

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI PENCEGAHAN KOROSI BETON *GEOPOLYMER*  
*FLY ASH* DAN ABU SEKAM PADI DENGAN ALKALI  
AKTIVATOR 40%**



**Disusun oleh:**

**Rivalda Fathshelly**

**20200110038**

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

**2024**

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI PENCEGAHAN KOROSI BETON *GEOPOLYMER*  
*FLY ASH* DAN ABU SEKAM PADI DENGAN ALKALI  
AKTIVATOR 40%**

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



**Rivalda Fathshelly**

**20200110038**

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

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rivalda Fathshelly  
NIM : 20200110038  
Judul : Evaluasi Pencegahan Korosi Beton *Geopolymer Fly Ash*  
dan Abu Sekam Padi dengan Alkali Aktivator 40%

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, 15 Februari 2024

Yang membuat pernyataan



Rivalda Fathshelly

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rivalda Fathshelly

NIM : 20200110038

Judul : Evaluasi Pencegahan Korosi Beton *Geopolymer Fly Ash* dan Abu Sekam Padi dengan Alkali Aktivator 40%

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "*Durability of geopolymer mortar as patch repair material against chloride and carbonation-induced corrosion*" dan didanai melalui skema hibah Penelitian dasar pada tahun 2023/2024 oleh LRI UMY Tahun Anggaran 2023/2024 dengan nomor hibah 47/R-LRI/XI/2023.

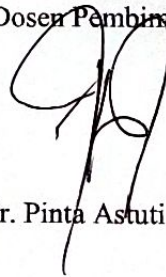
Yogyakarta, 15 Februari 2024

Penulis,



Rivalda Fathshelly

Dosen Pembimbing,



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

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk kedua orang tuaku dan seluruh saudaraku.  
Semoga dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negaraku.

## 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, ST, MT, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

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, 15 Februari 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, flowing letters.

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxvi
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG .....	xxvii
DAFTAR SINGKATAN .....	xxviii
DAFTAR ISTILAH .....	xxix
ABSTRAK .....	xxx
<i>ABSTRACT</i> .....	xxxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	8
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.1.1 Pengaruh Air Laut Terhadap Besi .....	8
2.1.2 Pengaruh <i>Coating</i> Terhadap Korosi Besi .....	11
2.1.3 Pengaruh Ketebalan Selimut Beton Terhadap Besi .....	13
2.1.4 Analisis Potensial Korosi dengan Metode <i>Half Cell Potential</i> .....	15
2.1.5 Pengaruh Karbonasi Terhadap Korosi .....	17
2.1.6 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Saat Ini .....	19
2.2 Dasar Teori .....	22
2.2.1 Beton .....	22
2.2.2 Korosi .....	22
2.2.3 <i>Half Cell Potential</i> .....	23
2.2.5 Karbonasi .....	24
2.2.6 <i>Exposure Condition</i> .....	25

2.2.7 Korosi Aktual.....	25
BAB III. METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Materi.....	27
3.2 Alat dan Bahan .....	30
3.2.1 Alat .....	30
3.2.2 Bahan .....	35
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
3.4 Tahapan Penelitian.....	39
3.4.1 Studi Pustaka .....	40
3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan .....	41
3.4.3 Uji Potensial Korosi Menggunakan Metode <i>Half-Cell Potential</i> .....	41
3.4.4 <i>Exposure Condition</i> .....	42
3.4.5 Penghancuran Benda Uji .....	44
3.4.6 Uji Karbonasi.....	44
3.5 Analisis Korosi Aktual .....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	46
4.1 Pengujian Potensial Korosi .....	46
4.1.1 Uji Potensial Korosi Benda Uji <i>Fly Ash</i> .....	46
4.1.2 Uji Potensial Korosi Benda Uji <i>Rice Husk Ash</i> .....	67
4.1.3 Uji Potensial Korosi Benda Uji <i>Batching Plant Waste</i> .....	89
4.1.4 Perbandingan Potensi Korosi Pada Keseluruhan Benda Uji .....	110
4.2 Pengujian Karbonasi .....	119
4.2.1 Uji Karbonasi Benda Uji <i>Fly Ash</i> .....	119
4.2.2 Uji Karbonasi Benda Uji <i>Rice Husk Ash</i> .....	121
4.2.3 Uji Karbonasi Benda Uji <i>Batching Plant Waste</i> .....	123
4.2.4 Perbandingan Uji Karbonasi Pada Keseluruhan Benda Uji .....	124
4.3 Pengujian Perhitungan Korosi Aktual.....	126
4.3.1 Uji Korosi Aktual Benda Uji <i>Fly Ash</i> .....	126
4.3.2 Uji Korosi Aktual Benda Uji <i>Rice Husk Ash</i> .....	131
4.3.3 Uji Korosi Aktual Benda Uji <i>Batching Plant Waste</i> .....	136
4.3.4 Perbandingan Pengujian Korosi Aktual Pada Keseluruhan Benda Uji.....	140
4.4 Pengujian <i>Mass Loss</i> .....	143
4.4.1 Uji <i>Mass Loss</i> Benda Uji <i>Fly Ash</i> .....	143
4.4.2 Uji <i>Mass Loss</i> Benda Uji <i>Rice Husk Ash</i> .....	146
4.4.3 Uji <i>Mass Loss</i> Benda Uji <i>Batching Plant Waste</i> .....	149
4.4.4 Perbandingan Pengujian <i>Mass Loss</i> Pada Keseluruhan Benda Uji ...	152



