

**PENGARUH DIAMETER BAJA TULANGAN TERKOROSI
TERHADAP LAJU KOROSI DAN KUAT LEKAT BETON**

TUGAS AKHIR



NIKOLEY M LEGA

19041000114

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2024**

**PENGARUH DIAMETER BAJA TULANGAN TERKOROSI
TERHADAP LAJU KOROSI DAN KUAT LEKAT BETON**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Dalam Gelar Sarjana



NIKOLEY M LEGA

19041000114

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2024**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Nikoley Millesantus Lega

NIM : 19041000114

Tanda Tangan



Tanggal : 24. November 2024

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH DIAMETER BAJA TULANGAN TERKOROSI TERHADAP LAJU KOROSI DAN KUAT LEKAT BETON

Dipersiapkan dan disusun oleh :

NIKOLEY M LEGA

19041000114

Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada 30 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji I : Ir. Dionisius T.A.B., M.T (.....
Dosen Penguji II : Ir. Rizki Prasetya., S.T., M.T (.....
Dosen Saksi : Ir. Nanang Mudjito., M.MT (.....

Memeriksa dan menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ninik Catur E. Y., S.T., M.T)
NIDN. 0004097002

(Ir. Dionisius T. Arry Bramantoro., M.T)
NIDN. 0711086501

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu Persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik.

Malang, 2024

Mengetahui,

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil**



(Dr. Ninik Catur E. Y., S.T., M.T)
NIDN. 0004097002

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala limpahan rahmat, kasih karunia dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Diameter Baja Tulangan Terkorosi Terhadap Laju Korosi dan Kuat Lekat Beton" Adapun tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 (S1) untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Keberhasilan penyusunan tugas akhir karena adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi maupun pemikiran. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yuliati, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
3. Ibu Eko Indah Susanti, ST., MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
4. Ir. Dionisius T. Arry Bramantoro, MT selaku dosen pembimbing laboratorium beton Universitas Merdeka Malang yang telah banyak berkontribusi dalam penulisan Tugas Akhir ini baik tenaga, bimbingan, masukan, Ilmu, waktu, dukungan, arahan, dan memberika semangat pantang menyerah.
5. Seluruh teman-teman baik yang turut mendukung saya dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua masyarakat dan pengembangan keilmuan di Indonesia.

Malang,

2024

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nikoley Millesantus Lega
NIM : 19041000114
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang. **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive-Free Right*)** atas karya ilmiah saya berjudul:

PENGARUH DIAMETER BAJA TULANGAN TERKOROSI TERHADAP LAJU KOROSI DAN KUAT LEKAT BETON

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada Tanggal : 24, November 2024

Yang Menyatakan



(Nikoley Millesantus Lega)

PENGARUH DIAMETER BAJA TULANGAN TERKOROSI TERHADAP LAJU KOROSI DAN KUAT LEKAT BETON

ABSTRAK

Korosi tulangan mengakibatkan lemahnya lekatan antara tulangan dan beton. Salah satu faktor kekuatan lekatan baja tulangan dengan beton adalah diameter. Penggunaan diameter yang lebih besar memungkinkan lebih banyak permukaan yang terpapar oleh lingkungan.

Penelitian berupa pengujian kuat lekat dan menghitung laju korosi silinder beton dengan tulangan terkorosi. Benda uji berbentuk silinder berukuran 15 x 30 cm dengan mutu beton $f'c$ 25 Mpa. Variasi diameter tulangan yang digunakan $\phi 8$, $\phi 10$, dan $\phi 12$. Masing-masing diameter baja tulangan terdapat 10 benda uji. Pengujian kuat lekat sesuai ASTM C1583/C1583M-13, *Standard Test Method for Tensile Strength of Concrete Surfaces and the Bond Strength or Tensile Strength of Concrete Repair and Overlay Materials by Direct Tensio*, pengujian dilakukan ketika beton berusia 28 hari, dan untuk menghitung laju korosi sesuai dengan metode kehilangan berat (weight loss) sesuai ASTM G31-72, *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter baja tulangan terkorosi semakin besar nilai kuat lekat pada beton semakin tinggi dan laju korosi semakin kecil. Nilai kuat lekat dan laju korosi terdapat pada beton terkorosi diameter 12 sebesar 4,25 Mpa dan 10686,36 Mpy, selanjutnya beton terkorosi diameter 10 sebesar 3,57 Mpa dan 26206,84 Mpy, dan beton terkorosi diameter 8 sebesar 2,92 Mpa dan 33953,48 Mpy.

