

TESIS
KAJIAN DURABILITAS BETON YANG TERPAPAR
LINGKUNGAN LAUT DI DAERAH PESISIR
KABUPATEN KOTABARU

MUHAMMAD ALDI IRJA SETIABUDI



REKAYASA STRUKTUR
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2026

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL

**KAJIAN DURABILITAS BETON YANG TERPAPAR LINGKUNGAN LAUT
DI DAERAH PESISIR KABUPATEN KOTABARU**

oleh

MUHAMMAD ALDI IRJA SETIABUDI
(2220828310060)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 2 Juli 2026 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng, Ph.D.
NIP 19860628 201212 1 002

Sekretaris : Dr. Rahmani Kadarningsih, S.T., M.T.
NIP 19780430 200604 2 001

Anggota 1 : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.
NIP 19690106 199502 2 001

Co. Pembimbing : Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19900306 202203 2 010

Pembimbing : Dr. Ir. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng., IPM
NIP. 19790723 200501 2 005

Banjarbaru, Juli 2026

diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi

S-2 Teknik Sipil,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001

Dr. Ir. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng., IPM
NIP 19790723 200501 2 005

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidakbenaran pernyataan tersebut.

Banjarmasin, 2026
Yang memberi pernyataan,



Muhammad Aldi Irja Setiabudi
2220828310060

ABSTRAK

KAJIAN DURABILITAS BETON YANG TERPAPAR LINGKUNGAN LAUT DI DAERAH PESISIR KABUPATEN KOTABARU

Muhammad Aldi Irja Setiabudi
2220828310060

Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng
Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.

Lingkungan laut merupakan lingkungan agresif yang dapat mempengaruhi durabilitas dan karakteristik mekanik beton akibat kandungan garam dan ion klorida yang tinggi. Paparan air laut secara terus-menerus maupun siklus pasang surut dapat menyebabkan penurunan kualitas beton, sehingga diperlukan penelitian mengenai pengaruh lingkungan laut terhadap performa beton.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan benda uji silinder untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, serta benda uji balok untuk pengujian kuat lentur. Beton dengan mutu 25 MPa dan 42 MPa dirawat pada tiga zona lingkungan laut, yaitu *submerged zone*, *tidal zone*, dan *atmosphere zone*, serta menggunakan *curing* air normal sebagai kontrol. Selain pengujian destruktif, dilakukan pula pengujian non destruktif dan karbonasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *curing* pada lingkungan laut menyebabkan penurunan karakteristik mekanik beton. Hasil pengujian mutu $f'_c = 42$ MPa mengalami penurunan pada *atmosphere zone* (-8%), *tidal zone* (-10%), dan *submerged zone* (-13%). Sedangkan pada beton mutu $f'_c = 25$ MPa mengalami penurunan pada *atmosphere zone* (-10%), *tidal zone* (-14%), dan *submerged zone* (-17%). Selain itu, hasil pengujian karbonasi menunjukkan adanya indikasi degradasi pada beton yang terpapar air laut secara langsung dan terus-menerus.

Kata Kunci: beton, air laut, *submerged zone*, *tidal zone*, *atmosphere zone*, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, durabilitas beton.

ABSTRACT

STUDY ON THE DURABILITY OF CONCRETE EXPOSED TO MARINE ENVIRONMENTS IN THE COASTAL AREA OF KOTABARU REGENCY

Muhammad Aldi Irja Setiabudi
2220828310060

Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng
Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.

The marine environment is an aggressive environment that can affect the durability and mechanical properties of concrete due to its high salt content and chloride ion concentration. Continuous exposure to seawater as well as tidal cycles can lead to the deterioration of concrete quality. Therefore, research is needed to investigate the effects of marine environments on concrete performance.

This study was conducted experimentally using cylindrical specimens for compressive strength and splitting tensile strength tests, and beam specimens for flexural strength tests. Concrete with design strengths of 25 MPa and 42 MPa was cured under three marine exposure conditions, namely the submerged zone, tidal zone, and atmosphere zone, while specimens cured in fresh water were used as the control group. In addition to destructive testing, non-destructive testing and carbonation tests were also carried out.

