

**TUGAS AKHIR**

**PROPERTI MEKANIK DAN METODE PENCEGAHAN  
KOROSI PADA *SEA WATER MIXED MORTAR* DENGAN  
LIMBAH *BATCHING PLAN* SEBAGAI PENGGANTI 50%  
AGREGAT HALUS**

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



**Disusun oleh:**

**Farkhan Nooriswar**

**20180110149**

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

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FARKHAN NOORISWAR  
NIM : 20180110149  
Judul : Properti Mekanik dan Metode Pencegahan Korosi pada  
*Sea Water Mixed Mortar* dengan *Limbah Batching Plan*  
Sebagai Pengganti 50% Agregat Halus.

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, 14 September 2022

Yang membuat pernyataan

  
Farkhan Nooriswar

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FARKHAN NOORISWAR

NIM : 20180110149

Judul : Properti Mekanik dan Metode Pencegahan Korosi pada *Sea Water Mixed Mortar* dengan *Limbah Batching Plan* Sebagai Pengganti 50% Agregat Halus .

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul ***“Effect of Corrosion Damage on RC Structures Capacity and Experimental Study on The Application of Corrosion Inhibitor as Interversion Methods”*** dan didanai melalui skema hibah Penelitian dasar pada tahun 2021/2022 oleh LRI UMY Tahun Anggaran 2021/2022 dengan nomor hibah 20/RIS-LRI/I/2022.

Yogyakarta,

Penulis



Farkhan Nooriswar

Dosen Peneliti,



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

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas rahmad dan segala sesuatu yang telah diberikan, sehingga tugas akhir ini terselesaikan dengan baik. Judul halaman persembahan ini mungkin akan lebih cocok diberi judul “Kata-kata Terimakasih”, karena berisi rasa terima dan kasih yang diberikan kepada penulis.

Terimakasih kepada Ibu Dosen Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir saya yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dan menambah ilmu pengetahuan penulis.

Terimakasih kepada keluarga kecilku yang selalu memberikan dorongan semangat dan dukungan moril. Terkhusus kepada Ibu dan Bapakku yang telah sabar dan kuat mendidik saya sampai saat ini. Cinta dan doa selalu tercurah kepada kalian.

Terimakasih kepada teman kelompok penelitian tugas akhir ini : Alfido, Yahya, Fadhil, dan Alya yang selama ini berjuang bersama dalam proyek penelitian tugas akhir ini.

Terimakasih kepada PT. Selo Adikarto yang telah memberikan saya pengalaman dalam dunia konstruksi Pemeliharaan Jalan Nasional dan kesempatan yang sangat berharga kepada saya sebelum masa kuliah saya selesai. Tak lupa juga kepada PT. Aneka Dharma Persada yang memberikan kesempatan kami dalam meneliti material limbah *batching plan* sebagai material pengganti agregat halus dalam penelitian ini.

Terimakasih kepada teman-teman kelas D Teknik Sipil UMY 2018 yang telah kebersamai dalam studi 4 tahun dikampus ini. Doaku semoga kita selalu bersemangat dalam mencapai cita-cita dan harapan kita, seperti waktu kita di bangku perkuliahan dengan program belajar santuy kita.

Terakhir, saya sampaikan kepada semua yang ada dalam ruang waktu penulis selama hidup. Kekasih, sahabat, ataupun orang yang tak lama hadir dalam rentang waktu ini. Penulis selalu mendapat *value* baru atas apa yang dipertemukan dan dipisahkan. Semoga hal-hal baik selalu tercurah kepada kalian dan harapan-harapan tercapai dalam perjalanannya.

## 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. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemanfaatan limbah *batching plan* sebagai material ganti agregat halus dan dampaknya terhadap nilai potensi korosi pada tulangan *mortar*.

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. Ir. 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. Fanny Monika, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Orang tua dan keluarga besar saya yang telah memberikan dukungan dalam bentuk fisik maupun materi selama saya menjalankan perkuliahan dari awal sampai dengan saat ini.

