

**PENGARUH LAJU KOROSI DAN TEGANGAN LELEH
BAJA TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP
GAYA TEKAN KOLOM BETON BERTULANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana**



ANNA CHARINA AVOCATRIX P. SAKTI

20041000123

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

2024

HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS

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

Nama : Anna Charina Avocatrix P. Sakti

Nim : 20041000123

Tanda Tangan:



Tanggal : 17 April 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH LAJU KOROSI DAN TEGANGAN LELEH
BAJA TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP
GAYA TEKAN KOLOM BETON BERTULANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

ANNA CHARINA AVOCATRIX P. SAKTI

20041000123

**Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada 27 Februari 2024**

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji I : Ir. Bambang Tri Leksono, MT

Dosen Penguji II : Dr. Ninik Catur E. Y., ST., MT

Dosen Saksi : Muh. Mahesa Ramadhan, S.ST., M.T

Memeriksa dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ninik Catur E. Y., ST., MT)

(Ir. Nila Kurniawati, MT)

NIDN. 0004097002

NIDN. 0702056501

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

Malang, 22 April 2024



**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil**

(Dr. Ninik Catur E. Y., ST., MT)

NIDN. 0004097002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Laju Korosi Dan Tegangan Leleh Baja Tulangan Yang Terkorosi Terhadap Gaya Tekan Kolom Beton bertulang” dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga pada penyusunan Tugas Akhir, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
2. Ibu Eko Indah Susanti, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
3. Bapak Sefrinus Rahmat dan Ibu Ludgardis Sakti selaku Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan dan doa selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan ilmu, waktu, dukungan, arahan, serta masukan dalam pembuatan Tugas Akhir.
5. Ibu Ir. Nila Kurniawati, MT selaku dosen pembimbing II yang selalu memberi bimbingan, motivasi, masukan, dukungan, waktu, ilmu, serta arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
6. Para sahabat serta teman-teman kelompok penelitian yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.

Demikian Tugas Akhir ini dibuat, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan pada Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Malang, Februari 2024

Anna Charina A. P. Sakti

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Anna Charina Avocatrix P. Sakti

NIM : 20041000123

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 LAJU KOROSI DAN TEGANGAN LELEH BAJA TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP GAYA TEKAN KOLOM BETON BERTULANG

Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dan 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 : 17 April 2024

Yang Menyatakan,



(Anna Charina Avocatrix P. Sakti)

**PENGARUH LAJU KOROSI DAN TEGANGAN LELEH BAJA
TULANGAN YANG TERKOROSI TERHADAP GAYA TEKAN
KOLOM BETON BERTULANG**

Anna Charina Avocatrix P. Sakti

ABSTRAK

Beton bertulang terdiri dari beton dan diperkuat tulangan baja. Beton memiliki kekuatan terhadap tekan dan tulangan baja memiliki kekuatan tarik. Korosi pada tulangan baja dapat mengakibatkan kerusakan struktur beton bertulang yang dapat mempengaruhi kekuatan struktur. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi korosi pada baja tulangan salah satunya adalah tegangan leleh baja tulangan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh laju korosi dan tegangan leleh baja tulangan yang terkorosi terhadap gaya tekan kolom beton bertulang.

Penelitian berupa pengujian gaya tekan pada kolom beton bertulang dan pengujian laju korosi pada baja tulangan. Benda uji berupa kolom beton bertulang berukuran 15 x 15 x 30 cm sebanyak 18 buah. Variasi tegangan leleh yang digunakan yaitu 442,65 Mpa, 389,12 Mpa dan 380,32 Mpa. Proses untuk mempercepat korosi pada baja tulangan dilakukan dengan merendam benda uji dalam larutan NaCl konsentrasi 3,5% selama 5 hari dengan menggunakan metode galvanostatik. Pengujian gaya tekan dilakukan menggunakan alat uji CTM (compression testing machine) sesuai ASTM C39 tentang *Standard Test Method For Compressive Strength Of Cylindrical Concrete Specimens* dan pengujian laju korosi berdasarkan ASTM G31-72 tentang *Standard Practice for laboratory immersion corrosion testing of metals*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai gaya tekan tertinggi terdapat pada benda uji yang terkorosi dengan tegangan leleh 442,65 Mpa sebesar 495,1 kN, dan gaya tekan terkecil ada pada benda uji dengan tegangan leleh 380,32 Mpa sebesar 416,3 kN. Sedangkan untuk laju korosi terbesar terdapat pada benda uji dengan tegangan leleh 380,32 Mpa sebesar 70760,14 Mpy, dan laju korosi terkecil ada pada benda uji dengan tegangan leleh 442,65 Mpa sebesar 28369,66 Mpy.

