

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL BALOK BETON BUSA
BERTULANG DENGAN AGREGAT KASAR DAUR
ULANG**



**JASON CHRISTOPHER
NPM : 2014410050**

PEMBIMBING: Dr. Ir. Johannes Adhijoso Tjondro, M.Eng

KO-PEMBIMBING: Wivia Octarena Nugroho, 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
JUNI 2018**



SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL BALOK BETON BUSA
BERTULANG DENGAN AGREGAT KASAR DAUR
ULANG**



**JASON CHRISTOPHER
NPM : 2014410050**

BANDUNG, 8 JUNI 2018

KO-PEMBIMBING:

PEMBIMBING:

Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

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
JUNI 2018**

PERNYATAAN



Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Jason Christopher

NPM : 2014410050

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Studi Eksperimental Balok Beton Busa Bertulang 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, 8 Juni 2018



Jason Christopher

STUDI EKSPERIMENTAL BALOK BETON BUSA BERTULANG DENGAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG

JASON CHRISTOPHER
NPM : 2014410050

Pembimbing: Dr. Ir. Johannes Adhijoso Tjondro, M.Eng
Ko-Pembimbing: Wivia Octarena Nugroho, 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
JUNI 2018

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan jaman, angka populasi manusia dan kebutuhan akan tempat tinggal kian meningkat, namun hal tersebut bertolak belakang dengan keterbatasan lahan untuk pembangunan rumah tinggal. Material yang umumnya digunakan untuk membangun bangunan bertingkat adalah beton. Beton terdiri dari beberapa jenis, salah satunya adalah beton busa/ *foam concrete*. Beton busa merupakan beton yang dihasilkan dengan menambah cairan busa pada air dalam campuran beton. Kebutuhan akan agregat kasar pun akan semakin meningkat dengan semakin banyaknya pembangunan, sehingga dapat digunakan agregat kasar daur ulang sebagai alternatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah beton busa dengan agregat kasar daur ulang dapat digunakan sebagai material struktur. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lekat, dan kuat lentur balok beton busa bertulang dilakukan di laboratorium.

Dari hasil pengujian, didapatkan hasil nilai kuat tekan karakteristik beton busa dengan kandungan *foam agent* 40% sebesar 10,74 MPa dan kuat tekan rata-rata 20,65 MPa. Kuat tarik belah silinder beton busa dengan *foam agent* 30%, 40%, dan 50% sebesar 1,29 MPa, 2,39 MPa, dan 1,52 MPa, dan kuat geser beton busa sebesar 3,04 MPa, 3,68 MPa, dan 2,54 MPa. Kuat lekat rata-rata antara beton dengan tulangan ulir adalah 5,12 MPa. Momen leleh yang didapatkan dari hasil pengujian kuat lentur balok beton busa bertulang dengan kandungan *foam agent* 40% adalah sebesar 15,39 kNm dan 28,65 kNm, dengan rata-rata lebih rendah dari momen leleh teoritis sebesar 13,74%. Momen runtuh balok beton busa bertulang dengan kandungan *foam agent* 40% bernilai 24,97 kNm dan 33,31 kNm, dengan rata-rata lebih rendah dari momen runtuh teoritis sebesar 15,16%. Daktilitas rata-rata balok beton busa bertulang bernilai sebesar 4,24.

Kata Kunci: *Foam agent*, agregat kasar daur ulang, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser, kuat lekat, kuat lentur, daktilitas.

EXPERIMENTAL STUDY OF REINFORCED FOAM CONCRETE BEAM WITH RECYCLED COARSE AGGREGATE

**JASON CHRISTOPHER
NPM : 2014410050**

**Advisor: Dr. Ir. Johannes Adhijoso Tjondro, M.Eng
Co-Advisor: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2018**

ABSTRACT

Along with the development of the human era, the number of human population and the demand of housing still increasing, but it is contradictory with the unavailability of land for housing. Materials commonly used for highrise building are concrete. There is several types of concrete, one type is foam concrete. Foam concrete is a concrete produced by adding a liquid foam to the water in the concrete mixture. The coarse aggregate still needed with the increasing number of new buildings, alternatively recycled aggregate can be used as coarse aggregate. The purpose of this research is to find out whether foam concrete can be used as a structural material. Testing on the compressive strength, tensile strength, shear strength, bond strength, and flexural strength of reinforced foam concrete beam was done in the laboratory.

