

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN *PS BALL* SEBAGAI PENGGANTI PASIR TERHADAP KUAT LENTUR BETON

Prasthi Aldri Pratiwi

NRP:1021009

Pembimbing: Ronald Simatupang, S.T., M.T.

ABSTRAK

Saat ini pemanasan global meningkat terus menerus per tahunnya, oleh karena itu diperlukan inovasi untuk dapat mengurangi efek dari pemanasan global. Inovasi yang diperlukan haruslah berkelanjutan sehingga bisa digunakan setiap saat. Bahan yang digunakan dalam inovasi campuran beton yaitu menggunakan material limbah sisa produksi baja. Limbah yang digunakan yaitu *PS Ball (Precious Slag Ball)* sebagai pengganti pasir. *PS Ball* tidak berbahaya dan ramah lingkungan yang dihasilkan oleh teknologi yang bebas pengaruh negatif terhadap lingkungan. Sehubungan dengan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur beton dengan dan tanpa menggunakan *PS Ball* dengan $f_c' = 20$ MPa pada umur 28 hari.

Benda uji yang digunakan untuk penelitian kuat lentur beton adalah balok dengan ukuran 600 x 150 x 150 mm. Jumlah benda uji kuat lentur beton adalah 3 buah untuk beton tanpa campuran *PS Ball* dan 30 buah untuk beton dengan presentase penambahan *PS Ball*. Variasi presentase penambahan *PS Ball* adalah 0%, 5%, 10% , 15% hingga 50% sebagai pengganti pasir terhadap volume campuran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat lentur maksimum terjadi pada campuran tanpa menggunakan *PS Ball* dengan nilai kuat lentur yang didapat sebesar 4,254 MPa. Sedangkan kuat lentur dengan campuran *PS Ball* sebagai pengganti pasir dapat menurunkan kuat lentur rata-rata sebesar 27,341% dibandingkan dengan campuran beton tanpa menggunakan *PS Ball*. Pola retak yang terjadi adalah retak lentur pada beton tanpa campuran *PS Ball* dan presentase dengan campuran *PS Ball* hingga 30% dan 45%. Pola retak lentur dan geser terjadi pada kadar *PS Ball* 35%, 45% dan 50%.

Kata kunci : Balok Beton, Kuat Lentur, *PS Ball*

EXPERIMENTAL STUDY OF THE USED PS BALL INSTEAD OF SAND ON THE FLEXURAL STRENGTH

Prasthi Aldri Pratiwi

NRP:1021009

Supervisor : Ronald Simatupang, S.T., M.T.

ABSTRACT

At this time global warming increase every year, therefore innovation needed to reduced global warming effect. Innovation needed to be sustainable so that it can be used at any time. The materials used in the concrete mix innovation that uses waste materials leftover steel production. The waste used is PS Ball (Precious Slag Ball) as a replacement for sand. PS Ball is harmless and environmentally hospitable technologies produced by independent negative effect on the environment. In connection with this study aims to determine the flexural strength of concrete with and without the use of PS Ball with $f_c' = 20$ MPa at 28 days.

Specimens were used to study the beam flexural strength of concrete is the size of 600 x 150 x 150 mm. The number of specimen flexural strength of concrete is 3 pieces to mix concrete without PS Ball and 30 pieces to the concrete with the addition of PS Ball percentage. Variations in the percentage addition of PS Ball is 0%, 5%, 10%, 15% to 50% as a replacement for of the volume of sand mix.

The results showed that the maximum flexural strength occurs in the mixture without using PS Ball with flexural strength values obtained at 4.254 MPa. While the flexural strength with a mixture of sand instead of PS Ball can lower flexural strength by an average of 27.341% compared to the concrete mix without the use of PS Ball. The pattern of cracks that occur are cracks in the concrete without bending mixture of PS Ball and Ball PS percentage of the mixture up to 30% and 45%. The pattern of bending and shear cracks occurred in the levels of PS Ball 35%, 45% and 50%.

Keywords : Concrete Beam, Flexural Strength, PS Ball

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Metodologi Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Beton	4
2.2 Bahan – bahan Penyusun Beton	7
2.2.1 Bahan Agregat	7
2.2.2 Semen	9
2.2.3 Air	12
2.3 <i>PS Ball</i>	14
2.3.1 Teknologi Slag Atomizing (<i>Slag Atomizing Technology</i>)	14
2.3.2 Karakteristik <i>PS Ball</i>	15
2.4 Kuat Lentur Beton	16
2.4.1 Keruntuhan Lentur Akibat Kondisi Batas	18
2.4.2 Pola Retak Beton	18
2.5 Standar Pengujian	20
2.5.1 Standar Pengujian Material	21
2.5.1.1 Standar Pengujian Agregat Halus	21
2.5.1.2 Standar Pengujian Agregat Kasar	27
2.5.1.3 Standar Pengujian <i>PS Ball</i>	32
2.5.2 Standar Pengujian <i>Mix Design</i>	34
2.5.3 Standar Pengujian Kuat Lentur Beton	38
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1 Flow Chart Penelitian	40
3.2 <i>Set Up</i> Pengujian	41
3.3 Pengujian Material	42