Kata kunci:Laju korosi, diameter baja tulangan, beton bertulang, kuat lekat, laju korosi.

PENGARUH DIAMETER BAJA TULANGAN TERKOROSI TERHADAP LAJU KOROSI DAN KUAT LEKAT BETON

ABSTRAK

Reinforcement corrosion causes weak bonds between reinforcement and concrete. One factor in the strength of the bond between reinforcing steel and concrete is its diameter. The use of a larger diameter allows more surfaces to be exposed to the environment.

This study is in the form of testing the bond strength and calculating the corrosion rate on concrete cylinders with corroded reinforcement. The test object is a cylinder measuring 15 x 30 cm with a concrete quality of $f'c$ 25 Mpa. The variations in reinforcement diameter used are $\phi 8$, $\phi 10$, and $\phi 12$. There are 10 test objects for each diameter of reinforcing steel. Bond strength testing according to ASTM C1583/C1583M-13, Standard Test Method for Concrete Surface Tensile Strength and Bond Strength or Tensile Strength of Concrete Repair Materials and Coatings with Direct Tension, testing is carried out when the concrete is 28 days old, and to calculate the corrosion rate according to the weight loss method according to ASTM G31-72, Standard Practice for Laboratory Dip Corrosion Testing of Metals.

The results of the study showed that the larger the diameter of the corroded reinforcing steel, the greater the bond strength value on the concrete, the higher and the corrosion rate is smaller. The bond strength value and corrosion rate are found in corroded concrete with a diameter of 12 of 4.25 Mpa and 10686.36 Mpy, then corroded concrete with a diameter of 10 of 3.57 Mpa and 26206.84 Mpy, and corroded concrete with a diameter of 8 of 2.92 Mpa and 33953.48 Mpy.

Keywords: *Corrosion rate, diameter of reinforcing steel, reinforced concrete, bond strength, corrosion rate.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UNGKAPAN TERIMAKASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Teori Beton	5
2.2.1 Pengertian Umum Beton	5
2.2.2 Kelebihan dan Kelemahan Beton	6
2.2.3 Materi Penyusun Beton	7
2.3 Baja Tulangan.....	14
2.4 Teori Korosi.....	16
2.4.1 Pengertian Korosi	16
2.4.2 Proses Terjadinya Korosi.....	16
2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Korosi.....	17

4.2.1 Pengujian Agregat Halus	41
4.2.2 Pengujian Agregat Kasar	41
4.3 Mix Design	42
4.4 Benda Uji <i>Trial Mix</i>	43
4.5 Perhitungan Kebutuhan Campuran Silinder Pendamping Benda Uji.....	44
4.6 Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Beton.....	45
4.6.1 Perhitungan Campuran Beton Per 1 m ³	45
4.6.2 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Silinder Beton dengan Tulangan	45
4.7 Pembuatan Benda Uji Beton dengan Tulangan	46
4.7.1 Pembuatan Benda Uji Beton dengan Tulangan.....	46
4.7.2 Perendaman Benda Uji Beton dengan Tulangan Dalam Larutan NaCl dan Pengujian Kuat Lekat Beton.....	50
4.8 Hasil Pengujian Kuat Lekat Silinder Beton.....	52
4.8.1 Mekanisme Keruntuhan Benda Uji	53
4.8.2 Kuat Lekat Eksperimental	53
4.8.3 Hasil Perhitungan Kuat Lekat Pada Setiap Populasi	54
4.9 Pengujian Laju Korosi Silinder Beton Dengan Tulangan	61
4.9.1 Pengujian Laju Korosi Populasi 4 ($\phi 8$)	61
4.9.2 Pengujian Laju Korosi Populasi 5 ($\phi 10$)	63
4.9.3 Pengujian Laju Korosi Populasi 6 ($\phi 12$)	65
4.9.4 Hubungan Antara Laju Korosi dan Silinder Beton Dengan Tulangan.....	66
4.9.5 Hubungan Antara Kuat Lekat Silinder Beton Dengan Tulangan dan Laju Korosi	67
4.10 Pembahasan Hasil dan Penelitian.....	68

