

# **PENGARUH LIMBAH BATU TABAS SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DAN LIMBAH PECAHAN GENTENG SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON**

Oleh :  
I Komang Suardikanata

## **ABSTRAK**

Limbah batu tabas merupakan salah satu limbah hasil pengolahan ornament bangunan tradisional yang banyak ditemui di Bali. Kebutuhan material batu tabas untuk unit usaha pengrajin ini mencapai 30 m<sup>3</sup> per bulan, dengan limbah yang dihasilkan berkisar 8 m<sup>3</sup> sampai 10 m<sup>3</sup> atau 20%-30% dari batu asalnya. Sedangkan limbah genteng merupakan hasil atau kegagalan produksi yang bentuknya tidak beraturan, dan dibuang disembarang tempat. Berdasarkan hasil survey di Desa Darmasaba saat ini, ketersediaan limbah genteng sekitar 20% dari beberapa pembuatan genteng. Melihat kedua limbah batu tabas dan limbah genteng belum dipergunakan dengan baik dan berkurangnya jumlah agregat dilapangan, maka diadakan penelitian menggunakan limbah batu tabas dan limbah genteng sebagai alternatif substitusi agregat.

Metode perencanaan beton mengacu kepada ketentuan SNI 03-2834-2000. Persentase substitusi limbah batu tabas sebagai agregat kasar adalah sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, dan 10% limbah pecahan genteng sebagai substitusi agregat halus terhadap berat agregat. Benda uji dibuat dalam bentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai. Sifat beton yang akan diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari berupa berat jenis, kuat tekan, dan kuat tarik belah dengan menggunakan benda uji silinder.

Hasil pengujian berat jenis beton menunjukkan penurunan rata-rata pada umur 7, 14, dan 28 hari adalah sebesar 0.03% dengan nilai terendah 1905.31 Kg/m<sup>3</sup>, kalau dilihat secara umum hasil berat jenis beton masih diatas 1900 Kg/m<sup>3</sup> sehingga masih termasuk dalam beton normal. Hasil kuat tekan pada umur 28 hari adalah sebesar 27.53 MPa, 27,08 MPa, 26,52 MPa, 25,95 MPa, dan 25,67 MPa, hasil ini masih diatas kuat tekan rencana ( $f'_c = 20$  MPa) sehingga masih bisa digunakan beton struktur. Untuk hasil kuat tarik belah yang dihasilkan pada umur 28 hari adalah sebesar 3,54 MPa, 3,51 MPa, 3,42 MPa, 3,35 MPa dan 3,33 MPa, Sedangkan rata-rata hasil perbandingan nilai kuat tarik belah dengan kuat tekan beton adalah sebesar 13%, artinya beton dengan menggunakan substitusi limbah batu tabas dan limbah pecahan genteng mempunyai nilai kuat tarik belah sesuai syarat beton normal (9-15% terhadap kuat tekan)

**Kata Kunci :** Limbah, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Berat Jenis Beton

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur dipanjatkan dihadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat-Nya tugas akhir yang berjudul “*Pengaruh Limbah Batu Tabas sebagai substitusi Agregat Kasar dan Limbah Pecahan Genteng Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton*” ini dapat terselesaikan. Selesaiannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini saya ucapkan terima kasih kepada Ir. I Gusti Made Sudika, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai dan pembimbing utama yang telah memberikan motivasi, nasehat, arahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir. Ida Bagus Gede Indramanik, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai yang telah memberikan motivasi, nasehat, dan arahan. Ni Kadek Astariani, ST., MT., selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan motivasi, nasehat, arahan dan bimbingan. Bapak/Ibu Dosen beserta rekan-rekan mahasiswa Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai yang sudah turut serta membantu dalam penyusunan tugas akhir ini dan kedua Orang tua memberikan doa, dukungan, dan motivasi. Penulis juga menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari bentuk sempurna. Segala kritik dan saran akan penulis jadikan masukan yang sangat berarti.

