

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOROSI PADA BAJA TULANGAN BETON
DENGAN MENGGUNAKAN *EDDY CURRENT METHOD***



Disusun oleh:

Aulia Chanief Rahita

20190110156

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

2023

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOROSI PADA BAJA TULANGAN BETON
DENGAN MENGGUNAKAN *EDDY CURRENT METHOD***

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



Aulia Chanief Rahita

20190110156

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

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aulia Chanief Rahita
NIM : 20190110156
Judul : Analisis Korosi Pada Baja Tulangan Beton Dengan
Menggunakan *Eddy Current 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



Aulia Chanief Rahita

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aulia Chanief Rahita


NIM : 20190110156

Judul : Analisis Korosi Pada Baja Tulangan Beton Dengan Menggunakan *Eddy Current Method*

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Analisis Korosi Pada Baja Tulangan Beton Dengan Menggunakan *Eddy Current Method* dan didanai melalui skema hibah kolaboratif luar negeri oleh Lembaga Riset dan Inovasi (R-LRI) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2022 dengan nomor hibah 56/R-LRI/XII/2022.

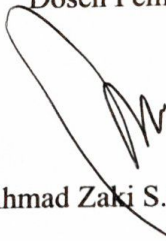
Yogyakarta, 24 Juli 2023

Penulis,



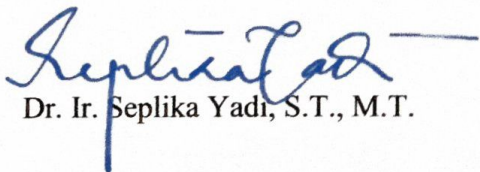
Aulia Chanief Rahita

Dosen Pembimbing,



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

Dosen Anggota Peneliti 1,



Dr. Ir. Seplika Yadi, S.T., M.T.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada saya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

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

Ucapan terima kasih diberikan kepada Ir. Ahmad Zaki S.T., M.Sc., Ph.D., sebagai pembimbing yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan penuh arahan dan bimbingan yang maksimal.

Kepada Orang Tua

Terima kasih kepada Papa dan Mama yang tanpa henti memberikan dukungan yang sangat berharga serta keluarga penulis yang telah memberikan bantuan moral yang tak terhingga. Dengan dukungan dan bantuan dari keluarga, penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan sukses dan sesuai dengan harapan.

Kepada Teman-Teman

Terima kasih pada rekan-rekan terutama dari jurusan Teknik Sipil angkatan 2019 yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir.

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.

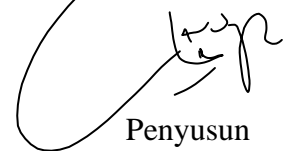
Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Ir. Puji Harsanto. S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Bapak Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Pendamping 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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
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	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 Tinjauan Pustaka.....	5
2.3.1 Penelitian Terdahulu	5
2.3.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	14
2.3 Dasar Teori	18
2.3.1 Beton	18
2.3.2 Korosi pada Beton Bertulang.....	18
2.3.3 Akselerasi Korosi	21
2.3.4 <i>Non-Destructive Testing</i> (NDT).....	22
2.3.5 <i>Eddy current Testing</i> (ECT).....	24
2.3.6 <i>Prinsip Pengujian Eddy current</i>	25
BAB III. METODE PENELITIAN.....	27