From the result of this research, it is found that the compressive strength of foam concrete with 40% foam agent content is 10.74 MPa, and the average compression strength is 20.65 MPa. The tensile strength of foam concrete with 30%, 40%, and 50% foam agent content is 1.29 MPa, 2.39 MPa, and 1.52 MPa, and the shear strength of 3.04 MPa, 3.68 MPa, and 2.54 MPa. The bond strength between the foam concrete with a rebar is 5.12 MPa. The yield moment obtained from the flexural strength test of reinforced foam concrete beam with 40% foam agent content is 15.39 kNm and 28.65 kNm, with a lower average value than the theoretical yield moment by 13.74%. The ultimate moment of reinforced foam concrete beam with 40% foam agent content is 24.97 kNm and 33.31 kNm, with a lower average value than the theoretical ultimate moment by 15.16%. The ductility factor of this reinforced foam concrete beam is 2.74.

Keywords: Foam agent, recycled agreggate, compressive strength, tensile strength, shear strength, bond strength, flexural strength, ductility.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaanNya selama penulis menjalani penyusunan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Balok Beton Busa Bertulang Dengan Agregat Kasar Daur Ulang* 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 Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang membantu selama proses persiapan dan pengujian.
3. PT. BASF Indonesia yang telah memberikan cairan *foam agent* dalam proses penelitian skripsi ini.
4. Para dosen penguji skripsi yang hadir saat seminar judul, seminar isi, dan sidang yang banyak memberi masukan dan saran.
5. Orang tua penulis yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.

6. 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.
7. Teman – teman seperjuangan skripsi yang senantiasa saling membantu dalam persiapan, pengujian, dan penyusunan skripsi ini.
8. Christian Gautama, Kevin T, Kevin Pratama, Hendry Justin, Mareta Hardiman, Octavianus yang telah membantu penulis untuk mempersiapkan bahan dan material.
9. Sipil 2014 atas kebersamaannya selama studi di UNPAR.
10. Semua pihak yang telah membantu dan mendoakan yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. 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, 8 Juni 2018

Penulis,

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature appears to be 'JChris' written in a cursive, stylized font.

Jason Christopher
2014410050

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Lingkup Penelitian.....	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-4
1.6 Sistematika Penulisan	1-5
1.7 Tahapan Penelitian.....	1-6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Beton	2-1
2.2 Beton Busa.....	2-2
2.3 Material Beton.....	2-3
2.3.1 Air	2-3
2.3.2 Semen	2-3
2.3.3 Agregat	2-4
2.3.4 Baja Tulangan	2-8
2.4 Foam Agent.....	2-10

2.5	Metode Pengujian.....	2-11
2.5.1	Kuat Tekan.....	2-11
2.5.2	Kuat Tarik Belah	2-12
2.5.3	Kuat Geser	2-13
2.5.4	Kuat Lekat.....	2-13
2.5.5	Kuat Lentur	2-15
2.5.6	Daktilitas.....	2-19
2.6	Perawatan Beton.....	2-19
BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN		3-1
3.1	Bahan dan Benda Uji	3-1
3.1.1	Bahan Uji	3-1
3.1.2	Benda Uji	3-3
3.2	Pengujian Material.....	3-4
3.2.1	Pengujian Agregat Kasar.....	3-4
3.2.2	Pengujian Agregat Halus.....	3-8
3.2.3	Pengujian Baja Tulangan	3-11
3.3	Prosedur Pengecoran Beton.....	3-13
3.3.1	<i>Mix Design</i>	3-13
3.3.2	Pencampuran Material dan Beton	3-15
3.3.3	Perawatan.....	3-17
3.4	Proses Pengujian Benda Uji	3-17
3.4.1	Uji Kuat Tekan Silinder Beton Busa	3-17
3.4.2	Uji Kuat Tarik Belah Silinder Beton Busa	3-19
3.4.3	Uji Kuat Geser Balok Beton Busa	3-20
3.4.4	Uji Lekat Beton Busa.....	3-21
3.4.5	Uji Kuat Lentur Beton Busa Bertulang	3-23

BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN	4-1
4.1 Berat Jenis	4-1
4.2 Analisa Hasil Uji Kuat Tekan	4-3
4.3 Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Belah	4-12
4.4 Analisis Hasil Uji Kuat Geser.....	4-14
4.5 Analisis Hasil Uji Kuat Lekat.....	4-16
4.6 Analisis Hasil Uji Kuat Lentur	4-18
4.7 Analisis Pola Keretakan pada Balok Beton Bertulang.....	4-20
4.8 Daktilitas.....	4-22
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran.....	5-3
DAFTAR PUSTAKA.....	6-1
LAMPIRAN A TABEL ACI	LA-1
LAMPIRAN B FOTO SAMPEL.....	LB-1
LAMPIRAN C PERHITUNGAN KUAT LENTUR BALOK (MOMEN NOMINAL DAN MOMEN ULTIMATE).....	LC-1
LAMPIRAN D HASIL TRIAL MIX.....	LD-1

DAFTAR NOTASI

b	=	Lebar penampang	(mm)
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)
l	=	Panjang benda uji yang tertekan	(mm)
L	=	Panjang bentang	(mm)
P	=	Beban maksimum	(N)
A	=	Luas permukaan benda uji	(mm ²)
D	=	Diameter benda uji	(mm)
Φ	=	Diameter tulangan	(mm)
s_b	=	Selimut beton	(mm)
l_b	=	Panjang tulangan yang tertanam	(mm)
M	=	Momen	(kNm)
s	=	Standar deviasi	
δ	=	Lendutan	(mm)
μ	=	Daktilitas	
SG	=	Specific Gravity	
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Materials</i>	
CTM	=	Compression Testing Machine	
UTM	=	Universal Testing Machine	
ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi uji kuat tarik belah.....	2-13
Gambar 2.2 Ilustrasi Third Point Loading	2-15
Gambar 2.3 Penampang Balok, Diagram Tegangan ,dan Regangan.....	2-16
Gambar 3.1 Agregat kasar daur ulang	3-1
Gambar 3.2 Agregat halus alami.....	3-2
Gambar 3.3 Semen Tiga Roda	3-2
Gambar 3.4 <i>Foam agent</i>	3-3
Gambar 3.5 Grafik hasil pengujian mutu tulangan baja ulir d13	3-12
Gambar 3.6 Grafik hasil pengujian mutu tulangan baja polos d10	3-12
Gambar 3.7 Cetakan silinder diameter 10cm dengan tinggi 20cm	3-15
Gambar 3.8 Bekisting balok geser	3-15
Gambar 3.9 Mixer beton.....	3-16
Gambar 3.10 Semua hasil pengecoran.....	3-16
Gambar 3.11 <i>Curing</i> dengan metode membran.....	3-17
Gambar 3.12 Pengujian kuat tekan dengan CTM.....	3-18
Gambar 3.13 Pengujian kuat tarik belah dengan CTM.....	3-19
Gambar 3.14 Pengujian kuat geser dengan alat UTM	3-20
Gambar 3.15 Pengujian kuat lekat dengan alat UTM	3-22
Gambar 3.16 Pengujian kuat lentur beton busa bertulang dengan UTM.....	3-23
Gambar 4.1 Grafik perbandingan kuat tekan aktual antara pengecoran ke-2 dan ke-3	4-5
Gambar 4.2 Grafik hubungan Y' dengan umur uji.....	4-6
Gambar 4.3 Grafik hubungan kuat tekan regresi (MPa) dengan umur uji (hari).....	4-9
Gambar 4.4 Pola retak silinder berdasarkan ASTM C-39.....	4-11
Gambar 4.5 Pola retak tipe 2.....	4-11
Gambar 4.6 Pola retak tipe 6.....	4-12
Gambar 4.7 Pola retak tipe 4.....	4-12
Gambar 4.8 Grafik hasil uji kuat tarik belah beton busa	4-14
Gambar 4.9 Benda uji kuat tarik belah setelah diuji dengan CTM	4-14
Gambar 4.10 Grafik hasil uji kuat geser	4-16
Gambar 4.11 Benda uji kuat geser setelah pengujian	4-16

Gambar 4.12	Benda uji kuat lekat setelah pengujian dengan UTM.....	4-17
Gambar 4.13	Grafik hubungan beban dengan peralihan dengan <i>transducer</i> ...	4-19
Gambar 4.14	Grafik hubungan momen dengan peralihan dengan <i>transducer</i> .	4-20
Gambar 4.15	Pola retak benda uji kuat lentur 1	4-21
Gambar 4.16	Pola retak benda uji kuat lentur 2	4-21
Gambar 4.17	Pola retak benda uji kuat lentur 3	4-21
Gambar LA 0.1	Tabel W/C	LA-2
Gambar LA 0.2	Tabel kadar air dan udara	LA-2
Gambar LA 0.3	Tabel volume agregat kasar	LA-3
Gambar LB 0.1	Sampel 40% 5 Hari	LB-2
Gambar LB 0.2	Sampel 40% 7 Hari	LB-2
Gambar LB 0.3	Sampel 40% 14 Hari.....	LB-3
Gambar LB 0.4	Sampel 40% 21 Hari.....	LB-3
Gambar LB 0.5	Sampel 40% 28 Hari.....	LB-4
Gambar LB 0.6	Sampel 30% 28 Hari.....	LB-4
Gambar LB 0.7	Sampel 50% 28 Hari.....	LB-5

