

**PENGARUH MATERIAL PROTEKSI KARAT TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN DAN MOMEN LENTUR
BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

TUGAS AKHIR



APRILIA ANTONETTA TULIA

20041000125

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

2024

**PENGARUH MATERIAL PROTEKSI KARAT TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN DAN MOMEN LENTUR
BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana**



APRILIA ANTONETTA TULIA

20041000125

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Aprilia Antonetta Tulia

NIM : 20041000125

Tanda Tangan :



Tanggal : 5 November 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH MATERIAL PROTEKSI KARAT TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN DAN MOMEN LENTUR
BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

Dipersiapkan dan disusun oleh :
APRILIA ANTONETTA TULIA
20041000125

Telah dipertahankan di Dewan Penguji Pada 30 Juli 2024

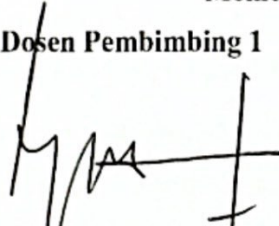
Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Tri Leksono, M.T.
Dosen Penguji 2 : Ir. Utari Wessy Andriani, M.T.
Dosen Saksi : Dr. Bekti Prihatiningsih, ST., M.T.

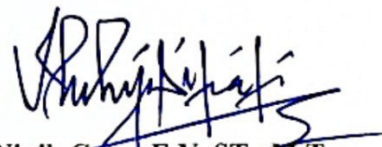


Memeriksa dan menyetujui:

Dosen Pembimbing 1


Ir. Dionysius TAB, M.T.
NIDN: 0711086501

Dosen Pembimbing 2


Dr. Ninik Catur E.Y, ST., M.T.
NIDN: 0004097002

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Malang, 5 November 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ninik Catur Endah Yulhati, ST., M.T.
NIDN: 0004097002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan pertolongan-Nya sehingga Tugas Akhir dengan Judul **“Pengaruh Material Proteksi Karat Terhadap Laju Korosi Baja Tulangan dan Momen lentur Balok Beton Bertulang Terkorosi”** dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat kelulusan bagi mahasiswa program Strata Satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moril atau materi sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan, karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ninik Catur Endah Yuliati, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
2. Dr. Eko Indah Susanti, ST., MT selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
3. Ir. Dionysius TAB, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan gagasan tentang materi penelitian, memberikan waktu, ilmu dan wawasan serta arahan kepada penulis dalam pembuatan Tugas Akhir
4. Dr. Ninik Catur Endah Yuliati, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, waktu, ilmu, masukkan, dan arahan kepada penulis dalam pembuatan Tugas Akhir.
5. Kedua orang tua, Bapak Hein Hard Tulia dan Ibu Benselina Betoky yang selalu mendoakan, mendukung serta berjuang bersama penulis mengorbankan banyak waktu dan tenaga untuk penulis menyelesaikan masa studi perkuliahan. Dengan selesainya Tugas Akhir ini dan gelar yang sudah didapatkan penulis, dapat menjadi bentuk penghormatan dan apresiasi atas segala perjuangan dan kasih sayang yang telah Bapak dan Ibu berikan, terimakasih atas semua yang telah kalian berikan.
6. Saudara kandung penulis, kakak Mariza Enjeli Tulia, Amd.AK atas segala doa, usaha dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan studi sampai tahap akhir dan adek Alberth Tulia,

Lionel Tulia, dan Adriel Tulia yang menjadi alasan untuk penulis bisa menyelesaikan studi ini. Dan segenap keluarga besar yang telah mendukung penulis.

