

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SERAT BAJA
PADA KEKUATAN BETON MUTU 50 MPa DENGAN
AGREGAT KASAR DAUR ULANG**



ANDRE

NPM : 2013410146

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

KO-PEMBIMBING: Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

BANDUNG

JANUARI 2017

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SERAT BAJA
PADA KEKUATAN BETON MUTU 50 MPa DENGAN
AGREGAT KASAR DAUR ULANG**



ANDRE
NPM : 2013410146

BANDUNG, 10 JANUARI 2017

KO-PEMBIMBING:

PEMBIMBING :

A handwritten signature in blue ink that reads 'Altho S.T.' with a stylized flourish at the end.

A handwritten signature in blue ink that reads 'Dr. Johannes Adhijoso Tjondro' with a stylized flourish at the end.

Altho Sagara, S.T., M.T.

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG
JANUARI 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama lengkap : Andre

NPM : 2013410146

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SERAT BAJA PADA KEKUATAN BETON MUTU 50 MPa DENGAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang- undangan yang berlaku.

Bandung, 10 Januari 2017



Andre

2013410146

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SERAT BAJA PADA KEKUATAN BETON MUTU 50 MPa DENGAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG

Andre
NPM : 2013410146

Pembimbing : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro
Ko-Pembimbing : Altho Sagara, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARI 2017

ABSTRAK

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) merupakan beton dengan kuat tekan, f_c' , antara 42 Mpa sampai 83 MPa. Beton mutu tinggi merupakan salah satu bagian dari teknologi beton yang sudah banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Penggunaan beton mutu tinggi sangat menguntungkan dalam hal pembangunan bangunan – bangunan dengan beban gravitasi yang sangat berat. Adapun penggunaan beton daur ulang sebagai pengganti agregat kasar campuran beton baru dimaksudkan untuk memberikan alternatif solusi pembuatan beton yang lebih ramah lingkungan, sehingga limbah dari pekerjaan konstruksi dapat dikurangi dan dimanfaatkan untuk digunakan kembali. Salah satu keterbatasan dari penggunaan beton terletak pada kekuatan tariknya yang kecil. Nilai kekuatan tarik beton tidak berbanding lurus dengan nilai kuat tekannya. Nilai kekuatan tarik beton dapat ditingkatkan dengan menggunakan serat baja.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti efek penggunaan serat besi terhadap karakteristik beton mutu tinggi yang memiliki kuat tekan 50 MPa ($f_c'=50\text{MPa}$). Pada penelitian ini dilakukan 4 macam uji kekuatan pada penelitian ini yaitu uji kuat tekan, uji kuat tarik belah, uji kuat geser, dan uji kuat lentur. Penelitian dilakukan pada 4 jenis kadar serat yang berbeda-beda, yaitu 0%, 1%, 2%, serta 3%. Penelitian pada setiap kadar serat dilakukan dengan menggunakan 3 buah silinder beton dengan ukuran diameter 100mm dan tinggi 200 mm untuk uji kuat tekan, 3 buah silinder beton dengan ukuran diameter 100mm dan tinggi 200 mm untuk uji kuat tarik belah, 3 buah balok dengan ukuran 100 x 100 x 300 mm³ untuk uji kuat geser, dan 3 buah balok dengan ukuran 150 x 150 x 600 mm³ untuk uji kuat lentur. *Superplasticizer* digunakan pada penelitian ini untuk meningkatkan *workability* dari beton mutu tinggi.

Dari hasil pengujian benda uji umur 28 hari didapatkan untuk penggunaan kadar serat 1%, 2%, dan 3% kuat tekan rata – ratanya adalah 37,14 MPa, 45,47 MPa, dan 43,87 MPa. Kadar optimum penggunaan serat baja pada beton adalah pada kadar 3% dimana kuat tarik belah beton mencapai kekuatan 8,28 MPa, kuat geser beton mencapai kekuatan 12,29 MPa, kuat tarik lentur mencapai kekuatan 11,89 MPa, serta daktilitas beton mencapai nilai 14. Berat jenis rata – rata beton yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan beton normal, yaitu 2360 kg/m³. Analisa perkembangan faktor umur juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serat terhadap perkembangan kekuatan beton dengan agregat kasar daur ulang sehingga diperoleh faktor umur awal lebih tinggi daripada beton normal dengan faktor umur PBI.