Denpasar, .....Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I   PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II   TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Beton .....	5
2.1.1 Beton Berdasarkan Kelas Dan Mutu Beton.....	5
2.1.2 Beton Berdasarkan Jenis.....	6
2.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton. ....	7
2.2.1 Kelebihan Beton .....	7
2.2.2 Kekurangan Beton .....	7
2.3. Material Pembentuk Beton .....	7
2.3.1 Semen .....	7
A Semen Portland .....	8
B Semen Portland PCC ( <i>Portland Composit Cement</i> ) ..	11
2.3.2 Air.....	12
A Syarat Umum Air.....	13
2.3.3 Agregat .....	14
2.3.4 Jenis Agregat .....	14
A Agregat Halus .....	14
B Agregat Kasar.....	18
2.3.5 Limbah Batu Tabas.....	24

2.3.6	Limbah Pecahan Genteng .....	25
2.4.	Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton .....	27
2.4.1	Faktor Air Semen.....	27
2.4.2	Umur Beton .....	27
2.1.3	Sifat Agregat.....	27
2.5	Beton Segar ( <i>fresh concrete</i> ) .....	28
2.5.1	<i>Slump</i> .....	28
2.6	Beton Keras.....	29
2.6.1	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	29
2.6.2	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	30
2.7	Penelitian Sebelumnya.....	30

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1.	Rancangan Penelitian .....	32
3.2.	Survei Pendahuluan.....	32
3.3.	Studi Literatur .....	33
3.4	Peralatan.....	33
3.5	Persiapan Bahan.....	34
3.6	Pengujian Material Campuran Beton.....	35
3.6.1	Pengujian Kadar Air Agregat.....	35
3.6.2	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	36
3.6.3	Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan .....	38
3.6.3.1	Agregat Halus.....	38
3.6.3.2	Agregat Kasar.....	40
3.6.4	Pengujian Berat Isi .....	41
3.6.5	Pengujian Analisa Saringan .....	42
3.6.6	Pengujian Keausan Agregat .....	44
3.7	Rancangan Campuran Beton .....	45
3.7.1	Perhitungan Rancangan Campuran Beton .....	45
3.8	Jumlah Benda Uji.....	64
3.9	Pembuatan Benda Uji.....	64
3.10	Pemeriksaan Kualitas Beton Segar .....	66
3.10.1	Pengujian <i>Slump</i> .....	66

3.10.2	Pengujian Berat Isi .....	68
3.11	Pemeliharaan Benda Uji.....	69
3.12	Pemeriksaan Kualitas Beton Keras .....	69
3.12.1	Pengujian Kuat Tekan Beton .....	69
3.12.2	Pengujian Kuat Tarik Beton.....	71
3.13	Analisa Data.....	72
3.14	Diagram Alir Penelitian.....	73

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Hasil Pengujian Bahan Pembentuk Beton .....	75
4.1.1	Semen.....	75
4.1.2	Air .....	75
4.1.3	Agregat Halus.....	76
	A. Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	76
	B. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	76
	C. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus.....	77
	D. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	77
4.1.4	Agregat Kasar.....	80
	A. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.....	80
	B. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	81
	C. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar.....	81
	D. Pengujian Analisa Saringan .....	82
	E. Pengujian Keausan Agregat Kasar .....	85
4.1.5	Agregat Gabungan .....	85
4.2.	Hasil Rancangan Campuran Beton ( <i>mix design</i> ) .....	86
4.3.	Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	90
4.4.	Berat Jenis Beton.....	91
4.5.	Hasil Pengujian Sifat Mekanik Beton .....	95
4.5.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	95
4.5.2	Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Beton .....	100