2.4.4 Laju Korosi	18
2.5 Kuat Lekat Beton.....	19
2.5.1 Kuat Lekat Teoritis.....	19
2.5.2 Kuat Lekat Eksperimental	21
BAB III METODELOGI PENELITIAN	22
3.1 Program Penelititan	22
3.2 Bahan dan Peralatan	23
3.2.1 Bahan	23
3.2.2 Peralatan	25
3.3 Hasil Pengujian Material	30
3.3.1 Pengujian Agregat Halus	30
3.3.2 Pengujian Agregat Kasar	30
3.4 Benda Uji.....	30
3.4.1 Rencana Campuran Beton (<i>Concrete Mix Design</i>)	30
3.4.2 Detail Benda Uji	31
3.5 Tahap Persiapan Benda Uji	32
3.5.1 Tahap Pengujian Bahan Dasar Beton	32
3.5.2 Tahap Pembuatan Benda Uji	33
3.6 Pengujian Kuat Lekat Beton.....	35
3.7 Pengujian Laju Korosi.....	36
3.8 Analisa Data	37
3.9 Diagram Alir.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Deskripsi Umum.....	40
4.2 Pengujian Material.....	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	74
Lampiran 1. Pengujian Material Agregat Halus dan Agregat Kasar.....	74
Lampiran 2. Job Mix Design	75
Lampiran 3. Perhitungan Bahan Campuran Silinder Pendamping.....	76
Lampiran 4. Perhitungan Bahan Campuran Per 1 m ³	76
Lampiran 5. Perhitungan Bahan Campuran Benda Uji	76
Lampiran 6. Lampiran Dokumentasi Penelitian.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 terjadinya korosi pada besi	16
Gambar 2. 2 Panjang penyaluran baja tulangan	20
Gambar 3. 1 Tulangan Baja $\phi 8$, $\phi 10$ dan $\phi 12$	23
Gambar 3. 2 NaCL (3,5%)	24
Gambar 3. 3 Semen Portland Tipe 1	24
Gambar 3. 4 Agregat Halus	24
Gambar 3. 5 Agregat Kasar	25
Gambar 3. 6 Air	25
Gambar 3. 7 Universal Testing Machine (UTM)	26
Gambar 3. 8 Trafo	26
Gambar 3. 9 Tembaga	26
Gambar 3. 10 Wadah Rendaman	27
Gambar 3. 11 Timbangan Digital	27
Gambar 3. 12 Timbangan Triple Beam	27
Gambar 3. 13 Molen Cor	28
Gambar 3. 14 Cetakan Silinder Berukuran 15 x 30 cm.....	28
Gambar 3. 15 Gerinda	28
Gambar 3. 16 Cetok.....	29
Gambar 3. 17 Besi Penumbuk	29
Gambar 3. 18 Kawat Bandrat	29
Gambar 3. 19 Pan	30
Gambar 3. 20 Detail Benda Uji	32
Gambar 3. 21 Rendaman dalam NaCL dengan metode galvanostatik	35
Gambar 3. 22 Pengujian Kuat Cabut	36
Gambar 3. 23 Tulangan baja sebelum terjadi korosi dan setelah terkorosi.....	37
Gambar 3. 24 Diagram Ulir	39
Gambar 4. 1 Bekisting 15 x 30 cm	46
Gambar 4. 2 Memotong Besi tulangan dengan Panjang 50 cm.....	46
Gambar 4. 3 Menimbang Tulangan $\phi 8$, $\phi 10$, dan $\phi 12$	47
Gambar 4. 4 Menimbang Batu Pecah, Pasir, Air dan Semen	47

