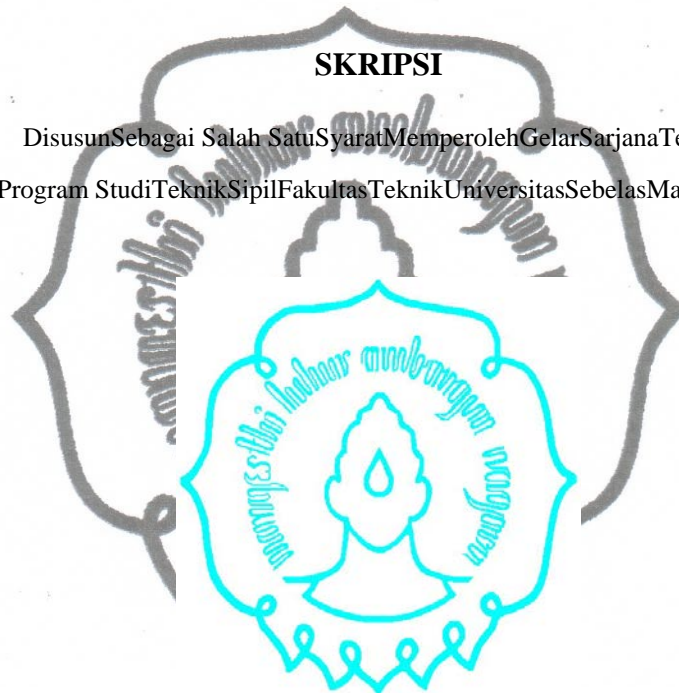


**KAJIAN PEMULIHAN PENETRASI BETON RINGAN  
DAN BETON RINGAN BERSERAT ALUMINIUM  
MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN  
GENTENG PASCA BAKAR DENGAN VARIASI  
WAKTU RENDAMAN AIR**

*“Study of Penetration Recovery of Post-Burn Lightweight Concrete  
and Lightweight Concrete With Aluminum Fibre Using Roof Tile  
Fraction Aggregate With Water Curing Time Variation”*

**SKRIPSI**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

**EKO PRASETYO WIDHIYONO**  
**NIM. I01010041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2016**

*commit to user*

**KAJIAN PEMULIHAN PENETRASI BETON RINGAN DAN  
BETON RINGAN BERSERAT ALUMUNIUM  
MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN  
GENTENG PASCA BAKAR DENGAN VARIASI WAKTU  
*WATER CURING***

**SKRIPSI**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret



Disusun Oleh :

**EKO PRASETYO WIDHIYONO**

**NIM I 0110041**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

2016





# HALAMAN PERSETUJUAN

## KAJIAN PEMULIHAN PENETRASI BETON RINGAN DAN BETON RINGAN BERSERAT ALUMINIUM MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG PASCA BAKAR DENGAN VARIASI WAKTU RENDAMAN AIR

### SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

**EKO PRASETYO WIDHIYONO**  
**NIM. I0110041**

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Fakultas  
Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan:

Dosen Pembimbing I

Ir. Antonius Mediyanto, MT  
NIP. 19620118 199512 1 001

Dosen Pembimbing II

Ir. Slamet Prayitno, MT  
NIP. 19531227 198601 1 001



## PENGESAHAN SKRIPSI

### KAJIAN PEMULIHAN PENETRASI BETON RINGAN DAN BETON RINGAN BERSERAT ALUMINIUM MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG PASCA BAKAR DENGAN VARIASI WAKTU RENDAMAN AIR

*Study of Penetration Recovery of Post-Burn Lightweight Concrete and  
Lightweight Concrete With Aluminum Fibre Using Roof Tile Fraction  
Aggregate With Water Curing Time Variation*

Disusun Oleh:

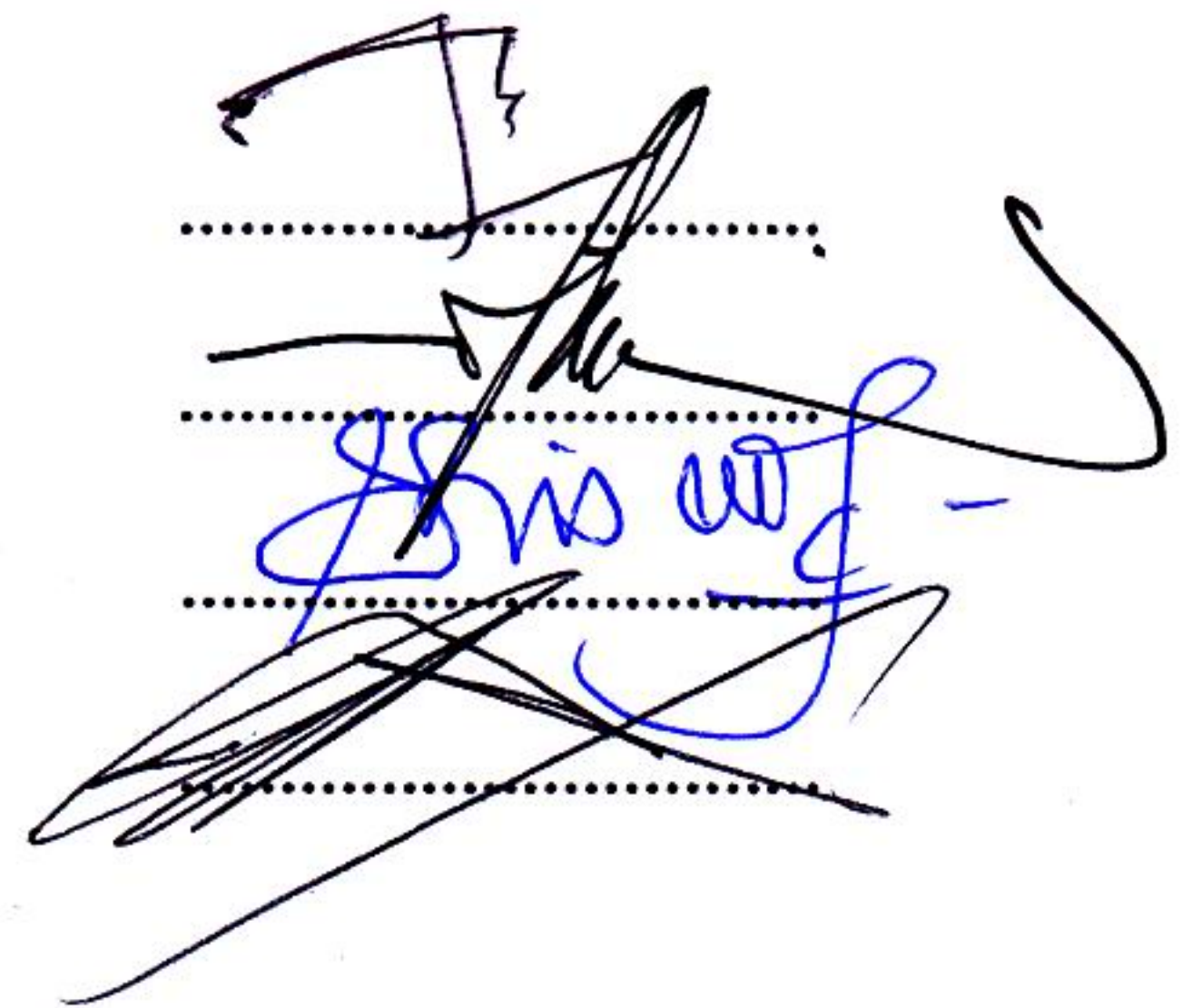
**EKO PRASETYO WIDHIYONO**  
**NIM. I0110041**

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi  
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada :

Hari : Jumat  
Tanggal : 2 September 2016

Tim Penguji

1. Ir. Antonius Mediyanto, MT  
NIP .19620118 199512 1 001
2. Ir. Slamet Prayitno, MT  
NIP .19531227 198601 1 001
3. Ir. Endang Rismunarsi, MT  
NIP .19570917 198601 2 001
4. Ir. Supardi, MT  
NIP .19550504 198003 1 003



Disahkan,

Tanggal : September 2016

17 OCT 2016

Kepala Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS



**Wibowo, ST, DEA**

NIP. 196810071995021001



## MOTTO

*“Jikalau biasamungkin, makabiasasajamenjaditidakcukup.”*

**(Eko Prasetyo Widhiyono)**

*“Never forget what you are, the rest of the world will not. Wear it like armor, it  
can never be used to hurt you.”*