4.5.3	Analisa Pengujian Kuat Tekan Untuk Mendapatkan Angka Konversi Umur Beton .....	102
4.5.4	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah.....	103
4.5.5	Perbandingan Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan Beton.....	107
 <b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1.	Kesimpulan .....	111
5.2.	Saran.....	111
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>113</b>
 <b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Kimia .....	9
Tabel 2.2 Syarat Fisika.....	10
Tabel 2.3 Syarat Fisika.....	12
Tabel 2.4 Gradasi Agregat Halus.....	16
Tabel 2.5 Gradasi Agregat kasar .....	19
Tabel 2.6 Persen Butir Lewat Ayakan (%) Untuk Agregat Dengan Butir 40 mm.....	22
Tabel 2.7 Persen Butir Lewat Ayakan (%) Untuk Agregat Dengan Butir 20 mm.....	22
Tabel 2.8 Persen Butir Lewat Ayakan (%) Untuk Agregat Dengan Butir 10 mm.....	23
Tabel 2.9 Komposisi Kimia Batu Tabas .....	25
Tabel 2.10 Komposisi Kimia Genteng Tanah Liat .....	26
Tabel 3.1 Pembuatan Variasi Campuran Beton .....	32
Tabel 3.2 Faktor Pengali untuk Deviasi Standard.....	46
Tabel 3.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) Dengan Faktor Air Semen .....	48
Tabel 3.4 Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.....	51
Tabel 3.5 Faktor Air Semen Maksimum untuk Beton yang Berhubungan Dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat .....	52
Tabel 3.6 Faktor Air Semen untuk Beton Bertulang Dalam Air .....	53
Tabel 3.7 Penetapan Nilai Slump (cm) .....	53
Tabel 3.8 Perkiraan Kebutuhan Air Per m <sup>3</sup> Beton (Liter).....	54
Tabel 3.9 Persyaratan semen Minimum untuk Berbagai Pembetonan Dan Lingkungan Khusus.....	55
Tabel 3.10 Semen Minimum untuk Beton yang Berhubungan Dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat .....	56
Tabel 3.11 Minimum untuk Beton Bertulang dalam Air Semen .....	57
Tabel 3.12 Batasan Susunan Butiran Agregat Halus .....	58
Tabel 3.13 Contoh Formulir Perencanaan <i>Mix Design</i> Campuran Beton Normal	63
Tabel 3.14 Jumlah Benda Uji Test Tekan.....	64

Tabel 3.15 Jumlah Benda Uji Test Tarik .....	64
Tabel 3.16 Nilai-nilai Uji <i>Slump</i> untuk Berbagai Pekerjaan Beton .....	67
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	76
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	76
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus.....	77
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	78
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Limbah Genteng.....	79
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar .....	80
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	81
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar .....	81
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Analisa Saringa Agregat Kasar.....	82
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Limbah Batu Tabas .....	83
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar .....	85
Tabel 4.12 Rancangan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	87
Tabel 4.13 Berat Material Per M <sup>3</sup> .....	88
Tabel 4.14 Proporsi Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per 1 M <sup>3</sup> .....	89
Tabel 4.15 Proporsi Adukan Beton untuk Setiap Variasi 1 Kali Adukan.....	89
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	90
Tabel 4.17 Berat Jenis Rata-Rata Beton Umur 7 Hari .....	92
Tabel 4.18 Berat Jenis Rata-Rata Beton Umur 14 Hari .....	93
Tabel 4.19 Berat Jenis Rata-Rata Beton Umur 28 Hari .....	94
Tabel 4.20 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Umur 7 Hari .....	97
Tabel 4.21 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Umur 14 Hari .....	98
Tabel 4.22 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Umur 28 Hari .....	99
Tabel 4.23 Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Beton .....	101
Tabel 4.24 Perbandingan Hasil Konversi Terhadap Beton Normal.....	102
Tabel 4.25 Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata Beton Umur 7 Hari .....	104
Tabel 4.26 Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata Beton Umur 14 Hari .....	105
Tabel 4.27 Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata Beton Umur 28 Hari .....	106
Tabel 4.28 Perbandingan Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan Beton .....	107