4.5 Korelasi Hubungan.....	154
4.5.1 Hubungan HCP dengan Korosi Aktual .....	154
4.5.2 Hubungan HCP dengan <i>Mass Loss</i> .....	155
4.5.3 Hubungan <i>Mass Loss</i> dengan <i>Corroded Area</i> .....	156
4.5.4 Hubungan HCP dengan Karbonasi .....	157
4.5.4 Hubungan <i>Mass Loss</i> dengan Karbonasi .....	157
4.5.4 Hubungan <i>Corroded Area</i> dengan Karbonasi .....	158
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	160
5.1 Kesimpulan .....	160
5.2 Saran.....	161
DAFTAR PUSTAKA .....	162
LAMPIRAN .....	165

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perbedaan benda uji .....	5
Tabel 2. 1 Hasil pengujian korosi (Ramadani & Sakti, 2017) .....	10
Tabel 2. 2 Perbandingan penelitian saat ini dengan penelitian terdahulu .....	19
Tabel 2. 3 Klasifikasi peluang korosi (ASTM C876-15, 2015) .....	24
Tabel 3. 1 Spesifikasi benda uji Prasetya (2023) .....	27
Tabel 3. 2 Spesifikasi benda uji Juliana (2023).....	28
Tabel 3. 3 Spesifikasi benda uji (Fauzan, 2022) .....	29
Tabel 3. 4 Perbedaan pencegahan dan <i>exposure</i> benda uji (Prasetya, 2023) .....	35
Tabel 3. 5 Perbedaan pencegahan dan <i>exposure</i> benda uji Hera Juliana (2023)...	36
Tabel 3. 6 Perbedaan pencegahan dan <i>exposure</i> benda uji (Fauzan, 2022) .....	37
Tabel 3. 7 <i>Mix design</i> benda uji Prasetya (2023) .....	40
Tabel 3. 8 <i>Mix design</i> benda uji Juliana (2023) .....	40
Tabel 3. 9 <i>Mix design</i> benda uji Fauzan (2022) .....	41
Tabel 4. 1 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 3 cm .....	47
Tabel 4. 2 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 5 cm .....	48
Tabel 4. 3 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 3 cm.....	50
Tabel 4. 4 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 5 cm.....	51
Tabel 4. 5 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 3 cm.....	53
Tabel 4. 6 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 5 cm.....	54
Tabel 4. 7 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 3 cm.....	56
Tabel 4. 8 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 5 cm.....	57

Tabel 4. 9 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 3 cm.....	58
Tabel 4. 10 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 5 cm .....	59
Tabel 4. 11 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 3 cm .....	61
Tabel 4. 12 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 5 cm .....	62
Tabel 4. 13 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry lab condition</i> .....	64
Tabel 4. 14 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure wet towel condition</i> .....	65
Tabel 4. 15 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>dry-wet cycle</i> .....	66
Tabel 4. 16 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 3 cm.....	68
Tabel 4. 17 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 5 cm.....	69
Tabel 4. 18 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 3 cm.....	71
Tabel 4. 19 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 5 cm.....	72
Tabel 4. 20 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 3 cm.....	74