Kata kunci : mutu tinggi, serat baja, agregat daur ulang, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser, kuat lentur.

EXPERIMENTAL STUDY THE EFFECTS OF STEEL FIBER ADDITION ON 50 MPa CONCRETE USING RECYCLED CONCRETE AS COURSE AGGREGATE

**Andre
NPM : 2013410146**

**Advisor : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro
Co-Advisor : Altho Sagara, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
(Accredited by SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JANUARY 2017**

ABSTRACT

High strength concrete is concrete that has a specified compressive strength f_c' of 42 MPa to 83 MPa. High strength concrete has been widely used in construction. The use of high strength concrete can greatly benefit the contractor in building a construction which serves heavy gravitational load in its use. Recycled concrete was used in this research to promote the usage of construction material waste as alternative material to make environmentally friendly concrete. Flexural strength of concrete is one of its characteristics that cause limitation in the use of concrete. Addition of reinforcements or fibers, usually made from steel, can improve concrete flexural strength.

The purpose of this research is to study the effect of steel fiber addition on mechanical properties of high strength recycled aggregate concrete which has 50MPa compressive strength ($f_c'=50$ MPa). There were 4 tests performed in this analysis which are compressive, split cylinder, shear, and flexural strength tests. Research was performed on addition of steel fibers at 4 different dosages of 0%, 1%, 2%, and 3% by weight. Three cylinders of 100mm diameters x 200 mm long outer dimension were tested on its compressive strength, three cylinders of 150mm diameters x 300 mm long outer dimension were produced for split cylinder strength test, three 100 x 100 x 300 mm³ beams were tested on its shear strength, three 150 x 150 x 600 mm³ beams were produced for flexural strength test. Superplasticizer was used to improve workability of high strength concrete.

As result of this experiment, the compressive strength of steel fiber added concrete with dosage of 1%, 2% and 3% were 37,14 MPa, 45,47 MPa, and 43,87 MPa. The optimum dosage of steel fiber addition on concrete was 3% by its weight. The split cylinder strength could reach 8,28 MPa on the test. There shear strength of the concrete could get up to 12,29 MPa and the flexural stress of the concrete could hold up to 11,89 MPa. The addition of fiber also increased the ductility of the concrete to 14. The density of recycled aggregate concrete which was 2360 kg/m³, similar to density of normal concrete. Analysis of the development of the age factor was also conducted to study the effect of fiber addition on concrete strength development. The age factor of the concrete in this experiment on early age was higher than the age factor of normal concrete stated by PBI.

Keywords : *high strength, steel fiber, recycled aggregate, compressive strength, split cylinder strength, shear strength, flexural strength, ductility, age factor*

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Studi Eksperimental Pengaruh Serat Baja Terhadap Kekuatan Beton Mutu Tinggi dengan Agregat Kasar Daur Ulang ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Sarjana Strata 1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat saran, kritik serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam - dalamnya kepada :


1. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini.
2. Altho Sagara, ST., MT. selaku dosen ko-pembimbing yang sangat membantu membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini dan bersedia membantu penulis memperoleh informasi-informasi yang dibutuhkan.
3. Papi, Mami, Tania, dan Abigail atas kasih sayang, dukungan dan doanya kepada penulis.
4. Dr. Paulus Karta Wijaya selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran dan masukan.
5. Dosen-dosen jurusan Teknik Sipil yang telah mengajarkan berbagai ilmu dan pengetahuannya kepada penulis, juga tidak lupa kepada karyawan jurusan Teknik Sipil
6. James Saputra sebagai rekan skripsi yang telah memberi semangat dan sebagai teman dan bertukar pikiran dalam pembuatan skripsi ini.
7. Vincent Jevon, Reinaldo Nathaniel, Albertus Andaru, dan Ivan Sulwyn yang telah membantu penulis pada saat melaksanakan proses pengecoran beton.
8. Ardi Susanto, Monica Natalia, Bobby Christian, Anna Febriana, Alvianti dan teman-teman seperjuangan skripsi lainnya yang telah memberikan semangat

dan masukan kepada penulis, serta teman-teman yang menemani saya di laboratorium struktur.