3.3.1 Pengujian Agregat Halus	42
3.3.2 Pengujian Agregat Kasar	48
3.3.3 Pengujian <i>PS Ball</i>	53
3.4 Perencanaan Campuran Beton	56
BAB IV ANALISIS DATA HASIL PENELITIAN	
4.1 Kuat Tekan Beton	66
4.2 Kuat Lentur Beton	69
4.2.1 Beton Tanpa Campuran <i>PS Ball</i>	69
4.2.2 Beton Dengan Campuran <i>PS Ball</i>	69
4.2.3 Hubungan Kuat Lentur dengan Kuat Tekan Beton	76
4.2.4 Pengaruh Penggunaan <i>PS Ball</i> terhadap kuat lentur Beton	80
4.3 Analisis Pola Retak Beton	83
4.4 Analisis Momen Retak Beton	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pembuatan Semen	11
Gambar 2.2	Proses produksi <i>PS Ball</i>	14
Gambar 2.3	Butiran <i>PS Ball</i>	15
Gambar 2.4	Kegagalan lentur	19
Gambar 2.5	Jenis – jenis Retak pada Balok	20
Gambar 2.6	Grafik Gradasi Pasir Kasar (Gradasi No.1)	24
Gambar 2.7	Grafik Gradasi Pasir Sedang (Gradasi No.2)	25
Gambar 2.8	Grafik Gradasi Pasir Agak Halus (Gradasi No.3)	25
Gambar 2.9	Grafik Gradasi Pasir Halus (Gradasi No. 4)	26
Gambar 2.10	Grafik Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 10 mm	30
Gambar 2.11	Grafik Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 20 mm	30
Gambar 2.12	Grafik Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 40 mm	31
Gambar 2.13	Persen pasir terhadap total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	36
Gambar 2.14	Persen pasir terhadap total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20	37
Gambar 2.15	Persen pasir terhadap total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	37
Gambar 3.1	FlowChart Penelitian	40
Gambar 3.2	Benda Uji Balok	41
Gambar 3.3	Pembebanan pada Benda Uji Balok	41
Gambar 3.4	Perbandingan Kadar Organik Agregat Halus	42
Gambar 3.5	Kadar Lumpur Agregat Halus	43
Gambar 3.6	Kadar Air Agregat Halus	44
Gambar 3.7	Kondisi SSD Agregat Halus	45
Gambar 3.8	<i>Absorpsi</i> Agregat Halus	46
Gambar 3.9	Batas Gradasi Agregat Halus dalam daerah Gradasi	47
Gambar 3.10	Berat Isi Kondisi Padat Agregat Halus	48
Gambar 3.11	Kadar Air Agregat Kasar	49
Gambar 3.12	<i>Absorpsi</i> Agregat Kasar	50
Gambar 3.13	Gradasi Agregat Kasar Ukuran Maksimum 20 mm	51
Gambar 3.14	Berat Isi Kondisi Pengoyangan Agregat Kasar	53
Gambar 3.15	Kadar Air <i>PS Ball</i>	54
Gambar 3.16	Berat Isi Kondisi Padat <i>PS Ball</i>	56
Gambar 3.17	Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan benda uji silinder	58
Gambar 3.18	Presentase agregat halus terhadap agregat gabungan untuk ukuran butir maksimum 20 mm dan slump 10 – 30 mm	61
Gambar 3.19	Perkiraan Berat Jenis Beton	62
Gambar 4.1	Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton	68
Gambar 4.2	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton	76
Gambar 4.3	Retak Lentur	84
Gambar 4.4	Retak Lentur dan Retak Geser	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Unsur Beton	4
Tabel 2.2	Kelas dan Mutu Beton	6
Tabel 2.3	Perbandingan terhadap kelas semen	9
Tabel 2.4	Kandungan kimia/ ciri fisik <i>PS Ball</i>	16
Tabel 2.5	Standar Pengujian	20
Tabel 3.1	Kadar Air Agregat Halus	44
Tabel 3.2	<i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	45
Tabel 3.3	<i>Absorpsi</i> Agregat Halus	45
Tabel 3.4	Analisa Saringan Agregat Halus	46
Tabel 3.5	Berat Isi Gembur cara Lepas Agregat Halus	47
Tabel 3.6	Berat Isi Padat cara Penusukan Agregat Halus	47
Tabel 3.7	Berat Isi Padat cara Penggoyangan Agregat Halus	48
Tabel 3.8	Kadar Air Agregat Kasar	49
Tabel 3.9	<i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar	50
Tabel 3.10	<i>Absorpsi</i> Agregat Kasar	50
Tabel 3.11	Analisa Saringan Agregat Kasar	51
Tabel 3.12	Berat Isi Gembur cara Lepas Agregat Kasar	52
Tabel 3.13	Berat Isi Padat cara Penusukan Agregat Kasar	52
Tabel 3.14	Berat Isi Padat cara Penggoyangan Agregat Kasar	52
Tabel 3.15	Kadar Air <i>PS Ball</i>	54
Tabel 3.16	Berat Isi Gembur cara Lepas <i>PS Ball</i>	55
Tabel 3.17	Berat Isi Padat cara Penusukan <i>PS Ball</i>	55
Tabel 3.18	Berat Isi Padat cara Penggoyangan <i>PS Ball</i>	55
Tabel 3.19	Perkiraan kekuatan tekan beton dengan faktor air semen 0,5	57
Tabel 3.20	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai lingkungan	59
Tabel 3.21	Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3)	60
Tabel 3.22	Formulir Perencanaan Campuran Beton	64
Tabel 3.23	Komposisi Bahan Campuran Beton untuk Benda Uji Silinder ($150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$) Sebelum dan Sesudah Dikoreksi	64
Tabel 3.24	Komposisi Bahan Campuran Beton untuk Benda Uji Balok ($600 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$) Sebelum dan Sesudah Dikoreksi	65
Tabel 4.1	Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton	66
Tabel 4.2	Hasil Penelitian Kuat Tekan Setelah Konversi	67
Tabel 4.3	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Normal	69
Tabel 4.4	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 5% <i>PS Ball</i>	70
Tabel 4.5	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 10% <i>PS Ball</i>	70
Tabel 4.6	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 15% <i>PS Ball</i>	71
Tabel 4.7	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 20% <i>PS Ball</i>	72
Tabel 4.8	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 25% <i>PS Ball</i>	72
Tabel 4.9	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 30% <i>PS Ball</i>	73
Tabel 4.10	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 35% <i>PS Ball</i>	73
Tabel 4.11	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 40% <i>PS Ball</i>	74
Tabel 4.12	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 45% <i>PS Ball</i>	75
Tabel 4.13	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 50% <i>PS Ball</i>	75