Tabel 4. 21 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 5 cm.....	75
Tabel 4. 22 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 3 cm .....	77
Tabel 4. 23 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 5 cm .....	78
Tabel 4. 24 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 3 cm .....	80
Tabel 4. 25 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 5 cm .....	81
Tabel 4. 26 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 3 cm .....	82
Tabel 4. 27 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 5 cm .....	83
Tabel 4. 28 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry lab condition</i> .....	85
Tabel 4. 29 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure wet towel condition</i> .....	87
Tabel 4. 30 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry-wet cycle</i> .....	88
Tabel 4. 31 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 3 cm .....	90
Tabel 4. 32 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 5 cm .....	91

Tabel 4. 33 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 3 cm .....	93
Tabel 4. 34 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 5 cm .....	94
Tabel 4. 35 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 3 cm.....	95
Tabel 4. 36 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 5 cm.....	96
Tabel 4. 37 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 3 cm .....	98
Tabel 4. 38 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 5 cm .....	99
Tabel 4. 39 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 3 cm .....	101
Tabel 4. 40 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 5 cm .....	102
Tabel 4. 41 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 3 cm .....	104
Tabel 4. 42 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 5 cm .....	105
Tabel 4. 43 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry lab condition</i> .	107

Tabel 4. 44 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure wet towel condition</i>	108
Tabel 4. 45 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry wet cycle</i> .....	109
Tabel 4. 46 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	111
Tabel 4. 47 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	112
Tabel 4. 48 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh pencegahan korosi.....	112
Tabel 4. 49 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	113
Tabel 4. 50 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	113
Tabel 4. 51 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh pencegahan korosi.....	114
Tabel 4. 52 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	115
Tabel 4. 53 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	115
Tabel 4. 54 Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh pencegahan korosi .....	116
Tabel 4. 55 Perbandingan nilai potensial korosi keseluruhan benda uji .....	117
Tabel 4. 56 Perbandingan nilai potensial korosi keseluruhan benda uji akibat pengaruh ketebalan selimut.....	118
Tabel 4. 57 Perbandingan nilai potensial korosi keseluruhan benda uji akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	118
Tabel 4. 58 Perbandingan nilai potensial korosi keseluruhan benda uji akibat pengaruh pencegahan korosi .....	118
Tabel 4. 59 Hasil pengujian karbonasi benda uji beton geopolimer <i>fly ash</i> .....	121
Tabel 4. 60 Hasil pengujian karbonasi benda uji beton geopolimer <i>rice husk ash</i> .....	121

Tabel 4. 61 Hasil pengujian karbonasi benda uji beton <i>batching plant waste</i> ....	124
Tabel 4. 62 Perbandingan nilai kedalaman karbonasi keseluruhan benda uji .....	125
Tabel 4. 63 Perbandingan nilai kedalaman karbonasi keseluruhan benda uji akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	125
Tabel 4. 64 Perbandingan nilai kedalaman karbonasi keseluruhan benda uji akibat pengaruh pencegahan korosi .....	126
Tabel 4. 65 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton geopolimer <i>fly ash</i> ..	129
Tabel 4. 66 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	130
Tabel 4. 67 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	130
Tabel 4. 68 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh pencegahan korosi.....	131
Tabel 4. 69 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton geopolimer <i>rice husk ash</i> .....	133
Tabel 4. 70 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	134
Tabel 4. 71 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	135
Tabel 4. 72 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh pencegahan korosi.....	135
Tabel 4. 73 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton <i>batching plant waste</i>	138
Tabel 4. 74 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	139
Tabel 4. 75 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	139
Tabel 4. 76 Perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh pencegahan korosi .....	140
Tabel 4. 77 Perbandingan nilai korosi aktual keseluruhan benda uji.....	141
Tabel 4. 78 Perbandingan nilai korosi aktual keseluruhan benda uji akibat pengaruh ketebalan selimut.....	142

