

TUGAS AKHIR

**PENGARUH *PATCH REPAIR* PADA MORTAR GEOPOLIMER
TERHADAP POTENSIAL KOROSI TULANGAN**

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



MUHAMMAD FAIZ NUR ARDIAN

20190110126

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Faiz Nur Ardian
NIM : 20190110126
Judul : Pengaruh *patch repair* pada mortar geopolimer terhadap potensial korosi tulangan

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 manapun

Yogyakarta, 01 April 2023

Yang membuat pernyataan



Muhammad Faiz Nur Ardian

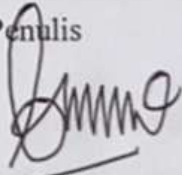
HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Faiz Nur Ardian
NIM : 20190110126
Judul : Pengaruh *patch repair* pada mortar geopolimer terhadap potensial korosi tulangan

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "*Corrosion Prevention Method on Geopolymer Based Mortar as Patch Repair Mortar*"

Penulis



Muhammad Faiz

Yogyakarta

Dosen Pembimbing



Dr. Eng. Ir. Pirta Astuti, S.T.,M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala Puji Bagi Allah Tuhan semesta alam atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam tidak lupa saya kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Pertama – tama saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T, M.Eng. yang telah membimbing dan memotivasi saya dari awal hingga akhir dalam menyusun tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada keluarga besar, khususnya orang tua saya dan adik saya yang telah memberikan dorongan tak habis – habis untuk tetap semangat dan pantang menyerah dalam mengerjakan tugas akhir ini dan selalu berkata untuk tetap menjalankan shalat ditengah – tengah mengerjakan tugas akhir ini.

Terima kasih kepada teman kelompok saya dan teman – teman dekat saya yang selalu melihat proses demi proses yang saya lakukan dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Terima kasih kepada teman – teman Teknik Sipil 2019 yang telah berjuang bersama selama kurang lebih 4 tahun semoga kalian sukses kedepannya.

PRAKATA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, 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 menganalisis potensial korosi pada mortar geopolimer dengan bahan *fly ash* 70% dan Alkali Aktivator 30%.

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, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Restu Faizah S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Teman-teman Teknik Sipil 2019 yang telah berjuang bersama selama perkuliahan.
5. Seluruh orang yang telah mendukung saya baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Tinjauan Pustaka	4
2.2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.3 Dasar Teori.....	16
2.3.1 Mortar Geopolimer	16
2.3.2 Material Penyusun.....	17
2.3.3 Pemeriksaan agregat	17
2.3.4 Pengujian Baja Tulangan	19
2.3.5 <i>Mix design</i> Mortar	20
2.3.6 Fresh Properties	21
2.3.7 Korosi	22
BAB III METODE PELAKSANAAN	25