Kata Kunci: Kolom, Laju Korosi, Tegangan Leleh , Baja Tulangan, Gaya Tekan.

**THE EFFECT OF CORROSION RATE AND MELTING STRESS OF
CORRODED REINFORCING STEEL ON THE COMPRESSIVE
FORCE OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS**

Anna Charina Avocatrix P. Sakti

ABSTRACT

Reinforced concrete consists of concrete and reinforced steel reinforcement. Concrete has compressive strength and steel reinforcement has tensile strength.. Corrosion of steel reinforcement can cause damage to reinforced concrete structures that can affect structural strength. There are several factors that can affect corrosion of reinforcing steel, one of which is the yield stress of reinforcing steel. This study aims to determine the effect of corrosion rate and yield stress of corroded reinforcing steel on the compressive force of reinforced concrete columns.

The research is in the form of testing the compressive force on reinforced concrete columns and testing the corrosion rate of reinforcing steel. The test object is a reinforced concrete column measuring 15 x 15 x 30 cm as many as 18 pieces. The yield stress variations used are 442.65 Mpa, 389.12 Mpa and 380.32 Mpa. The process to accelerate corrosion of reinforcing steel was carried out by immersing the test specimens in a 3.5% concentration Nacl solution for 5 days using the galvanostatic method. Compressive strength testing was conducted using a CTM (compression testing machine) according to ASTM C39 on Standard Test Method For Compressive Strength Of Cylindrical Concrete Specimens and corrosion rate testing based on ASTM G31-72 on Standard Practice for laboratory immersion corrosion testing of metals.

The results showed that the largest compressive force value was found in the corroded specimen with a yield stress of 442.65 Mpa at 495.1 kN, and the smallest compressive force was found in the specimen with a yield stress of 380.32 Mpa at 416.3 kN. As for the corrosion rate, the largest corrosion rate was found in the specimen with a yield stress of 380.32 Mpa at 70760,14 Mpy, and the smallest corrosion rate was found in the specimen with a yield stress of 442.65 Mpa at 28369,66 Mpy.

Keywords: *column, corrosion rate, yield stress, reinforcing steel, compressive force*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	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.....	7
2.3 Baja Tulangan.....	10
2.3.1 Jenis Baja Tulangan.....	10
2.3.2 Komposisi Kimia Tulangan Baja	11
2.3.3 Diameter Baja tulangan	11
2.3.4 Sifat- sifat baja tulangan	13
2.4 Korosi	14
2.4.1 Elemen Penyebab korosi	15
2.4.2 Laju korosi metode Weight Loss.....	16

2.5 Sifat mekanik Beton	16
2.5.1 Gaya Tekan Nominal (Pn).....	16
2.5.2 Gaya Tekan Yang Terjadi (P).....	17
2.6 Mekanisme Keruntuhan Beton	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Program Penelitian	19
3.2 Bahan dan Peralatan	20
3.2.1 Bahan	20
3.2.2 Peralatan	23
3.3 Pengujian Material.....	27
3.4 Benda Uji.....	28
3.4.1 Perencanaan Campuran Beton.....	28
3.4.2 Detail Benda Uji	28
3.5 Pembuatan Benda Uji	31
3.6 Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang	33
3.7 Pengujian Laju Korosi Kolom Beton Bertulang.....	34
3.8 Analisa Data	34
3.9 Diagram Alir.....	35
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Deskripsi Umum.....	37
4.2 Hasil Pengujian.....	37
4.2.1 Pengujian Tarik Baja Tulangan	38
4.2.2 Pengujian Agregat Halus	38
4.2.3 Pengujian Agregat Kasar	39
4.2.4 Benda Uji Trial Mix (Silinder)	39
4.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Beton.....	40
4.3.1 Perhitungan Bahan Campuran Beton Normal Per 1 m ³	41
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Bahan Untuk 1 Benda Uji Kolom.....	41
4.4 Pembuatan Benda Uji Kolom Beton Bertulang.....	42
4.4.1 Proses Pembuatan Benda Uji.....	42
4.5 Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton bertulang	47
4.5.1 Mekanisme Keruntuhan Kolom.....	47

