

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH REPAIR *GROUTING* DAN  
*JACKETING* PADA BETON KOROSI MENGGUNAKAN  
ULTRASONIC METHOD**



**Disusun oleh:**

**Rivky Afanda**

**20190110140**

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

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH REPAIR *GROUTING* DAN  
*JACKETING* PADA BETON KOROSI MENGGUNAKAN  
ULTRASONIC METHOD**

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



**Rivky Afanda**

**20190110140**

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

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rivky Afanda  
NIM : 20190110140  
Judul : Analisa Pengaruh *Repair Grouting* dan *Jacketing* Pada  
Beton Korosi Menggunakan *Ultrasonic Method*

Menyatakan dengan sebenarnya 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, 24 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Rivky Afanda

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh repair *grouting* dan *jacketing* terhadap beton bertulang yang terjadi korosi.

Selama penyusunan tugas akhir ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T.,M.T.,Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Ahmad Zaki, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua dan Keluarga saya yang telah memberikan do'a serta dukungan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Sahabat dan teman yang sudah seperti keluarga di perantauan selama kuliah yang selalu memberikan dukungan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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, 24 Juli 2023

Penyusun

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah rabbil'alamiin saya beryukur kepada **Allah SWT** atas nikmat sehat dan karunia-Nya, serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menjalani perkuliahan dengan lancar, sehat, aman, dan barokah yang pada akhirnya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

### **Kedua Orang Tua dan Keluarga yang saya sayangi dan saya cintai**

Alhamdulillah rabbil'alamiin Jazakumullahu Khairan atas segala do'a, motivasi dan dukungan baik moril maupun material, serta nasihat dan pendapatnya selama ini, terutama kepada Ayah dan Ibu sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu.

### **Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D**

Saya ucapkan terima kasih banyak untuk bapak selaku dosen pembimbing tugas akhir saya yang telah membimbing saya dengan sabar, terima kasih atas ilmu dan nasehatnya, atas waktu yang telah diluangkan untuk membimbing saya, dan semua jasa bapak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

### **Tim Tugas Akhir (Prisa, Iqbal, Anisa, Firda, Lilis, Yana, Adhafa, Tania, Yogi, Chanief, Afifi, Wira, Fahri, Bubi)**

Terima kasih atas bantuan dan dukungan dari awal hingga selesainya tugas akhir ini.

### **Tim Juri (Afifi, Wira, Fahri, Bubi, Chanief)**

Terima kasih banyak atas kekeluargaan kita selama ini dari awal ketidak sengajaan hingga berakhir jadi sebuah kekeluargaan. Terima kasih sudah meluangkan waktu untuk membantu saya dalam meluangkan waktunya, sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

### **Kelas D Teknik Sipil 2019**

Terima kasih telah menemani, menyemangati, memberikan motivasi dan selalu saya repoti selama saya menempuh masa perkuliahan ini. Semoga kita semua dapat diberikan kesehatan dan sukses dunia dan akhirat.

## DAFTAR ISI

ANALISA PENGARUH REPAIR <i>GROUTING</i> DAN <i>JACKETING</i> PADA BETON KOROSI MENGGUNAKAN ULTRASONIC METHOD .....	i
ANALISA PENGARUH REPAIR <i>GROUTING</i> DAN <i>JACKETING</i> PADA BETON KOROSI MENGGUNAKAN ULTRASONIC METHOD .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG .....	xvii
DAFTAR SINGKATAN .....	xviii
DAFTAR ISTILAH .....	xix
ABSTRAK .....	xx
<i>ABSTRACT</i> .....	xxi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	6
2.1 Pendahuluan .....	6
2.2 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.3 Dasar Teori .....	19
2.3.1 Beton .....	19
2.3.2 Beton Ringan .....	19
2.3.3 Bahan Penyusun Beton .....	19
2.3.4 Pemeriksaan agregat .....	22

2.3.5	Fresh Properties.....	24
2.3.6	Slump Test .....	25
2.3.7	Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	25
2.3.8	Korosi.....	25
2.3.9	Metode NDT (Ultrasonic Pulse Velocity).....	26
2.3.10	Grouting .....	27
2.3.11	Jacketing.....	27
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>		<b>28</b>
3.1	Bahan atau Materi.....	28
3.2	Alat dan Bahan .....	28
3.2.1	Alat.....	28
3.2.2	Bahan.....	36
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
3.4	Tahapan Penelitian.....	38
3.4.1	Studi Literatur .....	40
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan .....	40
3.4.3	Pengujian Material .....	40
3.4.4	Pembuatan Benda Uji.....	45
3.4.5	Curing.....	45
3.4.6	Akselerasi Korosi .....	46
3.4.7	Pengujian NDT <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> .....	47
3.4.8	<i>Grouting</i> .....	49
3.4.9	<i>Jacketing</i> .....	50
3.5	Analisis Data.....	51
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>52</b>
4.1	Pengujian Material.....	52
4.1.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	52
4.1.2	Pengujian Kadar Air Agregat Kasar .....	52
4.1.3	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	52
4.1.4	Pengujian Keausan .....	53
4.1.5	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus .....	53
4.1.6	Pengujian Gradasi Butir Agregat Halus.....	54
4.1.7	Pengujian Kadar Air Agregat Halus .....	55
4.1.8	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	55
4.2	Mix Design Beton.....	55
4.3	Pengujian <i>Slump</i> Beton.....	57