3.1	Materi Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan	25
	3.2.1 Alat	25
	3.2.2 Bahan.....	36
	3.2.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	40
3.3	Tahapan Penelitian	41
	3.4 Studi Literatur.....	42
	3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	42
	3.4.2 Pengujian Material	42
	3.4.3 <i>Curing</i>	51
	3.4.4 Uji Korosi	52
3.5	Analisi data.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Pengujian Pada Material	53
	4.1.1 Hasil Pengujian	53
4.2	Pengujian <i>Fresh Properties</i>	56
	4.2.1 Flow Table Test	56
	4.2.2 Uji Densitas	57
4.3	<i>Mix design</i>	58
4.4	Pengujian Potensial Korosi	59
	4.4.1 Potensial Korosi Pada Masa Perawatan Mortar	59
	4.4.1.1 Perbandingan Potensial Korosi Pada Mortar Normal dan Mortar Geopolimer dengan Metode <i>Half-cell Potential</i>	59
	4.4.1.2 Perbandingan nilai potensial sebelum dan setelah benda uji di <i>existing</i> pada benda uji <i>patch repair</i>	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		64
	5.1 Kesimpulan	64
	5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		xx
LAMPIRAN.....		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil pengujian potensi baja tulangan	11
Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	13
Tabel 2. 3 Perhitungan <i>mix design</i> mortar	20
Tabel 2. 4 Klasifikasi Potensial Terjadinya Korosi Tulangan (ASTM, 1999).	24
Tabel 4. 1 Hasil pengujian gradasi butiran	54
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kadar air	55
Tabel 4. 3 Hasil Pemeriksaan Laboratorium Material Agregat Halus	56
Tabel 4. 4 Klasifikasi <i>Workability</i> (Mermerdaş et al., 2017).....	57
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>Flow Table</i>	57
Tabel 4. 6 Hasil Rata – rata Pengujian Densitas	57
Tabel 4. 7 <i>Mix design</i> proporsi 1 m ³	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil potensial benda uji pada a (air netral) dan b (larutan NaCl) ⁴	
Gambar 2.2 Grafik potensial korosi tulangan beton tanpa anoda korban	5
Gambar 2.3 Grafik potensial korosi tulangan beton tanpa anoda korban	6
Gambar 2.4 Grafik hubungan nilai kuat tekan dengan umur mortar	7
Gambar 2.5 <i>Instan-off</i> dari tulangan yang dilindungi oleh anoda.....	8
Gambar 2.6 Grafik hasil pengujian kuat lentur.....	9
Gambar 2.7 Peta potensial tulang rusuk <i>longitudinal</i> dengan potensial negatif terbesar	10
Gambar 2.8 Grafik hubungan (w/s) dengan kuat tekan mortar geopolimer perbandingan kondisi SS/SH = 3.5 dan 1.5 pada usia 28 hari	11
Gambar 2.9 Pengujian <i>workability</i> pada mortar	12
Gambar 2.10 Grafik hasil kuat tekan mortar geopolimer.....	13
Gambar 2.11 Proses terjadinya korosi pada tulangan (Broomfield, 2007)	22
Gambar 2.12 Bagan alir terjadinya korosi (F, 2007)	23
Gambar 3.1 Oven	25
Gambar 3.2 <i>Concrete mixer</i>	26
Gambar 3.3 Timbangan digital	26
Gambar 3.4 Nampan	27
Gambar 3.5 Ayakan	27
Gambar 3.6 Tabung erlenmeyer.....	28
Gambar 3.7 Mesin <i>shave shaker</i>	28
Gambar 3.8 Pipet dan gelas ukur 10 mL.....	29
Gambar 3.9 Tabung ukur	29
Gambar 3.10 Cetakan.....	30
Gambar 3. 11 Jangka sorong.....	30
Gambar 3.12 Kerucut <i>abrams</i>	31
Gambar 3.13 Batang penusuk	31
Gambar 3.14 Penggaris	32
Gambar 3.15 Sekop kecil	32
Gambar 3.16 <i>Flow table</i>	33
Gambar 3.17 <i>Multimeter</i>	33

Gambar 3.18 <i>Reference electrode</i>	34
Gambar 3.19 Kabel dan skun	34
Gambar 3.20 Handuk	35
Gambar 3.21 <i>Lem soligen silicon</i>	35
Gambar 3.22 Pipa PVC	36
Gambar 3.23 Pasir	36
Gambar 3.24 <i>Fly ash</i>	37
Gambar 3.25 Alkali aktivator yaitu (a) Na_2SiO_3 dan (b) NaOH	37
Gambar 3.26 <i>Tap water</i>	38
Gambar 3.27 <i>Superplastizer</i>	38
Gambar 3.28 (a) Oli (b) Pelembab	39
Gambar 3.29 <i>Alumunium foil</i>	39
Gambar 3.30 Plastik <i>wrap</i>	40
Gambar 3.31 Baja tulangan	40
Gambar 3.32 Bagan alir penelitian	41
Gambar 3.33 Desain benda uji <i>patch repair</i>	44
Gambar 3.34 Desain benda uji mortar normal	44
Gambar 3.35 Desain benda uji mortar geopolimer	44
Gambar 3.36 Pencarian baja tulangan	45
Gambar 3.37 Pembuatan bekisting untuk benda uji	45
Gambar 3.38 Pengambilan pasir	46
Gambar 3.39 Pencucian pasir	46
Gambar 3.40 Proses pencarian <i>fly ash</i>	47
Gambar 3.41 Agregat halus dan <i>fly ash</i> ditimbang	47
Gambar 3.42 Agregat halus dan <i>fly ash</i> dimasukkan ke <i>concrete mixer</i>	48
Gambar 3.43 Percampuran senyawa	48
Gambar 3.44 Percampuran semua material penyusun	49
Gambar 3.45 Adonan dikeluarkan dari <i>concrete mixer</i>	49
Gambar 3.46 Pengujian <i>flow table</i>	50
Gambar 3.47 Adonan dimasukkan ke dalam bekisting	50
Gambar 3.48 Proses pengeringan mortar dengan oven	51