3.1	Bahan atau Materi.....	27
3.2	Alat	30
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
3.4	Tahapan Penelitian.....	37
3.4.1	Studi Literatur dan Landasan Teori.....	38
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan	38
3.4.3	Pembuatan Beton	38
3.4.4	Mekanisme Akselerasi Korosi	39
3.4.5	Pengujian Kuat Lentur Beton.....	41
3.4.6	Pengambilan Spesimen Benda Uji Baja Tulangan Korosi.....	41
3.4.7	Pengujian NDT Setelah Korosi.....	43
3.5	Analisis Data.....	44
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Akselerasi Korosi.....	45
4.2	Hubungan Persentase Korosi Terhadap Kuat Lentur Beton.....	47
4.3	<i>Eddy Current Testing (ECT)</i>	49
4.3.1	Konfigurasi Blok Kalibrasi	50
4.3.2	Pengujian <i>Eddy current</i>	52
4.3.3	Hasil Pengujian <i>Eddy current</i>	53
4.4	Hubungan <i>Defect</i> Pada Sinyal Impedansi Terhadap Tingkat Korosi	55
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema pengukuran potensial korosi permukaan (Cavalcante et al., 2020)	6
Gambar 2. 2 Visualisasi pengujian arus eddy berbasis sensor GMR (Shen et al., 2022)	7
Gambar 2. 3 Hasil Spektogram dan spektogram maks (Szymanik et al., 2016).....	8
Gambar 2. 4 Perubahan tegangan yang diinduksi karena adanya cacat dengan Metode Probe-on-Concrete (Minesawa et al., 2013).....	9
Gambar 2. 5 (a) Densitas Arus Listrik untuk spesimen tanpa cacat dan (b) cacat 10 mm dengan Metode Probe-on-Steel (Minesawa et al., 2013).....	9
Gambar 2. 6 Sinyal yang diterima untuk tulangan yang terkorosi dan tidak terkorosi (Frankowski, 2018).....	10
Gambar 2. 7 Benda uji beton yang digunakan dan spektogram yang diperoleh untuk balok beton dengan berbagai cacat buatan (Chady et al., 2002)	11
Gambar 2. 8 Sinyal 2-D diperoleh untuk spesimen beton tanpa cacat, dengan cacat buatan luar 40%, dan dengan batang baja; frekuensi pengujian yang dipilih 17 kHz (Chady et al., 2002)	11
Gambar 2. 9 Hasil pengukuran benda uji beton dengan batang baja tidak patah dan batang baja patah (batang dipotong 90%); frekuensi pengujian 50 Hz (Chady et al., 2002).....	12
Gambar 2. 10 (a) Pemindaian area ECT dan (b) Pemindaian garis ECT (Tronca et al., 2019)	12
Gambar 2. 11 Perbedaan tegangan, sebagai fungsi dari bar gauge, kehilangan massa dan jarak referensi (Alcantara et al., 2015).....	13
Gambar 2. 12 Grafik kesalahan diameter tulangan diukur dengan perangkat elektromagnetik tergantung pada ukuran penutup (Drobiec et al., 2019)	14
Gambar 2. 13 Reaksi anodik, katodik, oksidasi dan hidrasi pada korosi baja tulangan (Broomfield, 2003).....	19
Gambar 2. 14 Proses pengikisan lapisan pasif oleh klorida (Broomfield, 2003)..	20
Gambar 2. 15 Skema pengujian akselerasi korosi (Su et al., 2022).....	21

Gambar 4. 1 Proses akselerasi korosi.....	45
Gambar 4. 2 Baja tulangan korosi bagian lapangan (a) TAR 1 dan (b) TAR 3....	46
Gambar 4. 3 Baja tulangan korosi bagian lapangan (a) TAR 6 dan (b) TAR 7....	46
Gambar 4. 4 Baja tulangan korosi bagian tumpuan (a) TA 1.1 dan (b) TA 2.1....	46
Gambar 4. 5 Baja tulangan korosi bagian tumpuan (a) TA 3.1 dan (b) TA 4.2....	46
Gambar 4. 6 Grafik hasil pengujian kuat lentur beton.....	48
Gambar 4. 7 Diagram bidang impedansi (Elia dan Putra, 2021).....	49
Gambar 4. 8 Proses konfigurasi blok kalibrasi	50
Gambar 4. 9 Pengujian konfigurasi pada blok kalibrasi, (a) Kedalaman 0 mm, (b) Kedalaman 0,5 mm, (c) Kedalaman 1 mm (d) Kedalaman 1,5 mm	51
Gambar 4. 10 Grafik konfigurasi blok kalibrasi	51
Gambar 4. 11 (a) Tidak ada cacat/korosi, (b) Terdeteksi cacat/korosi	52
Gambar 4. 12 Pengujian pada kode beton TAR 1 benda uji tulangan A	53
Gambar 4. 13 Grafik hubungan defect terdeteksi dengan alat eddy current dan persentase korosi pada tulangan lapangan	56
Gambar 4. 14 Grafik hubungan defect terdeteksi dengan alat eddy current dan persentase korosi pada tulangan tumpuan bagian kiri	56
Gambar 4. 15 Grafik hubungan defect terdeteksi dengan alat eddy current dan persentase korosi pada tulangan tumpuan bagian kanan	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang	15
Tabel 2. 2 Reaksi anodik dan katodik (Johan et al., 2022)	19
Tabel 2. 3 Jenis-jenis pemeriksaan NDT berdasarkan prinsip pengujiannya (Zaki et al., 2015)	23
Tabel 3. 1 <i>Mix design</i> beton	39
Tabel 3. 2 Variasi spesimen baja tulangan beton struktur	42
Tabel 4. 1 Hasil akselerasi korosi	47
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kuat lentur beton	48
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian pada TAR 1 benda uji tulangan A.....	54
Tabel 4. 4 Rekapitulasi jumlah <i>defect</i> terdeteksi pada tulangan lapangan.....	54
Tabel 4. 5 Rekapitulasi jumlah <i>defect</i> terdeteksi pada tulangan tumpuan	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil pengujian <i>eddy current</i> pada korosi tulangan lapangan	61
Lampiran 2 Hasil pengujian <i>eddy current</i> pada korosi tulangan tumpuan	72