

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PERILAKU BALOK  
BETON GEOPOLIMER BERTULANG BERBAHAN  
DASAR *FLY ASH* DENGAN AGREGAT KASAR DAUR  
ULANG**



**RYAN ADIPUTERA  
NPM : 2014410108**

**PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**KO-PEMBIMBING : Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DESEMBER 2017**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PERILAKU BALOK  
BETON GEOPOLIMER BERTULANG BERBAHAN  
DASAR *FLY ASH* DENGAN AGREGAT KASAR DAUR  
ULANG**



**RYAN ADIPUTERA  
NPM : 2014410108**

**PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**KO-PEMBIMBING : Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DESEMBER 2017**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PERILAKU BALOK  
BETON GEOPOLIMER BERTULANG BERBAHAN  
DASAR *FLY ASH* DENGAN AGREGAT KASAR DAUR  
ULANG**



**RYAN ADIPUTERA  
NPM : 2014410108**

**BANDUNG, 18 DESEMBER 2017**

**KO-PEMBIMBING:**

**Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**PEMBIMBING:**

**Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DESEMBER 2017**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Ryan Adiputera

NPM : 2014410108

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Studi Eksperimental Perilaku Balok Beton Geopolimer Bertulang Berbahan Dasar Fly Ash 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 dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 18 Desember 2017



Ryan Adiputera

2014410108

# **STUDI EKSPERIMENTAL PERILAKU BALOK BETON GEOPOLIMER BERTULANG BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DENGAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG**

**Ryan Adiputera  
NPM: 2014410108**

**Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro  
Ko-Pembimbing: Sisi Nova Rizkiani, 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  
DESEMBER 2017**

## **ABSTRAK**

Kebutuhan material konstruksi di Indonesia meningkat seiring dengan berkembangnya pembangunan infrastruktur. Beton merupakan material yang paling sering dan paling banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Produksi semen, yang merupakan material penyusun beton pada umumnya, menghasilkan emisi gas karbondioksida ( $CO_2$ ) yang dapat mengakibatkan pemanasan global. Maka dari itu, digunakan bahan pengganti semen yang lebih ramah lingkungan yaitu menggunakan *fly ash*. *Fly ash* yang dicampurkan dengan aktivator Natrium hidroksida dan Natrium silikat akan membentuk suatu campuran yang fungsinya dapat menggantikan semen. Campuran agregat kasar, agregat halus, *fly ash* dan aktivator ini disebut sebagai beton geopolimer. Pada uji eksperimental kali ini, bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton geopolimer adalah agregat kasar daur ulang, agregat halus alami, *fly ash*, dan aktivator. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tekan karakteristik silinder beton geopolimer sebesar 24,74 MPa, kuat tarik belah silinder beton sebesar 1,67 MPa, kuat geser balok beton geopolimer sebesar 3,24 MPa, kuat lekat antara beton geopolimer dan tulangan sebesar 12,32 MPa. Momen nominal/leleh rata-rata balok beton geopolimer bertulang yang didapatkan dari hasil pengujian adalah 20,18 kNm, lebih rendah 19,75% dari momen nominal teoritis. Momen runtuh rata-rata balok beton geopolimer bertulang yang didapatkan dari hasil pengujian adalah 28,62 kNm, sebesar 1,4 kali momen leleh. Daktilitas balok beton geopolimer bertulang pada penelitian ini memiliki nilai sebesar 3,30.

Kata Kunci: Beton geopolimer, agregat kasar daur ulang, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser, kuat lekat, momen leleh, daktilitas.

# **EXPERIMENTAL STUDY OF REINFORCED GEOPOLYMER CONCRETE BEAM BEHAVIOUR WITH FLY ASH AND RECYCLED COARSE AGGREGATE**

**Ryan Adiputera  
NPM: 2014410108**

**Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro  
Co-advisor: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DECEMBER 2017**

## **ABSTRACT**

The need of construction materials in Indonesia increases with the infrastructure development. Concrete is the most common and most widely used material in construction. The production of cement, which is a concrete material in general, produces emissions of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) gas which can lead to global warming. Therefore, there is a kind of material which can replace cement called fly ash. Fly ash which is mixed with activators: Sodium hydroxide and Sodium silicate will form a mixture whose function can replace cement. Coarse aggregate, fine agregat, fly ash and this activator called as geopolymer concrete.