Gambar 3.49 (a) <i>Curing</i> dengan <i>aluminium foil</i> dan <i>plastik wrap</i> (b) <i>Curing</i> dengan handuk basah.....	51
Gambar 3.50 Proses pengujian korosi menggunakan	52
Gambar 4.1 Grafik pengujian hasil hasil gradasi butiran.....	54
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan potensial korosi, (a) tulangan 1 1A1 geopolimer dan 1B1 normal.....	59
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan potensial korosi tulangan 2 1A1 geopolimer dan 1B1 normal.....	60
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan potensial korosi tulangan 1 1A2 geopolimer dan 1B2 Normal.....	60
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan potensial korosi tulangan 2 1A2 geopolimer dan 1B2 normal.....	60
Gambar 4. 6 Grafik pengujian potensial korosi 2B1 tulangan 1.....	62
Gambar 4. 7 Grafik pengujian potensial korosi 2B1 tulangan 2.....	62
Gambar 4. 8 Grafik pengujian potensial korosi 2B2 tulangan 1.....	62
Gambar 4. 9 Grafik pengujian potensial korosi 2B2 tulangan 2.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus
Lampiran 2 Pengujian Gradasi Butiran
Lampiran 3 Pengujian Kadar Air Agregat Mortar
Lampiran 4 Pengujian Kadar Lumpur
Lampiran 5 Pengujian Kuat Tarik Baja

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
B	[g]	Berat <i>piknometer</i> bersih
Bt	[g]	Berat <i>piknometer</i> bersih + air + benda uji
Bk	[g]	Berat benda uji kering oven
SSD	[g]	Berat benda uji
W ₁	[g]	Massa benda uji
W ₂	[g]	Massa benda uji kering oven
B ₁	[g]	Massa benda uji kering oven sebelum dicuci
B ₂	[g]	Massa benda uji kering oven sesudah dicuci
W _s	[g]	Berat semen
W _p	[g]	Berat pasir
W _a	[g]	Berat air
W _{sp}	[g]	Berat <i>superplasticizer</i>
D ₁	[L]	Diameter dasar kerucut
D ₂	[L]	Diameter setelah uji <i>flow</i>
F _c '	[M][L] ⁻²	Kuat tekan
Δl	[L]	Perpanjangan
%δL	[%]	Persen perpanjangan
A ₀	[L] ²	Luas penampang awal
A ₁	[L] ²	Luas penampang akhir
%δA	[%]	Persen pengurangan luas
ε _y	[%]	Regangan leleh
σ _y	[M][L] ⁻²	Tegangan leleh

DAFTAR SINGKATAN

SP	: Superplasticizer
SNI	: Standar Nasional Indonesia
BSN	: Badan Standarisasi Nasional
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
HCP	: <i>Half-Cell Potential</i>
SSE	: Silver-Silver / Chloride Electrode
CSE	: <i>Calomel Saturated Electrode</i>
NaCl	: Natrium Klorida
Na ₂ SiO ₃	: <i>Natrium silikat</i>
NaOH	: <i>Natrium hidroksida</i>
H ₂ O	: Air
HCP	: <i>Half-cell potential</i>
mV	: <i>Medium Voltage</i>
Mc	: Massa wadah ukur yang diisi beton
Mm	: Massa wadah ukur kosong
MHB	: Modulus Halus Butiran
MPa	: Mega Pascal
PLTU	: Pembangkit tenaga listrik tenaga uap
g	: gram
mm	: milimeter
cm	: centimeter
Si	: Silika
D	: Densitas beton

DAFTAR ISTILAH

1. Abu terbang (*Fly ash*)
Pengganti semen yang merupakan bagian pokok untuk membuat mortar ramah lingkungan yang digunakan untuk sumber material dalam campuran mortar.
2. Alkali aktivator
Perbandingan larutan sodium silikat dengan larutan naoh.
3. *Exposure condition*
Masa paparan mortar.
4. *Fresh properties*
Beton atau mortar dalam kondisi segar.
5. *Half-cell potential test*
Metode yang digunakan untuk mengindikasikan tingkat korosi pada tulangan yang berada di dalam beton atau mortar.
6. Mortar geopolimer
Mortar dengan bahan pengikat yang sepenuhnya tidak menggunakan semen sebagai pengikat, tetapi menggunakan *fly ash* sebagai pengganti karena kandungan silika dan aluminanya sangat tinggi.
7. *Mix design*
Komposisi penyusun dari pembuatan mortar.
8. *Workability*
Kemudahan dalam mengerjakan beton atau mortar.
9. *Hardened Properties*
Mortar atau beton yang sudah mengeras
10. *Curing*
Perawatan selama kondisi pengerasan.
11. *Patch Repair*
Proses perbaikan pada mortar yang sudah terkorosi dengan cara memperbaiki daerah yang rusak dengan material baru