9. Bapak Teguh selaku laboran di Laboratorium Teknik Struktur yang telah memberikan bantuan dalam pengujian di laboratorium.
10. Pak Didi yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan pembuatan benda uji di Laboratorium
11. Teman-teman Sipil UNPAR 2013 yang telah memberi semangat kepada penulis dalam pembuatan skripsi ini.
12. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Besar harapan penulis bahwa karya tulis ini dapat memberikan sedikit sumbangan bagi perkembangan pengetahuan khususnya di bidang rekayasa struktur. Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari pembaca terutama untuk langkah penelitian maupun upaya pembelajaran yang lebih mendalam demi semakin berkembangnya ilmu Teknik Sipil di Indonesia.

Bandung, Januari 2017



Andre

2013410146

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	1
DAFTAR NOTASI	4
DAFTAR SINGKATAN	6
DAFTAR GAMBAR	7
DAFTAR TABEL	9
BAB 1 PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Inti Permasalahan	12
1.3 Tujuan Penulisan	13
1.4 Pembatasan Masalah	13
1.5 Metode Penulisan	16
1.6 Sistematika Penulisan	17
1.7 Diagram Alir	18
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	19
2.1 Pendahuluan	19
2.2 Konsep Dasar	19
2.3 Beton Mutu Tinggi	20
2.4 Beton dengan Agregat Daur Ulang	21
2.5 Beton Berserat	22
2.6 Material Pembentuk Beton	23
2.6.1 Semen	24

	2
2.6.2 Agregat	26
2.6.3 Air	31
2.6.4 Bahan Tambah	33
2.7 Serat Baja	34
2.8 <i>Mix Design</i>	34
2.9 <i>Slump Test</i>	38
2.10 Kuat Tekan Beton	39
2.11 Kuat Tarik Belah Beton	40
2.12 Kuat Geser Balok	41
2.13 Kuat Lentur Balok	42
2.14 Daktilitas	44
2.15 Analisis Statistik	45
BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN	47
3.1 Pendahuluan	47
3.2 Bahan dan Benda Uji	47
3.2.1 Bahan	47
3.2.2 Benda Uji	50
3.3 Pemeriksaan Bahan – Bahan Pembentuk Beton	51
3.4 Prosedur Pelaksanaan Pengecoran Beton	51
3.4.1 Perhitungan <i>Mix Design</i>	52
3.4.2 Pencampuran	55
3.4.3 Pengecoran dan Pematatan	57
3.4.4 Perawatan	57
3.5 Pengujian Benda Uji	59
3.5.1 Uji Kuat Tekan Silinder Beton	59
3.5.2 Uji Kuat Tarik Belah Silinder Beton	62

3.5.3 Uji Kuat Geser Balok Beton	64
3.5.4 Uji Kuat Lentur Balok Beton	66
BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN	68
4.1 Pendahuluan	68
4.2 Kuat Tekan Beton	68
4.3 Kuat Tarik Belah Beton	75
4.4 Kuat Geser Beton	77
4.5 Kuat Lentur Beton	79
4.6 Daktilitas	84
4.7 Berat Jenis Beton dengan Agregat Kasar Daur Ulang	85
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	93