Tabel 4. 79 Perbandingan nilai korosi aktual keseluruhan benda uji akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	142
Tabel 4. 80 Perbandingan nilai korosi aktual keseluruhan benda uji akibat pengaruh pencegahan korosi .....	142
Tabel 4. 81 Hasil pengujian <i>mass loss</i> benda uji beton geopolimer <i>fly ash</i> .....	143
Tabel 4. 82 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	144
Tabel 4. 83 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	145
Tabel 4. 84 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh pencegahan korosi.....	145
Tabel 4. 85 Hasil pengujian <i>mass loss</i> benda uji beton geopolimer <i>rice husk ash</i> .....	146
Tabel 4. 86 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	147
Tabel 4. 87 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	148
Tabel 4. 88 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh pencegahan korosi .....	148
Tabel 4. 89 Hasil pengujian <i>mass loss</i> benda uji beton <i>batching plant waste</i> ....	149
Tabel 4. 90 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	150
Tabel 4. 91 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	151
Tabel 4. 92 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh pencegahan korosi .....	151
Tabel 4. 93 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> keseluruhan benda uji .....	153
Tabel 4. 94 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> keseluruhan benda uji akibat pengaruh ketebalan selimut.....	153
Tabel 4. 95 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> keseluruhan benda uji akibat pengaruh <i>exposure condition</i> .....	153
Tabel 4. 96 Perbandingan nilai <i>mass loss</i> keseluruhan benda uji akibat pengaruh pencegahan korosi .....	154



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk dan ukuran spesimen benda uji baja karbon (Nasution, 2018) .....	9
Gambar 2. 2 Hasil scanning spesimen (a) Baja karbon rendah (b) Baja karbon sedang (c) Baja karbon tinggi (Nasution, 2018) .....	9
Gambar 2. 3 Metode pengujian (Wibowo & Ghofur, 2021) .....	10
Gambar 2. 4 Hasil pengujian (Wibowo & Ghofur, 2021).....	11
Gambar 2. 5 Spesimen benda uji pelat baja (Afandi dkk., 2015).....	12
Gambar 2. 6 Nilai perbandingan korosi (a) Diagram perbandingan hasil perhitungan laju korosi menggunakan software NOVA dan Hukum Faraday pada coating Alkyd (b) Diagram perbandingan hasil perhitungan laju korosi menggunakan <i>software</i> NOVA dan Hukum Faraday pada <i>coating</i> Epoxy (Afandi dkk., 2015) .....	12
Gambar 2. 7 Hasil perbandingan korosi selimut 3 cm dan 5 cm (Astuti & Fahma, 2022) .....	13
Gambar 2. 8 Detail penampang balok yang dianalisa berdasarkan variable selimut beton (Arista dkk., 2021).....	14
Gambar 2. 9 Hasil pengujian kehilangan area luasan (a) <i>Mass loss</i> dengan selimut beton 20 (b) <i>Mass loss</i> dengan selimut beton 30 (c) <i>Mass loss</i> dengan selimut beton 40 (Arista dkk., 2021) .....	14
Gambar 2. 10 Spesimen benda uji HCP balok beton busa (Fajri, 2019).....	15
Gambar 2. 11 Hasil pengukuran HCP balok beton busa (Fajri, 2019).....	16
Gambar 2. 12 Hasil pengujian HCP beton bertulang (Astuti & Fahma, 2022).....	16
Gambar 2. 13 Mekanisme pengujian HCP (Reddy dkk., 2020).....	17
Gambar 2. 14 Contoh beton yang terkena larutan <i>phenoptalenin</i> (Purwono dkk., 2023) .....	18
Gambar 2. 15 Mekanisme terjadinya korosi (Siregar, 2006) .....	23
Gambar 2. 16 Mekanisme pengukuran dengan <i>half-cell potential</i> (ASTM C876-15, 2015) .....	23
Gambar 3. 1 Detail benda uji Prasetya (2023) dan Juliana (2023).....	28
Gambar 3. 2 Detail benda uji (Fauzan, 2022) .....	29
Gambar 3. 3 <i>Digital multimeter</i> .....	30

Gambar 3. 4 <i>Reference electrode</i> .....	31
Gambar 3. 5 <i>Styrofoam box</i> .....	31
Gambar 3. 6 Semprotan .....	32
Gambar 3. 7 Alat pengukur suhu .....	32
Gambar 3. 8 Handuk .....	33
Gambar 3. 9 Mesin Gerinda .....	33
Gambar 3. 10 Timbangan digital .....	34
Gambar 3. 11 Jangka sorong .....	34
Gambar 3. 12 Air laut .....	38
Gambar 3. 13 Larutan <i>phenolphthalein</i> .....	38
Gambar 3. 14 <i>Flow chart</i> .....	39
Gambar 3. 15 Mekanisme pengujian <i>half-cell potential</i> .....	42
Gambar 3. 16 Penerapan <i>dry laboratory condition</i> .....	43
Gambar 3. 17 <i>Wet towel condition</i> .....	43
Gambar 3. 18 <i>Dry wet condition</i> .....	44
Gambar 4. 1 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry laboratory condition</i> selimut 3 cm .....	48
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry laboratory condition</i> selimut 5 cm .....	49
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 3 cm .....	50
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 5 cm .....	52
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 3 cm .....	53
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 5 cm .....	54

