

**PENGARUH LAJU KOROSI DAN LAMA RENDAMAN
BAJA TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP
GAYA TEKAN KOLOM BETON BERTULANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana**



NATALIA EVALIANI CEMBES

20041000101

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

2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Natalia Evaliani Cembes

Nim : 20041000101

Tanda Tangan :



Tanggal : 19 Maret 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH LAJU KOROSI DAN LAMA RENDAMAN
BAJA TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP
GAYA TEKAN KOLOM BETON BERTULANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

NATALIA EVALIANI CEMBES

20041000101

**Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada 28 Februari 2024**

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji I : Dr. Ninik Catur E. Y., ST., MT (.....)

Dosen Penguji II : Ir. Nila Kurniawati, MT (.....)

Dosen Saksi : Ir. Rizki Prasetya, ST., MT., IPM (.....)

Memeriksa dan menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Bambang Tri Leksono, MT)

(Ir. Nila Kurniawati, MT)

NIDN. 0726116101

NIDN. 0702056501

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

Malang, 19 Maret 2024

Mengetahui,



Ketua Program Studi Teknik Sipil

(Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT)

NIDN. 0004097002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat berkat dan pertolongan-Nya sehingga penelitian tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Laju Korosi dan Lama Rendaman Baja Tulangan Yang Terkorosi Terhadap Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang” dapat diselesaikan. Tujuan penulisan tugas akhir ini untuk memenuhi syarat kelulusan bagi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Selama proses penyusunan tugas akhir, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
2. Ibu Eko Indah Susanti, ST., MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
3. Bapak Ir. Bambang Tri Laksono, MT selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, ilmu, waktu, dukungan, arahan, serta masukan dalam pembuatan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Nila Kurniawati, MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, ilmu, waktu, dukungan, arahan, serta masukan dalam pembuatan Tugas Akhir.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa selama penyusunan tugas akhir.
6. Teman-teman yang sudah membantu dalam penyusunan tugas akhir.

Dengan kerendahan hati penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan masukan yang membangun dari pembaca untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

Malang, 19 Februari 2024

Natalia Evaliani Cembes

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Natalia Evaliani Cembes

Nim : 20041000101

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 Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGARUH LAJU KOROSI DAN LAMA RENDAMAN BAJA TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP GAYA TEKAN KOLOM BETON BERTULANG

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/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 : 19 Maret 2024

Yang Menyatakan



(Natalia Evaliani Cembes)

**PENGARUH LAJU KOROSI DAN LAMA RENDAMAN
BAJA TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP
GAYA TEKAN KOLOM BETON BERTULANG**

Natalia Evaliani Cembes

ABSTRAK

Beton bertulang merupakan material komposit yang terdiri dari campuran beton dan diperkuat dengan baja tulangan. Namun, baja tulangan sangat rentan terhadap korosi, terutama pada lingkungan yang berpotensi menyebabkan korosi. Lama rendaman memiliki pengaruh terhadap tingkat korosi baja tulangan dalam struktur beton. Pengkorosian kolom beton bertulang bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju korosi dan lama rendaman baja tulangan yang terkorosi terhadap gaya tekan kolom beton bertulang.

Pada penelitian ini menggunakan kolom beton bertulang berukuran 15 x 15 x 30 cm sebanyak 12 buah dengan lama rendaman 1 hari, 3 hari, dan 5 hari dengan tulangan memanjang diameter 4Ø8 mm dan sengkang Ø6-120 mm. Metode yang digunakan yaitu metode galvanostatik dengan air dan larutan rendaman NaCl 3,5 %. Pengujian gaya tekan dilakukan pada umur 28 hari menggunakan alat uji tekan beton *compression testing machine* ASTM C39 tentang *standar test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens* untuk benda uji silinder dan pengujian laju korosi berdasarkan ASTM G 31-72 tentang *Laboratory Corrosion Testing of Metals*.

Hasil uji gaya tekan kolom beton bertulang terbesar 493,4 kN pada lama rendaman 1 hari dan gaya tekan terkecil 416,1 kN pada lama rendaman 5 hari. Sedangkan untuk laju korosi terbesar 72595 mpy pada lama rendaman 1 hari dan laju korosi terkecil 28734 mpy pada lama rendaman 5 hari.

Kata kunci : laju korosi, lama rendaman, baja tulangan, gaya tekan, kolom beton bertulang.

