

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN PS BALL SEBAGAI FILLER TERHADAP KUAT LENTUR BETON

Bangun Priongko Seto

NRP : 0821032

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

ABSTRAK

Perubahan iklim merupakan hal yang penting saat ini. Kenaikan suhu yang merupakan salah satu penyebab perubahan iklim/ *global warming*, juga disebabkan banyaknya penggunaan beton sebagai material dasar suatu bangunan baik itu jalan, jembatan, maupun gedung, karena beton yang bersifat panas. Dengan hal ini dibutuhkan suatu inovasi dalam dunia konstruksi yang bisa digunakan secara berkelanjutan. Salah satu tahapan penting dalam suatu struktur bangunan adalah pemilihan jenis material yang akan digunakan seperti limbah baja dan *PS Ball*. *PS Ball* adalah singkatan dari *Precious Slag Ball*, material baru yang dihasilkan dari *slag EAF*. *PS Ball* memiliki permukaan mengkilap dengan struktur spinel yang stabil.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah pengaruh *PS Ball* sebagai pengisi pasir atau *filler* terhadap kuat lentur beton dan melakukan perbandingan antara penggunaan *PS Ball* sebagai campuran beton pengganti pasir dengan *PS Ball* sebagai campuran beton pengisi pasir. Benda uji yang digunakan untuk penelitian kuat lentur ini adalah balok berukuran 150 x 150 x 600 mm. Dengan rencana mutu beton $f_c' = 20$ Mpa pada umur 28 hari.

Nilai kuat lentur yang didapat sebesar 4,533 Mpa untuk beton tanpa campuran *PS Ball*. Sedangkan kuat lentur beton yang menggunakan campuran *PS Ball* mengalami penurunan sebesar 27,6703% dibandingkan dengan campuran beton tanpa *PS Ball*. Pola retak lentur yang baik terjadi pada kadar 15% campuran *PS Ball*. Sedangkan pola retak yang kurang baik terjadi pada campuran *PS Ball* dari 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, dan 50%, yang memiliki pola retak lentur geser.

Kata Kunci : *PS Ball*, Balok Beton, Kuat Lentur.

EKSPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF USING PS BALL FILLER ON THE FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE

Bangun Priongko Seto

NRP : 0821032

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

ABSTRACT

Climate change is important at this time. The temperature rise which is one of the causes of climate change / global warming, also due to the heavy use of concrete as a building material basis be it roads, bridges, and buildings, because concrete is hot. With this it takes an innovation in the world of construction that can be used on an ongoing basis. One of the important stages in a building structure is the choice of materials to be used as waste steel and PS Ball. PS Ball is an abbreviation of Precious Slag Ball, new materials produced from EAF slag. PS Ball has a shiny surface with a stable spinel structure.

The study was conducted to determine whether the effect of PS Ball as a filler on flexural strength of concrete and do a comparison between the use of PS Ball as a substitute for sand concrete mix with concrete mixtures PS Ball as filler. Specimens used for this study is the beam flexural strength measuring 150 x 150 x 600 mm. With a quality plan of concrete $f_c' = 20$ MPa at 28 days.

Flexural strength values obtained at 4.533 MPa for the concrete without any mixture of PS Ball. While the flexural strength of concrete using a mixture of PS Ball decreased by 27.6703% compared to the concrete mix without PS Ball. Good flexural crack patterns occur at levels of 15% mixture of PS Ball. While the pattern of cracks that occurred in poorly Ball PS mixture of 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, and 50%, which has a flexural shear crack pattern.