Gambar 4. 5 Cetok, Pan, Besi Penumbuk dan Bekisting	47
Gambar 4. 6 Memasukkan ½ bagian air, pasir, dan batu pecah ke dalam molen dan tunggu hingga tercampur seara merata.	48
Gambar 4. 7 Masukan Semen kedalam Molen.....	48
Gambar 4. 8 Masukan Air kedalam Molen	48
Gambar 4. 9 Menuangkan Adukan Beton Kedalam Pan.....	49
Gambar 4. 10 Melakukan Slumpt Test Sesuai dengan	49
Gambar 4. 11 Menuangkan Adukan Beton Per 1/3 bagian, Kedalam Bekisting Balok Menggunakan Cetok.....	49
Gambar 4. 12 Memasang Baja Tulangan Kedalam Beton	50
Gambar 4. 13 Perendaman Silinder Beton dengan Tulangan Selama 7 hari dalam wadah perendaman.....	50
Gambar 4. 14 Menimbang Air dan NaCl	50
Gambar 4. 15 Merendam Benda Uji Dalam Wadah Berisi Air dan NaCL	51
Gambar 4. 16 Melilit Kabel pada Tulangan Benda Uji.....	51
Gambar 4. 17 Benda Uji Dibiarkan Diudara Terbuka Selama 28 Hari.....	52
Gambar 4.18 Pengujian Kuat Cabut Menggunakan Mesin UTM (<i>Universal Testing Machine</i>).....	52
Gambar 4. 19 Menimbang Tulangan Baja yang Telah Terkorosi	52
Gambar 4. 20 Beton pecah/retak (besi tercabut), Beton utuh (Besi tercabut), Beton utuh (besi Putus)	53
Gambar 4. 21 Histogram perbandingan kuat lekat benda uji populasi 1 (BTTKD8).....	55
Gambar 4. 22 Histogram perbandingan kuat lekat benda uji populasi 2 (BTTKD10)...	56
Gambar 4. 23 Histogram perbandingan kuat lekat benda uji populasi 3 (BTTKD12)...	57
Gambar 4. 24 Histogram Perbandingan kuat Lekat Benda Uji Populasi 4 (BTTD8)	58
Gambar 4. 25 Histogram Perbandingan kuat Lekat Benda Uji Populasi 5 (BTTD10) ..	59
Gambar 4. 26 Histogram Perbandingan kuat Lekat Benda Uji Populasi 6 (BTTD12) ..	60
Gambar 4. 27 Perbandingan Kuat Lekat Rata-rata.....	60
Gambar 4. 28 Histogram Laju Korosi Populasi 4	63
Gambar 4. 29 Histogram Laju Korosi Populasi 5	64
Gambar 4. 30 Histogram Laju Korosi Populasi 6	65

Gambar 4. 31 Laju Korosi Rata-rata 66

Gambar 4. 32 Hubungan kuat Lekat Silinder Beton dengan Tulangan dan Laju Korosi 67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas-batas Gradasi Agregat Kasar	9
Tabel 2. 2 Batas-batas Gradasi Agregat Halus	10
Tabel 2. 3 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip/ulir.....	15
Tabel 2. 4 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos	15
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Agregat Halus	41
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	42
Tabel 4. 3 Komposisi Campuran Beton Pendamping Benda Uji	42
Tabel 4. 4 Perhitungan Kebutuhan Campuran Mix Design.....	43
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Benda Uji Trial Mix	43
Tabel 4. 6 Komposisi Campuran Silinder Pendamping Benda Uji	44
Tabel 4. 7 Komposisi Campuran Beton Pendamping.....	44
Tabel 4. 8 Kuat Tekan Beton Silinder Pendamping	44
Tabel 4. 9 Komposisi Campuran Beton Per 1 m ³	45
Tabel 4. 10 Kebutuhan campuran beton untuk 1 silinder.....	46
Tabel 4. 11 Kuat lekat eksperimental variable diameter tulangan 8 polos tidak korosi. 54	
Tabel 4. 12 Kuat lekat eksperimental variabel diameter tulangan 10 polos tidak korosi.	55
Tabel 4. 13 Kuat lekat eksperimental variabel diameter tulangan 12 polos tidak korosi.	56
Tabel 4. 14 Kuat lekat eksperimental variable diameter tulangan 8 polos terkorosi.....	57
Tabel 4. 15 Kuat lekat eksperimental variable diameter tulangan 10 polos terkorosi. ..	58
Tabel 4. 16 Kuat lekat eksperimental variabel diameter tulangan 12 polos terkorosi. ..	59
Tabel 4. 17 Perbandingan Kuat Lekat Rata-Rata Beton dengan Tulangan Normal dan Beton Dengan Tulangan Terkorosi	60
Tabel 4. 18 Berat Baja Tulangan yang Hilang (Populasi 4).....	62
Tabel 4. 19 Perhitungan Laju Korosi Populasi 4.....	63
Tabel 4. 20 Berat Baja Tulangan yang Hilang (Populasi 5).....	64
Tabel 4. 21 Perhitungan Laju Korosi Populasi 5.....	64
Tabel 4. 22 Berat Baja Tulangan yang Hilang (Populasi 6).....	65
Tabel 4. 23 Perhitungan Laju Korosi Populasi 6.....	65

Tabel 4. 24 Rata-rata Laju Korosi Pada Setiap Populasi.....	66
Tabel 4. 25 Hubungan Kuat Lekat dan Laju Korosi	67