

**KAJIAN SERAPAN DAN PENETRASI KLORIDA PADA
BETON MEMADAT MANDIRI MUTU TINGGI DENGAN
METAKAOLIN 12,5% DAN VARIASI *STEEL SLAG* SEBAGAI
SUBSTITUSI AGREGAT HALUS**

*A Study of Chloride Absorption and Penetration of High Strength Self
Compacting Concrete with 12,5% Metakaolin and Steel Slag Variation as Fine
Aggregate Substitution*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Disusun Oleh:

MUHAMMAD HANIFA BARKAH
NIM. I0118096

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2022**

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
ABSTRAK.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Beton.....	7
2.2.2 Beton Mutu Tinggi (<i>High Strength Concrete</i>).....	9
2.2.3 Beton Memadat Mandiri (<i>Self Compacting Concrete</i>).....	10
2.2.4 Bahan Penyusun Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri.....	12
2.2.5 Rancang Campur Beton <i>High Strength Self Compacting Concrete</i>	20
2.2.6 Mekanisme Masuknya Zat ke Dalam Beton.....	20
2.2.7 Serapan Klorida (Cl_2).....	22
2.2.8 Penetrasi Klorida (Cl_2).....	24
2.2.9 Kriteria Pengujian Beton.....	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	30
3.1 Tinjauan Umum.....	30
3.2 Benda Uji.....	31
3.3 Alat Uji.....	32
3.3.1 Alat untuk Pengujian Standar Bahan Dasar Beton.....	32

3.3.2 Alat untuk Membuat Benda Uji	35
3.3.3 Alat untuk Menguji Benda Uji.....	36
3.4 Bahan Uji	39
3.5 Tahap Penelitian.....	42
3.6 Diagram Alir Penelitian	45
3.7 Diagram Alir Analisis Data dan Pembahasan.....	47
3.8 Standardisasi Pengujian Bahan Dasar Penyusun Beton.....	48
3.8.1 Semen.....	48
3.8.2 Agregat Halus.....	48
3.8.3 Agregat Kasar.....	48
3.8.4 <i>Self Compacting Concrete</i>	48
3.9 Pengujian Bahan Dasar Beton.....	49
3.9.1 Agregat Halus.....	49
3.9.2 Agregat Kasar.....	52
3.10 Pembuatan dan Pengujian Agregat Halus <i>Steel slag</i>	55
3.10.1 Pembuatan Agregat Halus <i>Steel slag</i>	55
3.10.2 Pengujian Kandungan <i>Steel slag</i>	55
3.10.3 Pengujian Specific gravity	56
3.10.4 Pengujian Gradasi	57
3.11 Pembuatan dan Pengujian Metakaolin.....	58
3.11.1 Pembuatan Metakaolin.....	58
3.11.2 Pengujian Metakaolin.....	59
3.12 Perancangan Campuran Beton SCC.....	59
3.13 Pembuatan Benda Uji.....	59
3.14 Pengujian Beton Segar SCC.....	61
3.13.1 Pengujian <i>Slump flow</i>	61
3.13.2 Pengujian L-Box (<i>passing ability</i>)	63
3.13.3 Pengujian <i>V-Funnel</i>	64
3.15 Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>).....	64
3.16 Pengujian Benda Uji (Beton Keras).....	65
3.16.1 Pengujian Serapan Cl_2	65
3.16.2 Pengujian Penetrasi Cl_2	66
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	68
4.1 Tinjauan Umum	68