Keywords: *PS Ball, Concrete Beam, Flexural Strength.*

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Surat Keterangan Tugas Akhir.....	ii
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	iii
Lembar Pengesahan	iv
Pernyataan Orisinalitas Laporan Tugas Akhir	v
Abstrak.....	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Notasi	xviii
 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Metoda Penulisan Laporan	2
1.5 Bagan Alir Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.1.1 Beton Segar (<i>Fresh Concrete</i>)	6
2.1.1.1 Kemudahan Pengerjaan (<i>Workability</i>)	6
2.1.1.2 Pemisahan Kerikil (<i>Segregation</i>)	8
2.1.1.3 Pemisahan Air (<i>bleeding</i>)	8

2.1.2 Sifat-Sifat Umum Beton	8
2.1.3 Tegangan dan Regangan Beton.....	12
2.1.4 Klasifikasi Beton.....	13
2.1.5 Jenis Beton	14
2.1.6 Kelebihan dan Kekurangan Beton	15
2.2 Bahan Penyusun Beton	16
2.2.1 Semen.....	16
2.2.1.1 Umum	16
2.2.1.2 Semen <i>Portland</i>	17
2.2.1.3 Jenis Semen <i>Portland</i>	17
2.2.2 Agregat.....	18
2.2.2.1 Umum	18
2.2.3 Air.....	19
2.3 PS Ball.....	20
2.3.1 Karakteristik PS Ball.....	23
2.3.2 Keuntungan Penggunaan PS Ball	24
2.3.3 Diversifikasi Aplikasi <i>PS Ball</i>	24
2.4 Kekuatan Lentur Beton	26
2.4.1 Keruntuhan Lentur Akibat Kondisi Batas (<i>Ultimate</i>)	28
2.4.2 Pola Retak Beton	29
2.5 Standar Pengujian	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	43
3.2 Pengujian Material	44
3.2.1 Agregat Halus	44
3.2.1.1 Kadar Bahan Organik Agregat Halus	44
3.2.1.2 Kadar Air Agregat Halus	45
3.2.1.3 Kadar Lumpur Agregat Halus.....	46
3.2.1.4 Berat Isi Agregat Halus.....	47

3.2.1.5 Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>) dan Absorpsi Agregat Halus...	48
3.2.1.6 Analisis Saringan Agregat Halus	49
3.2.2 Agregat Kasar	50
3.2.2.1 Kadar Air Agregat Kasar	50
3.2.2.2 Berat Isi Agregat Kasar.....	51
3.2.2.3 Berat Jenis (<i>specific gravity</i>) dan Absorpsi Agregat Kasar.....	52
3.2.2.4 Analisis Saringan Agregat Kasar	52
3.3 Pengujian <i>PS Ball</i>	53
3.3.1 Pemeriksaan Kadar Bahan Organik	54
3.3.2 Kadar Air	55
3.3.3 Kadar <i>Silt</i> dan <i>Clay</i>	56
3.4 Benda Uji	56
3.5 Mix Desain.....	57
3.6 Uji Slump	65
3.7 Alat Uji Lentur	66
 BAB IV ANALISA DATA HASIL PENELITIAN	 68
4.1 Analisis Kuat Tekan Beton	68
4.1.1 Analisis Kuat Tekan Beton dengan <i>PS Ball</i> Sebagai <i>Filler</i>	68
4.2 Analisis Kuat Lentur Beton	70
4.2.1 Analisis Kuat Lentur Beton dengan <i>PS Ball</i> Sebagai <i>Filler</i>	70
4.2.1.1 Beton Tanpa Campuran <i>PS Ball</i>	70
4.2.1.2 Beton dengan Campuran <i>PS Ball</i>	71
4.3 Hubungan Kuat Lentur dengan Kuat Tekan Beton.....	78
4.3.1 Analisis Hubungan Kuat Lentur dengan Kuat Tekan Beton dengan <i>PS Ball</i> Sebagai <i>Filler</i>	78
4.4 Pengaruh Penggunaan <i>PS Ball</i> terhadap Kuat Lentur Beton	81
4.4.1 Analisis Pengaruh <i>PS Ball</i> Sebagai <i>Filler</i> terhadap Kuat Lentur Beton	81
4.5 Pola Retak Beton.....	84