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, 25 Agustus 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

<i>COVER</i> .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR ISTILAH .....	xviii
ABSTRAK .....	xix
<i>ABSTRACT</i> .....	xx
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.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.3 Dasar Teori .....	15
2.3.1 Beton.....	15
2.3.2 Material Penyusun Mortar .....	16
2.3.3 Pemeriksaan Agregat.....	18
2.3.4 Pemeriksaan Material Baja.....	21
2.3.5 <i>Fresh Properties</i> .....	22
2.3.6 <i>Hardened Properties</i> .....	23
2.3.7 <i>Curing</i> .....	25
2.3.8 Korosi Pada Tulangan .....	26

2.3.9 <i>Exposure Condition</i> .....	28
2.3.10 Umur Beton .....	28
BAB III. METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Materi.....	29
3.2 Alat dan Bahan .....	29
3.2.1 Alat .....	29
3.2.2 Bahan.....	37
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	40
3.4 Tahapan Penelitian.....	41
3.4.1 Studi Pustaka .....	41
3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	42
3.4.3 Uji Material.....	42
3.4.4. <i>Mix Design</i> .....	45
3.4.5 <i>Trial and Error Mix Design</i> .....	46
3.4.6 Pembuatan Benda Uji .....	46
3.4.7 <i>Curing</i> 28 Hari.....	47
3.4.8 Uji Tarik Belah .....	48
3.4.9 Uji Lentur Balok.....	48
3.4.10 Uji Kuat Tekan Silinder.....	49
3.4.11 Aplikasi Metode <i>Coating</i> .....	49
3.4.12 <i>Exposure Condition</i> .....	50
3.4.13 Uji Potensi Korosi .....	52
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	53
4.1 Hasil Pengujian pada Material.....	53
4.2 <i>Mix Design</i> .....	57
4.3 Hasil Pengujian <i>Fresh Properties Mortar</i> .....	59
4.4 Hasil Pengujian <i>Hardened Properties</i> .....	60
4.5 Uji Potensi Korosi dengan Metode <i>Half-Cell Potensial</i> .....	63
BAB V.. KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran .....	82
DAFTAR PUSTAKA .....	83
LAMPIRAN .....	86

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil pengujian pada agregat pasir Sungai Progo.....	56
Tabel 4. 2 Hasil pengujian pada agregat limbah <i>batching plan</i> .....	57
Tabel 4. 3 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan.....	57
Tabel 4. 4 Proporsi bahan dalam 1m <sup>3</sup> .....	58
Tabel 4. 5 Proporsi bahan untuk 1 buah kubus .....	58
Tabel 4. 6 Proporsi bahan untuk 1 buah silinder.....	58
Tabel 4. 7 Proporsi bahan untuk 1 buah balok.....	58
Tabel 4. 8 Hasil pengujian <i>flow table</i> .....	59
Tabel 4. 9 Hasil uji nilai densitas pada mortar segar .....	60
Tabel 4. 10 Hasil konversi kuat tekan <i>mortar</i> silinder.....	61
Tabel 4. 11 Hasil kuat lentur mortar .....	61
Tabel 4. 12 Hasil uji tarik belah <i>mortar</i> .....	62
Tabel 4. 13 Hasil uji susut pada silinder <i>mortar</i> .....	63
Tabel 4. 14 Nilai perbandingan potensi korosi pada selimut 3 cm selama 28 hari	64
Tabel 4. 15 Nilai perbandingan potensi korosi pada selimut 10 cm selama 28 hari .....	65
Tabel 4. 16 Perbandingan potensi korosi 28 hari terhadap penelitian Zakri (2022) .....	67
Tabel 4. 17 Nilai spesimen tanpa perlindungan terhadap tebal selimut <i>mortar</i> ....	67
Tabel 4. 18 Nilai spesimen <i>surface coating</i> terhadap tebal selimut <i>mortar</i> .....	69
Tabel 4. 19 Nilai spesimen <i>steel coating</i> terhadap tebal selimut <i>mortar</i> .....	70
Tabel 4. 20 Nilai perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition wet</i> pada tebal selimut 3 cm.....	72
Tabel 4. 21 Nilai perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition wet</i> pada tebal selimut 10 cm.....	73
Tabel 4. 22 Nilai perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition dry lab</i> pada tebal selimut 3 cm.....	74
Tabel 4. 23 Nilai perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition dry lab</i> pada tebal selimut 10 cm.....	76
Tabel 4. 24 Nilai perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition dry</i> <i>wet</i> pada tebal selimut 3 cm .....	77