4.2 Hasil Pengujian Bahan Penyusun HSSCC	68
4.2.1 Pengujian Agregat Halus.....	68
4.2.2 Pengujian <i>Steel Slag</i>	69
4.2.3 Pengujian Agregat Kasar.....	70
4.2.4 Pengujian Metakaolin.....	70
4.3 <i>Mix Design High Strength Self Compacting Concrete (HSSCC)</i>	71
4.4 Hasil Pengujian dan Analisis Data Beton Segar	72
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton	76
4.6 Pengujian Berat Jenis Beton.....	76
4.7 Pengujian Serapan Klorida Beton	81
4.8 Pengujian Penetrasi Klorida Beton	86
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran.....	93
PENUTUP	94
DAFTAR PUSTAKA	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Permeabilitas (<i>Permeability</i>)	21
Gambar 2. 2 Penyerapan (<i>Absorption</i>)	21
Gambar 2. 3 Difusi (<i>Diffusion</i>).....	22
Gambar 2. 4 Alat Pengujian <i>Slump Flow</i>	26
Gambar 2. 5 <i>L-Box</i>	26
Gambar 2. 6 <i>V-funnel</i>	27
Gambar 3. 1 Ayakan.....	32
Gambar 3. 2 <i>Sieve Shaker</i>	32
Gambar 3. 3 Mesin <i>Los Angeles</i>	33
Gambar 3. 4 <i>Conical Mould</i>	33
Gambar 3. 5 Oven.....	34
Gambar 3. 6 Gelas Ukur.....	34
Gambar 3. 7 <i>Concrete Mixer</i>	35
Gambar 3. 8 <i>Mould Silinder</i>	35
Gambar 3. 9 Timbangan Digital 15 kg.....	36
Gambar 3. 10 Kerucut <i>Abrams</i>	37
Gambar 3. 11 Papan Alir	37
Gambar 3. 12 <i>V-funnel</i>	38
Gambar 3. 13 <i>L-Box</i>	38
Gambar 3. 14 Agregat Kasar	39
Gambar 3. 15 Agregat Halus	40
Gambar 3. 16 <i>Metakaolin</i>	40
Gambar 3. 17 <i>Semen OPC</i>	41
Gambar 3. 18 <i>Superlasticizer Sika Viscocrete 1003</i>	41
Gambar 3. 19 <i>Steel slag</i>	42
Gambar 3. 20 Larutan Cl_2	42
Gambar 3. 21 Diagram Alir Penelitian.....	46
Gambar 3. 22 Diagram Alir Analisis dan Pembahasan.....	47
Gambar 3. 23 Benda Uji Pengujian Serapan Cl_2	60
Gambar 3. 24 Benda Uji Pengujian Penetrasi Cl_2	61
Gambar 3. 25 Setup Pengujian <i>Slump Flow</i>	62

Gambar 3. 26 Pengukuran diameter <i>Slump Flow</i>	62
Gambar 3. 27 Pengujian <i>L-Box</i>	63
Gambar 3. 28 Perawatan Benda Uji Setelah Lepas Cetakan.....	65
Gambar 3. 29 <i>Set Up</i> Pengujian Serapa Cl_2	66
Gambar 3. 30 <i>Set Up</i> Pengujian Penetrasi Cl_2	67
Gambar 3. 31 <i>Set Up</i> Pembelahan Benda Uji dengan Alat CTM.....	67
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Waktu Alir (T_{500}) <i>Slump Flow</i> HSSCC terhadap Variasi Kadar <i>Steel slag</i>	73
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Rerata Diameter <i>Slump Flow</i> HSSCC terhadap Variasi Kadar <i>Steel slag</i>	74
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Nilai <i>L-Box</i> HSSCC terhadap Variasi Kadar <i>Steel slag</i>	74
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Nilai <i>V-Funnel</i> HSSCC terhadap Variasi Kadar <i>Steel slag</i>	75
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Nilai Serapan Cl_2 dengan Variasi Kadar <i>Steel Slag</i> pada Perendaman 10+0,5 Menit.....	83
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Nilai Serapan Cl_2 dengan Variasi Kadar <i>Steel Slag</i> pada Perendaman 24 Jam	83
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar <i>Steel Slag</i> dengan Nilai Serapan Klorida.....	85
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar <i>Steel Slag</i> dengan Kedalaman Penetrasi pada Waktu Tertentu	88
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Penetrasi Klorida pada Beton.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Beton Mutu tinggi	10
Tabel 2. 2 Jenis semen portland	12
Tabel 2. 3 Persyaratan Gradasi Agregat Kasar Menurut ASTM C33.....	13
Tabel 2. 4 Syarat Gradasi Agregat Halus Berdasarkan ASTM C33	14
Tabel 2. 5 Kandungan kimia dalam <i>steel slag</i>	16
Tabel 2. 6 Komposisi kimia <i>steel slag</i>	16
Tabel 2. 7 <i>Range Mix Design</i> Menurut <i>The European Guidelines for Self Compacting Concrete</i>	20
Tabel 2. 8 Kriteria Range Nilai <i>Self Compacting Concrete</i>	27
Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji.....	31
Tabel 3. 2 Tabel Perubahan Warna Pada Uji Kadar Zat Organik Pasir.....	51
Tabel 3. 3 Kandungan Unsur Didalam <i>Steel slag</i>	55
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus	69
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Steel Slag</i>	69
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar	70
Tabel 4. 4 Analisis Kuantitatif Pengujian XRF Metakaolin	70
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Mix Design Beton HSSCC	71
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	72
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian L-Box.....	72
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian V-Funnel (6 - 12 detik).....	73
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Volume Benda Uji Serapan HSSCC dengan Metakaolin 12,5% dan Variasi <i>Steel Slag</i>	77
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Volume Benda Uji Penetrasi Klorida HSSCC dengan Metakaolin 12,5% dan Variasi <i>Steel Slag</i>	78
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Serapan Klorida Beton Perendaman 10+0,5 Menit .	81
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Serapan Klorida Beton Perendaman 24 Jam	82
Tabel 4. 14 Serapan Rerata pada Perendaman 10+0,5 Menit dan 24 Jam.....	85
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Penetrasi Klorida pada Beton	87