7. Nim 20041000122, yang sama-sama berjuang dengan penulis dari semester awal sampai menyelesaikan tugas akhir bersama. Selalu ada dalam susah dan senang, memberi dukungan, menjadi pendengar yang baik, penyemangat yang luar biasa, teman diskusi yang selalu sabar dan selalu berkontribusi dalam setiap proses yang dilalui penulis. Semoga kesuksesan menjadi bagian dalam hidupmu.
8. Kelompok penelitian balok korosi, terimakasih asni, desinta dan alan atas segala dukungan, dan kerja sama yang telah diberikan selama proses penelitian ini. Tanpa kalian, penelitian ini tidak akan berjalan lancar. Terimakasih atas semangat dan kerja sama tim yang selalu solid selama ini. Sukses selalu dimanapun kalian berada kelompok tersolid.
9. Grup suhu, untuk setiap dukungan dan kekompakkan dalam mengerjakan tugas besar sampai begadang dengan penulis, selalu membantu satu dengan yang lain, penyemangat di saat-saat sulit. Asni, ima, liani, rani dan tania terimakasih untuk setiap proses yang sudah kita lewati bersama, sukses selalu untuk kalian.
10. Saudari perantauan penulis, aty, oaa, ncha, yana dan yuen untuk setiap momen yang kita lewati bersama di kosan, tempat berbagi cerita, tempat tertawa, selalu mendukung dan merayakan setiap hal penting yang penulis lewati. Kamar kost kita bukan hanya sekadar tempat tinggal, tapi juga rumah kedua yang penuh dengan tawa dan cerita. Momen-momen yang kita lewati bersama akan selalu menjadi kenangan untuk penulis, semoga kita bisa sukses bersama-sama.
11. Sahabat sorong penulis, untuk ester, medlyn, naomi, ima, thea novi, dan ka irna yang selalu memberi dukungan dan semangat yang luar biasa dari penulis SMA sampai saat ini. Terimakasih sudah menjadi sahabat bahkan saudara yang baik, selalu ada saat penulis membutuhkan bantuan dan selalu setia mendengarkan keluh kesah penulis selama berada di perantauan dan saat penyusunan tugas akhir walaupun hanya lewat via

telepon. Terima kasih telah menjadi teman seperjuangan sejak dulu hingga sekarang.

12. Teman-teman teknik sipil angkatan 2020, atas semua bantuan dan pengalaman yang diberikan selama masa kuliah.
13. Teman-teman penelitian yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.
14. Terakhir, untuk diri sendiri yang sudah berjuang dan bertahan sejauh ini, karena tidak menyerah saat melalui masa-masa sulit selama proses perkuliahan dan penyusunan tugas akhir, pencapaian ini menjadi apresiasi untuk diri sendiri karena telah berusaha sampai tahap akhir.

Dengan penuh kesadaran, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kekurangan, sehingga penulis berharap adanya saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Malang, 5 November 2024



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprilia Antonetta Tulia
NIM : 20041000125
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH MATERIAL PROTEKSI KARAT TERHADAP LAJU KOROSI BAJA TULANGAN DAN MOMEN LENTUR BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang
Pada Tanggal : 5 November 2024

Yang Menyatakan



(Aprilia Antonetta Tulia)

**PENGARUH MATERIAL PROTEKSI KARAT TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN DAN MOMEN LENTUR
BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

Aprilia Antonetta Tulia¹, Dionysius Triprijo Arry Bramantoro²

ABSTRAK

Korosi pada baja tulangan menjadi kendala utama bagi performa struktur beton bertulang. Untuk meminimalisir terjadinya korosi, diperlukan inovasi untuk menjaga struktur beton salah satunya dengan melapisi baja tulangan menggunakan bahan atau cairan yang dapat mencegah korosi, metode tersebut dikenal dengan *coating*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh material proteksi karat terhadap laju korosi baja tulangan dan momen lentur balok beton bertulang, menggunakan benda uji berukuran 15 x 15 x 65 cm dengan mutu beton 20,75 Mpa. Jenis material proteksi karat yang digunakan yaitu *epoxy resin*, cat anti karat nippon paint dan lilitan GFRP. Untuk mempercepat terjadinya korosi pada tulangan digunakan larutan NaCl 3,5% dengan metode galvanostatik. Pengujian yang dilakukan yaitu momen lentur dilakukan saat umur beton 28 hari berdasarkan ASTM C78/C78M dan pengujian laju korosi berdasarkan ASTM G 31-72 metode *weight loss*. Rata-rata momen lentur *epoxy resin* sebesar 6,04 kNm, momen lentur cat anti karat sebesar 5,82 kNm dan momen lentur lilitan GFRP sebesar 5,63 kNm. Dan laju korosi *epoxy resin* sebesar 3055,90 Mpy, cat anti karat sebesar 6146,80 Mpy dan lilitan GFRP sebesar 7546,45 Mpy.

Kata Kunci: Momen Lentur, Laju Korosi, Material Proteksi Karat, Baja Tulangan, Balok Beton Bertulang.