Tabel 4.14	Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton rata-rata	76
Tabel 4.15	Perumusan Kuat Lentur terhadap Kuat Tekan pada Balok Beton	79
Tabel 4.16	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 5% <i>Ps Ball</i>	80
Tabel 4.17	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 10% <i>Ps Ball</i>	80
Tabel 4.18	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 15% <i>Ps Ball</i>	81
Tabel 4.19	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 20% <i>Ps Ball</i>	81
Tabel 4.20	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 25% <i>Ps Ball</i>	81
Tabel 4.21	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 30% <i>Ps Ball</i>	81
Tabel 4.22	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 35% <i>Ps Ball</i>	82
Tabel 4.23	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 40% <i>Ps Ball</i>	82
Tabel 4.24	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 45% <i>Ps Ball</i>	82
Tabel 4.25	Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 50% <i>Ps Ball</i>	82
Tabel 4.26	Presentase Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan menggunakan <i>PS Ball</i>	83
Tabel 4.27	Jenis Retak Balok Beton	85
Tabel 4.28	Momen Retak Balok Beton	86

DAFTAR NOTASI

a	jarak rata-rata antara titik terbelahnya balok ke titik tumpuan terdekat (mm)
A	luas penampang benda uji (mm^2)
A_{Absorpsi}	berat container (gr)
A_{SSD}	berat sampel <i>SSD</i> (gr)
b	lebar balok (mm)
B	berat air (kg/m^3)
B_{Absorpsi}	berat sampel <i>SSD</i> (gr)
B_{SSD}	berat gelas + air + sampel (gr)
C	berat agregat halus (kg/m^3)
C_a	absorpsi pada agregat halus (%)
C_k	kadar air pada agregat halus (%)
C_{Absorpsi}	berat sampel kering + container (gr)
C_{SSD}	berat gelas + air (gr)
D	berat agregat kasar (kg/m^3)
d	tinggi balok (mm)
D_a	absorpsi pada agregat kasar (%)
D_k	kadar air pada agregat kasar (%)
f_c'	kuat tekan beton (MPa)
f_r	kuat lentur beton (MPa)
h	tinggi balok (mm)
I	momen inersia penampang balok terhadap garis netral (mm^4)
L	jarak diantara 2 titik tumpuan pada pengujian kuat lentur beton (mm)
M	momen yang bekerja pada balok (N.mm)
P_{lentur}	beban maksimum (N)
P_{tekan}	beban hancur (N)
y	Jarak dari serat terluar beton hingga sumbu netral (mm)
V	Volume <i>modal</i> (mm^3)
V_1	Tinggi pasir (ml)
V_2	Tinggi lumpur (ml)
W_1	Berat container (gr)

W_2	Sampel + container (gr)
W_3	Berat sampel (gr)
W_4	Berat sampel kering + container (gr)
W_5	Sampel kering (gr)
$W_1 \text{ berat isi}$	Berat <i>modal</i> (kg)
$W_2 \text{ berat isi}$	Berat <i>modal</i> + agregat (kg)
$W_3 \text{ berat isi}$	Berat volume (kg/m ³)
\mathcal{E}_s	Regangan baja (mm/mm)
\mathcal{E}_y	Regangan beton (mm/mm)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Foto Benda Uji Kubus	90
Lampiran 2	Foto Benda Uji Balok	92
Lampiran 3	Kelengkapan	104