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah Gradasi Zona 1 Pasir Kasar .....	16
Gambar 2.2 Daerah Gradasi Zona 2 Pasir Agak Kasar.....	17
Gambar 2.3 Daerah Gradasi Zona 3 Pasir Halus .....	17
Gambar 2.4 Daerah Gradasi Zona 4 Pasir Agak Halus.....	18
Gambar 2.5 Daerah Gradasi Krikil 40 mm .....	20
Gambar 2.6 Daerah Gradasi Krikil 20 mm .....	21
Gambar 2.7 Daerah Gradasi Krikil 10 mm .....	21
Gambar 2.8 Gradasi Campuran Agregat Kasar 40 mm .....	23
Gambar 2.9 Gradasi Campuran Agregat Kasar 20 mm .....	24
Gambar 2.10 Gradasi Campuran Agregat Kasar 10 mm .....	24
Gambar 2.11 Skema Pengujian Nilai Slump.....	29
Gambar 3.1 Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan FAS Beton (Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm, Tinggi 300 mm) .....	50
Gambar 3.2 Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan FAS Beton (Benda Uji Berbentuk Kubus Panjang 150 mm, Lebar 150 mm, dan Tinggi 150 mm) .....	51
Gambar 3.3 Presentase Agregat Halus Terhadap Agregat dengan Ukuran Butir 10 mm .....	59
Gambar 3.4 Presentase Agregat Halus Terhadap Agregat dengan Ukuran Butir 20 mm .....	60
Gambar 3.5 Presentase Agregat Halus Terhadap Agregat dengan Ukuran Butir 40 mm .....	60
Gambar 3.6 Penentuan Berat Isi Beton yang Dimampatkan Secara Penuh.....	62
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian .....	75
Gambar 4.1 Gradasi Pasir dan Batas Gradasi Zona 2 .....	79
Gambar 4.2 Gradasi Limbah Genteng dan Batas Gradasi Zona 2 .....	80
Gambar 4.3 Gradasi Agregat Kasar Alam dan Batas Gradasi Agregat Kasar Ukuran Zona 40 mm .....	84
Gambar 4.4 Gradasi Agregat Limbah Batu Tabas dan Batas Gradasi Agregat Kasar Ukuran Zona 40 mm.....	85

Gambar 4.5 Gradasi Agregat Gabungan dan Batas Gradasi Agregat Gabungan Ukuran Zona 20 mm.....	87
Gambar 4.6 Nilai <i>Slump</i> Beton Dengan Substitusi Limbah Batu Tabas dan Limbah Pecahan Genteng (10%) .....	91
Gambar 4.7 Hubungan Berat Jenis Beton Dengan Substitusi Agregat Limbah Batu Tabas dan Limbah Pecahan Genteng (10%).....	96
Gambar 4.8 Hubungan Nilai Kuat Tekan dengan Substitusi Agregat Limbah Batu Tabas dan Limbah Pecahan Genteng (10%).....	101
Gambar 4.9 Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Beton .....	102
Gambar 4.10 Hubungan Nilai Kuat Tarik Belah dengan Substitusi Agregat Limbah Batu Tabas dan Limbah Pecahan Genteng (10%).....	108
Gambar 4.11 Perbandingan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	109
Gambar 4.12 Perbandingan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari .....	110
Gambar 4.13 Perbandingan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	110

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$f'c$	= Kuat tekan beton
P	= beban maksimum
A	= luas bidang tekan benda uji
$f'c_{rata-rata}$	= Kuat tekan beton rata-rata
N	= Jumlah benda uji
$f_t$	= Kuat tarik belah
p	= Beban pada waktu belah
D	= Diameter benda uji silinder
L	= Panjang benda uji silinder
A7	= Campuran Beton Umur 7 Hari
A14	= Campuran Beton Umur 14 Hari
A28	= Campuran Beton Umur 28 Hari