In this experimental study, the materials used in the manufacture of geopolymer concrete are recycled coarse aggregate, natural fine aggregates, fly ash, 12 M of Sodium hydroxide and Sodium silicate as an activator. The results shows that the characteristic compressive strength of the concrete is 24,74 MPa, splitting tensile strength is 1,67 MPa, shear strength is 3,24 MPa, bond strength is 12,32 MPa. The average of yield moment of reinforced concrete beam is 20,18 kNm, less 19,57% than theoretical nominal moment. The average of ultimate moment of reinforced concrete beam is 28,62 kNm, 1.4 times nominal moment. The ductility factor of this reinforced geopolymer concrete beam is 3,30.

Keywords: Geopolymer concrete, fly ash, recycled aggregate, compressive strength, splitting tensile strength, shear strength, yield moment, ductility.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaannya selama penulis menjalankan penyusunan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Perilaku Balok Beton Bertulang Berbahan Dasar Fly Ash dengan Agregat Kasar Daur Ulang* hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung tempat penulis menjalankan studinya.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Mata kuliah skripsi ini merupakan mata kuliah wajib berbobot 6 sks dan dapat ditempuh setelah lulus 120 sks.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan, baik selama proses persiapan, pelaksanaan, pengujian, maupun penulisan. Oleh karenanya penulis sangat berterima kasih atas saran, kritik, serta dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses pembuatan skripsi ini hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Ibu Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang membantu selama proses persiapan dan pengujian.
3. Bapak Altho Sagara, S.T, M.T. dan Ibu Ir. Buen Sian, M.T. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan masukan dan saran.
4. Sandi dan Tjong Lie Lie selaku orang tua penulis serta Fanny Adilia selaku kakak penulis yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.

5. Regina yang senantiasa membantu dan memberi dorongan semangat kepada penulis selama pembuatan dan penyusunan skripsi ini.
6. Teman-teman seperjuangan skripsi yang senantiasa saling membantu dalam persiapan, pengujian, dan penyusunan skripsi ini.
7. Liesly, Adrian, Felin, Raymond dan teman-teman seperjuangan lainnya selama penulis menjalani studi di UNPAR yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang selalu memberi dorongan dan semangat dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Pdt. Simon, Pdt. Indah, Pdm. Samuel, David, Janice, Julio, Theresa, Shierla dan teman-teman *The Arrows* lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang senantiasa memberi dukungan dan doa selama penulis menyusun skripsi ini.
9. Bapak Ir. Teguh Farid dan Bapak Markus Didi yang banyak membantu dan memberi arahan dalam persiapan bahan, pembuatan benda uji, dan uji eksperimental di laboratorium.
10. Sipil 2014 atas kebersamaannya selama studi di UNPAR.
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendoakan yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk saran dan kritik yang membangun dan berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian dan penerapan kelak di masa yang akan datang.

Bandung, 18 Desember 2017



Ryan Adiputera

2014410108



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1-1
1.1    Latar Belakang .....	1-1
1.2    Inti Permasalahan .....	1-2
1.3    Maksud dan Tujuan .....	1-3
1.4    Lingkup Penelitian.....	1-3
1.5    Metode Penelitian.....	1-4
1.6    Sistematika Penulisan .....	1-5
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1    Beton.....	2-1
2.2    Beton Geopolimer.....	2-2
2.3    Material Beton.....	2-3
2.4    Baja Tulangan.....	2-9
2.5    Metode Pengujian.....	2-10
2.6    Metode Perawatan Beton Geopolimer.....	2-18
BAB 3    PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN.....	3-1
3.1    Bahan dan Benda Uji .....	3-1
3.2    Pengujian Material.....	3-6
3.3    Prosedur Pengecoran Beton .....	3-9

