

**TUGAS AKHIR**

**STUDI DURABILITAS PERKERASAN KAKU DI  
LINGKUNGAN ASAM PADA pH 3 dan pH 5**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik  
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Ballar Ihzatical

20170110081

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ballar Ihzatical  
NIM : 20170110081  
Judul : Studi Durabilitas Perkerasan Kaku Di Lingkungan Asam  
Pada pH 3 dan pH 5

Menyatakan dengan sebernarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku, demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 1 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Ballar Ihzatical

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ballar Ihzatical

NIM : 20170110081

Judul : Studi Durabilitas Perkerasan Kaku di Lingkungan Asam  
pada pH 3 dan pH 5

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "*Study Durability Rigid Pavement di Lingkungan Asam Pada pH 3 dan pH 5*" dan didanai melalui skema hibah penelitian internal pada tahun 2020 oleh Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2020 melalui Hibah Penerima Hibah Penelitian Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berjudul *Innovative Non-Destructive Seismic and Deflection Testings for Quality Assurance And Evaluation of Pavement Structures*.

Yogyakarta, 1 Agustus 2022

Dosen Peneliti,

Penulis



Ballar Ihzatical



Ir. Sri Atmaja PJNNR, S.T., M.Sc.Eng.,  
PG-Certif., Ph.D., P.Eng., IPU.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dipersembahkan kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kesehatan, kekuatan dan atas limpah nikmat dan karunia-Nya saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik baiknya.
2. Bapak Israrizal dan Ibu Bekt Paryatin sebagai orang tua yang selalu memberi *support* dan *effort* agar menjadikan motivasi dalam setiap apa yang saya perbuat.
3. Dosen pembimbing saya Ir. Sri Atmaja PJNNR, S.T., M.Sc.Eng., PG-Certif., Ph.D., P.Eng., U., yang bersedia membimbing dengan penuh rasa sabar dan meluangkan waktunya untuk membimbing saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Teruntuk rekan sahabat yang tidak henti hentinya memberikan masukan dan juga motivasi agar cepat terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Teruntuk Tim saya Rezki Amalia, Muhammad Fikri Priadi, dan Farhan Yazid terima kasih atas kerja samanya sehingga Tugas Akhir ini bisa terselesaikan.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat salah satunya nikmat kehidupan. Sholawat dan salam selalu diucapkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat-sahabatnya serta pengikutnya hingga akhir zaman. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis durabilitas pelat beton bertulang pada perkerasan kaku yang diuji pada lingkungan asam pH 3 dan pH 5, dengan parameter berupa kuat tekan beton, resistivitas (laju korosi), dan modulus elastisitas.

Selama penyusunan laporan banyak dihadapkan pada ringtangan dan juga cobaan yang penyusun dapatkan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan *support* dari berbagai pihak yang membantu agar dapat terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik. Penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak yang selama ini telah mendukung selama proses penelitian ini hingga penyusunan tugas akhir kepada :

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Bapak Ir. Sri Atmaja PJNNR, S.T., M.Sc.Eng., PG-Certif., Ph.D., P.Eng., U., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang sabar dan tidak pernah lelah memberikan dukungan,
3. Laboran Laboratorium Teknik Transportasi dan Jalan Mas Endra,
4. Kedua orang tua saya, saudara saya yang tidak pernah letih memberikan dukungan, doa dan semangatnya.
5. Fikri Priadi, Rezki Amalia, dan Farhan Yazid selaku tim dalam penelitian ini yang sangat membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Rekan-rekan angkatan 2017, *Civil Engineering B* 2017 serta semua pihak yang telah banyak membantu, memberikan dukungan selama proses tugas akhir ini hingga selesai.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 1 Agustus 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR SINGKATAN .....	xvi
DAFTAR ISTILAH .....	xvii
ABSTRAK .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
BAB 1	
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitan.....	3

## BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2.2 Komposisi Beton.....	15
2.2.1 Bahan Tambahan (Admixture).....	17
2.2.4 Air Asam .....	17
2.2.5 Perencanaan Pencampuran Beton ( <i>Ready Mix</i> ) .....	18
2.2.6 Nilai <i>Slump</i> .....	18
2.2.7 Perawatan ( <i>curing</i> ) .....	19
2.2.8 Pengujian Durabilitas Beton .....	19
2.2.9 Modulus Elastisitas .....	22

## BAB III

METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Metodologi Penelitian .....	23
3.2 Tahapan Penelitian .....	23
3.3 Bahan Penelitian.....	25
3.4 Alat .....	25
3.4.1 Alat Pembuatan Benda Uji.....	25
3.4.2 Alat Pengujian Durabilitas Beton dan Modulus Elastisitas .....	26
3.5 Desain Campuran dan Sampel .....	28
3.6 Pengambilan Data dan Metode Analisis Data .....	29
3.6.1 Penentuan Nilai <i>Slump</i> .....	29
3.6.2 Perawatan ( <i>curing</i> ).....	29
3.6.3 Pengujian Durabilitas Beton .....	31
3.8.4 Pengujian modulus elastisitas dengan metode SASW.....	33