**(Tyrion Lannister)**

*“Big and bigger, biggest dreamer!”*

**(Wada Kouji)**

*“A person who never made a mistake never tried anything new.”*

**(Albert Einstein)**

*“Life is strange and unpredictable, you never know what happens next. So live to  
fullest and you would know what life has to offer.”*

**(Chloe Price)**

*commit to user*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b>	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL</b>	<b>xv</b>
 <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	 <b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
 <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	 <b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1. Beton	7
2.2.2. Beton Serat	7
2.2.3 Degradasi Sifat Mekanik Beton Ringan Pasca Bakar	9
2.2.4 <i>Water Curing</i>	10
2.2.5 <i>Fire Resistance</i>	10

2.2.6.	Pengaruh Temperatur Tinggi pada Beton .....	11
2.2.7.	Material Penyusun Beton Ringan .....	12
2.2.7.1.	Semen Portland .....	12
2.2.7.2.	Agregat Halus .....	12
2.2.7.3.	Agregat Kasar .....	14
2.2.7.4.	Agregat Kasar Pecahan Genteng .....	17
2.2.7.5.	Air .....	17
2.2.7.6.	Bahan Tambah .....	18
2.2.8.	Mekanisme Kinerja Serat .....	19
2.2.9.	Beton Kedap Air .....	20
2.2.9.1.	Definisi Beton Kedap Air .....	20
2.2.9.2.	Spesifikasi Bahan .....	21
2.2.10.	Serapan Air .....	23
2.2.10.1.	Serapan Air sebagai Salah Satu Faktor Durabilitas .....	23
2.2.10.2.	Hal-Hal Yang Mempengaruhi Besar Serapan Air .....	24
2.2.11.	Penetrasi Beton .....	26
2.2.12.	Mekanisme Pengairan .....	27
2.2.12.1.	Mekanisme Masuknya Air ke Dalam Beton .....	29

### **BAB 3. METODE PENELITIAN .....**

3.1.	Uraian Umum .....	30
3.2.	Benda Uji .....	30
3.3.	Alat - Alat yang Digunakan .....	33
3.4.	Tahap dan Prosedur Penelitian .....	36
3.5.	Standart Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar Beton .....	38
3.6.	Pengujian Bahan Dasar Beton .....	39
3.6.1.	Agregat Halus .....	40
3.6.1.1.	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	40
3.6.1.2.	Pengujian Kadar Zat Organik Dalam Agregat Halus .....	42
3.6.1.3.	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus .....	43
3.6.1.4.	Pengujian Gradasi Agregat Halus .....	44



3.6.2.	Agregat Kasar.....	46
3.6.2.1.	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar Pecahan Genteng.....	46
3.6.2.2.	Pengujian Gradasi Agregat Kasar Pecahan Genteng.....	47
3.6.2.3.	Pengujian Abrasi Agregat Kasar Pecahan Genteng.....	49
3.7.	Perencanaan Campuran Beton.....	50
3.7.1.	Penentuan Rasio Semen dan Air.....	50
3.7.2.	Penentuan Kadar Semen.....	51
3.7.3.	Penentuan Rasio Pecahan Genteng dengan Pasir.....	51
3.7.4.	Kadar Serat.....	52
3.7.5.	Kemampatan.....	52
3.7.6.	Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	53
3.8.	Pembuatan Benda Uji.....	54
3.9.	Perawatan Benda Uji.....	54
3.10.	Pembakaran Benda Uji.....	55
3.11.	Pengujian Penetrasi Beton.....	56
3.12.	Analisi Hasil.....	57
<b>BAB 4.</b>	<b>ANALISI DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>58</b>
4.1.	Hasil Pengujian Agregat.....	58
4.1.1.	Hasil Pengujian Agregat Halus.....	58
4.1.2.	Hasil Pengujian Agregat Kasar (Pecahan Genteng).....	60
4.2.	Rancang Campur Metode <i>Dreux-Corrise</i> .....	63
4.3.	Data Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	63
4.4.	Data Hasil Pengujian dan Analisis Data.....	63
4.4.1.	Hasil Pengujian Penetrasi Beton.....	63
4.5.	Pembahasan.....	70
4.5.1.	Pengaruh Penambahan Serat Alumunium pada Beton.....	70
4.5.2.	Beton Pasca Bakar.....	71
4.5.3.	Proses <i>Water Curing</i> .....	73



<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>74</b>
5.1. Kesimpulan .....	74
5.2. Saran .....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>76</b>

**LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A**

**LAMPIRAN B**

**LAMPIRAN C**

**LAMPIRAN D**





## PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT serta salawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, saya mendedikasikan skripsi ini semata-mata untuk orang-orang tercinta.