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang	(mm^2)
b	= lebar balok	(cm)
d	= diameter silinder	(cm)
F	= kuat tekan rata – rata	(MPa)
f'_c	= kuat tekan karakteristik beton	(MPa)
f'_{cr}	= kuat tekan rencana beton	(MPa)
f_{cb}	= estimasi kuat tekan beton pada umur 28 hari	(MPa)
f_{cbm}	= rata – rata estimasi kuat tekan beton pada umur 28 hari	(MPa)
f_{ct}	= kuat tarik belah	(MPa)
f_v	= kuat geser	(MPa)
h	= tinggi balok	(cm)
l	= panjang benda uji	(cm)
M	= momen lentur balok	(kNm)
M_u	= momen lentur ultimit balok	(kNm)
M_y	= momen lentur leleh balok	(kNm)
n	= jumlah hari pengujian	
P	= beban	(kg)
P_u	= beban pada kondisi ultimit	(kN)
P_y	= beban pada kondisi leleh	(kN)
S_d	= standar deviasi	(MPa)
V	= volume benda uji	(m^3)
W	= berat beton	(kg)
x	= umur beton	(hari)
y	= perbandingan umur beton terhadap kuat tekan rata-rata	
Y	= kuat tekan regresi pada umur beton	(MPa)
α	= koefisien kuat tarik belah	
β	= koefisien kuat geser	
γ	= berat jenis beton	(kg/m^3)
δ	= <i>displacement</i>	(mm)

δu	= <i>displacement</i> ultimit	(mm)
δy	= <i>displacement</i> leleh	(mm)
μ	= daktilitas beton	
σ	= tegangan beton	(MPa)
σu	= tegangan tarik ultimit	(MPa)
σy	= tegangan tarik leleh	(MPa)

DAFTAR SINGKATAN

ACI	= <i>American Concrete Institute</i>
AD	= <i>Air Dry</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>
HRWRA	= <i>High Range Water Reducer Admixture</i>
LVDT	= <i>Linear Variable Differential Transformer</i>
OD	= <i>Oven Dry</i>
PBI	= <i>Peraturan Beton Indonesia</i>
PCC	= <i>Portland Composite Cement</i>
RCA	= <i>Recycled Concrete Aggregate</i>
SNI	= <i>Standar Nasional Indonesia</i>
SSD	= <i>Saturared Surface Dry</i>
UTM	= <i>Universal Testing Machine</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Compression Testing Machine	15
Gambar 1.2 Hung Ta Testing Machine	15
Gambar 1.3 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 2.1 Empat Kondisi Kadar Air Agregat	30
Gambar 2.2 Slump Test	38
Gambar 2.3 Sistem Pembebanan Uji Kuat Tekan	39
Gambar 2.4 Sistem Pembebanan Uji Tarik Belah	41
Gambar 2.5 Sistem Pembebanan Uji Kuat Geser Balok	42
Gambar 2.6 Sistem Pembebanan Uji Kuat Lentur Balok	43
Gambar 3.1 Agregat Kasar Daur Ulang	48
Gambar 3.2 Agregat Halus Alami	48
Gambar 3.3 Semen PCC Merk Tiga Roda	49
Gambar 3.4 Master Glenium® SKY 8851	49
Gambar 3.5 Dramix 3D®	50
Gambar 3.6 Proses <i>Mixing</i>	56
Gambar 3.7 <i>Slump Test</i>	56
Gambar 3.8 Perawatan Benda Uji Silinder dan Balok Geser	58
Gambar 3.9 Perawatan Benda Uji Balok Lentur	58
Gambar 3.10 Uji Kuat Tekan	62
Gambar 3.11 Uji Kuat Tarik Belah	62
Gambar 3.12 Uji Kuat Geser	64
Gambar 3.13 Uji Kuat Lentur	66
Gambar 4.1 Kuat Tekan Beton dengan Variasi Kadar Serat	69

Gambar 4.2 Grafik Perbandingan X/F dan Umur Beton	71
Gambar 4.3 Grafik Perkembangan Kuat Tekan regresi Beton	72
Gambar 4.4 Grafik Estimasi Kuat Tekan Beton 28 Hari	74
Gambar 4.5 Perbandingan Faktor Umur Uji Eksperimental Beton dengan Faktor Umur PBI	75
Gambar 4.6 Perbandingan Koefisien Kuat Tarik Belah	76
Gambar 4.7 Kuat Tarik Belah Beton dengan Variasi Kadar Serat	77
Gambar 4.8 Perbandingan Koefisien Kuat Geser	79
Gambar 4.9 Kuat Geser Beton dengan Variasi Kadar Serat	79
Gambar 4.10 Tegangan Leleh dengan Variasi Kadar Serat	80
Gambar 4.11 Tegangan Ultimit Beton dengan Variasi Kadar Serat	81
Gambar 4.12 Grafik Hubungan <i>Displacement</i> dengan Beban Benda Uji Kadar Serat 0%	82
Gambar 4.13 Grafik Hubungan <i>Displacement</i> dengan Beban Benda Uji Kadar Serat 1%	82
Gambar 4.14 Grafik Hubungan <i>Displacement</i> dengan Beban Benda Uji Kadar Serat 2%	83
Gambar 4.15 Grafik Hubungan <i>Displacement</i> UTM Benda Uji Kadar Serat 3%	83
Gambar 4.16 Hubungan antara kadar serat dengan daktilitas beton	84