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Semen Portland	2-4
Tabel 2.2 Batas Gradasi untuk Agregat Kasar Ukuran Maksimum 19mm.....	2-5
Tabel 2.3 Batas Gradasi untuk Agregat Halus	2-6
Tabel 2.4 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos	2-9
Tabel 2.5 Tabel Ukuran Baja Tulangan Beton Ulir/Sirip.....	2-10
Tabel 2.6 Parameter daktilitas struktur gedung.....	2-19
Tabel 3.1 Rincian Benda Uji	3-4
Tabel 3.2 Kadar Air Agregat Kasar.....	3-5
Tabel 3.3 Specific Gravity.....	3-5
Tabel 3.4 Absorpsi Agregat Kasar	3-6
Tabel 3.5 Berat Isi padat Agregat Kasar.....	3-6
Tabel 3.6 Kadar <i>Silt and Clay</i> Agregat Kasar	3-7
Tabel 3.7 Analisa Saringan Agregat Kasar	3-7
Tabel 3.8 Kadar Air Agregat Halus.....	3-8
Tabel 3.9 Specific Gravity Agregat Halus	3-9
Tabel 3.10 Absorpsi Agregat Halus	3-9
Tabel 3.11 Berat Isi Padat Agregat Halus.....	3-9
Tabel 3.12 Kadar Silt and Clay Agregat Halus	3-10
Tabel 3.13 Analisa Saringan Agregat Halus	3-11
Tabel 3.14 Hasil pengujian mutu tulangan baja ulir d13	3-13
Tabel 3.15 Hasil pengujian mutu tulangan baja polos $\Phi 10$	3-13
Tabel 3.16 Hasil <i>Trial Mix</i>	3-14
Tabel 3.17 <i>Mix Design</i>	3-14
Tabel 3.18 Data hasil uji kuat tekan silinder	3-18
Tabel 3.19 Data hasil pengujian kuat tarik belah	3-20
Tabel 3.20 Data hasil pengujian kuat geser	3-21
Tabel 3.21 Data hasil pengujian kuat lekat	3-22
Tabel 3.22 Data hasil pengujian kuat lentur.....	3-23
Tabel 4.1 Berat Jenis Beton Busa <i>Foam Agent</i> 30%	4-1

Tabel 4.2 Berat Jenis Beton Busa <i>Foam Agent</i> 50%	4-2
Tabel 4.3 Berat Jenis Beton Busa <i>Foam Agent</i> 40%	4-2
Tabel 4.4 Uji Kuat Tekan Beton Busa <i>Foam Agent</i> 30%	4-4
Tabel 4.5 Uji Kuat Tekan Beton Busa <i>Foam Agent</i> 50%	4-4
Tabel 4.6 Uji Kuat Tekan Beton Busa <i>Foam Agent</i> 40%	4-4
Tabel 4.7 Nilai Faktor Y'	4-6
Tabel 4.8 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur	4-7
Tabel 4.9 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur Perhari.....	4-8
Tabel 4.10 Kuat Tekan Karakteristik Beton Busa.....	4-9
Tabel 4.11 Hasil Analisis Uji Kuat Tarik Belah.....	4-13
Tabel 4.12 Hasil Analisis Uji Kuat Geser.....	4-15
Tabel 4.13 Hasil Analisis Kuat Lekat.....	4-17
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Momen Leleh dan Momen Ultimate	4-18
Tabel 4.15 Hasil Analisis Momen Hasil Leleh dari Pengujian dan Teoritis.....	4-19
Tabel 4.16 Hasil Analisis Momen Runtuh dari Pengujian dan Teoritis	4-19
Tabel 4.17 Nilai daktilitas beton busa bertulang	4-22
Tabel LD 0.1 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-1	LD-2
Tabel LD 0.2 Hasil <i>Trial Mix</i> ke-1	LD-2
Tabel LD 0.3 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-2	LD-3
Tabel LD 0.4 Hasil <i>Trial Mix</i> ke2.....	LD-3
Tabel LD 0.5 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-3	LD-4
Tabel LD 0.6 Hasil <i>Trial Mix</i> ke-3	LD-4
Tabel LD 0.7 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-4	LD-5
Tabel LD 0.8 Hasil <i>Trial Mix</i> ke-4	LD-5
Tabel LD 0.9 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-5	LD-6
Tabel LD 0.10 Hasil <i>Trial Mix</i> ke-5	LD-6
Tabel LD 0.11 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-6	LD-7
Tabel LD 0.12 Hasil <i>Trial Mix</i> ke-6	LD-7
Tabel LD 0.13 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-7	LD-8
Tabel LD 0.14 Hasil <i>Trial Mix</i> ke-7	LD-8
Tabel LD 0.15 <i>Mix Design Trial Mix</i> ke-8	LD-9
Tabel LD 0.16 Hasil <i>Trial Mix</i> ke-8	LD-9