**“Bapak dan Mamaku”**, yang tidak berhenti memberikan kasih sayang, semangat dan dukungan selama ini. Terima kasih atas keteguhan, ketekunan, dan kesabaran mendukung saya hingga saat ini. Walaupun saya belum bisa membahagiakan kalian, tetapi melalui selesainya skripsi ini saya telah melangkah untuk menjadi orang yang kalian banggakan.

**“Bapak Antonius Mediyantose sebagai Pembimbing Skripsi I”**, terima kasih atas bimbingan, arahan, dan ilmu yang telah diberikan selama ini serta dukungan bapak tidak akan terlupakan.

**“Bapak Slamet Prayitno sebagai Pembimbing Skripsi II”**, terima kasih atas bimbingan, masukan, dan ilmu yang selama ini diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

**“Yudha Aji Prihantoro sebagai Partner Skripsi”**, terima kasih atas kerjasama, perjuangan, kegigihan dalam menyelesaikan skripsi, semoga perjuangan kita dapat menjadi orang yang lebih kuat untuk menghadapi gerbang kehidupan selanjutnya.

**“Teman Praktikum”**, terima kasih kepada Enriko Siahaan, Chris Andre, mas Pulung, dan mas Rizki yang telah membantudalam pengerjaan praktikum hingga malam hari, tanpa kalian saya belum tentu bisa menyelesaikan skripsi di waktu ini.

**“Almamaterku”**, Universitas Sebelas Maret.

*commit to user*



## ABSTRAK

Eko Prasetyo Widhiyono, Antonius Mediyanto, Slamet Prayitno. 2016. **“Kajian Pemulihan Penetrasi Beton Ringan Dan Beton Ringan Berserat Aluminium Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng Pasca Bakar Dengan Variasi Waktu Rendaman Air”**. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Beton merupakan bahan struktur yang sering digunakan di sebuah konstruksi. Kebakaran yang sering terjadi mengakibatkan kerusakan pada beton. Penelitian ini membahas seberapa besar nilai penetrasi beton ringan dan beton ringan berserat aluminium pada kondisi pasca bakar dan setelah mendapat perawatan ulang (*water curing*) untuk mengetahui waktu *curing* optimal yang ditinjau dari nilai penetrasinya.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan benda uji berupa silinder beton sebanyak 30 buah. Benda uji dicetak di dalam pipa PVC dengan ukuran diameter 8,5 cm dan tinggi 15 cm. Benda uji tersebut diuji pada dua kondisi berbeda yaitu tanpa pembakaran dan dengan pembakaran pada suhu 500°C. Variasi yang diberikan pada benda uji adalah variasi campuran yaitu beton ringan dan beton ringan berserat aluminium dan variasi perawatan setelah pembakaran yaitu tanpa perawatan, perawatan selama 28 hari, 42 hari, dan 56 hari.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa beton yang dibakar pada suhu 500°C bertambah nilai penetrasinya.

Nilai penetrasi beton ringan dengan variasi tanpa pembakaran, variasi pembakaran 500°C, variasi pembakaran 500°C + curing 28 hari, variasi pembakaran 500°C + curing 42 hari, dan variasi pembakaran 500°C + curing 56 hari adalah sebesar 2,83 cm; 3,83 cm; 3,33 cm; 3,17 cm; 2,83 cm. Pada beton ringan berserat aluminium dengan variasi yang sama yang diberikan pada beton ringan dan didapatkan nilai penetrasi sebesar 2,67 cm; 4,00 cm; 3,50 cm; 3,33 cm; 3,00 cm. Pemulihan optimal beton terjadi pada perawatan selama 56 hari. Pada beton ringan terjadi pemulihan sebesar 66,67% dan pada beton ringan berserat aluminium terjadi pemulihan sebesar 75,19%.