4.4	Akselerasi Korosi.....	57
4.5	Kuat Lentur .....	58
4.6	Hubungan Tingkat Korosi Terhadap Kuat Lentur.....	58
4.7	Perbandingan <i>Repair Grouting</i> dan <i>Jacketing</i> Terhadap Kuat Lentur .....	59
4.8	Daktilitas Beton .....	59
4.9	Kekakuan Beton.....	61
4.10	Hasil Pengujian UPV (Ultrasonic Pulse Velocity) .....	62
4.8.1	Benda Uji Normal .....	62
4.8.2	Benda Uji Korosi .....	66
4.8.3	Benda Uji Setelah Pembebanan .....	71
4.8.4	Benda Uji <i>Repair</i> .....	74
4.11	Hubungan Nilai Daktilitas Terhadap Velocity .....	79
4.12	Hubungan Kekakuan Beton Terhadap Velocity .....	79
4.13	Hubungan Kuat Lentur Terhadap Velocity .....	80
4.14	Hubungan Tingkat Korosi Terhadap Velocity .....	81
4.15	Hubungan Tingkat Korosi Terhadap Bentuk Gelombang Ultrasonic .....	81
4.16	Perbandingan Nilai Velocity Setelah Pembebanan .....	82
4.17	Perbandingan Velocity Setelah Dilakukan <i>Repair Grouting</i> .....	83
4.18	Perbandingan Velocity Setelah Dilakukan <i>Repair Jacketing</i> .....	83
4.19	Perbandingan Hasil <i>Repair Grouting</i> dan <i>Jacketing</i> .....	84
4.20	Perbandingan Bentuk Gelombang <i>Ultrasonic</i> Setelah <i>Repair</i> .....	85
BAB V.. KESIMPULAN DAN SARAN.....		86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran .....	87
DAFTAR PUSTAKA .....		88
LAMPIRAN.....		92



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian yang saat ini dilakukan.....	16
Tabel 4. 1 Hasil pengujian keausan agregat kasar .....	53
Tabel 4. 2 Hasil pengujian agregat halus .....	55
Tabel 4. 3 <i>Mix design</i> benda uji .....	56
Tabel 4. 4 <i>Mix Design</i> mortar <i>repair</i> .....	56
Tabel 4. 5 Perhitungan korosi menggunakan persamaan hukum <i>Faraday</i> .....	57
Tabel 4. 6 Hasil uji kuat lentur benda uji .....	58
Tabel 4. 7 Nilai daktilitas benda uji .....	60
Tabel 4. 8 Nilai kekakuan benda uji.....	61
Tabel 4. 9 Hasil pengujian UPV pada benda benda uji beton pre-korosi .....	62
Tabel 4. 10 Hasil pengujian UPV pada benda uji beton korosi .....	66
Tabel 4. 11 Hasil pengujian UPV setelah pembebanan .....	71
Tabel 4. 12 Hasil pengujian UPV setelah dilakukan repair .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Pembacaan sinyal ultrasonic sebelum terjadi keretakan, (b) pembacaan sinyal ultrasonic setelah keretakan. (In, C.-W., et al. 2013) .....	7
Gambar 2. 2 Perbandingan kecepatan perambatan dengan kelilangan berat. (Maddumahewa, K., et al. 2017).....	8
Gambar 2. 3 Sinyal refleksi internal interface dan surface belakang menggunakan <i>Ultrasonic method</i> (Liu, H., et al. 2018).....	9
Gambar 2. 4 Perbedaan kekuatan beton setelah dilakukan <i>repair</i> (Dermawan, A., et al. 2019).....	10
Gambar 2. 5 Hasil <i>Ultrasonic</i> sebelum dan sesudah repair pada crack 0,2 mm dan 0,5 mm. (Qian, C., et al. 2021).....	11
Gambar 2. 6 Perbandingan hasil rambat gelombang ultrasonic (Zhang, X., et al. 2021).....	12
Gambar 2. 7 Perbandingan kecepatan <i>ultrasonic</i> sebelum dan sesudah korosi (Xu, Y., and R. Jin 2018) .....	13
Gambar 2. 8 Sinyal ultrasonik menggunakan pendekatan refleksi untuk spesimen yang tidak retak, retak tarik dan retak korosi (Kaur, N. P., et al. 2019) .....	14
Gambar 2. 9 Perbedaan bentuk gelombang dengan varias akselerasi korosi. (Du, P., et al. 2017).....	15
Gambar 2. 10 Perbedaan nilai kuat tekan dalam hasil <i>repair jacketing</i> (Amin, N. and N. Ahmad 2020).....	16
Gambar 2. 11 Ilustrasi skema korosi baja tulangan dalam beton sebagai proses elektrokimia (Ahmad 2003) .....	25
Gambar 2. 12 Alat uji <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> .....	26
Gambar 2. 13 Ilustrasi pelaksanaan <i>grouting</i> .....	27
Gambar 2. 14 Ilustrasi pelaksanaan <i>jacketing</i> .....	27
Gambar 3. 1 Saringan.....	28
Gambar 3. 2 Timbangan.....	29
Gambar 3. 3 <i>Mini Concrete Mixer</i> .....	29
Gambar 3. 4 Kerucut <i>Abrams</i> .....	30