4.5.1 Analisis Pola Retak Beton dengan Campuran Beton <i>PS Ball</i> sebagai <i>Filler</i>	84
4.6 Momen Retak Beton	86
4.6.1 Analisis Momen Retak Beton dengan <i>PS Ball</i> sebagai <i>Filler</i>	86
4.7 Perbandingan Antara <i>PS Ball</i> sebagai Pengisi Pasir (<i>filler</i>) dengan <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti Pasir	88
4.7.1 Analisis Perbandingan Kuat Lentur Beton dengan <i>PS Ball</i> Sebagai Pengganti	88
4.7.2 Perbandingan Kuat Lentur Beton <i>PS Ball</i> sebagai <i>Filler</i> dan <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti	89
4.7.3 Analisis Pembanding Hubungan Kuat Lentur dengan Kuat Tekan Beton dengan <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti	89
4.7.4 Perbandingan Hubungan Kuat Lentur terhadap Kuat Tekan Beton dengan <i>PS Ball</i> sebagai <i>Filler</i> dan Pengganti	90
4.7.5 Analisis Pembanding Pengaruh Penggunaan <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti terhadap Kuat Lentur Beton	91
4.7.6 Perbandingan Analisis Pengaruh Penggunaan <i>PS Ball</i> sebagai Pengisi dan Pengganti terhadap Kuat Lentur	92
4.7.7 Analisis Pembanding Pola Retak Beton dengan Campuran Beton <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti	93
4.7.8 Perbandingan Pola Retak Penggunaan <i>PS Ball</i> sebagai <i>Filler</i> dan <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti	95
4.7.9 Analisis Pembanding Momen Retak <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti	96
4.7.10 Perbandingan Momen Retak Beton dengan <i>PS Ball</i> sebagai <i>Filler</i> dengan <i>PS Ball</i> sebagai Pengganti	97
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	99
5.1 Simpulan	99
5.2 Saran	100

DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerucut Abrams	7
Gambar 2.2 Contoh Kurva Tegangan – Regangan Pada Beton Dengan Berbagai Variasi Kuat Tekan	13
Gambar 2.3 Proses Produksi <i>PS Ball</i>	21
Gambar 2.4 Karakteristik <i>PS Ball</i>	22
Gambar 2.5 Kegagalan Lentur	28
Gambar 2.6 Grafik Nilai Faktor Air Semen Untuk Benda Uji Berbentuk Silinder dan Jenis Semen Tipe I/II/V	32
Gambar 2.7 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah 1.....	37
Gambar 2.8 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah 2	37
Gambar 2.9 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah 3	38
Gambar 2.10 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah 4	38
Gambar 2.11 Kurva Gradasi Agregat Kasar 10mm	39
Gambar 2.12 Kurva Gradasi Agregat Kasar 20mm	39
Gambar 2.13 Kurva Gradasi Agregat Kasar 40mm	40
Gambar 2.14 Gradasi Tipikal Proporsi Agregat Halus Dalam Agregat Untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm	41
Gambar 2.15 Grafik Berat Jenis Beton	42
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	44
Gambar 3.2 Perbandingan Kadar Bahan Organik Agregat Halus	46
Gambar 3.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur	48
Gambar 3.4 <i>Specific Gravity</i> (Berat Jenis) dan <i>Absorpsi</i> Kondisi SSD.....	50
Gambar 3.5 Batas Gradasi Agregat Halus dalam Daerah Gradasi 2	51
Gambar 3.6 Batas Gradasi Agregat Kasar dalam Daerah Gradasi Ukuran 20mm	54
Gambar 3.7 Pemeriksaan Kadar Bahan Organik <i>PS Ball</i>	56
Gambar 3.8 Benda Uji Silinder	57
Gambar 3.9 Cetakan Silinder	58
Gambar 3.10 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	59
Gambar 3.11 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah 2	60
Gambar 3.12 Kurva Gradasi Agregat Kasar, Ukuran Butir Maksimum 20mm. .	61
Gambar 3.13 Kurva <i>Persentase</i> Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20mm	62
Gambar 3.14 Perkiraan Berat Jenis Beton	63
Gambar 3.15 Uji <i>Slump</i>	66
Gambar 3.16 Alat Uji Lentur	67
Gambar 4.1 Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton	69
Gambar 4.2 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton	77
Gambar 4.3 Retak Lentur	85
Gambar 4.4 Retak Lentur dan Retak Geser	85
Gambar 4.5 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton.....	88
Gambar 4.6 Retak Lentur	93
Gambar 4.7 Retak Lentur dan Retak Geser.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Maksimum <i>Clorida Ion</i> Terhadap Berat Semen.....	20
Tabel 2.2 Persentase Kandungan Kimiawi <i>PS Ball</i>	23
Tabel 2.3 Karakteristik Material <i>PS Ball</i>	24
Tabel 2.4 Perkiraan Kuat Tekan (Mpa) dengan Faktor Air Semen 0,5	31
Tabel 2.5 Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Pada Lingkungan Umum	33
Tabel 2.6 Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Pada Lingkungan yang Mengandung Sulfat dan Alkali	34
Tabel 2.7 Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Pada Lingkungan yang Berhubungan dengan Air	35
Tabel 2.8 Perkiraan Kadar Air Bebas	36
Tabel 3.1 Pemeriksaan Kadar Air	47
Tabel 3.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur	47
Tabel 3.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus	49
Tabel 3.4 <i>Specific Gravity</i> (Berat Jenis) dan Absorpsi Kondisi SSD	49
Tabel 3.5 Analisis Saringan Agregat Halus	50
Tabel 3.6 Pemeriksaan Kadar Air	52
Tabel 3.7 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	52
Tabel 3.8 <i>Specific Gravity</i> (Berat Jenis) dan <i>Absorpsi</i> Kondisi SSD	53
Tabel 3.9 Analisis Saringan Agregat Kasar	54
Tabel 3.10 Pemeriksaan Kadar Bahan Organik <i>PS Ball</i>	55
Tabel 3.11 Pemeriksaan Kadar Air	56
Tabel 3.12 Pemeriksaan Kadar <i>Silt</i> dan <i>Clay</i>	57
Tabel 3.13 Perencanaan Campuran Beton Berdasarkan SNI 03-2834-2000	66
Tabel 3.14 Komposisi Bahan Campuran Beton untuk Benda Uji Silinder (150x300 mm)	66
Tabel 4.1 Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton	68
Tabel 4.2 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Normal.....	70
Tabel 4.3 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 5% <i>PS Ball</i>	71
Tabel 4.4 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 10% <i>PS Ball</i>	72
Tabel 4.5 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 15% <i>PS Ball</i>	72
Tabel 4.6 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 20% <i>PS Ball</i>	73
Tabel 4.7 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 25% <i>PS Ball</i>	73
Tabel 4.8 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 30% <i>PS Ball</i>	74
Tabel 4.9 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 35% <i>PS Ball</i>	75
Tabel 4.10 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 40% <i>PS Ball</i>	75
Tabel 4.11 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 45% <i>PS Ball</i>	76
Tabel 4.12 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton Campuran 50% <i>PS Ball</i>	76
Tabel 4.13 Hasil Penelitian Kuat Lentur Beton rata-rata.....	77
Tabel 4.14 Perumusan Kuat Lentur terhadap Kuat Tekan pada Balok Beton....	80
Tabel 4.15 Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 5% <i>PS Ball</i>	81
Tabel 4.16 Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 10% <i>PS Ball</i>	81
Tabel 4.17 Penurunan Kuat Lentur Beton Normal dengan 15% <i>PS Ball</i>	82

DAFTAR NOTASI

a	jarak rata-rata titik terbelahnya balok ke titik tumpuan terdekat (mm)
A	luas penampang benda uji (mm ²)
A_{Absorpsi}	berat container (gr)
A_{SSD}	berat sampel SSD (gr)
b	lebar balok (mm)
B	berat air (kg/m ³)
B_{Absorpsi}	berat sampel SSD (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	jarakdiantara 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	Jarakdari serat terluar beton hinggasumbu netral (mm)
V	Volume <i>mold</i> (mm ³)
V_1	Tinggi pasir (ml)

V_2	Tinggil umpur (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)
$W_{1\text{ beratisi}}$	Berat <i>mold</i> (kg)
$W_{2\text{ beratisi}}$	Berat <i>mold</i> + agregat (kg)
$W_{3\text{ beratisi}}$	Berat volume (kg/m ³)
$\mathcal{E}_s$	Regangan baja (mm/mm)
$\mathcal{E}_y$	Regangan beton (mm/mm)