

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KOROSI TULANGAN TERHADAP
KAPASITAS KOLOM GEDUNG 8 LANTAI**

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



RESTU KURNIAWAN

20170110176

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Restu Kurniawan
NIM : 20170110176
Judul : ANALISIS PENGARUH TINGKAT KOROSI
TULANGAN TERHADAP KAPASITAS KOLOM
GEDUNG 8 LANTAI

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 di kemudian hari ditemukan tidak benaran 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, 4 Desember 2021
Yang membuat pernyataan



Restu Kurniawan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT atas curahan rahmat serta hidayah-Nya yang telah memberikan penulis kesehatan, kekuatan dan kemampuan dan atas izin Allah SWT penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW sayyidul anbiya'I wal muslimin, beserta keluarganya, sahabat serta pengikut yang telah berjuang teguh dalam menegakan agama islam. Dengan segala kerendahan hati dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya tugas akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Keluarga tercinta, kedua orang tua, adik yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi serta dukungan moril maupun materil.
2. Dr.Eng Pinta Astuti, S.T., M.Eng. yang telah berbagi ilmu dan membimbing penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir.
4. Segenap dosen dan staff program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta baik secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam proses pencarian

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.

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. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr.Eng Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir
4. Segenap dosen dan staff program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta baik secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam proses pencarian ilmu.

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, 4 Desember 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II. STUDI LITERATUR.....	5
2.1 Kerusakan Struktur Beton.....	5
2.1.1 Retak (<i>Cracks</i>).....	5
2.1.1.1 Retak Plastis Akibat Penyusutan.....	5
2.1.1.2 <i>Drying Shrinkage Cracking</i>	5
2.1.1.3 <i>Concrete Cracking</i>	5
2.1.1.4 <i>Thermal Cracking</i>	6
2.1.1.5 Korosi.....	6
2.1.1.6 <i>Voids</i> dan <i>Honeycomb</i>	6
2.2 Korosi.....	6
2.2.1 Mekanisme Korosi	7
2.2.2 Jenis-jenis Korosi	9
2.2.3 Laju Korosi.....	12
2.2.4 Pengaruh Korosi terhadap Durabilitas Beton Bertulang	14
2.2.5 Cara Pencegahan Korosi	15
2.3 Perilaku Struktur Kolom Beton Akibat Korosi.....	16
2.3.1 Diagram interaksi	16
2.3.2 Rasio Tulangan.....	18
2.4 Pemodelan Menggunakan <i>Software</i> SAP2000	18
2.4.1 Pembebanan Struktur	21