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan jaman, angka populasi manusia semakin meningkat dan kebutuhan akan rumah tinggal kian bertambah. Namun hal tersebut bertolak belakang dengan ketersediaan lahan untuk pembangunan rumah tinggal. Salah satu solusi yang dibuahkan adalah membangun rumah tinggal berupa bangunan pencakar langit seperti apartemen yang memanfaatkan ketinggiannya sebagai solusi dari ketersediaan lahan. Material yang umumnya digunakan untuk membangun bangunan pencakar langit adalah baja dan beton. Dari kedua material tersebut, beton memiliki beberapa keunggulan seperti kuat tekan yang tinggi dan mudahnya beton segar untuk dibentuk sesuai dengan keinginan. Beton terdiri dari beberapa jenis, salah satunya adalah beton busa atau *foam concrete*.

Foam concrete merupakan beton yang dihasilkan dengan menambah cairan busa (*foam agent*) pada air dalam campuran beton. Aditif *foam agent* merupakan cairan bahan baku pembuat busa yang berfungsi untuk menstabilkan gelembung-gelembung udara/gas selama proses pencampuran beton sehingga menghasilkan material yang berstruktur sel-sel. Salah satu kelebihan dari beton busa dibanding dengan beton normal terletak pada metode konstruksinya, beratnya yang lebih ringan memudahkan pengangkutan dan pemasangan komponen bangunan. Sehubungan dengan beratnya yang lebih ringan, *foam concrete* pun memiliki keunggulan jika diaplikasikan pada bangunan tinggi (pencakar langit) karena total massa bangunan menjadi lebih rendah dibandingkan dengan beton normal sehingga pengaruh gempa yang terjadi akan berkurang. Kelebihan lainnya adalah sebagai penghambat panas (*heat insulation*), sebagai peredam suara (*sound insulation*) dan lebih tahan api. Beton busa pada umumnya digunakan sebagai bahan beton non structural untuk dinding dan bata.

Kebutuhan akan pembangunan semakin meningkat sehingga agregat yang dibutuhkan semakin banyak, sedangkan agregat alam yang tersedia yang jumlahnya

terbatas semakin berkurang dan suatu saat akan habis. Berbagai solusi telah ditawarkan, salah satunya adalah penggunaan agregat daur ulang (*recycle*) sebagai pengganti agregat alami. Agregat daur ulang digunakan dalam rangka mengurangi limbah beton yang sudah tidak dapat digunakan lagi. Salah satu sumber untuk memperoleh agregat daur ulang berasal dari hasil pecahan beton bongkaran bangunan, dan dapat juga diperoleh dari limbah beton hasil uji laboratorium yang sudah tidak digunakan lagi.

Beton memiliki kemampuan untuk menahan gaya tekan, namun klemahannya terletak pada kuat tariknya. Karena beton lemah terhadap gaya tarik sehingga mengakibatkan terjadinya retak-retak yang lama kelamaan dapat mengakibatkan beton pecah. Untuk menjaga agar beton tidak retak dan hancur maka diperlukan pemasangan tulangan baja. Alasan menggunakan tulangan baja adalah karena baja dapat menerima gaya tarik. Pada beton bertulang, dimanfaatkan keunggulan beton dalam menerima tekanan serta memakai tulangan pada daerah yang menerima gaya tarik.