***EFFECT OF RUST PROTECTION MATERIAL ON
CORROSION RATE OF REINFORCING STEEL AND BENDING MOMENT OF
OF CORRODED REINFORCED CONCRETE BEAMS***

Aprilia Antonetta Tulia¹, Dionysius Triprijo Arry Bramantoro²

ABSTRACT

Corrosion of reinforcing steel is a major obstacle to the performance of reinforced concrete structures. To minimize the occurrence of corrosion, innovation is needed to maintain the concrete structure, one of which is by coating reinforcing steel using a material or liquid that can prevent corrosion, the method is known as coating. This study aims to determine the effect of rust protection material on the corrosion rate of reinforcing steel and the bending moment of reinforced concrete beams, using test specimens measuring 15 x 15 x 65 cm with a concrete quality of 20.75 Mpa. The types of rust protection materials used are epoxy resin, nippon paint anti-rust paint and GFRP winding. To accelerate the corrosion of the reinforcement, a 3.5% NaCl solution was used with the galvanostatic method. The tests carried out are bending moments carried out at the age of 28 days of concrete based on ASTM C78 / C78M and corrosion rate testing based on ASTM G 31-72 weight loss method. The average bending moment of epoxy resin is 6.04 kNm, the bending moment of anti-rust paint is 5.82 kNm and the bending moment of GFRP winding is 5.63 kNm. And the corrosion rate of epoxy resin was 3055.90 Mpy, anti-rust paint was 6146.80 Mpy and GFRP winding was 7546.45 Mpy.

Keywords: *Bending Moment; Corrosion Rate; Rust Protection Material; Reinforcing Steel; Reinforced Concrete Beam.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	5
2.2 Teknologi Beton	6
2.2.1 Pengertian Umum Beton	6
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton	6

2.2.3	Material Penyusun Beton	7
2.3	Baja Tulangan.....	10
2.4	Korosi	12
2.4.1	Pengertian Korosi.....	12
2.4.2	Jenis-Jenis Korosi	13
2.4.3	Faktor Penyebab Korosi	15
2.4.4	Laju Korosi Metode <i>Weight Loss</i>	16
2.5	Coating	17
2.5.1	Jenis-Jenis	17
2.5.2	Sistem Dasar	17
2.5.3	Metode Aplikasi	18
2.6	Sifat Mekanisme Beton Bertulang.....	19
2.6.1	Momen Lentur Balok Beton Bertulang.....	19
2.6.2	Momen Perlu	24
2.6.3	Mekanisme Keruntuhan Benda Uji.....	25
BAB III		27
METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Program Penelitian	27
3.2	Bahan dan Peralatan	28
3.2.1	Bahan.....	28
3.2.2	Peralatan	31
3.3	Pengujian Material	36
3.4	Benda Uji.....	37
3.4.1	Perencanaan Campuran Beton (<i>Concrete Mix Design</i>)	37
3.4.2	Detail Benda Uji.....	38
3.4.3	Benda Uji Balok Beton Bertulang.....	39

3.5	Uji Momen Lentur Balok Beton Bertulang	40
3.6	Uji Laju Korosi.....	41
3.7	Analisa Data	42
3.8	Diagram Alir.....	43
BAB IV		44
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Deskripsi Umum	44
4.2	Hasil Pengujian Material.....	44
4.2.1	Pengujian Agregat Halus.....	45
4.2.2	Pengujian Agregat Kasar.....	45
4.2.3	Pengujian Tarik Baja Tulangan.....	46
4.2.4	Benda Uji Trial Mix	46
4.2.5	Benda Uji Silinder Pendamping Balok	47
4.3	Perhitungan Kebutuhan Komposisi Campuran Balok Beton Bertulang	48
4.3.1	Perhitungan Komposisi Campuran Beton Normal Per 1 m ³	48
4.3.2	Perhitungan Kebutuhan Komposisi Bahan untuk 1 Benda Uji.....	48
4.4	Pembuatan Benda Uji Balok Beton Bertulang.....	48
4.5	Pengujian Momen Lentur Balok Beton Bertulang.....	55
4.5.1	Mekanisme Keruntuhan Balok Beton Bertulang	55
4.5.2	Pengujian Momen Lentur Setiap Populasi.....	57
4.5.3	Momen Lentur Rata-Rata Balok Beton Bertulang Setiap Populasi	69
4.5.4	Momen Nominal Balok Beton Bertulang Semua Populasi.....	70
4.5.5	Hubungan antara Momen Lentur Rata-Rata dan Momen Nominal Balok Beton Bertulang Setiap Populasi	71
4.6	Pengujian Laju Korosi	73
4.6.1	Pengujian Laju Korosi Populasi 1 (BTKC1)	74