The results indicate that curing in marine environments reduces the mechanical properties of concrete. Concrete with a design strength of $f'_c = 42$ MPa exhibited reductions in strength of 8% in the atmosphere zone, 10% in the tidal zone, and 13% in the submerged zone. Meanwhile, concrete with a design strength of $f'_c = 25$ MPa showed reductions of 10% in the atmosphere zone, 14% in the tidal zone, and 17% in the submerged zone. Furthermore, the carbonation test results indicated signs of degradation in concrete that was directly and continuously exposed to seawater.

Keywords: concrete, seawater, submerged zone, tidal zone, atmosphere zone, compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength, concrete durability.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “**KAJIAN DURABILITAS BETON YANG TERPAPAR LINGKUNGAN LAUT DI DAERAH PESISIR KABUPATEN KOTABARU**”. Tesis ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. Selesaiannya tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng., dan Ibu Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing yang banyak mengarahkan dan membimbing penulis dalam melakukan penelitian, sehingga tesis ini dapat diselesaikan
2. Ibu Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng., Sc., Ibu Dr. Rahmani Kadarningsih, S.T., M.T., dan Bapak Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Penguji yang memberikan saran dan masukan dalam melakukan penelitian, sehingga tesis ini dapat diselesaikan
3. Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Universitas Lambung Mangkurat dan anak magang, yang turut membantu saya dalam mendapatkan data-data yang diperlukan.
4. Kepada istri, kedua orang tua, saudara-saudara, teman-teman tercinta yang telah banyak mendoakan dan memberikan dukungan dalam penyelesaian proposal tesis ini.

Penulis berharap tesis ini dapat berguna bagi semua orang dan dapat menjadi sumber informasi dan literatur bagi yang ingin melakukan penelitian sejenis berikutnya.

Banjarmasin, 2026



MUHAMMAD ALDI IRJA SETIABUDI

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
PERNYATAAN.....	III
ABSTRAK	IV
ABSTRACT	V
PRAKATA.....	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR TABEL.....	XIV
DAFTAR GAMBAR	XVII
DAFTAR SINGKATAN	XX
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton	6
2.1.1 Bahan Penyusun Beton	6
2.1.2 Perawatan Beton.....	7
2.2 Durabilitas Beton	7
2.2.1 Faktor yang Mempengaruhi Durabilitas Beton.....	7
2.3 Pengaruh Lingkungan Terhadap Durabilitas Beton	9

2.3.1	Pengaruh Air Normal	10
2.3.2	Pengaruh Air Laut	10
2.4	Zona Paparan Kontak Beton dengan Air Laut	11
2.4.1	<i>Submerged zone</i>	11
2.4.2	<i>Tidal Zone</i>	12
2.4.3	<i>Atmospheric Zone</i>	13
2.5	Pengujian Parameter Kimia Air	14
2.5.1	Pengujian Salinitas	14
2.5.2	Pengujian Klorida Air Asin	14
2.6	Metode Evaluasi Durabilitas Beton	14
2.6.1	Uji Visual.....	14
2.6.2	Uji Tekan dan Tarik Belah Beton	15
2.6.3	Uji Kuat Lentur	16
2.6.4	<i>Hammer Test</i>	19
2.6.5	UPV (<i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>).....	21
2.6.6	<i>Carbonation Test</i>	25
2.7	Penelitian Terdahulu	26
a.	Penelitian oleh Khirunnisa (2019), Kajian Kuat Tekan Beton di Lingkungan Laut Tropis Banyuwangi.....	26
b.	Penelitian oleh Yusuf (2019), Pengaruh <i>Curing</i> Air Laut pada Kuat Tekan Beton Normal yang Menggunakan Substitusi Abu Ketel dan Penambahan Sikacim	27