4.5.2 Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang (Populasi 1)...	48
4.5.3 Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang (Populasi 2)...	51
4.5.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Bertulang Populasi 3	53
4.5.5 Pengujian Kuat Tekan Beton Bertulang Populasi 4 (Terkorosi) 566	
4.5.6 Pengujian Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang 5 (Terkorosi) .	58
4.5.7 Pengujian Kuat Tekan Beton Bertulang Populasi 6 (Terkorosi)	60
4.5.8 Hubungan Antara Gaya Tekan Yang Terjadi dan Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Rata-rata.....	63
4.5.9 Hubungan F_y dan Gaya Tekan Yang Terjadi.....	63
4.6 Pengujian Laju Korosi.....	65
4.6.1 Pengujian laju korosi kolom beton bertulang populasi 4	65
4.6.2 Pengujian laju korosi populasi 5 (F_y2)	68
4.6.3 Pengujian laju korosi kolom beton bertulang populasi 6	70
4.6.4 Hubungan Antara laju Korosi Kolom Beton Bertulang Rata- Rata	72
4.6.5 Hubungan Gaya Tekan Terkorosi dan Laju Korosi.....	73
4.7 Pembahasan dan Hasil.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme Keruntuhan Beton.....	17
Gambar 3. 1 Semen	20
Gambar 3. 2 Agregat Kasar.....	21
Gambar 3. 3 Agregat Halus.....	21
Gambar 3. 4 Air.....	21
Gambar 3. 5 Baja tulangan.....	22
Gambar 3. 6 NaCl	22
Gambar 3. 7 Kawat bendrat	22
Gambar 3. 8 Timbangan Digital	23
Gambar 3. 9 Timbangan Triple Beam	23
Gambar 3. 10 Molen	23
Gambar 3. 11 Wadah Aluminium	24
Gambar 3. 12 Cetok	24
Gambar 3. 13 Besi Penumbuk.....	24
Gambar 3. 14 Palu.....	25
Gambar 3. 15 Tembaga	25
Gambar 3. 16 Cetakan kolom	25
Gambar 3. 17 Travo	26
Gambar 3. 18 Compression Testing Machine (CTM).....	26
Gambar 3. 19 Wadah plastik.....	26
Gambar 3. 20 Universal Testing Machine	27
Gambar 3. 21 Gerinda.....	27
Gambar 3. 22 Detail benda uji (2D dan 3D)	31
Gambar 3. 23 Metode Galvanostatik untuk mempercepat korosi baja tulangan dalam rendaman NaCl.....	33
Gambar 3. 24 Diagram Alir	36
Gambar 4. 1 Proses pemotongan dan penimbangan baja tulangan.....	42
Gambar 4. 2 Merakit tulangan memanjang dan geser	42
Gambar 4. 3 Proses penimbangan material agregat halus, agregat kasar, semen dan air.....	43
Gambar 4. 4 Menyiapkan peralatan cetakan kolom, besi penumbuk, molen dan wadah aluminium.	43
Gambar 4. 5 Menyiapkan bekesting kolom yang telah dirakit baja tulangan.	43
Gambar 4. 6 Memasukan material kedalam molen.....	44
Gambar 4. 7 Menuang campuran beton ke wadah aluminium.....	44
Gambar 4. 8 Melakukan Slump Test.....	44
Gambar 4. 9 Memasukan campuran beton kedalam bekesting.....	45
Gambar 4. 10 Pembongkaran dan perawatan benda uji.....	45
Gambar 4. 11 Penimbangan Nacl dan air.....	45
Gambar 4. 12 Penyetelan arus listrik menggunakan metode galvanostatik.....	46
Gambar 4. 13 Mengeluarkan benda uji.....	46