4.6.2 Pengujian Laju Korosi Populasi 2 (BTKC2)	76
4.6.3 Pengujian Laju Korosi Populasi 3 (BTKC3)	78
4.6.4 Hubungan Antara Laju Korosi	79
4.7 Hubungan Momen Lentur, Momen Nominal dan Laju Korosi	80
4.8 Penurunan Momen Lentur Rata-Rata dan Laju Korosi Rata-Rata.....	81
4.9 Hasil Penelitian	82
BAB V.....	84
KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme Korosi	13
Gambar 2. 2 Distribusi Tegangan dan Regangan Balok Tulangan Tunggal.....	20
Gambar 2. 3 Distribusi Tegangan dan Regangan Balok Tulangan Rangkap.....	22
Gambar 2. 4 Skema Uji Momen Lentur dengan Third Point Loading Method	24
Gambar 2. 5 Bidang Momen pada Third Loading Bending Test.....	24
Gambar 2. 6 Patah di Daerah Tengah (1/3 Jarak Perletakan)	25
Gambar 2. 7 Patah di Luar Daerah Tengah (1/3 Jarak Perletakan) $\leq 5\%$	26
Gambar 2. 8 Patah di Luar Daerah Tengah (1/3 Jarak Perletakan) $> 5\%$	26
Gambar 3. 1 Semen Portland Tipe 1	28
Gambar 3. 2 Air.....	29
Gambar 3. 3 Batu Pecah.....	29
Gambar 3. 4 Pasir	29
Gambar 3. 5 Natrium Klorida (NaCl)	30
Gambar 3. 6 Baja Tulangan	30
Gambar 3. 7 Kawat Bendrat.....	30
Gambar 3. 8 Epoxy Resin	31
Gambar 3. 9 Cat Anti Karat	31
Gambar 3. 10 Lilitan GFRP	31
Gambar 3. 11 Universal Testing Machine	31
Gambar 3. 12 <i>Hidraulic Concrete Beam Testing Machine</i>	32
Gambar 3. 13 Dial gauge dan Pemasangan Dial gauge dan akrilik.....	32
Gambar 3. 14 Timbangan Digital	33
Gambar 3. 15 Timbangan Triple Beam Balance.....	33
Gambar 3. 16 Wadah Rendaman	33
Gambar 3. 17 Cetok	34
Gambar 3. 18 Molen	34
Gambar 3. 19 Pemasad Beton.....	34
Gambar 3. 20 Kuas.....	34
Gambar 3. 21 Gerinda.....	35
Gambar 3. 22 Travo	35
Gambar 3. 23 Logam Tembaga.....	35

Gambar 3. 24 Bekisting Balok	36
Gambar 3. 25 Wadah Aluminium/Pan	36
Gambar 3. 26 Palu.....	36
Gambar 3. 27 Detail Benda Uji.....	39
Gambar 3. 28 Metode Galvanostatik untuk mempercepat Korosi Baja Tulangan dalam Larutan NaCl	40
Gambar 3. 29 Diagram Alir	43
Gambar 4. 1 Bersihkan Baja Tulangan	49
Gambar 4. 2 Baja Tulangan yang sudah dilapisi	49
Gambar 4. 3 Timbang Baja Tulangan Lentur Benda Uji.....	49
Gambar 4. 4 Tulangan Baja yang dirakit	49
Gambar 4. 5 Baja Tulangan dalam bekisting	50
Gambar 4. 6 Penimbangan Material Semen, Pasir, Batu Pecah, Air dan NaCl....	50
Gambar 4. 7 Peralatan yang digunakan	50
Gambar 4. 8 Proses Pemasukan Material.....	51
Gambar 4. 9 Penuangan campuran ke wadah	51
Gambar 4. 10 Kerucut Abrams pada tempat datar.....	51
Gambar 4. 11 Memasukkan beton ke dalam kerucut.....	52
Gambar 4. 12 Meratakan Beton pada permukaan kerucut.....	52
Gambar 4. 13 Melepas beton dari cetakan	52
Gambar 4. 14 Pengukuran Nilai Slump	53
Gambar 4. 15 Proses pemasukan campuran dalam bekisting	53
Gambar 4. 16 Pelepasan bekisting dan Perendaman Benda Uji	53
Gambar 4. 17 Proses Korosi Benda Uji Menggunakan	54
Gambar 4. 18 Benda uji yang telah dikorosikan	54
Gambar 4. 19 Pengujian momen lentur.....	54
Gambar 4. 20 Penghancuran benda uji	55
Gambar 4. 21 Tulangan Sebelum Korosi dan Sesudah Korosi.....	55
Gambar 4. 22 Pola Keruntuhan/Patah.....	56
Gambar 4. 23 Pola Keruntuhan Tipe 2 pada Populasi N	56
Gambar 4. 24 Pola Keruntuhan Tipe 1 pada Populasi 1	57
Gambar 4. 25 Pola Keruntuhan Tipe 3 pada Populasi 2	57