Tabel 4. 25 Nilai perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition dry wet</i> pada tebal selimut 10 cm .....	78
---	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Saringan.....	30
Gambar 3. 2 Oven .....	30
Gambar 3. 3 Timbangan <i>Digital</i> .....	30
Gambar 3. 4 <i>Concret mixer</i> .....	31
Gambar 3. 5 <i>Electric sieve shaker</i> .....	31
Gambar 3. 6 Nampan, (a) Nampan besar, (b) Nampan kecil.....	32
Gambar 3. 7 Kerucut <i>Abrams</i> .....	32
Gambar 3. 8 Batang Penusuk.....	32
Gambar 3. 9 Bekisting.....	33
Gambar 3. 10 <i>Micro-computer universal testing machines</i> .....	33
Gambar 3. 11 Tabung <i>erlenmeyer</i> .....	34
Gambar 3. 12 Tabung ukur 1000 ml .....	34
Gambar 3. 13 Baja tulangan.....	34
Gambar 3. 14 Kabel dan Skun (a) Kabel serabut, (b) Skun.....	35
Gambar 3. 15 Handuk .....	35
Gambar 3. 16 <i>Styrofoam</i> .....	35
Gambar 3. 17 Pipa <i>PVC</i> .....	36
Gambar 3. 18 Kerucut, penumbuk, dan meja getar.....	36
Gambar 3. 19 Alat <i>Half-Cell Potential</i> .....	37
Gambar 3. 20 Agregat halus, (a) Pasir Progo (b) Limbah <i>Batching Plan</i> .....	37
Gambar 3. 21 Semen.....	37
Gambar 3. 22 Air Laut .....	38
Gambar 3. 23 Air Suling .....	38
Gambar 3. 24 <i>Superplasticizer</i> .....	39
Gambar 3. 25 Cat <i>Coating</i> .....	39
Gambar 3. 26 <i>Thinner</i> .....	39
Gambar 3. 27 <i>Epoxy</i> dan <i>Hardener</i> .....	40
Gambar 3. 28 Alur <i>flowchart</i> tahapan penelitian .....	41
Gambar 3. 29 Pengujian gradasi pada agregat halus.....	43
Gambar 3. 30 Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus .....	43
Gambar 3. 31 Pengujian kadar lumpur pada agregat halus.....	44

Gambar 3. 32 Pengujian kadar air pada agregat halus .....	44
Gambar 3. 33 Pengujian tarik baja .....	45
Gambar 3. 34 <i>Trial and Error Mix Design</i> spesimen .....	46
Gambar 3. 35 Spesimen kubus (a), spesimen balok (b), spesimen silinder (c).....	47
Gambar 3. 36 Proses <i>curing</i> pada benda uji.....	47
Gambar 3. 37 Pengujian kuat tarik belah menggunakan mesin <i>Micro- Computer Universal Testing Machines</i> .....	48
Gambar 3. 38 Pengujian kuat lentur balok dengan mesin <i>Micro-Computer Universal Testing Machines</i> .....	49
Gambar 3. 39 Pengujian kuat tekan silinder dengan mesin <i>Concrete Compression Tester Machines</i> .....	49
Gambar 3. 40 Aplikasi <i>coating</i> (a) pada tulangan (b) pada permukaan <i>mortar</i> ...	50
Gambar 3. 41 <i>Exposure condition dry lab</i> .....	51
Gambar 3. 42 <i>Exposure condition wet towel</i> .....	51
Gambar 3. 43 <i>Exposure condition dry-wet cycle</i> .....	52
Gambar 3. 44 Skema pengujian <i>half cell potensial</i> .....	52
Gambar 4. 1 Grafik hasil persen lolos kumulatif agregat pasir.....	54
Gambar 4. 2 Grafik gradasi agregat pasir daerah 2.....	54
Gambar 4. 3 Grafik hasil persen lolos kumulatif agregat limbah <i>batching plan</i> ..	55
Gambar 4. 4 Grafik gradasi agregat limbah <i>batching plan</i> daerah 2 .....	55
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan potensi korosi pada selimut 3 cm selama 28 hari .....	65
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan potensi korosi pada selimut 10 cm selama 28 hari .....	66
Gambar 4. 7 Grafik spesimen tanpa perlindungan terhadap tebal selimut <i>mortar</i>	68
Gambar 4. 8 Grafik spesimen <i>surface coating</i> terhadap tebal selimut <i>mortar</i> .....	69
Gambar 4. 9 Grafik spesimen <i>steel coating</i> terhadap tebal selimut <i>mortar</i> .....	70
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition wet</i> pada tebal selimut 3 cm .....	72
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition wet</i> pada tebal selimut 10 cm .....	74

Gambar 4. 12 Grafik perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition dry lab</i> pada tebal selimut 3 cm .....	75
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition lab wet</i> pada tebal selimut 10 cm .....	76
Gambar 4. 14 Grafik perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition lab wet</i> pada tebal selimut 3 cm .....	78
Gambar 4. 15 Grafik perbandingan potensi korosi terhadap <i>exposure condition dry wet</i> pada tebal selimut 10 cm.....	79