THE EFFECT OF CORROSION RATE AND SOAKING LENGTH OF CORRODED REINFORCED STEEL ON THE COMPRESSIVE FORCE OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS

Natalia Evaliani Cembes

ABSTRACT

Reinforced concrete is a composite material consisting of a mixture of concrete and reinforced with reinforcing steel. However, reinforcing steel is very susceptible to corrosion, especially in environments that have the potential to cause corrosion. The soaking time has an influence on the level of corrosion of reinforcing steel in concrete structures. Corrosion of reinforced concrete columns aims to determine the effect of the corrosion rate and soaking time of corroded reinforcing steel on the compressive force of reinforced concrete columns.

in this research, 12 reinforced concrete columns measuring 15 x 15 x 30 cm were used with soaking times of 1 day, 3 days and 5 days with longitudinal reinforcement with a diameter of 4Ø8 mm and stirrups Ø6-120 mm. The method used is the galvanostatic method by immersion in water and 3.5% NaCl solution. Compressive force testing was carried out at the age of 28 days using an ASTM C39 compression testing machine regarding the standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens for cylindrical specimens and corrosion rate testing based on ASTM G 31-72 concerning Metal Laboratory Corrosion Tests.

The test results for the largest reinforced concrete column compressive force were 493.4 kN at a soaking time of 1 day and the smallest compressive force was 416.1 kN at a soaking time of 5 days. Meanwhile, the largest corrosion rate was 72595 mpy at a soaking time of 1 day and the smallest corrosion rate was 28734 mpy at a soaking time of 5 days.

Key words: *corrosion rate, soaking time, reinforcing steel, compressive force, reinforced concrete column.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2.1 Penelitian Murtadha K. Lafi, dkk (2022)	5
2.2.2 Penelitian Kyra Kamille Toledo, dkk (2020)	5
2.2 Teori Beton.....	6
2.2.1 Pengertian Beton	6
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	6
2.2.3 Bahan Penyusunan Beton.....	7
2.2.4 Sifat-sifat Beton.....	9
2.3 Sifat Mekanik Beton	10
2.3.1 Gaya Tekan Nominal (Pn).....	10
2.3.2 Gaya Tekan yang Terjadi (P).....	11
2.4 Mekanisme Keruntuhan Beton	11

2.5 Teori Baja Tulangan	12
2.5.1 Jenis Baja Tulangan Beton	12
2.5.2 Sifat Mekanis Baja Tulangan	14
2.6 Teori Korosi	15
2.6.1 Proses Korosi.....	15
2.6.2 Jenis-jenis Korosi	15
2.6.3 Penyebab Korosi	17
2.6.4 Laju Korosi.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Program Penelitian.....	19
3.2 Bahan dan Peralatan.....	20
3.2.1 Bahan.....	20
3.2.2 Peralatan	22
3.3 Hasil Pengujian Material.....	25
3.3.1 Pengujian Agregat Halus	26
3.3.2 Pengujian Agregat Kasar.....	26
3.3.3 Pengujian Tarik Baja Tulangan	26
3.4 Benda Uji	26
3.4.1 Perencanaan Campuran Beton	26
3.4.2 Detail Benda Uji.....	27
3.5 Pembuatan Benda Uji	29
3.6 Pengujian Gaya Tekan.....	31
3.7 Pengujian Laju Korosi	32
3.8 Analisa Data.....	32
3.9 Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Deskripsi Umum	34
4.2 Hasil Pengujian Material.....	34
4.2.1 Pengujian Agregat Halus	34
4.2.2 Pengujian Agregat Kasar.....	35
4.2.3 Pengujian Tarik Baja Tulangan	35
4.2.4 Benda Uji Trial Mix	36