3.4	Proses Pengujian Benda Uji .....	3-15
BAB 4	ANALISIS DATA .....	4-1
4.1	Berat Jenis .....	4-1
4.2	Analisis Kuat Tekan.....	4-1
4.3	Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Belah.....	4-9
4.4	Analisis Hasil Uji Kuat Geser .....	4-11
4.5	Analisis Hasil Uji Kuat Lekat .....	4-12
4.6	Analisis Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton Bertulang.....	4-14
4.7	Analisis Pola Keretakan Pada Balok Beton Bertulang .....	4-15
4.8	Daktilitas .....	4-16
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	.....	xvii
LAMPIRAN 1	.....	xvii
LAMPIRAN 2	.....	xxv
LAMPIRAN 3	.....	xvii

## DAFTAR NOTASI

$A$	=	Luas tertekan rata-rata	(MPa)
$a$	=	Tinggi ekivalen dari <i>rectangular stress</i> blok	(mm)
$A_s$	=	Luas tulangan baja	(mm <sup>2</sup> )
$b$	=	Lebar penampang	(mm)
$C$	=	Gaya tekan beton	(N)
$f_c$	=	Kuat tekan beton	(MPa)
$f_c'$	=	Kuat tekan karakteristik beton	(MPa)
$f_{ct}$	=	Kuat tarik beton	(MPa)
$f_v$	=	Kuat geser beton	(MPa)
$f_y$	=	Tegangan leleh baja	(MPa)
$l$	=	Panjang benda uji yang tertekan	(mm)
$L$	=	Panjang bentang	(mm)
$l_b$	=	Panjang tulangan yang tertanam	(mm)
$M$	=	Momen	(kNm)
$\emptyset$	=	Diameter tulangan	(mm)
$P$	=	Beban	(N)
$T$	=	Gaya tarik baja tulangan	(N)
$\tau_b$	=	<i>Ultimate bond strength</i>	(MPa)



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi uji kuat tarik belah.....	2-12
Gambar 2.2 Ilustrasi <i>Third Point Loading</i> .....	2-14
Gambar 2.3 Penampang Balok, Diagram Tegangan Dan Regangan.....	2-15
Gambar 3.1 Agregat kasar daur ulang .....	3-1
Gambar 3.2 Agregat halus lolos saringan ASTM No.4 .....	3-2
Gambar 3.3 <i>Fly ash</i> .....	3-2
Gambar 3.4 <i>Sodium hidroksida</i> .....	3-3
Gambar 3.5 <i>Sodium Silikat</i> .....	3-3
Gambar 3.6 <i>Superplasticizer</i> .....	3-4
Gambar 3.7 Tulangan baja polos.....	3-4
Gambar 3.8 Tulangan baja ulir.....	3-5
Gambar 3.9 Grafik hasil pengujian mutu tulangan baja ulir D13 .....	3-7
Gambar 3.10 Grafik hasil pengujian mutu tulangan baja polos $\phi 10$ .....	3-8
Gambar 3.11 Tulangan baja setelah diuji tarik.....	3-9
Gambar 3.12 Bekisting silinder 100mmx200mm.....	3-11
Gambar 3.13 Bekisting balok geser (kiri), bekisting kubus (kanan).....	3-11
Gambar 3.14 Bekisting balok beton geopolimer bertulang .....	3-12
Gambar 3.15 <i>Mixer</i> .....	3-12
Gambar 3.16 Kerucut Abrams.....	3-13
Gambar 3.17 Pengujian <i>Slump</i> .....	3-13
Gambar 3.18 Bekisting yang sudah diisi beton.....	3-14
Gambar 3.19 <i>Curing</i> dengan metode membran .....	3-15
Gambar 3.20 Pengujian kuat tekan silinder menggunakan alat CTM.....	3-16
Gambar 3.21 Pengujian kuat tarik belah dengan alat CTM.....	3-17
Gambar 3.22 Pengujian kuat geser balok beton dengan alat UTM.....	3-18
Gambar 3.23 Ilustrasi pengujian <i>bond stress</i> .....	3-19
Gambar 3.24 Pengujian kuat lekat menggunakan alat UTM .....	3-19
Gambar 3.25 Pengujian kuat lentur balok beton bertulang menggunakan alat UTM .....	3-20
Gambar 4.1 Grafik hubungan $Y'$ dengan umur uji.....	4-4
Gambar 4.2 Grafik hubungan kuat tekan regresi dan umur uji.....	4-6