c.	Penelitian oleh Fahri (2025), Pengaruh Jenis Air Perawatan terhadap Kuat Tekan Beton pada Usia 28 Hari.....	27
d.	Penelitian oleh Ruslan (2022), Karakteristik Beton menggunakan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Semen yang Dipengaruhi Lingkungan Laut	28
e.	Penelitian oleh Ignatius Sudarsono (2023), Durabilitas Beton dengan Bahan Substitusi untuk Konstruksi di Lingkungan Laut	29
f.	Penelitian oleh Sandika (2025), Uji Durabilitas Beton Normal setelah Perendaman dalam Air Laut dan Pembakaran pada Suhu Tinggi	29
g.	Penelitian oleh Bagus Somantri (2024), Durabilitas Beton dengan Bahan Tambah Silica Fume di Lingkungan Air Laut.....	30
h.	Penelitian oleh Rita (2021), Durabilitas Beton Sekat Kanal Terpapar Air Gambut dan Air Laut.....	31
i.	Penelitian oleh Firmanilah (2025), Perbandingan Pengaruh Air Normal, Air Laut, dan Air Rawa terhadap Kuat Tekan Beton	32
j.	Penelitian oleh Subagio (2020), Pengaruh Paparan Air Laut terhadap Karakteristik Beton dengan Penambahan Soda Api.....	32
k.	Penelitian oleh Syarifah (2019), Kajian Kuat Tekan Beton di Lingkungan Laut Tropis Banyuwangi.....	33
l.	Penelitian oleh Fajar (2021), Meninjau Kekuatan Beton pada Lingkungan Air Laut Pameungpeuk Kabupaten Garut	34
m.	Penelitian oleh Mikael (2014), Pengaruh Waktu Perendaman Beton dalam Air Laut dapat Menurunkan Kualitas Beton.....	35
n.	Penelitian oleh Sonny (2017), Pengaruh Air Laut terhadap Kekuatan Tekan Beton yang Terbuat dari Berbagai Merk Semen yang Ada di Kota Malang.....	36

o.	Penelitian oleh Susilorini (2022), Durabilitas Jangka Panjang Beton Termodifikasi Bio – Polimer di Area Rawan Banjir Rob: Tantangan Material Beton Berkelanjutan	37
p.	Penelitian oleh Doni Irawan (2023), Pengaruh Perendaman Air Laut terhadap Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton.....	38
q.	Penelitian oleh Rendityas (2023), Pengaruh Air Laut pada Proses <i>Curing</i> dan <i>Treatment</i> terhadap Kekuatan Beton	39
r.	Penelitian oleh Ibanes (2025), Kualitas Beton Normal di Lingkungan Air Laut menggunakan <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> (GGBFS) sebagai Substitusi Parsial Semen.....	39
s.	Penelitian oleh Doni (2023), Pengaruh Air Laut terhadap Sifat Mekanik Beton dan Sifat Fisik Beton	40
t.	Penelitian oleh Dinda (2025), Pengaruh Rendaman Air Laut terhadap Karakteristik Kuat Tekan dan Stabilitas Campuran Beton Aspal di Wilayah Pesisir Papua	41
u.	Penelitian Oleh Pricillia (2014), Pengaruh <i>Curing</i> Air Laut pada Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi ditinjau terhadap Kuat Tarik Belah dan <i>Modulues Of Rupture</i>	42
v.	Penelitian Oleh Syarifah (2019), Kajian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi di Lingkungan Laut Tropis Banyuwangi.....	43
w.	Penelitian Oleh Zhihong Pan (2022), Transfer Parameter Analysis of Chloride Ingress Into Concrete Based on Long-Term Exposure Tests in China’s Coastal Region	43
x.	Penelitian Oleh Deveshan (2020), A Review of the Engineering Properties of Metakaolin Based Concrete: Towards Combatting Chloride attack in Coastal/Marine Structures	45

y.	Penelitian Oleh Chairunnisa (2023), Mechanical Behavior of Flowing Concrete And Early Strength Concrete With The Addition of Type D and F Admixture.....	46
BAB III METODE PENELITIAN.....		47
3.1	Bagan Alir Penelitian	47
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	48
3.3	Alat.....	50
3.4	<i>Mix Design</i> Campuran Beton $f'_c = 25$ MPa	50
3.4.1	Asal Material	50
3.4.2	Keperluan Bahan 1 m ³ Beton	50
3.5	<i>Mix Design</i> Campuran Beton $f'_c = 42$ MPa	51
3.5.1	Asal Material	51
3.5.2	Keperluan Bahan 1 m ³ Beton	51
3.6	Pengujian <i>Slump</i> Beton Segar.....	51
3.7	Pembuatan Benda Uji	53
3.8	Perawatan Benda Uji.....	55
3.8.1	<i>Submerged Zone</i>	55
3.8.2	<i>Tidal Zone</i>	56
3.8.3	<i>Atmosphere Zone</i>	58
3.9	Pengujian Destruktif	59
3.9.1	Pengujian Kuat Tekan	59
3.9.2	Pengujian Tarik Belah	60
3.9.3	Pengujian Kuat Lentur	61