Gambar 3. 5 Batang penusuk .....	30
Gambar 3. 6 Alas.....	31
Gambar 3. 7 Penggaris .....	31
Gambar 3. 8 Cetakan balok beton .....	32
Gambar 3. 9 Karung goni.....	32
Gambar 3. 10 Mesin <i>Los Angeles</i> .....	33
Gambar 3. 11 <i>Sterofom</i> .....	33
Gambar 3. 12 Oven .....	34
Gambar 3. 13 <i>Sieve shaker</i> .....	34
Gambar 3. 14 Meteran.....	34
Gambar 3. 15 <i>DC Power supply</i> .....	35
Gambar 3. 16 UPV Pundit lab .....	35
Gambar 3. 17 Alat Injeksi <i>Grouting</i> .....	36
Gambar 3. 18 Agregat kasar dan halus .....	36
Gambar 3. 19 Semen .....	37
Gambar 3. 20 Air.....	37
Gambar 3. 21 <i>Sika bonding adhesive</i> .....	37
Gambar 3. 22 Bagan alir tahapan penelitian .....	38
Gambar 3. 22 Bagan alir tahapan penelitian (lanjutan).....	39
Gambar 3. 23 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.....	41
Gambar 3. 24 Pengujian gradasi butiran halus.....	41
Gambar 3. 25 Pengujian kadar air agregat .....	42
Gambar 3. 26 Pengujian Kadar Lumpur .....	43
Gambar 3. 27 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.....	43
Gambar 3. 28 Pengujian berat isi agregat .....	44
Gambar 3. 29 Pengujian Keausan Agregat Kasar .....	45
Gambar 3. 30 Pencetakan benda uji .....	45
Gambar 3. 31 Proses <i>curing</i> .....	46
Gambar 3. 32 Proses akselerasi post-korosi.....	46
Gambar 3. 33 Skema pelaksanaan akselerasi korosi.....	47
Gambar 3. 34 Ilustrasi pembagian sisi dalam uji UPV .....	47

Gambar 3. 35 a) Tikit <i>direct</i> 1 b) Titik <i>direct</i> 2 c) Titik <i>Direct</i> 3 d) Titik <i>direct</i> 4.....	48
Gambar 3. 36 a) Tikit <i>semi-direct</i> 1 b) Titik <i>semi-direct</i> 2 c) Titik <i>semi-direct</i> 3	48
Gambar 3. 37 a) Tikit <i>indirect</i> 1 b) Titik <i>indirect</i> 2.....	49
Gambar 3. 38 Contoh hasil uji <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> .....	49
Gambar 3. 39 Skema pelaksanaan metode <i>grouting</i> .....	50
Gambar 3. 40 Ilustrasi sebelum dan sesudah dilakukan <i>jacketing</i> .....	50
Gambar 3. 41 Proses <i>repair jacketing</i> .....	50
Gambar 4. 1 Grafik persen lolos komulatif.....	54
Gambar 4. 2 Grafik hasil daerah gradasi 2.....	54
Gambar 4. 3 Perbandingan kuat lentur terhadap tingkat korosi.....	58
Gambar 4. 4 Perbandingan kuat lentur antara <i>repair grouting</i> dan <i>jacketing</i> .....	59
Gambar 4. 5 Grafik daktilitas benda uji .....	60
Gambar 4. 6 Grafik kekakuan benda uji .....	61
Gambar 4. 7 Pengujian UPV benda uji pre-korosi pada beton GRT 5 .....	64
Gambar 4. 8 Pengujian UPV benda uji pre-korosi pada beton GRT 10 .....	65
Gambar 4. 9 Pengujian UPV benda uji pre-korosi pada beton GRT 15 .....	65
Gambar 4. 10 Pengujian UPV benda uji pre-korosi pada beton JKT 5 .....	65
Gambar 4. 11 Pengujian UPV benda uji pre-korosi pada beton JKT 10 .....	65
Gambar 4. 12 Pengujian UPV benda uji pre-korosi pada beton JKT 15 .....	66
Gambar 4. 13 Perbandingan pengujian UPV pada benda uji normal dan korosi..	69
Gambar 4. 14 Pengujian UPV benda uji GRT 5 dengan presentase korosi 20,13%.....	69
Gambar 4. 15 Pengujian UPV benda uji GRT 10 dengan presentase korosi 24,87%.....	69
Gambar 4. 16 Pengujian UPV benda uji GRT 15 dengan presentase korosi 30,73%.....	70
Gambar 4. 17 Pengujian UPV benda uji JKT 5 dengan presentase korosi 20,27%.....	70
Gambar 4. 18 Pengujian UPV benda uji JKT 10 dengan presentase korosi 24,90%.....	70