4.3	Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Beton	36
4.3.1	Perhitungan Kebutuhan Bahan Beton	36
4.3.2	Kebutuhan Material Benda Uji Kolom	37
4.4	Pembuatan Benda Uji Kolom Bertulang.....	39
4.5	Pengujian Gaya Tekan Benda Uji Kolom	45
4.5.1	Mekanisme Keruntuhan Kolom	45
4.5.2	Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang (Populasi 1).....	45
4.5.3	Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang (Populasi 2).....	48
4.5.4	Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang (Populasi 3).....	51
4.5.5	Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang (Populasi 4).....	53
4.5.6	Hubungan antara Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Rata-rata	55
4.6	Pengujian Laju Korosi Kolom Beton Bertulang	56
4.6.1	Pengujian Laju Korosi Populasi 2 (Lama Rendaman 1 Hari).....	56
4.6.2	Pengujian Laju Korosi Populasi 3 (Lama Rendaman 3 Hari).....	60
4.6.3	Pengujian Laju Korosi Populasi 4 (Lama Rendaman 5 Hari).....	62
4.6.4	Hubungan Laju Korosi Kolom Beton Bertulang Rata-rata.....	64
4.6.5	Hubungan Gaya Tekan dengan Laju Korosi	64
4.7	Pembahasan Hasil Penelitian	66
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
	DAFTAR PUSTAKA.....	69
	LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Batas-batas Susunan Besar Butir Agregat Kasar (kerikil atau koral)	8
Tabel 2.2 Batas Gradasi Agregat Halus.....	8
Tabel 2.3 Beton Berdasarkan Kuat Tekannya	10
Tabel 2.4 Berat Jenis Beton pada Konstruksi Bangunan	10
Tabel 2.5 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos	12
Tabel 2.6 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip/ulir.....	13
Tabel 2.7 Sifat Mekanis Baja Tulangan	14
Tabel 3.1 Detail Benda Uji.....	27
Tabel 3.2 Detail Benda Uji Kolom Beton Bertulang untuk Laju Korosi.....	28
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	35
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	35
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengujian Tarik Baja Tulangan	35
Tabel 4.4 Benda Uji Trial Mix	36
Tabel 4.4 Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Beton.....	36
Tabel 4.5 Komposisi Campuran Beton Per 1 m ³	37
Tabel 4.6 Kebutuhan Campuran Kolom untuk 1 Kolom Beton Bertulang (Populasi 1)	37
Tabel 4.7 Kebutuhan Campuran Kolom untuk 1 Kolom Beton Bertulang (Populasi 2)	37
Tabel 4.8 Kebutuhan Campuran Kolom untuk 1 Kolom Beton Bertulang (Populasi 3)	38
Tabel 4.9 Kebutuhan Campuran Kolom untuk 1 Kolom Beton Bertulang (Populasi 4)	38
Tabel 4.10 Gaya Tekan Nominal Beton Bertulang Populasi 1.....	46
Tabel 4.11 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 1	47
Tabel 4.12 Perbandingan antara gaya tekan nominal (P _n) dengan gaya tekan (P) pada populasi 1 (Kolom Beton Bertulang Normal)	47
Tabel 4.13 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 1 (Lama Rendaman 1 Hari)	48

Tabel 4.14 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang populasi 2 (Lama Rendaman 1 Hari)	49
Tabel 4.15 Perbandingan antara Gaya Tekan Nominal (P_n) dengan Gaya tekan (P) pada populasi 2 (Lama Rendaman 1 Hari).....	50
Tabel 4.16 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang populasi 3 (lama rendaman 3 hari)	51
Tabel 4.17 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 3 (Lama Rendaman 3 Hari)	51
Tabel 4.18 Perbandingan antara Gaya Tekan Nominal (P_n) dengan Gaya tekan (P) pada populasi 3 (Lama Rendaman 3 Hari).....	52
Tabel 4.19 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 4 (lama rendaman 5 hari)	53
Tabel 4.20 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang populasi 4 (Lama Rendaman 5 Hari)	54
Tabel 4.21 Perbandingan antara Gaya Tekan Nominal (P_n) dengan Gaya tekan (P) pada populasi 4 (Lama Rendaman 5 Hari).....	54
Tabel 4.22 Hubungan antara Gaya Tekan Rata-rata Kolom Beton Bertulang	55
Tabel 4.23 Berat Baja Tulangan yang Hilang (Populasi 2).....	57
Tabel 4.24 Perhitungan Laju Korosi (Populasi 2).....	59
Tabel 4.25 Berat Baja Tulangan yang Hilang (Populasi 3).....	60
Tabel 4.26 Perhitungan Laju Korosi (Populasi 3).....	61
Tabel 4.27 Berat Baja Tulangan yang Hilang (Populasi 4).....	62
Tabel 4.28 Perhitungan Laju Korosi (Populasi 4).....	63
Tabel 4.29 Rata-rata Laju Korosi pada setiap Populasi	64
Tabel 4.30 Gaya Tekan Kolom Bertulang Terkorosi dan Laju Korosi.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Keruntuhan Beton.....	11
Gambar 3.1 NaCl	20
Gambar 3.2 Baja Tulangan.....	20
Gambar 3.3 Semen	21
Gambar 3.4 Agregat Kasar	21
Gambar 3.5 Agregat Halus	21
Gambar 3.6 Air.....	21
Gambar 3.7 Compression Test Machine	22
Gambar 3.8 Universal Testing Machine (UTM)	22
Gambar 3.9 Trafo	22
Gambar 3.10 Timbangan Digital.....	23
Gambar 3.11 Timbangan Triple Beam	23
Gambar 3.12 Saringan	23
Gambar 3.13 Wadah Aluminum.....	24
Gambar 3.14 Cetok	24
Gambar 3.15 Molen Cor	24
Gambar 3.16 Bekisting Kolom	24
Gambar 3.17 Wadah Plastik	25
Gambar 3.18 Logam Tembaga.....	25
Gambar 3.19 Kuas.....	25
Gambar 3.20 Detail Benda Uji Kolom 2D dan 3D	29
Gambar 3.19 Rendaman Benda Uji Kolom dalam NaCl.....	31
Gambar 3.20 Diagram Aliran.....	33
Gambar 4.1 Menimbang Tulangan Memanjang.....	39
Gambar 4.2 Perakitan Tulangan.....	39
Gambar 4.3 Pengolesan oli dan pemasangan tulangan pada bekisting.....	39
Gambar 4.4 Penimbangan material penyusun beton.....	40
Gambar 4.5 Molen dan cetok	40
Gambar 4.6 Pencampuran material penyusun beton	40
Gambar 4.7 Penuangan campuran beton ke pan	41
Gambar 4.8 Slump Test.....	41