Gambar 4.3 Pola retak silinder menurut ASTM C-39 .....	4-8
Gambar 4.4 Pola retak tipe 2 .....	4-8
Gambar 4.5 Pola retak tipe 6 .....	4-9
Gambar 4.6 Pola retak tipe 5 .....	4-9
Gambar 4.7 Grafik hasil uji kuat tarik belah .....	4-10
Gambar 4.8 Benda uji kuat tarik belah setelah pengujian.....	4-11
Gambar 4.9 Grafik hasil uji kuat geser .....	4-12
Gambar 4.10 Benda uji kuat geser setelah pengujian.....	4-12
Gambar 4.11 Benda uji kuat lekat setelah pengujian.....	4-13
Gambar 4.12 Grafik hubungan beban dengan peralihan dari <i>transducer</i> .....	4-15
Gambar 4.13 Grafik hubungan momen dengan peralihan dari <i>transducer</i> .....	4-15
Gambar 4.14 Pola retak benda uji 1 .....	4-16
Gambar 4.15 Pola retak benda uji 2.....	4-16
Gambar 4.16 Pola retak benda uji 3.....	4-16

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas gradasi untuk agregat kasar ukuran maksimum 19mm .....	2-4
Tabel 2.2 Batas gradasi untuk agregat halus .....	2-4
Tabel 2.3 Persyaratan Kandungan Kimia dalam <i>Fly Ash</i> .....	2-7
Tabel 2.4 Ukuran baja tulangan beton polos.....	2-10
Tabel 2.5 Ukuran baja tulangan beton sirip .....	2-10
Tabel 2.6 Parameter daktilitas struktur gedung.....	2-18
Tabel 3.1 Rincian benda uji.....	3-5
Tabel 3.2 Hasil pengujian agregat kasar .....	3-6
Tabel 3.3 Hasil pengujian agregat halus .....	3-6
Tabel 3.4 Data hasil pengujian fly ash.....	3-7
Tabel 3.5 Hasil pengujian mutu tulangan baja ulir D13 .....	3-8
Tabel 3.6 Hasil pengujian mutu tulangan baja polos $\phi 10$ .....	3-8
Tabel 3.7 Hasil <i>trial mix</i> .....	3-10
Tabel 3.8 Mix design beton geopolimer .....	3-10
Tabel 3.9 Data hasil uji kuat tekan silinder.....	3-16
Tabel 3.10 Data hasil pengujian kuat tarik belah .....	3-17
Tabel 3.11 Data hasil pengujian kuat geser .....	3-18
Tabel 3.12 Data hasil pengujian kuat lekat.....	3-19
Tabel 3.13 Data hasil pengujian kuat lentur.....	3-21
Tabel 4.1 Berat Jenis Beton.....	4-1
Tabel 4.2 Hasil uji kuat tekan silinder .....	4-2
Tabel 4.3 Hasil uji kuat tekan yang digunakan untuk analisis .....	4-3
Tabel 4.4 Nilai faktor Y' .....	4-3
Tabel 4.5 Kuat tekan regresi dan faktor umur.....	4-5
Tabel 4.6 Kuat tekan regresi dan faktor umur perhari.....	4-5
Tabel 4.7 Kuat tekan karakteristik beton .....	4-6
Tabel 4.8 Hasil analisis uji kuat tarik belah .....	4-10
Tabel 4.9 Hasil uji kuat geser.....	4-11
Tabel 4.10 Hasil analisis kuat lekat .....	4-13
Tabel 4.11 Hasil perhitungan momen leleh dan momen ultimate.....	4-14
Tabel 4.12 Hasil analisis momen leleh hasil pengujian dan teoritis.....	4-14

Tabel 4.13 Hasil analisis momen runtuh hasil pengujian dan teoritis .....	4-14
Tabel 4.14 Nilai daktilitas beton.....	4-17