Gambar 4. 26 Pola Keruntuhan Tipe 1 pada Populasi 3	57
Gambar 4. 27 Kurva Hubungan M dan Δ Populasi N.....	59
Gambar 4. 28 Histogram Momen Lentur Populasi N	60
Gambar 4. 29 Hubungan M dan Δ Populasi 1 (BTKC1)	62
Gambar 4. 30 Histogram Momen Lentur Puncak Populasi 1 (BTKC1)	63
Gambar 4. 31 Kurva Hubungan M dan delta Populasi 2 (BTKC2).....	65
Gambar 4. 32 Histogram Momen Lentur Puncak Setiap Balok Populasi 2.....	66
Gambar 4. 33 Kurva Hubungan M dan Δ Populasi 3 (BTKC3)	68
Gambar 4. 34 Hubungan Momen Lentur Populasi 3 (BTKC3).....	69
Gambar 4. 35 Histogram Momen Lentur Rata-Rata.....	70
Gambar 4. 36 Histogram Momen Nominal Rata-Rata.....	71
Gambar 4. 37 Histogram Hubungan antara Momen Lentur Rata-Rata dan Momen Nominal Balok Beton Bertulang.....	72
Gambar 4. 38 Histogram Laju Korosi Populasi 1 (BTKC1).....	76
Gambar 4. 39 Histogram Laju Korosi Populasi 2 (BTKC2).....	77
Gambar 4. 40 Histogram Laju Korosi Populasi 3 (BTKC3).....	79
Gambar 4. 41 Histogram hubungan antara laju korosi	80
Gambar 4. 42 Histogram Hubungan antara Momen Lentur, Momen Nominal, dan Laju Korosi	81
Gambar 4. 43 Histogram Penurunan Momen Lentur dan Laju Korosi.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Gradasi Agregat Kasar	8
Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus	9
Tabel 2. 3 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos.....	11
Tabel 2. 4 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir	11
Tabel 2. 5 Sifat Mekanis Baja Tulangan Beton	12
Tabel 2. 6 Konstanta Laju Korosi	16
Tabel 3. 1 Kode, Varabel, dan Jumlah Benda Uji.....	38
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	45
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tarik Baja Tulangan	46
Tabel 4. 4 Kuat Tekan Benda Uji Trial Mix	46
Tabel 4. 5 Benda Uji Silinder Pendamping Balok Beton Bertulang.....	47
Tabel 4. 6 Komposisi Campuran Beton per 1 m ³	48
Tabel 4. 7 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Benda Uji	48
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Momen Lentur Normal (BTKC0)	58
Tabel 4. 9 Momen Lentur Balok Beton Bertulang Normal	60
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Lentur Populasi 2 (BTKC1)	61
Tabel 4. 11 Momen Lentur Balok Beton Bertulang Populasi 1	63
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Lentur Populasi 2 (BTKC2)	64
Tabel 4. 13 Momen Lentur Balok Beton Bertulang Populasi 2 (BTKC2).....	65
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Lentur Populasi 3 (BTKC3)	67
Tabel 4. 15 Momen Lentur Balok Beton Bertulang Populasi 3	68
Tabel 4. 16 Momen Lentur Rata-Rata Balok Beton Bertulang Korosi.....	69
Tabel 4. 17 Momen Nominal Balok Beton Bertulang Semua Populasi.....	71
Tabel 4. 18 Hubungan antara Momen Lentur Rata-Rata dan Momen Nominal Balok Beton Beton Bertulang Setiap Populasi	72
Tabel 4. 19 Berat baja tulangan yang hilang	73
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Laju Korosi Populasi 1	75
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Laju Korosi Populasi 2	77
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Laju Korosi Populasi 3	78
Tabel 4. 23 Hubungan antara laju korosi	79
Tabel 4. 24 Hubungan antara Momen Lentur, Momen Nominal, dan.....	80
Tabel 4. 25 Penurunan Momen Lentur dan Laju Korosi	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Material Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar.....	88
Lampiran 2. Pengujian Material Pasir Sebagai Agregat Halus.....	89
Lampiran 3. Job Mix Design.....	91
Lampiran 4. Perhitungan Bahan Campuran Beton Bertulang Per 1 m ³	91
Lampiran 5. Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton	92
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	92