---

**Kata Kunci:** Beton Ringan, Pasca Bakar, Pecahan Genteng, Penetrasi, Perawatan, Serat Aluminium.

*commit to user*



## **ABSTRACT**

*Eko Prasetyo Widhiyono, Antonius Mediyanto, Slamet Prayitno. 2016. Study of Penetration Recovery of Post-Burn Lightweight Concrete and Lightweight Concrete With Aluminum Fibre Using Roof Tile Fraction Aggregate With Water Curing Time Variation. Thesis. Department of Civil Engineering. Faculty of Engineering. Sebelas Maret University. Surakarta.*

*Concrete is a structure material that commonly used in construction. Fire disaster that oftenly occur may result damage to a concrete. This research discusses the penetration value of lightweight concrete and lightweight concrete with aluminum fibre in post-burn condition and after treatment (water curing) in order to determine optimum curing time based on penetration values.*

*This is an experimental research using cylindrical concrete specimen as many as 30 pieces molded in a PVC pipe in size of 8.5 cm in diameter and 15 cm in height. The specimens are tested in two different circumstances, without burning and burning at 500°C. Variations given to the specimens are mixture variation which comprise of lightweight concrete and lightweight concrete with aluminum fibre and post-burn treatment (curing) variation which comprise of without curing, curing in 28 days, 42 days, and 56 days.*

*From the test, it can be concluded that the penetration value of a 500°C burning concrete will be increasing. The penetration values of the lightweight concrete in a variation of without burning, burning at 500°C, burning at 500°C + curing 28 days, burning at 500°C + curing 42 days, and burning at 500 ° C + curing 56 days are 2.83 cm ; 3.83 cm ; 3.33 cm ; 3.17 cm ; and 2.83 cm. For lightweight concrete with aluminum fibre by using the same variations given to lightweight concrete, the penetration values are 2.67 cm ; 4.00 cm ; 3.50 cm ; 3.33 cm ; 3.00 cm. Optimum recovery appears in 56 days of curing where 66.67 % in lightweight concrete and 75.19 % in lightweight concrete with aluminum fiber.*

---

**Keywords:** *Lightweight Concrete, Curing, Post-Burning, Tile Fragment, Penetration, Aluminum Fiber.*

*commit to user*



## KATA PENGANTAR

PujiSyukurpenulispanjatkankehadirat Allah SWT karenaatassegalarahmatdanhidayah-Nya makapenulisdapatmenyelesaikanskripsiinidenganbaik.

Skripsiinimerupakansalahsatusyaratuntukmemperolehgelarkesarjanaan S-1 di FakultasTeknikProgram StudiTeknikSipilUniversitasSebelasMaret Surakarta.

Penulismengambiljudulskripsi“**KajianPemulihanPenetrasiBetonRingan Dan BetonRinganBerseratAluminiumMenggunakanAgregatKasarPecahanGente ngPasca Bakar DenganVariasiWaktuRendaman Air**”.

Skripsiinitidakdapatterselesaikantanpabantuandari pihak-pihak yang ada di sekitarpengulis, karenaitudalamkesempataninipenulismenyampaikanterimakasihsebesar-besarnyakepada:

1. PimpinanFakultasTeknikUniversitasSebelasMaret Surakarta.
2. KetuaJurusanTeknikSipilFakultasTeknikUniversitasSebelasMaret Surakarta.
3. Ir. A. Mediyanto, MT selakuDosenPembimbing I.
4. Ir. SlametPrayitno, MT selakuDosenPembimbing II.
5. Ir. EndangRismunarsih, MT dan Ir. Supardi, MT selakuPengujiPendadaran.
6. Ir. Suyanto, MM selakuDosenPembimbingAkademik.
7. Stafpengelola/laboranLaboratoriumBahanBangunandanStrukturJurusan TeknikSipilFakultasTeknikUniversitasSebelasMaret.
8. Teman-temanMahasiswaSipil UNS.

Penulismenyadaribahwaskripsiinimasihbanyakkekurangan, olehkarenaitu saran dankritik yang membangunpenulisterimadengansenanghati demi kesempurnaanpenelitianselanjutnya. Akhir kata semogaskripsiinidapatmemberikanmanfaatbagisemuapihakpadaumumnyadanmah asiswapadakhhususnya.