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini di Indonesia pembangunan di bidang infrastruktur dan konstruksi menjadi salah satu fokus utama pemerintah. Seiring dengan pesatnya perkembangan di sektor konstruksi, maka kebutuhan akan bahan baku konstruksi pun meningkat. Bahan baku konstruksi yang paling umum digunakan yaitu beton, baja, dan kayu. Dari antara ketiga material tersebut, beton merupakan material yang paling sering dan paling banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Alasan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi yaitu karena bahan bakunya mudah didapatkan, harganya relatif murah, memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap api, dan dapat dibuat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Beton sering digunakan sebagai bahan baku bangunan perumahan, industri, komersial, jembatan, jalan, terowongan, pondasi, sistem drainase, dll. Beton umumnya terdiri dari campuran pasta semen, agregat kasar, agregat halus, dan air.

Namun, produksi semen menghasilkan emisi gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dapat mengakibatkan pemanasan global. Menurut Davidovits (1994), 1 ton pembuatan semen menghasilkan 1 ton karbondioksida. Maka dari itu, digunakan bahan pengganti semen yang lebih ramah lingkungan yaitu menggunakan abu terbang (*fly ash*). *Fly ash* merupakan limbah dari sisa pembakaran batu bara. Unsur yang terkandung di dalam fly ash berbeda dengan semen. Maka dari itu, fly ash tidak akan bereaksi dengan air dan tidak akan berfungsi sebagai pengikat apabila hanya ditambahkan dengan air layaknya semen. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu zat kimia untuk mengaktifkan fly ash tersebut agar menjadi pengikat atau biasanya disebut aktivator. Aktivator yang digunakan terdiri dari campuran Sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan Sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Campuran dari fly ash dan aktivator disebut *binder* atau pengikat.

Agregat kasar dan halus yang digunakan pada umumnya merupakan material yang berasal dari alam. Namun perlu diketahui bahwa apabila material dari alam tersebut diambil dan digunakan secara terus menerus maka lama

kelamaan persediaan material dari alam tersebut akan habis. Oleh karena itu perlu adanya alternatif lain dalam penggunaan agregat tersebut. Salah satu caranya adalah mengganti agregat alami dengan agregat yang di daur ulang (*recycle*). Agregat *recycle* didapatkan dari beton yang sudah tidak lagi terpakai seperti beton bekas dari uji silinder atau bongkahan-bongkahan beton yang berasal dari pembongkaran bangunan yang kemudian dihancurkan sampai mencapai ukuran agregat maksimum yang diinginkan. Manfaat lain dari penggunaan agregat daur ulang selain mengurangi eksploitasi material alam adalah mengurangi limbah pembuangan beton-beton bekas yang tidak bisa digunakan lagi.

Ciri khas dari beton adalah kuat terhadap tekan tetapi lemah terhadap tarik. Beton juga bersifat getas, yang berarti tidak mampu memikul beban lagi apabila sudah mencapai titik lelehnya. Untuk mengatasi hal ini, maka pada bagian balok yang terkena tarik diberi perkuatan berupa tulangan baja. Fungsi dari tulangan baja ini adalah untuk memikul gaya tarik yang bekerja pada beton.

Pada uji eksperimental kali ini, bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton geopolimer adalah agregat kasar *recycle*, agregat halus alami, *fly ash*, dan aktivator. Penentuan komposisi (*mix design*) bahan-bahan tersebut dilakukan dengan cara coba-coba (*trial mix*) berdasarkan peneliatan terdahulu karena belum banyaknya penelitian mengenai beton geopolimer yang dilakukan sehingga belum ada metode yang dapat digunakan untuk langsung menentukan *mix design* yang tepat. Kemudian yang akan ditinjau pada uji eksperimental ini adalah kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser, kuat lentur, dan *bond stress*. Penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen dan agregat kasar daur ulang sebagai pengganti agregat kasar alami tentunya dapat menjadi solusi untuk memperoleh beton yang ramah lingkungan serta mengatasi permasalahan yang timbul akibat penggunaan semen dan agregat alami. Dengan demikian, studi eksperimental mengenai perilaku balok beton bertulang berbahan dasar *fly ash* dengan agregat kasar daur ulang menjadi menarik dan penting untuk dilakukan.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Inti permasalahan yang akan dibahas dan dikaji dari penelitian ini adalah mengetahui efek penggunaan agregat kasar daur ulang pada kuat tekan, kuat tarik

belah, kuat geser, kuat lentur dari beton geopolimer dan kekuatan lekatan (*bond stress*) antara tulangan dengan beton geopolimer. Kemudian membandingkan kekuatan lentur balok beton geopolimer bertulang dari pengujian dengan teori perhitungan balok beton bertulang pada umumnya.