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi Pengujian	14
Tabel 2.1 Susunan Oksida Semen Portland	25
Tabel 2.2 Batas Toleransi Bahan – Bahan yang Terkandung di Dalam Air	32
Tabel 2.3 Menentukan Nilai Slump Rencana	35
Tabel 2.4 Menentukan Ukuran Agregat Maksimum	35
Tabel 2.5 Menentukan Proporsi Agregat Kasar	36
Tabel 2.6 Estimasi Jumlah Air yang diperlukan	37
Tabel 2.7 Menentukan Rasio w/c	37
Tabel 3.1 Volume Total Benda Uji	50
Tabel 3.2 Hasil Uji Karakteristik Agregat Kasar Daur Ulang	51
Tabel 3.3 Hasil Uji Karakteristik Agregat Halus Alami	51
Tabel 3.4 Perhitungan <i>Mix Design</i>	53
Tabel 3.5 Perhitungan koreksi kebutuhan air	54
Tabel 3.6 Komposisi Material <i>Mix Design</i> untuk 1 m ³	54
Tabel 3.7 Jumlah Serat Baja yang digunakan dalam 1 m ³ campuran	54
Tabel 3.8 Kuat Tekan Campuran <i>Trial Mix</i> pada umur 7 Hari	55
Tabel 3.9 Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari untuk Berbagai Kadar Serat	60
Tabel 3.10 Hasil Uji Kuat Tekan untuk Kadar Serat 3%	61
Tabel 3.11 Hasil Uji Kuat Tarik Belah	63
Tabel 3.12 Hasil Uji Kuat Geser	65
Tabel 3.13 Hasil Uji Kuat Lentur	67
Tabel 4.1 Kuat Tekan Beton Daur Ulang dengan Variasi Kadar Serat	69
Tabel 4.2 Nilai Faktor X/F	70

Tabel 4.3 Kuat Tekan Beton Regresi dan Faktor Umur Beton	72
Tabel 4.4 Kuat Tekan Karakteristik	73
Tabel 4.5 Perbandingan Faktor Umur Uji Eksperimental Beton dengan Faktor Umur PBI	74
Tabel 4.6 Hasil Analisis Kuat Tarik Belah Beton	76
Tabel 4.7 Hasil Analisis Kuat Geser Beton	78
Tabel 4.8 Hasil Analisis Kuat Lentur Beton	80
Tabel 4.9 Hasil Analisis Daktilitas dari Uji Lentur	84
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Berat Jenis Beton dengan Agregat Kasar Daur Ulang	85
Tabel 4.11 Lanjutan Hasil Perhitungan Berat Jenis Beton dengan Agregat Kasar Daur Ulang	86

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton masih menjadi material konstruksi yang paling umum digunakan dalam dunia konstruksi. Beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) (SNI 2847, 2013). Dalam bidang teknik sipil, beton digunakan sebagai bangunan pondasi, kolom, pelat lantai, bangunan air seperti bendung, bendungan, drainase, dan untuk perkerasan jalan.

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan menuntut adanya pemikiran dan penelitian untuk meningkatkan kualitas dari beton, terutama dalam segi kekuatan, kemudahan pengerjaan, daya tahan, serta efisiensi biaya pembuatan beton itu sendiri. Pembangunan gedung tinggi serta desain arsitektural yang menggunakan dimensi kolom minimalis menuntut digunakannya beton berkekuatan tinggi (*high strength concrete*). Oleh karena kekuatannya yang lebih tinggi daripada beton normal, maka desain struktural dengan dimensi yang tidak terlalu besar dapat diwujudkan meskipun beban yang ditahan sangat tinggi.