2.4.2 Kelas Situs dan Koefisien Situs	30
2.4.3 Respon Spektrum	30
2.4.4 Kombinasi Pembebanan.....	34
2.5 Korelasi Antara Program SAP2000 dengan Program SP COLUMN.....	35
2.6 Cek Kapasitas Penampang Kolom dengan Program SP COLUMN.....	35
BAB III. METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Data Benda Uji.....	37
3.2 Mutu Material Baja pada Benda Uji	39
3.3 Alat.....	40
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian.....	40
3.5 Peraturan dan Referensi Yang Digunakan	41
3.6 Tahapan Penelitian.....	41
3.7 Bagan Alir Penelitian.....	42
3.8 Bagan Alir Penggunaan Program.....	42
3.8.1 Program SAP2000 v23.0.0.....	42
3.8.2 Program SPColumn.....	43
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Pendahuluan.....	45
4.2 Pembebanan	45
4.2.1 Beban Mati	45
4.2.1.1 Beban Mati Penutup Atap	45
4.2.1.2 Beban Mati Portal.....	47
4.2.2 Beban Hidup.....	48
4.2.3 Beban Angin.....	50
4.2.4 Beban Hujan.....	57
4.2.5 Beban Gempa	59
4.2.5.1 Kombinasi Pembebanan Terhadap Gaya Gempa.....	63
4.3 Analisis Penulangan Elemen Struktur	67
4.4 Hasil Gaya dalam Kolom.....	75
4.4.1 Momen Nominal	75
4.4.2 Kapasitas Momen.....	83
4.4.3 Regangan Tarik Baja	88
4.4.4 Rasio Tulangan.....	98
4.4.5 Diagram Interaksi.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penggolongan ketahanan korosi berdasarkan laju korosi	13
Tabel 2.2	Besaran beban hidup	22
Tabel 2.3	Kategori Risiko Bangunan terhadap Beban Angin	23
Tabel 2.4	Ketentuan Nilai Faktor Arah Angin	25
Tabel 2.5	Kategori risiko gempa	28
Tabel 2.6	Faktor keutamaan gempa	30
Tabel 2.7	Klasifikasi situs	30
Tabel 2.8	Koefisien situs F_a	31
Tabel 2.9	Koefisien situs F_v	32
Tabel 2.10	Nilai KDS berdasarkan S_{DS} dan kategori risiko	34
Tabel 2.11	Nilai KDS berdasarkan S_{D1} dan kategori risiko	34
Tabel 3.1	Dimensi benda uji.....	37
Tabel 3.2	Detail tulangan benda uji.....	37
Tabel 3.3	Mutu dan sifat dari baja tulangan beton.....	39
Tabel 3.4	Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir.....	39
Tabel 4.1	Nilai q_z untuk studi kasus I.....	52
Tabel 4.2	Nilai q_z untuk studi kasus II.....	52
Tabel 4.3	Nilai C_p untuk angin datang dan angin pergi studi kasus I.....	53
Tabel 4.4	Hitungan beban angin datang dan pergi studi kasus II	53
Tabel 4.5	Nilai C_p untuk angin datang dan angin pergi studi kasus II	54
Tabel 4.6	Hitungan beban angin datang dan pergi studi kasus II	54
Tabel 4.7	Gaya gempa.....	59
Tabel 4.8	Data percepatan gempa	60
Tabel 4.9	Simpangan antar lantai sumbu Y Studi Kasus I.....	62
Tabel 4.10	Simpangan Antar Lantai Sumbu X Studi Kasus I.....	62
Tabel 4.11	Simpangan Antar Lantai Sumbu X Studi Kasus II	63
Tabel 4.12	Simpangan Antar Lantai Sumbu Y Studi Kasus II	63
Tabel 4.13	Nilai P_u dan M_u	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses reaksi korosi pada baja tulangan	7
Gambar 2.2	Proses terjadinya korosi pada tulangan dalam beton	8
Gambar 2.3	Permukaan Baja yang mengalami serangan korosi seragam	10
Gambar 2.4	Permukaan Baja yang mengalami serangan korosi sumuran.....	11
Gambar 2.5	Permukaan Baja yang mengalami serangan korosi erosi.....	11
Gambar 2.6	Permukaan Baja yang mengalami serangan korosi sambungan dua	12
Gambar 2.7	Proses terjadinya korosi	14
Gambar 2.8	Tipikal Diagram Interaksi Kolom.....	17
Gambar 2.9	Kondisi lokasi situs Gedung	26
Gambar 2.10	Nilai percepatan batuan dasar pada periode pendek 0.2 detik Ss31	
Gambar 2.11	Nilai percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S1).....	31
Gambar 2.12	Peta transisi periode panjang (TL) wilayah Indonesia	33
Gambar 2.13	Spektrum respons desain	33
Gambar 3.1	Kolom C1.....	38
Gambar 3.2	Kolom C2.....	38
Gambar 3.3	Kolom C3.....	38
Gambar 3.4	Kolom C4-1	38
Gambar 3.5	Kolom C4-2	38
Gambar 3.6	Kolom C5.....	38
Gambar 3.7	Bagan Alir dari penelitian.....	42
Gambar 3.8	Bagan Alir Penggunaan SAP2000.....	43
Gambar 3.9	Bagan Alir Penggunaan SPColumn.....	44
Gambar 4.1	Grafik beban angin.....	54
Gambar 4.2	Grafik Respon Spektrum	61
Gambar 4.3	Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu X terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C1.....	76
Gambar 4.4	Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu Y terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C1.....	77
Gambar 4.5	Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu X terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C2.....	77
Gambar 4.6	Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu Y terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C2.....	78
Gambar 4.7	Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu X terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C3.....	79
Gambar 4.8	Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu Y terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C3.....	79
Gambar 4.9	Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu X terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-1.....	80

Gambar 4.10 Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu Y terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-1.....	81
Gambar 4.11 Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu X terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2.....	82
Gambar 4.12 Perbandingan grafik nilai momen nominal sumbu Y terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2.....	82
Gambar 4.13 Grafik nilai momen nominal sumbu X dan Y terhadap korosi pada (a) sumbu X dan (b) sumbu Y pada studi kasus I di kolom C5.....	83
Gambar 4.14 Perbandingan grafik nilai kapasitas momen terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C1	84
Gambar 4.15 Perbandingan grafik nilai kapasitas momen terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C2	85
Gambar 4.16 Perbandingan grafik nilai kapasitas momen terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C3	86
Gambar 4.17 Perbandingan grafik nilai kapasitas momen terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-1.....	87
Gambar 4.18 Perbandingan grafik nilai kapasitas momen terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2.....	88
Gambar 4.19 Grafik kapasitas momen terhadap korosi studi kasus I pada kolom C5.....	88
Gambar 4.20 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C1	89
Gambar 4.21 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap kapasitas momen pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C1 ...	90
Gambar 4.22 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C2	91
Gambar 4.23 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap kapasitas momen pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C2 ...	91
Gambar 4.24 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C3	92
Gambar 4.25 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap kapasitas momen pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C3 ...	93
Gambar 4.26 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-1.....	94
Gambar 4.27 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap korosi pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2.....	95
Gambar 4.28 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap kapasitas momen pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2.....	95
Gambar 4.29 Perbandingan grafik nilai regangan tarik baja terhadap kapasitas momen pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2.....	96