BAB IV	
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	37
4.1 Hasil Penelitian.....	37
4.1.1 Hasil Pengujian Slump.....	37
4.1.2 Hasil Pengujian Waktu Ikat .....	37
4.1.3 Perawatan ( <i>Curing</i> ) .....	38
4.1.4 Pengujian Durabilitas Beton .....	38
4.1.4.1 Pengujian Resistivitas (Laju Korosi Beton).....	38
4.1.4.2 Pengujian <i>Hammer Test</i> Beton .....	42
4.1.5 Pengujian Modulus Elastisitas Menggunakan Metode SASW .....	46
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	60
LAMPIRAN.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) bola baja (b) Akselerometer (Rosyidi dkk, 2021).....	6
Gambar 2. 2 Pengaturan pengukuran SASW (Rosyidi dkk, 2021).....	7
Gambar 2. 3 Grafik nilai resistivitas beton (Rossana dan Adly, 2021).....	8
Gambar 2. 4 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton (Miswar, 2011) .....	9
Gambar 2. 5 palu dan <i>drop weight</i> .....	10
Gambar 2. 6 akselerometer dan geofon.....	10
Gambar 2. 7 Perbandingan Kuat Tekan Rencana dengan pengujian.....	11
Gambar 2. 8 Hasil pengujian laju korosi terhadap mutu beton.....	12
Gambar 2. 9 Hasil kuat tekan.....	13
Gambar 2. 10 Hasil pengujian resistivitas .....	14
Gambar 2. 11 Alat <i>Wenner Resistivity</i> .....	20
Gambar 2. 12 Ilustrasi alat <i>hammer test</i> (ASTM C805-02).....	21
Gambar 2. 13 Alat <i>hammer test</i> .....	21
Gambar 2. 14 Alat <i>Spectrum Analyzer</i> (Rosyidi dkk, 2020).....	22
Gambar 3. 1 Bagan Air Penelitian .....	24
Gambar 3. 2 Pencetakan sampel dengan beton ready mix.....	25
Gambar 3. 3 Pembuatan bekisting .....	25
Gambar 3. 4 Truck mixer membawa beton segar .....	26
Gambar 3. 5 Kerucut abrams .....	26
Gambar 3. 6 Hammer Test.....	27
Gambar 3. 7 Alat ConRes .....	27
Gambar 3. 8 Perangkat <i>spectrum analyzer</i> .....	27
Gambar 3. 9 Tulangan baja.....	28
Gambar 3. 10 Penulangan pada bekisting.....	28
Gambar 3. 11 Tampilan menu pH meter.....	30
Gambar 3. 12 tampilan output pH meter.....	30
Gambar 3. 13 Ilustrasi titik pengujian Resistivity meter .....	32
Gambar 3. 14 Hubungan antara nilai pantul dengan kekatan tekan beton.....	33
Gambar 3. 15 Ilustrasi pengujian Hammer Test .....	33
Gambar 3. 16 Tampilan setting WinSASW 4.1.....	34