Gambar 4. 19 Pengujian UPV benda uji JKT 15 dengan presentase korosi 30,67%.....	70
Gambar 4. 20 Pengujian UPV benda uji GRT 5 setelah setelah pembebanan.....	73
Gambar 4. 21 Pengujian UPV benda uji GRT 10 setelah setelah pembebanan....	73
Gambar 4. 22 Pengujian UPV benda uji GRT 15 setelah setelah pembebanan....	73
Gambar 4. 23 Pengujian UPV benda uji JKT 5 setelah setelah pembebanan.....	74
Gambar 4. 24 Pengujian UPV benda uji JKT 10 setelah setelah pembebanan.....	74
Gambar 4. 25 Pengujian UPV benda uji JKT 15 setelah setelah pembebanan.....	74
Gambar 4. 26 Pengujian UPV benda uji GRT 5 setelah setelah repair <i>grouting</i> ..	77
Gambar 4. 27 Pengujian UPV benda uji GRT 10 setelah setelah repair <i>grouting</i>	77
Gambar 4. 28 Pengujian UPV benda uji GRT 15 setelah setelah repair <i>grouting</i>	77
Gambar 4. 29 Pengujian UPV benda uji JKT 5 setelah setelah repair <i>jacketing</i> ..	78
Gambar 4. 30 Pengujian UPV benda uji JKT 10 setelah setelah repair <i>jacketing</i>	78
Gambar 4. 31 Pengujian UPV benda uji JKT 15 setelah setelah repair <i>jacketing</i>	78
Gambar 4. 32 Grafik hubungan daktilitas terhadap velocity .....	79
Gambar 4. 33 Grafik hubungan kekakuan terhadap velocity.....	80
Gambar 4. 34 Grafik hubungan kuat lentur terhadap velocity.....	80
Gambar 4. 35 Grafik hubungan tingkat korosi terhadap nilai velocity.....	81
Gambar 4. 36 Perbedaan bentuk gelombang pada variasi korosi .....	82
Gambar 4. 37 Perbedaan nilai velocity pada kondisi beton setelah pembebanan.	82
Gambar 4. 38 Perbedaan nilai velocity setelah dilakukan <i>repair grouting</i> .....	83
Gambar 4. 39 Perbedaan nilai velocity setelah dilakukan <i>repair jacketing</i> .....	84
Gambar 4. 40 Perbandingan velocity <i>repair grouting</i> dan <i>jacketing</i> .....	84
Gambar 4. 41 perbandingan bentuk sinyal pada beton sebelum dan setelah <i>repair</i> .....	85

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar .....	92
Lampiran 2. Pengujian kadar air agregat kasar .....	94
Lampiran 3. Pengujian kadar lumpur agregat kasar.....	95
Lampiran 4. Pengujian keausan agregat kasar .....	96
Lampiran 5. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. ....	97
Lampiran 6. Pengujian gradasi butir agregat halus .....	99
Lampiran 7. Pengujian kadar air agregat halus.....	101
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur agregat halus.....	102
Lampiran 9. Perhitungan Mix Design Beton ACI 211.1 – 91 Mutu Beton 30 MPa .....	103
Lampiran 10. Perhitungan Mix Design Mortar berdasarkan SNI 03-6882-2002 .....	105
Lampiran 11. Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> pada benda uji normal.....	106
Lampiran 12. Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> pada benda uji korosi.....	124
Lampiran 13. Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> setelah pembebanan.....	142
Lampiran 14. Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> setelah <i>repair</i> .....	160