3.10	Pengujian Non-Destruktif	62
3.10.1	<i>Hammer Test</i>	62
3.10.2	<i>Ultrasonic Pulse Velocity Test</i>	63
3.11	Pengujian Karbonasi	64
3.12	Rancangan Penelitian.....	65
3.13	Analisis Data	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		69
4.1.	Pasang Surut Air Laut	69
4.2.	Pengujian Salinitas	76
4.3.	Pengujian Destruktif	77
4.3.1.	Pengujian Kuat Tekan	77
4.3.2.	Pengujian Kuat Tarik Belah	88
4.3.3.	Pengujian Kuat Lentur	97
4.4.	Pengujian Non-Destruktif	106
4.4.1.	Pengujian Hammer Test	106
4.4.2.	Pengujian Ultrasonic Pulse Velocity	112
4.5.	Pengujian Karbonasi	119
4.6.	Hubungan Uji Kuat Tekan terhadap Uji Kuat Tarik Belah	126
4.7.	Hubungan Uji Kuat Tekan terhadap Uji Kuat Lentur	129
4.8.	Hubungan Uji Kuat Tarik Belah terhadap Uji Kuat Lentur	130
4.9.	Hubungan Uji Kuat Tekan Destruktif dan Non-Destruktif.....	132
4.10.	Pengaruh Paparan Lingkungan Laut terhadap Mutu Beton.....	136
BAB V PENUTUP.....		138
5.1	Kesimpulan	138

5.2	Saran	138
DAFTAR RUJUKAN		140

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Concrete quality based on IS 516 (Part5 /sec 1): 2018 (Bureau of Indian Standards, 2018) dan IS 13311 1 (Bureau of Indian Standards, 1992).....	23
Tabel II. 2 Batasan nilai mutu beton f_c' (SNI 2847:2019) (Badan Standardisasi Nasional, 2019)	23
Tabel II. 3 Keseragaman Beton Berdasarkan SNI 03-6825-2002.....	24
Tabel III. 1 Keperluan bahan 1 m ³ beton	50
Tabel III. 4 Keperluan bahan 1 m ³ beton	51
Tabel III. 5 Variabel benda uji silinder 15 × 30 cm untuk pengujian kuat tekan	66
Tabel III. 6 Variabel benda uji silinder 15 × 30 cm untuk pengujian tarik belah..	67
Tabel III. 7 Variabel benda uji Balok 15 × 15 x 50 cm untuk pengujian kuat lentur	67
Tabel IV. 1 Data Pasang Surut Air Laut	71
Tabel IV. 2 Hasil pengujian salinitas	77
Tabel IV. 3 Hasil pengujian kuat tekan benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 28 hari	78
Tabel IV. 4 Hasil pengujian kuat tekan benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 56 hari	79
Tabel IV. 5 Faktor umur beton berdasarkan hasil pengujian $f'_c = 25$ MPa.....	82
Tabel IV. 6 Hasil pengujian kuat tekan benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 28 hari	83
Tabel IV. 7 Hasil pengujian kuat tekan benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 56 hari	84
Tabel IV. 8 Faktor umur beton berdasarkan hasil pengujian $f'_c = 42$ MPa	87
Tabel IV. 9 Hasil pengujian kuat tarik belah benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 28 hari	89
Tabel IV. 10 Hasil pengujian kuat tarik belah benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 56 hari	90