## DAFTAR LAMPIRAN

<b><i>Lampiran 1</i></b> Pengujian gradasi dan agregat halus.....	86
<b>Lampiran 2</b> Pengujian kadar air agregat .....	89
<b>Lampiran 3</b> Pengujian berat jenis dan penyerapan air limbah .....	91
<b>Lampiran 4</b> Pengujian kadar lumpur agregat halus .....	94
<b>Lampiran 5</b> Mix design mortar .....	97

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

<b>Simbol</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Keterangan</b>
HCP	(mV)	Potensial listrik
A	(Gram)	Berat tertahan pada setiap saringan
A <sub>Total</sub>	(Gram)	Berat tertahan total
B	(%)	Persen berat tertahan
B <sub>sebelum</sub>	(%)	Persen berat tertahan sebelum saringan
B <sub>saringan</sub>	(%)	Persen berat tertahan pada setiap saringan
C	(%)	Persen berat tertahan kumulatif
C <sub>saringan</sub>	(%)	Persen berat tertahan kumulatif pada setiap saringan
C <sub>Total</sub>	(%)	Persen berat tertahan kumulatif total
D	(%)	Persen berat lolos kumulatif
E	(%)	Modulus halus butir
A	(Gram)	Berat uji benda oven
B	(Gram)	Berat piknometer yang berisi air
C	(Gram)	Berat piknometer dengan benda uji dan air
S	(Gram)	Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan
P	(%)	Kadar air benda uji
$\Delta L$	(mm)	Perubahan Panjang
L <sub>1</sub>	(mm)	Panjang akhir
L <sub>0</sub>	(mm)	Panjang awal
% $\Delta L$	(%)	Presentase perpanjangan
$\epsilon_{putus}$	(%)	Regangan
% $\Delta A$	(%)	Presentase pengurangan luas
A <sub>0</sub>	(mm <sup>2</sup> )	Luas penampang awal
A <sub>i</sub>	(mm <sup>2</sup> )	Luas penampang akhir
D	(kg/m <sup>3</sup> )	Densitas
M <sub>c</sub>	(kg)	Massa cetakan + mortar
M <sub>m</sub>	(kg)	Massa cetakan
V <sub>m</sub>	(m <sup>3</sup> )	Volume cetakan
$\sigma M$	(MPa)	Kekuaan tekan mortar
P <sub>maks</sub>	(N)	Gaya tekan maksimum
A	(mm <sup>2</sup> )	Luas penampang benda uji
F <sub>ct</sub>	(MPa)	Kuat tarik belah
P	(N)	Benda uji maksimum (benda belah/hancur)
L	(mm)	Panjang benda uji
D	(mm)	Diameter benda uji
R	(MPa)	Modulus runtuh
P	(N)	Beban maksimum yang diterapkan
L	(mm)	Panjang bentang
B	(mm)	Lebar rata rata spesimen
D	(mm)	Tinggi rata rata specimen
D <sub>0 rata- rata</sub>	(mm)	Diameter awal rata- rata
D <sub>arata- rata</sub>	(mm)	Diameter akhir rata- rata

## DAFTAR SINGKATAN

FAS	: Faktor Air Semen
PPC	: <i>Portland Pozzolan Cement</i>
PCC	: <i>Portland Composite Cement</i>
CSE	: <i>Copper-Copper Sulfate Electrode</i>
SSE	: <i>Silver-Silver Chloride Electrode</i>
CNI	: <i>Calcium Nitrite Inhibitor</i>
SP	: <i>Superplasticizer</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
HCP	: <i>Half-Cell Potential</i>
NaCl	: Natrium Klorida

## DAFTAR ISTILAH

1. *Exposure condition*  
Jenis paparan terhadap mortar.
2. *Steel coating*  
Metode pelapisan pada baja tulangan untuk mengurangi terjadinya potensi korosi.
3. *Surface concrete coating*  
Metode pelapisan pada permukaan mortar untuk mengurangi terjadinya potensi korosi.
4. *Workability*  
Kemudahan adonan mortar untuk mengisi bekisting pada saat proses pencetakan.
5. *Fresh properties*  
*Mortar* pada saat kondisi masih segar.
6. *Hardened properties*  
*Mortar* pada saat kondisi sudah mengeras.
7. *Half-cell potential*  
Teknik yang digunakan untuk mengetahui potensi korosi yang terjadi pada baja tulangan.