Gambar 4.30 Grafik nilai (a) regangan tarik baja terhadap korosi dan (b) regangan tarik baja terhadap kapasitas momen pada studi kasus I di kolom C5	97
Gambar 4.31 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu X pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C1	98
Gambar 4.32 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu Y pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C1	98
Gambar 4.33 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu X pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C2	99
Gambar 4.34 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu Y pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C2	100
Gambar 4.35 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu X pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C3	101
Gambar 4.36 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu Y pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C3	102
Gambar 4.37 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu X pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-1	103
Gambar 4.38 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu Y pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-1	104
Gambar 4.39 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu X pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2	104
Gambar 4.40 Perbandingan nilai rasio tulangan terhadap momen nominal sumbu Y pada (a) studi kasus I dan (b) studi kasus II di kolom C4-2	105
Gambar 4.41 Grafik momen nominal (a) momen nominal sumbu X terhadap rasio tulangan dan (b) momen nominal sumbu Y terhadap rasio tulangan pada studi kasus I di kolom C5.....	106
Gambar 4.42 Perbandingan diagram interaksi (a) Kolom C1 Beban 0% korosi 0% dan (b) Kolom C1 Beban 0% Korosi 10% pada studi kasus I.....	107
Gambar 4.43 Perbandingan diagram interaksi (a) Kolom C1 Beban 0% korosi 25% dan (b) Kolom C1 Beban 0% Korosi 50% pada studi kasus I.....	107
Gambar 4.44 Perbandingan diagram interaksi (a) Kolom C1 Beban 0% korosi 0% dan (b) Kolom C1 Beban 0% Korosi 10% pada studi kasus II.	108
Gambar 4.45 Perbandingan diagram interaksi (a) Kolom C4-1 Beban 0% korosi 0% dan (b) Kolom C4-1 Beban 10% Korosi 0% pada studi kasus I.....	108
Gambar 4.46 Perbandingan diagram interaksi (a) Kolom C4-1 Beban 20% korosi 0% dan (b) Kolom C4-1 Beban 30% Korosi 0% pada studi kasus I.....	109
Gambar 4.47 Perbandingan diagram interaksi (a) Kolom C4-1 Beban 0% korosi 50% dan (b) Kolom C4-1 Beban 10% Korosi 50% pada studi kasus II.....	110
Gambar 4.48 Perbandingan diagram interaksi (a) Kolom C4-1 Beban 20% korosi 50% dan (b) Kolom C4-1 Beban 30% Korosi 50% pada studi kasus II.	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Luaran SAP 2000.....	115
Lampiran 2 Luaran SPColumn	143

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
a_v	[mm]	Jarak dari pusat beban terpusat ke muka tumpuan
A_s	[mm ²]	Luas tulangan tarik longitudinal
A_s'	[mm ²]	Luas tulangan tekan
A_{sh}	[mm ²]	Luas total penampang tulangan transversal
A_{smin}	[mm ²]	Nilai luasan minimum tulangan lentur
B	[mm]	Lebar elemen struktur
c_c	[mm]	Selimut bersih tulangan
D	[mm]	Jarak dari serat tekan terjauh menuju pusat tulangan
d'	[mm]	Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan
db	[mm]	Diameter tulangan prategang
D	[kN]	Beban mati layan
E_s	[MPa]	Modulus elastisitas tulangan
f_c'	[MPa]	Nilai kuat tekan beton
F_y	[MPa]	Kuat leleh tulangan
H	[mm]	Tebal ataupun tinggi elemen
I	[mm ⁴]	Momen inersia
l_n	[mm]	Panjang bentang bersih
M_n	[N.mm]	Momen nominal lentur
M_u	[N.mm]	Momen terfaktor element
P_n	[N]	Kekuatan nominal aksial
P_u	[N]	Gaya aksial terfaktor

DAFTAR SINGKATAN

ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
BMKG	: Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika
KDS	: Katagori Desain Seismik
LRFD	: <i>Load And Resistance Factor Desain</i>
PBI	: Peraturan Beton Bertulang Indonesia
PPURG	: Pedoman Peraturan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SRMPK	: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.

DAFTAR ISTILAH

1. Balok
Komponen struktur yang memikul beban lateral
2. Rangka momen
System rangka yang memberikan ketahanan terhadap beban lateral serta memberikan kestabilan terhadap struktur
3. Kolom
Komponen struktur yang berfungsi memikul gaya aksial
4. Beban
Gaya yang bekerja pada komponen struktur
5. Beban mati
Berat dari semua komponen struktur yang tetap
6. Beban hidup
Beban akibat penggunaan atau fungsi bangunan
7. Beban terfaktor
Beban yang bekerja yang telah dikalikan faktor beban sesuai ketentuan yang disyaratkan.
8. Kuat tekan
Besarnya beban per satuan luas yang mengakibatkan beton hancur apabila diberi beban dengan besaran tertentu