Gambar 4. 7 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 3 cm .....	56
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 5 cm .....	57
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 3 cm .....	59
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 5 cm .....	60
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 3 cm .....	61
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 5 cm .....	63
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry lab condition</i> ...	64
Gambar 4. 14 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure wet towel condition</i>	66
Gambar 4. 15 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>dry-wet cycle</i> .....	67
Gambar 4. 16 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry laboratory condition</i> selimut 3 cm .....	69
Gambar 4. 17 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry laboratory condition</i> selimut 5 cm .....	70

Gambar 4. 18 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 3 cm .....	72
Gambar 4. 19 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 5 cm .....	73
Gambar 4. 20 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 3 cm .....	74
Gambar 4. 21 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 5 cm .....	76
Gambar 4. 22 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 3 cm .....	77
Gambar 4. 23 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 5 cm .....	79
Gambar 4. 24 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 3 cm .....	80
Gambar 4. 25 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 5 cm .....	81
Gambar 4. 26 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 3 cm .....	83
Gambar 4. 27 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 5 cm .....	84

Gambar 4. 28 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry lab condition</i> .....	86
Gambar 4. 29 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure wet towel condition</i> .....	87
Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry-wet cycle ...</i>	88
Gambar 4. 31 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 3 cm.....	90
Gambar 4. 32 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry lab condition</i> selimut 5 cm.....	92
Gambar 4. 33 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 3 cm.....	93
Gambar 4. 34 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>wet towel condition</i> selimut 5 cm.....	94
Gambar 4. 35 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 3 cm.....	96
Gambar 4. 36 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh metode <i>coating</i> dengan metode <i>dry-wet cycle</i> selimut 5 cm.....	97
Gambar 4. 37 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 3 cm.....	99
Gambar 4. 38 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>non coating</i> selimut 5 cm.....	100

Gambar 4. 39 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 3 cm .....	102
Gambar 4. 40 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>surface coating</i> selimut 5 cm .....	103
Gambar 4. 41 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 3 cm.....	105
Gambar 4. 42 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh <i>exposure condition</i> dengan pencegahan korosi <i>steel coating</i> selimut 5 cm.....	106
Gambar 4. 43 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry lab condition</i> .....	107
Gambar 4. 44 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure wet towel condition</i> .....	109
Gambar 4. 45 Grafik perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut dengan <i>exposure dry wet cycle</i> .....	110
Gambar 4. 46 Diagram perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>fly ash</i> ...	111
Gambar 4. 47 Diagram perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>rice husk ash</i> .....	113
Gambar 4. 48 Diagram perbandingan nilai potensial korosi benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	115
Gambar 4. 49 Diagram perbandingan nilai potensial korosi keseluruhan benda uji .....	117
Gambar 4. 50 Contoh pengujian karbonasi pada beton.....	119
Gambar 4. 51 Hasil pengujian karbonasi benda uji beton geopolimer <i>fly ash</i> ....	120
Gambar 4. 52 Hasil pengujian karbonasi benda uji beton geopolimer <i>rice husk ash</i> .....	122