Gambar 4.9 Proses memasukan campuran beton ke dalam bekisting kolom	41
Gambar 4.10 Pelepasan benda uji dari bekisting kolom	42
Gambar 4.11 Pengangkatan benda uji kolom dari proses curing	42
Gambar 4.12 Penimbangan NaCl dan air	42
Gambar 4.13 Proses korosi menggunakan metode galvanostatik	43
Gambar 4.14 Pengangkatan kolom dari larutan NaC	43
Gambar 4.15 Pengujian tekan kolom beton bertulang	43
Gambar 4.16 Menghancurkan benda uji kolom beton bertulang	44
Gambar 4.17 Penimbangan baja tulangan yang sudah terkorosi	44
Gambar 4.18 Tulangan sebelum dan sesudah korosi	44
Gambar 4.19 Mekanisme Keruntuhan Kolom	45
Gambar 4.20 Histogram Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 1 (Normal)	46
Gambar 4.21 Histogram Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 1 (Normal)	47
Gambar 4.22 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi pada populasi 1 (Kolom Beton Bertulang Normal)	48
Gambar 4.23 Histogram Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 2 (Lama Rendaman 1 Hari)	49
Gambar 4.24 Histogram Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 2 (Lama Rendaman 1 Hari)	49
Gambar 4.25 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi pada Populasi 2 (Lama Rendaman 1 Hari)	50
Gambar 4.26 Histogram Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 3 (Lama Rendaman 3 Hari)	51
Gambar 4.27 Histogram Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 3 (Lama Rendaman 3 Hari)	52
Gambar 4.28 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi pada Populasi 3 (Lama Rendaman 3 Hari)	52
Gambar 4.29 Histogram Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 4 (Lama Rendaman 5 Hari)	53

Gambar 4.30 Histogram Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 4 (Lama Rendaman 5 Hari)	54
Gambar 4.31 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi pada Populasi 4 (Lama Rendaman 5 Hari)	55
Gambar 4.32 Histogram Hubungan antara Gaya Tekan Rata-rata Kolom Beton Bertulang.....	56
Gambar 4.33 Histogram Berat Baja Tulangan Yang Hilang	57
Gambar 4.34 Histogram Laju Korosi Populasi 2 (Lama Rendaman 1 Hari).....	59
Gambar 4.35 Histogram Berat Baja Tulangan Yang Hilang	60
Gambar 4.36 Histogram Laju Korosi Populasi 3	61
Gambar 4.37 Histogram Berat Baja Tulangan Yang Hilang	62
Gambar 4.38 Histogram Laju Korosi Populasi 4	63
Gambar 4.39 Histogram Rata-rata Laju Korosi Per Populasi	64
Gambar 4.40 Gaya Tekan Kolom Bertulang dan Laju Korosi.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Tarik Baja Tulangan	71
Lampiran 2. Pengujian Material Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar	71
Lampiran 3. Pengujian Material Batu Pecah Sebagai Agregat Halus	73
Lampiran 4. Job Mix Design.....	74
Lampiran 5. Perhitungan Bahan Campuran Beton Bertulang per 1 m ³	75
Lampiran 6. Perhitungan Bahan Campuran Trial Mix Silinder	75
Lampiran 7. Perhitungan Kuat Tekan Trial Mix Silinder.....	75
Lampiran 8. Perhitungan Tulangan Kolom.....	76
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	77