1.2 Inti Permasalahan

Mengetahui efek penggunaan agregat kasar daur ulang dan penambahan *foaming agent* terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser, kuat lentur dari beton busa bertulang dan kekuatan lekatan (*bond stress*) antara tulangan dengan beton busa. Apakah beton busa dengan agregat kasar daur ulang dapat digunakan sebagai elemen structural. Hasilnya dibandingkan dengan beton bertulang pada umumnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kuat tekan karakteristik beton busa.
2. Mengetahui kuat tarik belah dan kuat geser beton busa berumur 28 hari.
3. Mengetahui kuat lekat (*bond stress*) antara beton busa dan tulangan baja pada umur 28 hari.
4. Mengetahui kuat lentur balok beton busa bertulang pada umur 28 hari.

5. Mengetahui pola retakan yang terjadi setelah uji kuat tekan dan kuat lentur pada balok beton busa bertulang.
6. Mengetahui nilai daktilitas balok beton busa bertulang.

1.4 Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan karakteristik beton busa sebesar 25 MPa.
2. Agregat kasar yang digunakan berjenis daur ulang dari hasil pecahan beton hasil uji Laboratorium Struktur Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung dan Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.
3. Agregat halus yang digunakan berjenis alami.
4. Menguji 48 benda uji dengan 3 macam variasi.
5. Variasi bebas kandungan busa dari hasil pencampuran *foam agent* dengan air terhadap volume cetakan beton sebesar 30%, 40%, dan 50%.
6. Pembuatan *foaming agent* dilakukan dengan manual menggunakan mixer sebagai alat pengaduk.
7. Pengujian kuat tekan beton menggunakan silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm pada umur 5, 7, 14, 21, 28 hari sebanyak 3 buah untuk masing-masing umur pada kandungan *foaming agent* 40%.
8. Pengujian kuat tekan beton menggunakan silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm pada umur 28 hari sebanyak 3 buah pada kandungan *foaming agent* 30% dan 50%.
9. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm pada umur 28 hari sebanyak 3 buah untuk masing-masing kandungan *foaming agent*.
10. Pengujian kuat lekat (*bond stress*) menggunakan kubus berukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm serta tulangan deform berdiameter 13 mm pada umur 28 hari sebanyak 2 buah bagi masing-masing kandungan *foaming agent*.
11. Pengujian kuat geser beton menggunakan 3 buah benda uji berbentuk balok yang berukuran 100 mm x 100 mm x 300 mm pada umur 28 hari bagi masing-masing kandungan *foaming agent*.

12. Pengujian kuat lentur balok beton busa bertulang menggunakan 3 buah benda uji dengan kandungan *foaming agent* 40% berukuran 200 mm x 200 mm x 1200 mm dan tulangan deform longitudinal berdiameter 13 mm sebanyak 3 batang pada bagian bawah balok dan 2 batang pada bagian atas balok serta tulangan polos untuk pengulangan geser berdiameter 10 mm sejarak 90 mm untuk masing-masing balok.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dianut adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur sebagai patokan dalam melaksanakan penelitian dan memperoleh pengetahuan untuk studi eksperimental yang akan dilakukan. Contoh literature yang digunakan berupa buku, e-book, internet, jurnal, dsb..
2. Studi eksperimental di laboratorium struktur dimulai dari uji bahan beton sampai uji hasil beton yang sudah dicor dengan uji kuat tekan, uji kuat tarik belah, uji kuat geser, uji kuat lekat, dan uji kuat lentur balok beton. Uji kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan mesin CTM (*Compression Testing Machine*); sedangkan uji kuat lekat, uji kuat geser, dan uji kuat lentur menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*).

1.6 Sistematika Penulisan

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang landasar teori mengenai material seperti agregat, semen, foaming agent dan teknis uji yang akan dilakukan pada penelitian ini seperti uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah.

Bab 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian

Bab ini berisi tentang persiapan pengujian seperti uji material serta pelaksanaan pengujian beton busa yang dilakukan di laboratorium struktur.

Bab 4 Analisis Hasil Pengujian

Bab ini berisi tentang analisis hasil pengujian serta perbandingannya dengan hasil perhitungan teoritis.

Bab 5 Simpulan dan Saran

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang ditarik dari hasil uji dan analisis yang telah dilakukan penulis serta saran-saran yang diusulkan bagi pengujian berikutnya agar hasil penelitian yang dilakukan menjadi lebih baik.

1.7 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian untuk studi eksperimental yang dilakukan adalah sebagai berikut:

