

**PENGARUH INHIBITOR ANORGANIK TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN
DAN MOMEN LENTUR BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

Tugas Akhir



**IRENSIUS FEBRIANO ALAN ROJA
20041000122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2024**

**PENGARUH INHIBITOR ANORGANIK TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN
DAN MOMEN LENTUR BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

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



**IRENSIUS FEBRIANO ALAN ROJA
20041000122**

**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 : Irensius Febriano Alan Roja

NIM : 20041000122

Tanda Tangan :



Tanggal : 5 November 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH INHIBITOR ANORGANIK TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN DAN MOMEN LENTUR
BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**IRENSIUS FEBRIANO ALAN ROJA
20041000122**

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


Ir. Bambang Tri Leksono, M.T.
NIDN: 0726116101

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 Yulianti, 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 Inhibitor Anorganik 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 Yulianti, ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
2. Dr. Eko Indah Susanti, ST., M.T. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
3. Ir. Dionisius TAB, M.T. 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. Ir. Bambang Tri Leksono, 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 Vincentius Roja dan Ibu Kristina Dapaloka yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam 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 hal yang telah kalian berikan.
6. Saudara-saudara kandung penulis, Kakak Yosephus Edolfrado Roja dan Odilia Pricilia Jelita Roja, serta Adik Lodovikus Haryanto Roja, Ansenlino Marialdo Kelvin Roja, Maximilianus Augusto Roja, dan Pholycarpio

Febriandika Roja, terimakasih atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan studi sampai tahap akhir. Dan segenap Keluarga Besar Mottu yang telah mendukung penulis.

7. Nim 20041000125, yang telah sama-sama berjuang dengan penulis dari semester awal sampai menyelesaikan tugas akhir bersama. Terimakasih selalu ada dalam susah dan senang, serta dalam setiap proses yang dilalui penulis. Semoga kesuksesan menjadi bagian dalam hidupmu.
8. Teman-teman penelitian Balok Korosif yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir. 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.
9. Terakhir, untuk semua teman perantauan penulis, terimakasih telah menjadi teman serta saudara bagi penulis selama menempuh perkuliahan. Semoga kesuksesan selalu mengiringi langkah hidup kalian semuanya.

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 : Irensius Febriano Alan Roja

NIM : 20041000122

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 INHIBITOR ANORGANIK 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

enyatakan

METERAI TEMPEL
A7AMX066025568

(Irensius Febriano Alan Roja)

**PENGARUH INHIBITOR ANORGANIK TERHADAP
LAJU KOROSI BAJA TULANGAN DAN MOMEN LENTUR
BALOK BETON BERTULANG TERKOROSI**

Irensus Febriano Alan Roja¹, Dionysius Triprijo Arry Bramantoro²

ABSTRAK

Korosi menjadi masalah serius pada penggunaan baja tulangan dalam sebuah struktur. Salah satu metode untuk mencegah dan mengatasi korosi adalah penggunaan inhibitor. Inhibitor adalah suatu bahan kimia yang ketika ditambahkan dalam jumlah konsentrasi yang tertentu pada suatu lingkungan, dapat secara efektif mengurangi laju korosi pada logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inhibitor anorganik 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. Variasi inhibitor yang digunakan yaitu Sodium nitrit, Kalsium nitrit, dan Natrium fosfat dengan masing – masing variasi terdapat 5 buah benda uji. Untuk mempercepat terjadinya korosi pada tulangan digunakan larutan NaCl 3,5% dan 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 inhibitor sodium nitrit sebesar 5,89 kNm dan laju korosi sebesar 3184 mpy, rata-rata momen lentur inhibitor kalsium nitrit sebesar 5,67 kNm dan laju korosi sebesar 7920 mpy, dan rata-rata momen lentur inhibitor natrium fosfat sebesar 5,21 kNm dan laju korosi sebesar 12375 mpy.

Kata Kunci: Korosi, Inhibitor, Laju Korosi, Momen Lentur, Balok Beton Bertulang.

**EFFECT OF INORGANIC INHIBITORS ON
CORROSION RATE OF REINFORCING STEEL AND BENDING MOMENT OF
OF CORRODED REINFORCED CONCRETE BEAMS**

Irensus Febriano Alan Roja¹, Dionysius Triprijo Arry Bramantoro²

ABSTRACT

Corrosion is a serious problem in the use of reinforcing steel in a structure. One method to prevent and overcome corrosion is the use of inhibitors. An inhibitor is a chemical that when added in a certain amount of concentration to an environment, can effectively reduce the corrosion rate of metals. This study aims to determine the effect of inorganic inhibitors 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 inhibitor variations used were Sodium nitrite, Calcium nitrite, and Sodium phosphate with each variation containing 5 test specimens. To accelerate the corrosion of reinforcement, 3.5% NaCl solution and galvanostatic method were used. The tests carried out, namely bending moments, were 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 sodium nitrite inhibitor was 5.89 kNm and corrosion rate was 3184 mpy, the average bending moment of calcium nitrite inhibitor was 5.67 kNm and corrosion rate was 7920 mpy, and the average bending moment of sodium phosphate inhibitor was 5.21 kNm and corrosion rate was 12375 mpy.

Keywords: *Corrosion, Inhibitors, Corrosion Rate, Bending Moment, Reinforced Concrete Beams.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN.....	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 <u>T</u> INJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	5
2.2 Teknologi Beton	6
2.2.1 Pengertian Beton.....	6
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton	6
2.2.3 Material Penyusun Beton.....	6
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>	17
2.5 Inhibitor Korosi	18
2.5.1 Pengertian Inhibitor Korosi	18
2.5.2 Jenis-Jenis Inhibitor korosi	19
2.6 Sifat Mekanisme Beton Bertulang	20
2.6.1 Momen Lentur Balok Beton Bertulang	20
2.6.2 Momen Perlu.....	25
2.6.3 Mekanisme Keruntuhan Benda Uji.....	26
BAB III 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 Pembuatan Benda Uji Balok Beton Bertulang	39
3.5 Uji Momen lentur Balok Beton Bertulang	41
3.6 Uji Laju Korosi.....	42
3.7 Analisa Data	42
3.8 Diagram Alir.....	43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Deskripsi.....	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	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.....	49
4.4 Pembuatan Benda Uji Balok Beton Bertulang	49
4.5 Pengujian Momen Lentur Balok Beton Bertulang	56
4.5.1 Mekanisme Keruntuhan Balok Beton Bertulang	57
4.5.2 Pengujian Momen Lentur Setiap Populasi.....	59
4.5.3 Momen Lentur Rata-Rata Balok Beton Bertulang Setiap Populasi.....	72
4.5.4 Momen Nominal Balok Beton Bertulang Semua Populasi	72
4.5.5 Hubungan Antara Momen Lentur Rata-Rata dan Momen Nominal Balok Beton Bertulang Setiap Populasi.....	73
4.6 Pengujian Laju Korosi.....	74
4.6.1 Pengujian Laju Korosi Populasi 2 (BTKI1)	76
4.6.2 Pengujian Laju Korosi Populasi 3 (BTKI2)	78
4.6.3 Pengujian Laju Korosi Populasi 4 (BTKI3)	80
4.6.4 Hubungan antara Laju Korosi.....	82
4.7 Hubungan Momen Lentur, Momen Nominal dan Laju Korosi.....	83
4.8 Penurunan Momen Lentur Rata-Rata dan Laju Korosi Rata-Rata.....	83

4.9 Hasil Penelitian.....	84
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN.....	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses terjadinya Korosi pada Baja.....	13
Gambar 2. 2 Efek Konsentrasi terhadap Inhibitor Anodik pada Laju Korosi.....	19
Gambar 2. 3 Distribusi Tegangan dan Renggangan Balok Tulangan Tunggal.....	21
Gambar 2. 4 Distribusi Tegangan dan Renggangan Balok Tulangan Rangkap..	23
Gambar 2. 5 Skema Pengujian Momen lentur dengan <i>Third Point Loading Method</i>	25
Gambar 2. 6 Bidang Momen pada Third Loading Bending Test.....	25
Gambar 2. 7 Patah di Daerah Tengah (1/3 jarak perletakan).....	26
Gambar 2. 8 Patah di Luar Daerah Tengah (1/3 jarak perletakan) $\leq 5\%$ dari Bentang	26
Gambar 2. 9 Patah di Luar Daerah Tengah (1/3 jarak perletakan) $> 5\%$ dari Bentang	26
Gambar 3. 1 Semen Portland Tipe I.....	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 Inhibitor Sodium Nitrit (NaNO ₂).....	31
Gambar 3. 9 Inhibitor Natrium Fosfat (Na ₃ PO ₄)	31
Gambar 3. 10 Inhibitor Kalsium Nitrit (Ca(NO ₂) ₂)	31
Gambar 3. 11 Universal Testing Machine	31
Gambar 3. 12 Hydraulic Concrete Beam Testing Machine	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	33
Gambar 3. 18 Molen	34

Gambar 3. 19 Besi Pematat Beton	34
Gambar 3. 20 Kuas.....	34
Gambar 3. 21 Gerinda.....	35
Gambar 3. 22 Travo 120 Amper	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 Balok	39
Gambar 3. 28 Metode Galvanostatik untuk mempercepat Korosi Baja Tulangan dalam Larutan NaCl	40
Gambar 3. 29 Pemasangan Akrilik dan Dial gauge	41
Gambar 3. 30 Diagram Alir	43
Gambar 4. 1 Timbang Baja Tulangan Lentur Benda Uji.....	50
Gambar 4. 2 Baja tulangan yang telah dirakit.....	50
Gambar 4. 3 Tulangan yang telah dirakit di dalam Bekisting.....	50
Gambar 4. 4 Penimbangan material Semen, Pasir, Batu pecah, air, dan Inhibitor	51
Gambar 4. 5 Peralatan yang digunakan	51
Gambar 4. 6 Proses pemasukan material ke Molen	51
Gambar 4. 7 Penuangan campuran beton ke wadah	52
Gambar 4. 8 Kerucut Abrams pada tempat datar	52
Gambar 4. 9 Memasukan Beton ke dalam Kerucut Abrams.....	53
Gambar 4. 10 Meratakan Beton pada permukaan Kerucut Abrams	53
Gambar 4. 11 Melepaskan Beton dari Cetakan.....	53
Gambar 4. 12 Pengukuran Nilai Slump	54
Gambar 4. 13 Proses Pemasukan Campuran Beton ke dalam Bekisting	54
Gambar 4. 14 Pelepasan Bekisting dan Perendaman Benda Uji.....	54
Gambar 4. 15 Proses Korosi Benda Uji menggunakan Metode Galvanostatik	55
Gambar 4. 16 Benda Uji yang telah dikorosikan	55
Gambar 4. 17 Pengujian Momen Lentur.....	55
Gambar 4. 18 Penghancuran Benda Uji Balok Beton Bertulang.....	56
Gambar 4. 19 Tulangan Sebelum dan Sesudah Korosi.....	56

Gambar 4. 20 Pola Keruntuhan / Patah.....	57
Gambar 4. 21 Pola Keruntuhan Tipe 1 pada Populasi 1	58
Gambar 4. 22 Pola Keruntuhan Tipe 3 pada Populasi 2	58
Gambar 4. 23 Pola Keruntuhan Tipe 3 pada Populasi 3	58
Gambar 4. 24 Pola Keruntuhan Tipe 3 pada Populasi 4	58
Gambar 4. 25 Kurva Hubungan M (kN) dan Δ (mm) Populasi 1	61
Gambar 4. 26 Histogram Momen Lentur Puncak Setiap Balok Populasi 1	62
Gambar 4. 27 Kurva Hubungan M (kNm) dan Δ (mm) Populasi 2	64
Gambar 4. 28 Histogram Momen Lentur Puncak setiap Balok Populasi 2	65
Gambar 4. 29 Kurva Hubungan M (kNm) dan Δ (mm) Populasi 3	67
Gambar 4. 30 Histogram Momen Lentur Puncak Setiap Balok Populasi 3.....	68
Gambar 4. 31 Kurva Hubungan M (kNm) dan Δ (mm) Populasi 4	70
Gambar 4. 32 Histogram Momen Lentur Puncak setiap Balok Populasi 4	71
Gambar 4. 33 Histogram Momen Lentur Rata-rata setiap Populasi	72
Gambar 4. 34 Histogram Hubungan antara Momen Lentur Rata-rata dab Momen Nominal Balok Beton Bertulang setiap Populasi.....	74
Gambar 4. 35 Histogram Laju Korosi Populasi 2 (BTKI1).....	78
Gambar 4. 36 Histogram Laju Korosi Populasi 3 (BTKI2).....	79
Gambar 4. 37 Histogram Laju Korosi Populasi 4 (BTKI3).....	81
Gambar 4. 38 Histogram Laju Korosi Rata-rata setiap Populasi	82
Gambar 4. 39 Histogram Hubungan Momen Lentur, Momen Nominal, dan Laju Korosi.....	83
Gambar 4. 40 Histogram Hubungan Penurunan Momen Lentur dan Laju Korosi	84

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	18
Tabel 3. 1 Kode, Variabel, dan Jumlah Benda Uji.....	38
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Material Agregat Kasar	45
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tarik Baja Tulangan	46
Tabel 4. 4 Kuat Tekan Benda Uji Trial Mix	47
Tabel 4. 5 Benda Uji Silinder Pendamping Balok Beton Bertulang Setiap Populasi	48
Tabel 4. 6 Komposisi Campuran Beton per 1 m ³	48
Tabel 4. 7 Kebutuhan Campuran Beton untuk 1 Benda Uji.....	49
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Momen Lentur Populasi 1 (BBN)	59
Tabel 4. 9 Momen Lentur Puncak Setiap Balok Populasi 1	61
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Momen Lentur Populasi 2 (BTKI1)	63
Tabel 4. 11 Momen Lentur Puncak setiap Balok Populasi 2	65
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Momen Lentur Populasi 3 (BTKI2)	66
Tabel 4. 13 Momen Lentur Puncak Setiap Balok Populasi 3	68
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Momen Lentur Populasi 4	69
Tabel 4. 15 Momen Lentur Puncak setiap Balok Populasi 4	71
Tabel 4. 16 Momen Lentur Rata-rata Balok Beton Bertulang Setiap Populasi	72
Tabel 4. 17 Momen Nominal Balok Beton Bertulang Semua Populasi.....	73
Tabel 4. 18 Hubungan antara Momen Lentur Rata-rata dan Momen Nominal Balok Beton Bertulang setiap Populasi.....	73
Tabel 4. 19 Berat Baja Tulangan yang Hilang.....	75
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Laju Korosi Populasi 2 (BTKI1)	77
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Laju Korosi Populasi 3 (BTKI2)	79

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Laju Korosi Populasi 4 (BTKI3)	81
Tabel 4. 23 Rata-Rata Laju Korosi Setiap Populasi.....	82
Tabel 4. 24 Hubungan Momen Lentur, Momen Nominal, dan Laju Korosi	83
Tabel 4. 25 Penurunan Momen Lentur dan Laju Korosi	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Material Batu Pecah sebagai Agregat Kasar	91
Lampiran 2. Pengujian Material Pasir sebagai Agregat Halus	92
Lampiran 3. Job Mix Design.....	94
Lampiran 4. Perhitungan Bahan Campuran Beton Bertulang Per 1 m ³	94
Lampiran 5. Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton	95
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	95