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kuat tekan karakteristik beton geopolimer
2. Mengetahui kuat tarik belah dan kuat geser beton
3. Mengetahui kuat lekat (*bond stress*) antara beton dan tulangan baja pada umur 28 hari.
4. Mengetahui kuat lentur balok beton geopolimer bertulang pada umur 28 hari serta membandingkannya dengan kuat lentur teoritis.
5. Mengetahui pola keretakan yang terjadi setelah uji kuat lentur pada balok beton geopolimer bertulang.
6. Mengetahui nilai daktilitas balok beton geopolimer bertulang

### 1.4 Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar yang digunakan berjenis daur ulang dengan  $f_c'$  antara 25 MPa – 30 MPa dalam kondisi SSD dan berukuran maksimum 19 mm.
2. Agregat halus yang digunakan berjenis alami dengan ukuran maksimum 4,75 mm.
3. Fly ash yang digunakan adalah tipe F.
4. Perbandingan agregat kasar : halus : *binder* (*hasil trial mix*) = 1,2 : 1,5 : 1,46
5. Perbandingan fly ash : aktivator (*hasil trial mix*) = 0,602 : 0,398
6. Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  : NaOH = 3 : 2
7. Molaritas NaOH yang digunakan adalah 12 M
8. *Superplasticizer* yang digunakan adalah sebanyak 1%

9. Pengujian kuat tekan beton menggunakan silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm pada umur 6, 14, 21, 28 hari sebanyak 3 buah untuk masing-masing umur.
10. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm pada umur 28 hari sebanyak 3 buah.
11. Pengujian *bond stress* menggunakan kubus berukuran 150mm x 150mm x 150mm serta tulangan ulir berdiameter 13 mm pada umur 28 hari sebanyak 3 buah.
12. Pengujian kuat geser beton menggunakan 3 buah benda uji berbentuk balok yang berukuran 300 mm x 100 mm x 100 mm pada umur 28 hari.
13. Pengujian kuat lentur balok beton bertulang menggunakan 3 buah benda uji berukuran 1200 mm x 200 mm x 200 mm dan tulangan ulir longitudinal berdiameter 13 mm sebanyak 3 buah pada bagian bawah balok dan 2 buah pada bagian atas balok serta tulangan polos untuk penulangan geser berdiameter 10 mm sejarak 80 mm untuk masing-masing balok.

## 1.5 Metode Penelitian

- 1) Studi literatur berfungsi sebagai acuan dalam melakukan penelitian dan memperoleh informasi serta pengetahuan yang dibutuhkan untuk studi eksperimental yang akan dilakukan. Literatur yang digunakan berupa buku, e-book, internet, jurnal, paper, dsb.
- 2) Studi Eksperimental  
Pelaksanaan uji eksperimental di laboratorium, mulai dari pembuatan aktivator, pencampuran & pengadukan beton, uji kuat tekan, uji kuat tarik belah, uji kuat geser, uji *bond stress*, sampai dengan uji kuat lentur. Uji kuat lentur, uji kuat geser, uji *bond stress* menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*); sedangkan untuk uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*).

## **1.6 Sistematika Penulisan**

BAB 1 Pendahuluan. Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka. Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan teori dan dasar-dasar teori yang sudah ada sebelumnya yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian. Pada bab ini akan dibahas mengenai persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium Universitas Katolik Parahyangan.

BAB 4 Analisis Hasil Pengujian. Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis hasil pengujian serta membandingkannya dengan hasil perhitungan secara teoritis.

BAB 5 Simpulan dan Saran. Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis serta saran-saran yang dapat diusulkan dari pengujian yang telah dilakukan agar hasil dari penelitian dapat menjadi baik