*commit to user* Surakarta, Agustus 2016



Penulis



*commit to user*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b>	Batasan Susunan Butiran Agregat Halus .....	14
<b>Tabel 2.2.</b>	Persyaratan Gradasi Agregat Kasar .....	16
<b>Tabel 2.3.</b>	<i>Technical Data Sika Viscocrete 1003</i> .....	18
<b>Tabel 2.4.</b>	Tekanan Air Pada Sampel Beton dan Waktu Penekanan .....	21
<b>Tabel 2.5.</b>	Gradasi Agregat Halus .....	21
<b>Tabel 2.6.</b>	Kandungan Butir Halus 0,30 mm dalam 1 m <sup>3</sup> Beton .....	22
<b>Tabel 2.7.</b>	Ketentuan Minimum Untuk Beton Bertulang Kedap Air .....	22
<b>Tabel 3.1.</b>	Benda Uji Untuk Beton Ringan .....	32
<b>Tabel 3.2.</b>	Benda Uji Untuk Beton Ringan Berserat Aluminium 0,75% .....	32
<b>Tabel 3.3.</b>	Standar Penelitian Dan Spesifikasi Bahan Beton .....	38
<b>Tabel 3.4.</b>	Tabel Perubahan Warna .....	42
<b>Tabel 3.5.</b>	Nilai Koefisien G .....	51
<b>Tabel 3.6.</b>	Koefisien Kemampatan Beton Untuk Berbagai Kondisi Nilai <i>Slump</i> ..	53
<b>Tabel 3.7.</b>	Tekanan Air Dan Waktu Penekanan .....	57
<b>Tabel 4.1.</b>	Hasil Pengujian Agregat Halus .....	58
<b>Tabel 4.2.</b>	Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus .....	59
<b>Tabel 4.3.</b>	Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	60
<b>Tabel 4.4.</b>	Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar .....	61
<b>Tabel 4.5.</b>	Hasil Analisis Perhitungan Penetrasi Beton Ringan .....	64
<b>Tabel 4.6.</b>	Hasil Analisis Perhitungan Penetrasi Beton Ringan Berserat Aluminium .....	66
<b>Tabel 4.7.</b>	Nilai Penetrasi Air Untuk Beton Kedap Air Agresif .....	69



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Mekanisme Kinerja Serat .....	19
<b>Gambar 2.2.</b> <i>Absorption</i> (Penyerapan) .....	29
<b>Gambar 2.3.</b> <i>Diffusion</i> .....	30
<b>Gambar 2.4.</b> <i>Permeability</i> (Permeabilitas) .....	30
<b>Gambar 3.1.</b> Benda Uji Penetrasi Beton .....	32
<b>Gambar 3.2.</b> Rangkaian Pengujian Penetrasi dan Permeabilitas Beton .....	33
<b>Gambar 3.3.</b> Bagan Alir Tahap-Tahap Penelitian .....	37
<b>Gambar 4.1.</b> Grafik Daerah Susunan Gradasi Agregat Halus (Pasir) .....	60
<b>Gambar 4.2.</b> Grafik Daerah Susunan Gradasi Agregat Kasar Pecahan Genteng .....	62
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik Perubahan Kedalaman Penetrasi Air Beton Ringan .....	65
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik Perubahan Penetrasi Air Beton Ringan Berserat Aluminium .....	67
<b>Gambar 4.5.</b> Grafik Perubahan Penetrasi Air Beton Ringan dan Beton Ringan Berserat Aluminium .....	68
<b>Gambar 4.6.</b> Grafik Hubungan Variasi Water Curing dengan Nilai Penetrasi Air Untuk Beton Kedap Air Agresif .....	70
<b>Gambar 4.7.</b> CSH Model oleh Feldman dan Sereda (1968) .....	71
<b>Gambar 4.8.</b> Pemodelan CSH .....	72
<b>Gambar 4.9.</b> Pemodelan CSH Setelah Dibakar .....	72

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

b	= lebar benda uji
h	= tinggi benda uji
%	= Prosentase/Persen
°C	= derajat <i>Celcius</i>
km	= kilometer
m	= meter
ft	= <i>feet</i>
cm	= centimeter
mm	= millimeter
kg	= Kilogram
gr	= gram
dt	= detik
D	= Diameter
ml	= mililiter
$\Sigma$	= Jumlah Total

