gambar 2.2 Diagram Skematik dan Instrumen UPV	14
Gambar 2.3 Metode Pengujian Pada Tes UPV	18
Gambar 2.4 Skema Pengujian Reta Beton dengan Alat Ultrasonik.....	18
Gambar 2.5 Skema Pengujian Reta Beton dengan Alat Ultrasonik.....	19
Gambar 2.6 Pergerakan Partikel Pada Gelombang Primer (P-Wave).....	22
Gambar 2.7 Pergerakan Partikel pada Gelombang Sekunder (S-wave)	23
Gambar 2.8 Pergerakan Partikel pada Gelombang Permukaan: Love Wave dan Rayleigh Wave	24
Gambar 2.9 Perambatan Gelombang pada Alat Pembaca Gelombang.....	25
Gambar 2.10 Bentuk Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	27
Gambar 2.11 Cara Kerja Sensor Ultrasonik dengan Transmitter dan Receiver	28
Gambar 3.1 Sketsa Bekisting Balok yang Akan Dibuat	37
Gambar 3.2 Diagram Penelitian.....	38
Gambar 3.3 Pengujian Slump	39
Gambar 3.4 Curing Beton di Bak Air	41
Gambar 3.5 Pengujian UPV Menggunakan Metode Tidak Langsung (Indiret)	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Gelombang Mekanik Longitudinal berdasarkan Frekuensi	21
Tabel 2.2 Kualifikasi Kualitas Beton berdasarkan Cepat Rambat	26
Tabel 3.1 Kebutuhan Material untuk Campuran Benda Uji.....	36
Tabel 3.2 Rancangan Benda Uji.....	37
Tabel 4.1 Hasil Estimasi Kedalaman Retak.....	45
Tabel 4.2 Nilai Kesalahan Relatif	47

DAFTAR ISTILAH

UPV : Ultrasonic Pulse Velocity

NDT : Non Destructive Test

v : kecepatan rambat gelombang longitudinal (m/detik atau km/detik)

L : panjang lintasan beton yang dilalui (km atau m)

T : waktu tempuh gelombang longitudinal ultrasonik sepanjang lintasan L
(detik)

$X1$: jarak antar *transducer* (*transmitter* dan *receiver*) pada pengukuran pertama

$X2$: jarak antar *transducer* (*transmitter* dan *receiver*) pada pengukuran kedua

c : estimasi kedalaman retak

b : jarak dari garis retak ke *transducer* pemancar dan *transducer* penerima

$T1$: waktu rambat gelombang pada pengukuran pertama

$T2$: waktu rambat gelombang pada pengukuran kedua

$$K : \frac{1-\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)}$$

E : modulus elastis dinamis

ρ : kerapatan beton

μ : poisson ratio dinamis

DAFTAR PUSTAKA

- Albertus Eky Y. (N.D.). Analisis Kerapatan Beton Dengan Menggunakan Cepat Rambat Dan Transmission Time Pada Alat Upv (*Ultrasonic Pulse Velocity*).
- Dwi Saputra, T., Budio, S. P., & Waluyohadi, I. (N.D.). *Investigasi Rongga Dan Kedalaman Retak Pada Balok Beton Dengan Upe Dan Upv*.
- Dyah Sulistyani R, & Sumaryanto. (2010). Pendeteksian Kedalaman Retak Beton Menggu-Nakan Metode Ultrasonik. 1–5.
- Christin Remayanti N, Siti N, Edhi W & Naufal Rafif R. (2021). Analisis Hasil Pembacaan Retak Lurus Dan Miring Pada Beton Dengan Menggunakan Metode NDT (*Non Destrutive Test*). Laporan Penelitian Mandiri Kategori A, 1–18.
- Irwansyah. (2018). Deteksi Cacat Pada Material Dengan Teknik Pengujian Tidak Merusak. 2, 1–8.
- Linggasari, D. (2019). Memperkirakan Kedalam Retak Pada Beton Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 3 (1), 145.
- Hardono S., Akbar I. (2022, March 1). www.Binamarga.pu.go.id, Kegunaan Gelombang Ultrasonik Dalam Bidang Teknik Sipil. Sumber : BINEKA, Vol.2 Edisi Oktober 2021.

Sulistiyani, D. (2010). Pendeteksian Kedalaman Retak Beton Menggunakan Metode Ultrasonik.

Madani Y. (2021). Pengaruh Intrusi Air Pada Beton Normal Terhadap Cepat Rambat Gelombang Dengan Metode *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV). 1–174.

Susilo H. (2023). Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV Test) Estimasi Kedalaman Reta Proyek: Test Upv Pier 2 Jembatan Sei Wampu.

LAMPIRAN