Dengan semakin gencarnya kampanye tentang “*Go Green*”, isu tentang pencemaran yang disebabkan karena pembangunan yang dikerjakan oleh insinyur teknik sipil juga menjadi sorotan. Penggunaan batu pecah yang merupakan sumber daya alam yang suatu saat dapat habis, semen dalam jumlah besar yang dapat menyebabkan efek rumah kaca, dan jumlah limbah yang dihasilkan dari proyek pembangunan menjadi masalah utama dalam dunia teknik sipil. Berdasarkan laporan *International Energy Authority, World Energy Outlook*, sektor industri semen menyumbang 7% dari keseluruhan CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer. Saat ini telah banyak dilakukan penelitian tentang penggunaan bahan material lain yang dapat digunakan sebagai substitusi material pembentuk beton contohnya limbah beton yang dapat didaur ulang menjadi agregat dalam campuran beton yang baru, *fly-ash* dan *slag* sebagai material pengganti semen. Penggunaan limbah dalam campuran beton ini juga merupakan cara untuk

melakukan efisiensi biaya dalam pembuatan beton. Limbah beton yang berasal dari sisa bongkaran bangunan, reruntuhan beton dari bangunan terkena gempa dan sisa beton siap pakai (*readymix*) dapat digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran beton yang biasanya batu pecah dari alam. Oleh karena beton memiliki karakteristik yang unik sehingga diperlukan pengetahuan yang lebih mendalam mengenai sifat dari bahan dasarnya terutama sifat bahan dasar dari agregat daur ulang. Agregat daur ulang ini memiliki sifat dasar yang berbeda dengan agregat alam sehingga perbedaan ini mengakibatkan perbedaan sifat beton yang dihasilkan.

Salah satu keterbatasan dari penggunaan beton terletak pada kekuatan tariknya yang kecil. Nilai kekuatan tarik beton tidak berbanding lurus dengan kekuatan tekannya. Penggunaan tulangan ataupun serat, paling umum dari baja, dapat menaikkan kekuatan tarik dari beton. Baja digunakan karena memiliki kuat tarik yang relatif tinggi, yaitu sekitar 200 MPa sampai 500 MPa. Penggunaan serat baja memiliki keuntungan luas penulangan yang lebih luas dibandingkan menggunakan tulangan biasa, mengurangi retak yang diakibatkan karena susut, dan meningkatkan kekuatan geser selain kekuatan tarik beton itu sendiri. Oleh karena itu, serat baja ini cocok digunakan pada beton untuk lantai, perkerasan jalan, dan struktur terowongan. Penggunaan serat baja biasanya menggunakan prosentase yang kecil, sekitar 1% dari volume campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosentase yang optimum untuk penggunaan serat baja pada beton mutu tinggi dengan agregat kasar daur ulang.

1.2 Inti Permasalahan

Permasalahan yang timbul adalah apakah ada pengaruh penggunaan serat baja terhadap nilai kuat tekan, tarik belah, dan kuat geser dari beton bermutu tinggi dengan agregat kasar daur ulang. Apakah ada prosentase optimum penggunaan serat baja. Penggunaan agregat kasar daur ulang dalam campuran beton bermutu tinggi juga akan dievaluasi.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Mengetahui kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser dan kuat lentur beton bermutu tinggi dengan agregat kasar daur ulang dan campuran serat baja pada umur 28 hari.
2. Menentukan hubungan antara kuat tekan yang dicapai dengan umur uji.
3. Mengetahui prosentase optimum serat baja terhadap kekuatan beton.