Gambar 4. 14 Pengujian kuat tekan dan laju korosi.....	46
Gambar 4. 15 Penghancuran benda uji dan penimbangan tulangan yang terkorosi	47
Gambar 4. 16 Perbedaan tulangan sebelum dan sesudah.....	47
Gambar 4. 17 Mekanisme Keruntuhan	48
Gambar 4. 18 Histogram gaya tekan yang terjadi populasi 1	50
Gambar 4. 19 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan Yang Terjadi.....	51
Gambar 4. 20 Histogram Yang Terjadi Pada Populasi 2	52
Gambar 4. 21 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan Yang Terjadi.....	53
Gambar 4. 22 Histogram gaya tekan yang terjadi populasi 3	54
Gambar 4. 23 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi	55
Gambar 4. 24 Histogram gaya tekan yang terjadi populasi 4	57
Gambar 4. 25 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan Yang Terjadi.....	58
Gambar 4. 26 Histogram gaya tekan yang terjadi populasi 5	59
Gambar 4. 27 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan Yang Terjadi.....	60
Gambar 4. 28 Histogram gaya tekan yang terjadi populasi 6	61
Gambar 4. 29 Histogram Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi	62
Gambar 4. 30 Histogram antara gaya tekan yang terjadi rata-rata dan gaya tekan nominal.....	63
Gambar 4. 31 Histogram gaya tekan rata-rata kolom beton bertulang	65
Gambar 4. 32 Berat Baja Tulangan Yang Hilang (Fy1)	66
Gambar 4. 33 Laju Korosi Populasi 4 (Fy1)	68
Gambar 4. 34 Berat Yang Hilang Populasi 5 (Fy2)	69
Gambar 4. 35 Laju Korosi Populasi 5 (Fy2)	70
Gambar 4. 36 Berat Yang Hilang Populasi 6 (Fy3)	71
Gambar 4. 37 Laju Korosi Populasi 6 (Fy3)	72
Gambar 4. 38 Gambar Rata-rata Laju Korosi Perpopulasi	73
Gambar 4. 39 Histogram Hubungan Gaya Tekan Yang Terkorosi dan laju korosi	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas-batas Gradiasi Butir Agregat Kasar	9
Tabel 2. 2 Batas-batas Gradiasi Butir Agregat Halus	10
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Baja Tulangan	11
Tabel 2. 4 Ukuran baja tulangan beton polos.....	12
Tabel 2. 5 Ukuran baja tulangan beton ulir/sirip.....	13
Tabel 2. 6 Sifat Mekanis Tulangan Baja.....	14
Tabel 3. 1 Detail Benda Uji Beton Bertulang Gaya Tekan.....	29
Tabel 3. 2 Detail Benda Uji Beton Bertulang Laju Korosi	29
Tabel 4. 1 Pengujian Tarik Baja tulangan.....	38
Tabel 4. 2 pengujian material agregat halus.....	38
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Material Agregat Kasar	39
Tabel 4. 4 Hasil kuat tekan benda uji trial mix	40
Tabel 4. 5 Komposisi campuran beton.....	41
Tabel 4. 6 Kebutuhan bahan untuk 1 kolom beton bertulang	41
Tabel 4. 7 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi (Fy1)	49
Tabel 4. 8 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 1 (Fy1)	50
Tabel 4. 9 Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan Yang Terjadi Pada Populasi 1 (KTTKTL1)	50
Tabel 4. 10 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 2.....	51
Tabel 4. 11 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 2 (Fy2)	52
Tabel 4. 12 Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi Pada Populasi 2 (KTTKTL2)	53
Tabel 4. 13 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 3 (Fy3)	54
Tabel 4. 14 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 3	54
Tabel 4. 15 Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan Yang Terjadi Pada Populasi 3 (KTTKTL3)	55
Tabel 4. 16 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 4 (Fy1)	56
Tabel 4. 17 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 4.....	56
Tabel 4. 18 Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi Pada Populasi 4 (KTTKTL1)	57
Tabel 4. 19 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 5 (Fy2)	58
Tabel 4. 20 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 5	59
Tabel 4. 21 Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi Pada Populasi 5 (KTTKTL2)	60
Tabel 4. 22 Gaya Tekan Nominal Kolom Beton Bertulang Populasi 6 (Fy3)	61
Tabel 4. 23 Gaya Tekan Kolom Beton Bertulang Populasi 6.....	61
Tabel 4. 24 Perbandingan Gaya Tekan Nominal dan Gaya Tekan yang Terjadi Pada Populasi 6 (KTTKTL3)	62
Tabel 4. 25 Hubungan antara Gaya tekan yang terjadi rata-rata dan gaya tekan nominal.....	63

Tabel 4. 26 Hubungan F_y dan Gaya Tekan Yang Terjadi	64
Tabel 4. 27 Berat Baja Tulangan Yang Hilang Populasi 4 (F_{y1})	66
Tabel 4. 28 Laju Korosi Populasi 4 (F_{y1}).....	68
Tabel 4. 29 Berat Yang Hilang Populasi 5 (F_{y2}).....	69
Tabel 4. 30 Laju Korosi Populasi 5 (F_{y2}).....	70
Tabel 4. 31 Berat Yang Hilang Populasi 6 (F_{y3}).....	71
Tabel 4. 32 Laju Korosi Populasi 6 (F_{y3}).....	72
Tabel 4. 33 Rata- rata Laju Korosi Perpopulasi	73
Tabel 4. 34 Hubungan gaya terkorosi dan laju korosi	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Gaya Tarik Baja Tulangan.....	81
Lampiran 2 Pengujian Material Pasir Sebagai Agregat Halus.....	82
Lampiran 3 Pengujian Material Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar.....	83
Lampiran 4 Job Mix Design.....	84
Lampiran 5 Perhitungan Bahan Campuran Beton Bertulang Per 1m^3	85
Lampiran 6 Perhitungan Kebutuhan Campuran Beton	85
Lampiran 7 Perhitungan Kuat Tekan Trial Mix (Silinder)	85
Lampiran 8 Perhitungan Tulangan Kolom.....	86
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian.....	87