Tabel IV. 11 Hasil pengujian kuat tarik belah benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 28 hari	93
Tabel IV. 12 Hasil pengujian kuat tarik belah benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 56 hari	93
Tabel IV. 13 Pola retak pengujian kuat lentur	98
Tabel IV. 14 Hasil pengujian kuat lentur benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 28 hari	100
Tabel IV. 15 Hasil pengujian kuat lentur benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 56 hari	100
Tabel IV. 16 Hasil pengujian kuat lentur benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 28 hari	103
Tabel IV. 17 Hasil pengujian kuat lentur benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 56 hari	103
Tabel IV. 18 Hasil pengujian Hammer Test benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 28 hari	107
Tabel IV. 19 Hasil pengujian Hammer Test benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 56 hari	107
Tabel IV. 20 Hasil pengujian Hammer Test benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 28 hari	110
Tabel IV. 21 Hasil pengujian <i>Hammer Test</i> benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 56 hari	110
Tabel IV. 22 Hasil pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 28 hari	113
Tabel IV. 23 Hasil pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 56 hari	113
Tabel IV. 24 Hasil pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 28 hari	116
Tabel IV. 25 Hasil pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 56 hari	116
Tabel IV. 26 Hasil pengujian karbonasi benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 28 hari	119

Tabel IV. 27 Hasil pengujian karbonasi benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa umur 56 hari	121
Tabel IV. 28 Hasil pengujian karbonasi benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 28 hari	123
Tabel IV. 29 Hasil pengujian karbonasi benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa umur 56 hari	124
Tabel IV. 30 Persentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton mutu $f'_c = 25$ MPa	128
Tabel IV. 30 Persentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton mutu $f'_c = 42$ MPa	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Beton bertulang mengalami korosi	4
Gambar II. 1 Perawatan benda uji pada <i>Submerged Zone</i>	12
Gambar II. 2 Perawatan benda uji pada <i>Tidal Zone</i>	13
Gambar II. 3 Perawatan benda uji pada <i>Atmosphere Zone</i>	14
Gambar II. 4 Pengujian Kuat Tekan	16
Gambar II. 5 Pengujian Tarik Belah	16
Gambar II. 6 Berbagai Jenis Retak pada Balok (Dady et al., 2015)	17
Gambar II. 7 Patah pada 1/3 bentang tengah	18
Gambar II. 8 Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5% dari bentang	18
Gambar II. 9 Alat <i>Hammer Test</i>	19
Gambar II. 10 Skema alat <i>Hammer Test</i>	20
Gambar II. 11 Korelasi kuat tekan dengan hasil <i>Hammer Test</i>	21
Gambar II. 12 Skema Peralatan Pengujian	24
Gambar II. 13 Metode Pengujian dengan alat UPV Test	24
Gambar II. 14 Alat UPV Test	25
Gambar III. 1 Diagram Alir Penelitian	48
Gambar III. 2 Lokasi Penelitian	49
Gambar III. 3 Ilustrasi perawatan benda uji	49
Gambar III. 4 Pengujian slump pada beton segar mutu $f'c = 25$ MPa	52
Gambar III. 5 Hasil pengujian slump pada beton segar mutu $f'c = 25$ MPa	52
Gambar III. 6 Pemadatan beton segar mutu $f'c = 42$ MPa dalam kerucut Abrams	53
Gambar III. 7 Pengangkatan kerucut Abrams pada beton segar mutu $f'c = 42$ MPa	53
Gambar III. 8 Pengukuran nilai slump beton segar mutu $f'c = 42$ MPa	53
Gambar III. 9 Pembuatan benda uji silinder mutu $f'c = 25$ MPa	54
Gambar III. 10 Pembuatan benda uji silinder mutu $f'c = 42$ MPa	54
Gambar III. 11 Pembuatan benda uji balok mutu $f'c = 25$ MPa	55