1.4 Pembatasan Masalah

Pada skripsi ini, permasalahan dibatasi pada :

1. Kuat tekan karakteristik untuk beton dengan agregat kasar daur ulang adalah 50 MPa.
2. Mutu beton yang didaur ulang untuk digunakan sebagai agregat kasar adalah 20-35 Mpa.
3. Agregat kasar yang digunakan adalah beton daur ulang dengan ukuran agregat maksimal 12,5 mm.
4. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Galunggung.
5. Semen yang digunakan merupakan *Portland Composite Cement* (PCC) merek Tiga Roda.
6. Penggunaan Master Glenium® SKY 8851 sebagai zat aditif.
7. Serat Baja yang digunakan adalah Dramix 3D 80/60 BG.
8. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan kuat geser beton dilakukan pada umur hari 28 hari.
9. Variasi pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Variasi Pengujian

Uji	Benda Uji	Kadar Serat (%)	Umur Benda Uji (hari)	Jumlah Benda Uji
Kuat Tekan	Silinder 10x20 cm	0	28	3
		1	28	3
		2	28	3
		3	3	3
			7	3
			14	3
			21	3
				28
Kuat Tarik Belah	Silinder 10x20 cm	0	28	3
		1	28	3
		2	28	3
		3	28	3
Kuat Geser	Balok 10x10x30 cm	0	28	3
		1	28	3
		2	28	3
		3	28	3
Kuat Lentur	Balok 15x15x60 cm	0	28	3
		1	28	3
		2	28	3
		3	28	3

10. Pengujian kuat tekan dan tarik belah beton menggunakan alat uji Compression Testing Machine dengan benda uji silinder berdiameter 100 mm berdasarkan metode ASTM C39-C39M-03 dan ASTM C496-C496M-04.



Gambar 1.1 Compression Testing Machine

11. Pengujian kuat geser beton tanpa tulangan menggunakan alat uji Universal Testing Machine Hung-Ta dengan benda uji balok berukuran 100 mm x 100 mm x 300 mm berdasarkan ASTM C 78-09.



Gambar 1.2 Hung Ta Testing Machine

12. Pengujian kuat lentur beton tanpa tulangan menggunakan alat uji Universal Testing Machine Hung-Ta dengan benda uji balok berukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm berdasarkan ASTM C 1161-13.

13. Pengujian dilakukan di laboratorium struktur Universitas Katolik Parahyangan.

1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah :

1. Studi Literatur

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk mendapatkan gambaran secara menyeluruh mengenai proses penelitian. Studi literatur dilakukan dengan menggunakan buku referensi, buku peraturan, dan referensi bahan – bahan dari internet meliputi pemahaman konsep mengenai sifat – sifat material beton dengan agregat daur ulang, penggunaan serat dalam pembuatan beton dan metode pengujian yang akan digunakan.

2. Uji Eksperimental

Pengujian kuat tekan beton dengan agregat kasar daur ulang yang ditambahkan serat besi menggunakan alat uji Compression Testing Machine, sedangkan pengujian kuat lentur dan geser menggunakan alat uji Universal Testing Machine (UTM). Pengujian untuk penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penulisan, penguraian masalah secara singkat, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi dasar teori yang menjadi landasan penulis dalam penyusunan skripsi ini. Bab ini mencakup teori mengenai karakteristik beton, beton berkekuatan tinggi, beton daur ulang, bahan pembentuk beton (semen, agregat, air dan aditif), karakteristik serat baja sebagai serat yang digunakan dalam metode penelitian ini, metode mix design (mengacu pada standar ACI 211.4R-08), penjelasan uji kuat tekan pada beton, penjelasan uji kuat lentur dan geser pada beton, serta pola keruntuhan pada balok.

Bab III Persiapan dan Pelaksanaan Penelitian

Bab ini berisi proses pemeriksaan karakteristik agregat, proses perhitungan mix design, proses pembuatan benda uji, proses perawatan benda uji, proses pengujian dan pencatatan hasil pengujian, serta pengolahan data.

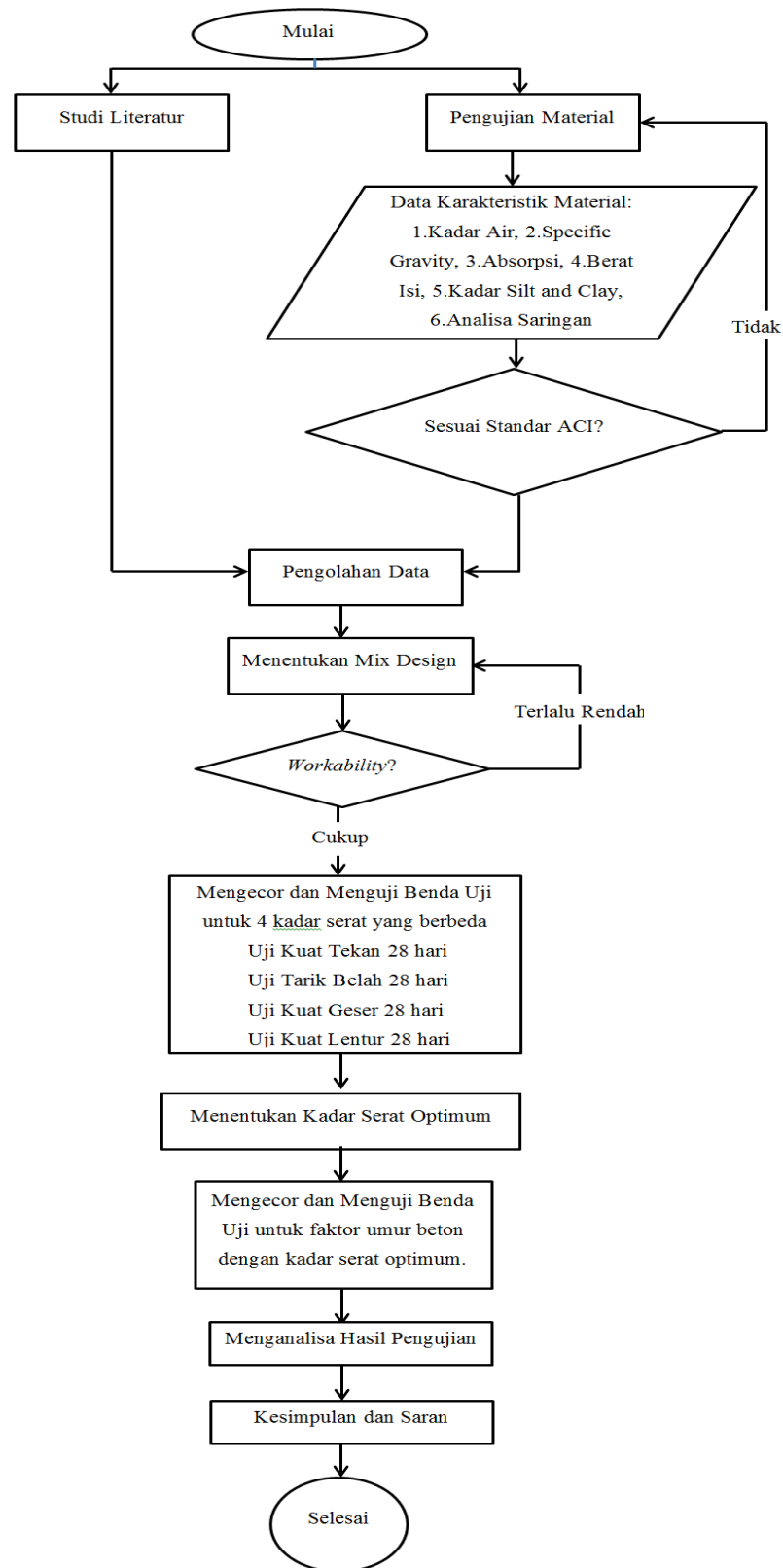
Bab IV Analisis Hasil Pengujian

Bab ini berisi hasil pengujian benda uji silinder, hasil pengujian benda uji balok yang kemudian diplot dalam grafik dan analisa pengaruh serat baja pada kinerja beton dengan agregat daur ulang.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian dan hasil evaluasi penelitian serta saran-saran penerapan lapangan dan saran untuk pengembangan penelitian yang telah dilakukan.

1.7 Diagram Alir



Gambar 1.3 Diagram Alir Penelitian