Gambar 4. 53 Hasil pengujian karbonasi benda uji beton <i>batching plant waste</i>	123
Gambar 4. 54 Diagram perbandingan nilai kedalaman karbonasi keseluruhan benda uji .....	124
Gambar 4. 55 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton geopolimer <i>fly ash</i> setelah dilakukannya <i>crushing</i> .....	127
Gambar 4. 56 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton geopolimer <i>fly ash</i> dari hasil aplikasi AutoCAD .....	128
Gambar 4. 57 Diagram perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>fly ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	129
Gambar 4. 58 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton geopolimer <i>rice husk ash</i> setelah dilakukannya <i>crushing</i> .....	132
Gambar 4. 59 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton geopolimer <i>rice husk ash</i> dari hasil aplikasi AutoCAD .....	133
Gambar 4. 60 Diagram perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>rice husk ash</i> akibat pengaruh ketebalan selimut .....	134
Gambar 4. 61 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton <i>batching plant waste</i> setelah dilakukannya <i>crushing</i> .....	136
Gambar 4. 62 Hasil pengujian korosi aktual benda uji beton <i>batching plant waste</i> dari hasil aplikasi AutoCAD .....	137
Gambar 4. 63 Diagram perbandingan nilai korosi aktual benda uji <i>batching plant waste</i> akibat pengaruh ketebalan selimut.....	138
Gambar 4. 64 Diagram perbandingan nilai korosi aktual keseluruhan benda uji	141
Gambar 4. 65 Diagram perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>fly ash</i> .....	144
Gambar 4. 66 Diagram perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>rice husk ash</i> ...	147
Gambar 4. 67 Diagram perbandingan nilai <i>mass loss</i> benda uji <i>batching plant waste</i> .....	150
Gambar 4. 68 Diagram perbandingan nilai <i>mass loss</i> keseluruhan benda uji .....	152
Gambar 4. 69 Grafik hubungan pengujian HCP dengan korosi aktual .....	155
Gambar 4. 70 Grafik hubungan HCP dengan <i>mass loss</i> .....	155
Gambar 4. 71 Grafik hubungan korosi aktual dengan <i>mass loss</i> .....	156
Gambar 4. 72 Grafik hubungan HCP dengan karbonasi .....	157
Gambar 4. 73 Grafik hubungan <i>mass loss</i> dengan karbonasi.....	158

Gambar 4. 74 Grafik hubungan *corroded area* dengan karbonasi..... 159



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses pengujian <i>half-cell potential</i> .....	165
Lampiran 2. <i>Exposure Condition</i> .....	165

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
r	[cm]	Jari-jari tulangan
t	[cm]	Tinggi tulangan
W	[g]	Selisih massa benda uji
h	[cm]	Tinggi
d	[cm]	Diameter
HCP	[mV]	Potensial korosi
SSE	[mV]	Tipe <i>reference electrode</i>
CSE	[mV]	Tipe <i>reference electrode</i>
W	[g]	Selisih massa benda uji
W0	[g]	Massa awal benda uji sebelum diuji
W1	[g]	Massa akhir benda uji setelah diuji

## DAFTAR SINGKATAN

HCP	: <i>Half-Cell Potential</i>
CSE	: <i>Copper-Copper Sulfate Electrode</i>
SSE	: <i>Silver-Silver Chloride Electrode</i>
CO <sub>2</sub>	: Rumus kimia Karbon Dioksida
NaCl	: Natrium Klorida
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	: Natrium Silikat
NaOH	: Natrium Hidroksida
Si	: Silika
Al	: Alumina
C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	: Rumus kimia <i>Phenolphthalein</i>
pH	: Potential Hydrogen
SNI	: Standar Nasional Indonesia
BSN	: Badan Standarisasi Nasional
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>

## DAFTAR ISTILAH

1. *Half-Cell Potential*  
Metode yang berfungsi untuk menguji nilai potensial korosi baja pada beton bertulang.
2. *Exposure Condition*  
Kondisi paparan yang diterapkan pada benda uji bersamaan dengan pengujian *half-cell potential*.
3. *Crushing*  
Metode pembelahan benda uji dengan mesin gerinda untuk melihat kondisi secara aktual.
4. Uji Karbonasi  
Pengujian karbonasi pada beton dengan melihat perubahan warna sebagai indikatornya.
5. *Non Coating*  
Beton tanpa perlindungan korosi.
6. *Surface Coating*  
Beton dengan pelapisan cat anti korosi pada permukaan beton.
7. *Steel Coating*  
Beton dengan pelapisan cat anti korosi pada permukaan tulangan baja.
8. *Fly Ash*  
Sisa hasil pembakaran batu bara.
9. Beton Geopolimer  
Beton yang tidak menggunakan semen sebagai pengikatnya.
10. *Superplasticizer*  
Bahan tambahan untuk beton yang digunakan untuk meningkatkan slump dan *workability* beton.
11. *Batching Plant*  
Tempat produksi *ready mix*