Gambar III. 12 Pembuatan benda uji balok mutu $f'c = 42$ MPa.....	55
Gambar III. 13 Perawatan <i>submerged zone</i>	56
Gambar III. 14 Data pasang surut air laut daerah Kotabaru	56
Gambar III. 15 Perawatan <i>tidal zone</i> pada kondisi kering	57
Gambar III. 16 Perawatan <i>tidal zone</i> pada kondisi terendam sebagian	57
Gambar III. 17 Perawatan <i>tidal zone</i> pada kondisi terendam penuh.....	57
Gambar III. 18 Perawatan <i>atmosphere zone</i>	58
Gambar III. 19 Perawatan <i>atmosphere zone</i>	58
Gambar III. 20 Benda uji sebelum pengujian kuat tekan.....	59
Gambar III. 21 Benda uji setelah pengujian kuat tekan	60
Gambar III. 22 Benda uji sebelum pengujian kuat tarik belah	60
Gambar III. 23 Benda uji setelah pengujian kuat tarik belah.....	61
Gambar III. 24 Benda uji sebelum pengujian kuat lentur	61
Gambar III. 25 Benda uji setelah pengujian kuat lentur	62
Gambar III. 26 Kalibrasi <i>Hammer Test</i>	63
Gambar III. 27 Pengujian <i>Hammer Test</i>	63
Gambar III. 28 Pengujian <i>UPV Test</i>	64
Gambar III. 29 Pengujian karbonasi	65
Gambar IV. 1 Pasang Surut Air Laut.....	70
Gambar IV. 2 Pengujian kuat tekan beton.....	78
Gambar IV. 3 Hasil uji kuat tekan benda uji mutu $f'c = 25$ MPa	79
Gambar IV. 4 Hasil uji kuat tekan benda uji mutu $f'c = 42$ MPa	84
Gambar IV. 5 Pengujian kuat tarik belah	89
Gambar IV. 6 Hasil uji tarik belah benda uji mutu $f'c = 25$ MPa	90
Gambar IV. 7 Hasil uji tarik belah benda uji mutu $f'c = 42$ MPa	94
Gambar IV. 8 Pengujian kuat lentur beton	97
Gambar IV. 9 Benda uji setelah pengujian kuat lentur beton retak pada bentang tengah	97
Gambar IV. 10 Hasil uji kuat lentur benda uji mutu $f'c = 25$ MPa.....	101
Gambar IV. 11 Hasil uji kuat lentur benda uji mutu $f'c = 42$ MPa.....	104
Gambar IV. 12 Hasil uji <i>Hammer Test</i> benda uji mutu $f'c = 25$ MPa.....	108
Gambar IV. 13 Hasil uji <i>Hammer Test</i> benda uji mutu $f'c = 42$ MPa.....	110

Gambar IV. 14 Hasil uji <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> benda uji mutu $f'_c = 25$ MPa	114
Gambar IV. 15 Hasil uji <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> benda uji mutu $f'_c = 42$ MPa	117
Gambar IV. 16 Hubungan Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Mutu $f'_c = 25$ MPa	127
Gambar IV. 17 Hubungan Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Mutu $f'_c = 42$ MPa	128
Gambar IV. 18 Hubungan Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur Mutu $f'_c = 25$ MPa	129
Gambar IV. 19 Hubungan Uji Kuat Tekan dan Kuat Lentur Mutu $f'_c = 42$ MPa	130
Gambar IV. 20 Hubungan Uji Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Mutu $f'_c = 25$ MPa	131
Gambar IV. 21 Hubungan Uji Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Mutu $f'_c = 42$ MPa	131
Gambar IV. 22 Hubungan Uji Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur, dan Kuat Tekan Mutu $f'_c = 25$ MPa	132
Gambar IV. 23 Hubungan Uji Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur, dan Kuat Tekan Mutu $f'_c = 42$ MPa	132
Gambar IV. 24 Hubungan Pengujian Kuat Tekan Destruktif dan Non Destruktif (<i>Hammer Test</i>) Mutu $f'_c = 25$ MPa	134
Gambar IV. 24 Hubungan Pengujian Kuat Tekan Destruktif dan Non Destruktif (<i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>) Mutu $f'_c = 25$ MPa	135
Gambar IV. 25 Hubungan Pengujian Kuat Tekan Destruktif dan Non Destruktif (<i>Hammer Test</i>) Mutu $f'_c = 42$ MPa	135
Gambar IV. 25 Hubungan Pengujian Kuat Tekan Destruktif dan Non Destruktif (<i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>) Mutu $f'_c = 42$ MPa	136

DAFTAR SINGKATAN

$f'c$	=	Kuat Tekan Beton (MPa)
P	=	Beban Tekan Maksimal (kN)
A	=	Luas permukaan benda uji yang ditekan (mm ²)
f_{sp}	=	Kuat tarik belah (MPa)
L	=	Panjang antar tumpuan benda uji (mm)
b	=	Lebar benda uji (mm)
h	=	Tinggi benda uji (mm)
σ_1	=	Kuat lentur benda uji (MPa)