Gambar 3. 17 peletakan microphones.....	34
Gambar 3. 18 Pengaturan pengukuran uji SASW (Rosyidi dkk, 2021) .....	34
Gambar 3. 19 Ilustrasi titik pengujian menggunakan SASW .....	35
Gambar 3. 20 Hasil gelombang perkerasan kaku ( <i>rigid pavement</i> ) .....	35
Gambar 4. 1 Hasil uji <i>Slump</i> .....	37
Gambar 4. 2 Proses Perawatan ( <i>Curing</i> ) .....	38
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Hasil Pengujian Resistivitas dan .....	41
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Kuat Tekan <i>Hammer Test</i> Beton.....	45
Gambar 4. 5 Gelombang Spektrum beton pH 3 .....	46
Gambar 4. 6 Gelombang Spektrum beton pH 5 .....	46
Gambar 4. 7 Proses penutupan sinyal ( <i>Masking</i> ) beton pH 3.....	47
Gambar 4. 8 Proses penutupan sinyal ( <i>Masking</i> ) beton pH 3.....	47
Gambar 4. 9 Kurva Dispersi pH 3 usia 3 hari .....	48
Gambar 4. 10 Kurva Dispersi pH 5 usia 3 hari .....	48
Gambar 4. 11 Kurva Dispersi pH 3 usia 7 hari .....	49
Gambar 4. 12 Kurva Dispersi pH 5 usia 7 hari .....	49
Gambar 4. 13 Kurva Dispersi pH 3 usia 14 hari .....	49
Gambar 4. 14 Kurva Dispersi pH 5 usia 14 hari .....	50
Gambar 4. 15 Kurva Dispersi pH 3 usia 21 hari .....	50
Gambar 4. 16 Kurva Dispersi pH 5 usia 21 hari .....	50
Gambar 4. 17 Kurva Dispersi pH 3 usia 28 hari .....	51
Gambar 4. 18 Kurva Dispersi pH 3 usia 42 hari .....	51
Gambar 4. 19 Kurva Dispersi pH 5 usia 42 hari .....	51
Gambar 4. 20 Kurva Dispersi pH 3 usia 60 hari .....	52
Gambar 4. 21 Kurva Dispersi pH 5 usia 60 hari .....	52
Gambar 4. 22 Kurva Dispersi pH 3 usia 90 hari .....	52
Gambar 4. 23 Kurva Dispersi pH 5 usia 90 hari .....	53
Gambar 4. 24 Grafil Modulus Elastisitas antara Beton pH 3 dan Beton pH 5 .....	56
Gambar 4. 25 Grafik Kuat tekan dan Modulus Elastisitas.....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil kuat tekan beton (Handayani, 2018).....	4
Tabel 2. 2 Hasil pengujian kuat tekan beton .....	5
Tabel 2. 3 Belum Persyaratan Gradasi agregat halus (ASTM C33, 2013) .....	15
Tabel 2. 4 Persyaratan Gradasi Agregat Kasar (SNI 7656, 2012) .....	16
Tabel 2. 5 Rekomendasi Nilai <i>Slump</i> untuk Macam Tipe Konstruksi.....	19
Tabel 2. 6 Tingkat Korosi Berdasarkan Tahanan Beton (Siregar, 2012).....	20
Tabel 2. 7 Laju Korosi Tulangan Dalam Beton (Siregar, 2012).....	20
Tabel 3. 1 Campuran Betom Ready Mix PT. Tiga Roda.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian waktu ikat <i>Setting time</i> .....	37
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Resistivitas Beton pH 3 .....	39
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Resistivitas Beton pH 5 .....	40
Tabel 4. 4 Tingkat Korosi Berdasar Tahanan Beton (siregar, 2006) .....	41
Tabel 4. 5 Hasil <i>Hammer Test</i> pH 3.....	42
Tabel 4. 6 Hasil <i>Hammer Test</i> pH 5.....	44
Tabel 4. 7 hasil modulus elastisitas beton pH 3 .....	53
Tabel 4. 8 Hasil modulus Elastisitas pada beton pH 5 .....	55

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Satuan	Keterangan
F'C 28	[MPa]	Kuat tekan beton berumur 28 hari
$\rho$	[k $\Omega$ cm]	Nilai resistivitas
K	[cm]	Jalan elektroda
V/I	[ $\Omega$ ]	Hambatan listrik
H	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kuat tekan <i>hammer test</i> beton
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	[-]	Larutan asam sulfat

## DAFTAR SINGKATAN

NDT	: <i>Non Destructive Test</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
SASW	: <i>Spectral Analysis of Surface Wave</i>
FAS	: <i>Faktor Air Semen</i>
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
pH	: <i>Power of Hidryogen</i>
MvpH	: <i>Milivolt Power of Hydrogen</i>
ORP	: <i>Oxidation Reduction Potensial</i>
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i>

## DAFTAR ISTILAH

1. **Lingkungan Agresif**  
Kondisi dimana lingkungan diisi oleh air payau.
2. *Rigid Pavement*  
Suatu tipe perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama
3. *Flexible Pavement*  
Suatu tipe perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan utama
4. *Compositie Pavement*  
Suatu tipe perkerasan jalan yang menggunakan perpaduan campuran antara beton dan semen
5. *Chemical Admixture*  
Suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke campuran beton
6. *Beton Ready Mix*  
Beton yang pelaksanaan pengadukan dan pencampurannya dilaksanakan di lokasi suatu perusahaan
7. *Hammer Test*  
Suatu pengujian mutu permukaan beton yang sifatnya tidak merusak beton
8. *Setting Time*  
Suatu pengujian yang bertujuan untuk melihat waktu yang dibutuhkan semendalam melakukan pengerasan terhadap agregat
9. *Curing*  
Perawatan beton dengan tujuan menjaga beton agar tidak cepat kehilangan air dan suhu untuk mencapai mutu beton rencana
10. **Larutan Asam**  
Larutan perendaman beton yang dicampur dengan bahan kimia yang merubah ph larutan menjadi dibawah tiga
11. **Resistivitas ( $\rho$ )**  
Suatu kemampuan spesimen untuk menghambat arus listrik